



HAL
open science

Le changement climatique anthropique était-il réfutable en 1925 ?

Nicolas Bouleau

► **To cite this version:**

Nicolas Bouleau. Le changement climatique anthropique était-il réfutable en 1925 ?. 2007. halshs-00125457v1

HAL Id: halshs-00125457

<https://shs.hal.science/halshs-00125457v1>

Preprint submitted on 22 Jan 2007 (v1), last revised 23 Mar 2007 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Was the Anthropic Climate Change Falsifiable in 1925 ? Reflection about the Scientific Attitude.

Nicolas BOULEAU
CIRED Oct 2006
nbouleau@club-internet.fr

In 1925, a French astronomer J. Mascart achieved the gigantic work of studying more than three thousand publications in order to sum up the available knowledge about climate variability. He published his analysis and conclusions in a book. We base on this work to tackle anew some epistemological problems. In particular we weigh up the relevance of the popperian doctrine in the case of climate change. As eventually seen, the strict framework of falsifiability does not practically operate and the most rational position seemed, as early as this time, to be close to the views, after the war, of Lakatos, Quine and Feyerabend. We qualify this position as « minimal scientist ».

The case of climate change is, in fact, representative of any knowledge question whose assessments and controls are postponed in the future what is the case of every theory attempting to say more than available measurements.

This leads us to reconsider the minimal scientist position, a « wait and see » policy which does not take in account the interests involved in the contradictory representations. We discuss a more engaged attitude for laboratories to anticipate possibly dangerous uses.

Le changement climatique anthropique était-il réfutable en 1925 ? Réflexion sur l'attitude scientifique.

Nous étudions la pertinence de la doctrine popperienne dans le cas du changement climatique telle que cette connaissance était appréhendée en 1925 en nous fondant sur une analyse approfondie et quasi-exhaustive de J. Mascart sur les travaux et théories disponibles à cette époque. On s'aperçoit que le cadre strict de la réfutabilité n'est pas opérant et que, dès cette époque, la position qui se voulait rationnelle était plus proche des points de vue qui seront, après guerre, ceux de Lakatos, Quine et Feyerabend, position que nous qualifions de scientifique minimale. Le cas du changement climatique est, en fait, générique de toute question de connaissance dont les sanctions et contrôles sont repoussés à plus tard, ce qui est le cas de toute théorie qui prétend dire plus que les mesures disponibles.

Ceci nous conduit à reconsidérer la position scientifique minimale qui est attentiste et ne tient pas compte des intérêts en jeu dans les représentations contradictoires. Nous discutons de la part des laboratoires une attitude plus engagée et plus anticipative d'usages possibles éventuellement dangereux.

I. Introduction. La doctrine popperienne et sa critique.

Le point central, qui fit la célébrité de la philosophie de Karl Popper, est certainement l'idée que des théories qui se présentent comme scientifiques telles que le matérialisme dialectique (Marx, Lénine) ou qui prétendent au statut de science en un sens spécifique (par exemple la méthode sociologique explicitée

par Max Weber) ou encore des ensembles d'observations interprétées tels que la psychanalyse, scientifiques pour les uns (Freud), connaissances structurables pour les autres (Lacan), l'idée donc que de telles constructions intellectuelles sont plus faciles que la vraie science parce qu'elles esquivent la sanction par l'expérience.

Renforçant les thèses de John Stuart Mill sur l'intérêt de la critique ouverte des idées, Karl Popper élabore un corps de doctrine à même de déterminer ce qui est scientifique et ce qui ne l'est pas ainsi que la direction d'une plus grande scientificité : le contenu véritable d'une théorie est la somme des énoncés qui la contredisent, ce sont ses *falsificateurs* potentiels. Cela signifie que plus le contenu augmente, plus la vulnérabilité augmente. S'il advient qu'une théorie rencontre un échec et est sanctionnée par l'expérience, une nouvelle théorie doit être recherchée qui s'accorde avec l'ancienne sur ce qui était valide et propose autre chose là où une difficulté apparaissait. Il n'est pas sûr qu'une telle théorie meilleure soit trouvée sur tous les problèmes rencontrés, cela dépend du talent inventif des chercheurs.

Comme ce que les scientifiques vont inventer est, par nature, imprévisible, l'avenir de la société est ouvert et les théories qui prétendent comprendre le sens de l'Histoire sont non scientifiques. On doit considérer que la critique popperienne de l'historicisme est une extension à caractère polémique ayant clairement pour cible le marxisme-léninisme, mais peut difficilement être incluse dans la thèse épistémologique proprement dite, car Popper ne nie pas la valeur prédictive des théories scientifiques, au contraire, la découverte de Neptune par Galle d'après les calculs de Le Verrier est exemplaire de la démarche scientifique. Pour éviter la contradiction Popper est contraint d'introduire sa théorie des trois mondes, considérée comme assez artificielle notamment en regard de la biologie contemporaine¹.

Les faiblesses de la doctrine popperienne ont été dénoncées par de nombreux auteurs, mais elles restent moins connues du grand public. Seule la « réfutabilité » est enseignée dans les manuels scolaires. Les deux critiques les plus percutantes sont celles d'Adolf Grünbaum qui fait semblant de croire à la doctrine afin d'analyser les propriétés du rationalisme auquel elle conduit², et celle de Paul Feyerabend qui n'y croit pas du tout et dont l'argument principal est que ce n'est pas ainsi que les choses se sont passées historiquement, pas même dans le cas de la mécanique newtonienne et de la relativité. A chacune des questions : 1. Est-il souhaitable de vivre en accord avec les règles d'un rationalisme critique ? [nom attribué à la doctrine popperienne] 2. Est-il possible de conserver à la fois une science telle que nous la connaissons et ces règles ?

¹ Popper distingue les produits de l'esprit humain comme les théories (monde 3), les expériences mentales ou de conscience (monde 2) et les objets physiques y compris vivants (monde 1), cf. K. Popper, *Knowledge and the body-mind problem*, Routledge 1994.

² A. Grünbaum, « Is the method of bold conjectures and attempted refutations justifiably the method of science ? » *Brit. Jour. Philosophical Sci.* 27 (1976) 105-326.

Feyerabend répond par la négative en se fondant, et c'est ce qui donne du poids à son propos, sur une analyse de situations réelles et des comportements humains véritables des savants³, analyse qu'il complètera dans l'ensemble de son œuvre. Grünbaum et Feyerabend étudient en détail la question du remplacement d'une théorie par une autre et montrent que l'affaire est loin d'être aussi simple que Popper la présente.

Vouloir faire du cas du passage de la mécanique newtonienne à la mécanique relativiste l'archétype de la scientificité marche mal. Le costume est trop rigide. L'un des atouts de la thèse de Feyerabend « tout est bon » est qu'il accueille dans le champ l'étude épistémologique tous les problèmes qui nous concernent aujourd'hui et non seulement ceux de la physique. La notion même de théorie avec sa charpente logique et mathématique telle qu'employée par les épistémologues dans les trois premiers quarts du 20^{ème} siècle est trop spécifique. Par exemple ce que nous appelons aujourd'hui la théorie du chaos, n'est pas une théorie en ce sens, mais plutôt un recueil phénoménologique de propriétés de certains systèmes, parfois très mathématisées parfois simplement constatées.

Deux circonstances nous obligent à prendre une certaine distance tant vis-à-vis de Popper que de ses contradicteurs notoires. L'une très soudaine, est le développement de la modélisation par l'essor de l'informatique dans le troisième tiers du 20^{ème} siècle, forme de connaissance nouvelle dont il convient d'étudier les caractéristiques, l'autre plus progressive est la prégnance croissante des problèmes environnementaux (déchets, biodiversité, climat) et éthiques (clonage, innovations périnatales, génétique humaine). Popper aussi bien que Lakatos, et Feyerabend se posent-ils le bon problème ? Lorsque Feyerabend écrit « l'anarchisme théorique est davantage humanitaire et plus propre à encourager le progrès que des doctrines fondées sur la loi et l'ordre » ou encore « le seul principe qui n'entrave pas le progrès est : tout est bon », on peut se demander si ces positions n'ont pas vieilli et si le vrai problème aujourd'hui ne serait pas plutôt de savoir si la nouveauté technique peut être engendrée avec plus de respect des valeurs de la civilisation⁴ et plus de lucidité sur les risques engendrés⁵.

Dans la suite de l'article, nous approfondissons cette réflexion en nous appuyant sur l'analyse du cas de la variabilité climatique et de ses causes au début du 20^{ème} siècle. Une synthèse était encore possible des travaux scientifiques disponibles à cette époque, de sorte que le problème, déjà très complexe, est porteur d'enseignements pour une transposition contemporaine.

³ P. Feyerabend, *Contre la méthode*, (1973) Seuil, 1979, en particulier le chapitre 15.

⁴ Au sens le plus commun du terme qui s'oppose à barbarie.

⁵ En fait Feyerabend aborde ces questions dans la suite de son œuvre, cf. notamment, *Adieu la raison* (1987) Seuil 1989, *La science en tant qu'art* (1983) Albin Michel 2003, en s'intéressant surtout à la légitimité des savoirs non dominants et à la démocratisation de la production de connaissance.

II. Comment, en 1925, faire avancer la science sur la question des changements climatiques ?

La question des changements climatiques est particulièrement pertinente pour éprouver les idées de Popper. Au cœur de débats contemporains qui attendent de la science des arbitrages, elle ne relève ni de la métaphysique ni d'interprétations psychologiques ou sociales mais des sciences naturelles dont elle remet cependant en cause les contours. Elle se situe en ce lieu précisément où la purification des faits conduit à expliciter les conditions d'observation jusqu'au détail anecdotique et contrarie la compréhension véritable. Dans ce cadre, le choix de l'ouvrage de Jean Mascart *Notes sur la variabilité des climats*, 383p, Lyon, M. Audin 1925, pour focaliser notre étude est motivé d'abord par le fait que cet auteur ne tente en aucune façon de plaider pour telle ou telle théorie explicative mais s'efforce, avec une réelle exigence scientifique, d'évaluer les diverses chaînes argumentaires ainsi que la qualité des mesures, ensuite parce que son étude présente une synthèse sinon exhaustive du moins remarquablement complète des travaux disponibles à cette date puisqu'il analyse près de 3100 références bibliographiques faisant intervenir plus d'un millier d'auteurs.

Le paysage, comme nous allons le voir, est complexe. On y rencontre des points de vue les plus divers, plus ou moins bien étayés, souvent incomparables étant donnée la multiplicité des registres explicatifs auxquels ils font appel et la spécificité des données qu'ils interprètent. Cette masse de documents et d'opinions le place dans une situation voisine de celle que nous rencontrons maintenant de façon permanente avec Internet sur la plupart des sujets : une surabondance d'éclairages.

Jean Mascart a un grand souci de rigueur. Il est astronome, fils du physicien Eleuthère Mascart pionnier de la théorie de la relativité par ses expériences antérieures à celle de Michelson réfutant l'existence de l'éther⁶. Mais Jean Mascart est loin de s'intéresser aux seuls facteurs astronomiques, il attache au contraire une grande valeur à tous les relevés et témoignages historiques, économiques, et dans sa conclusion, où l'on décèle une certaine inquiétude épistémologique, il insiste sur l'importance du travail de dépouillement des archives et du recueil systématique de données fiables.

Pour situer son travail, il se démarque tout d'abord des grandes fresques narratives telles que celle de Bertrand sur les *Révolutions du globe* où se mêlent des hypothèses sur la formation de la croûte terrestre, la théorie de Buffon, celle de la chaleur de Fourier, celle de Lyell sur la masse des eaux, etc. Il critique le talent évocateur sans soubassement sérieux et entend s'appuyer sur les sciences expérimentales : astronomie, géologie, physique du globe, géographie,

⁶ Cf. M.-A. Tonnelat *Histoire du principe de relativité*, Flammarion 1971 et R. Mossery *Léon Brillouin*, Belin 1999, Pages 11-30.

océanographie, météorologie. « Il est d'ailleurs nécessaire de conserver en ces matières, écrit-il, un certain scepticisme puisqu'il a été impossible jusqu'alors, de définir avec précision le mot même de *climat* dont on se sert ». Sans doute le climat résume la constance du temps qu'il fait dans une région une fois ôtées les variations d'un jour à l'autre et d'une année sur l'autre, mais cette notion, très vaste par les paramètres physiques concernés, pêche toujours par l'absence d'une borne précise et claire quant au long terme. Autrement dit le signal n'est pas connu du côté des basses fréquences. A cet égard, progressivement Mascart adopte une attitude qu'on peut qualifier, sur ce point, de positiviste considérant qu'il est peu utile de définir davantage ce terme primitif.

Derrière les indications qui sont fournies par l'examen des plantes fossiles Mascart cherche pour les phénomènes de glaciation *la cause efficiente*, ainsi que Claude Bernard l'a recommandé, et, en bon astronome, la trouve dans l'excentricité de l'orbite terrestre, la précession des équinoxes (variation de l'axe de la terre) et les variations de l'activité solaire. Aussi bien ces causes étant incontestables et calculables, il juge évident que la terre n'est pas dans un état stable et constant pour ce qui est de son évolution astronomique et que donc *des variations de climat sont actuellement en cours*. Son but se précise alors « rechercher les symptômes des modifications climatiques dans la période *humaine* toute récente ». Il sait évidemment que « les phénomènes économiques et politiques peuvent intervenir » : irrigation déséquilibrée, déforestation, etc. et cite Bourquin sur ce point « l'ensoleillement et la désolation où fleurissaient jadis les grands empires de Tello, Babylone, Ninive, Persépolis et Thèbes sont dus, avant tout, à l'imprévoyance ou aux fautes des hommes et à des événements politiques ou économiques plutôt qu'à des phénomènes naturels ».

Après les causes astronomiques il en vient aux causes physiques et en particulier à l'effet de serre. Avant Arrhenius (1895 et après) ; il accorde au savant belge W. Spring la primeur d'avoir insisté sur le rôle du gaz carbonique dans l'équilibre thermique de l'atmosphère⁷. Mascart émet des réserves sur la théorie d'Arrhenius en ce qui concerne l'idée que l'hypothèse de la variation de teneur en acide carbonique pourrait expliquer, sans cycles astronomiques, les variations à l'échelle géologique. Il note que les causes de ces variations resteraient dans ces conditions, obscures, et discute le rôle possible des volcans et de la solubilité dans l'océan. Il conteste les ordres de grandeur des modifications de température liées à l'augmentation ou à la diminution du gaz carbonique calculées par Arrhenius qui sont, à son avis, excessives dans les deux sens. Mais surtout, il se démarque d'Arrhenius quant au caractère *bénéfique* de l'augmentation récente et future de la teneur en gaz carbonique qui adoucirait les hivers et rafraîchirait, par les pluies, les étés. Mascart estime qu'il faut considérer la proportion de gaz carbonique stable durant la période

⁷ W. Spring « Recherches sur les proportions d'acide carbonique contenues dans l'air » *Mém. de l'Acad. de Belg.* 1885.

historique *exceptée* la période récente où « la combustion artificielle du charbon a détruit l'équilibre d'autant plus que la consommation de charbon s'est accrue dans des proportions fantastiques ». L'idée d'Arrhenius que le refroidissement inéluctable de la Terre dû à des raisons physiques et astronomiques est heureusement compensé par l'augmentation de gaz carbonique d'origine humaine apparue à partir du 19^{ème} siècle qui permet des hivers moins rigoureux, des étés plus humides et favorise la croissance des plantes est, pour Mascart, erronée parce que les deux phénomènes n'ont pas la même échelle de temps. « Ce refroidissement [de notre globe] est tellement lent que pour le mettre en évidence, il faudrait des observations très précises, poursuivies au moins pendant plusieurs siècles – peut-être même dix ou vingt siècles. (p.113) »

Par causes géographiques, il faut entendre l'étude de l'influence des courants aériens (action de transport de l'eau et des températures, action sur les précipitations, érosion et modification du relief), celle des courants marins (influence du type Gulf Stream, fonte des glaces polaires fournissant une eau froide et douce) l'influence des circonstances locales (lacs adoucissant le climat, volcans). Il apparaît nettement chez certains auteurs étudiés que les causes ne se présentent pas logiquement comme une arborescence mais que certaines sont couplées par rétroaction. Par exemple la position de l'axe de la Terre a une influence évidente sur la variation des courants aériens principaux qui par effet d'inertie peut influencer l'axe de rotation. On commence à mesurer que la complexité des phénomènes ne se laisse pas hiérarchiser comme les termes d'une série convergente. Devant la profusion des théories diverses, Mascart reste en faveur d'une pluralité des idées. Il écrit « la question la plus haute : qu'est-ce qu'une hypothèse ? » et d'ajouter « Une hypothèse n'est rien qu'une construction momentanée : elle n'a aucune valeur absolue et définitive [...] Une hypothèse est bonne si elle est féconde, si elle suscite la recherche et la critique ». On voit que Mascart serait plus proche des idées de Lakatos que de celles de Popper. Pour lui la sanction d'une hypothèse n'est pas la réfutation par l'expérience, son propos est plus nuancé, il compte sur l'avis qui prévaudra avec le temps et il accorde quelques points de bonus à ce qui favorise les recherches futures. Ainsi sur une controverse qui faisait rage à l'époque écrit-il « la preuve même que celle-ci [l'hypothèse de la dérive des continents] est bonne, c'est l'âpreté de la critique qu'elle engendre. Et puis, que lui oppose-t-on ? Des faits absolus, des impossibilités radicales ? Non : on objecte des incompatibilités avec *d'autres hypothèses*, admises aujourd'hui, soit ; mais que vaudront-elles, elles-mêmes demain ? [...] car l'hypothèse, si elle est faible, sera entraînée tout doucement avec le temps... »

Mascart note que les auteurs s'attachent à des raisons explicatives trop particulières et conclut les chapitres sur les causes géographiques par ce constat « Toutes les théories successives sont insuffisantes » .

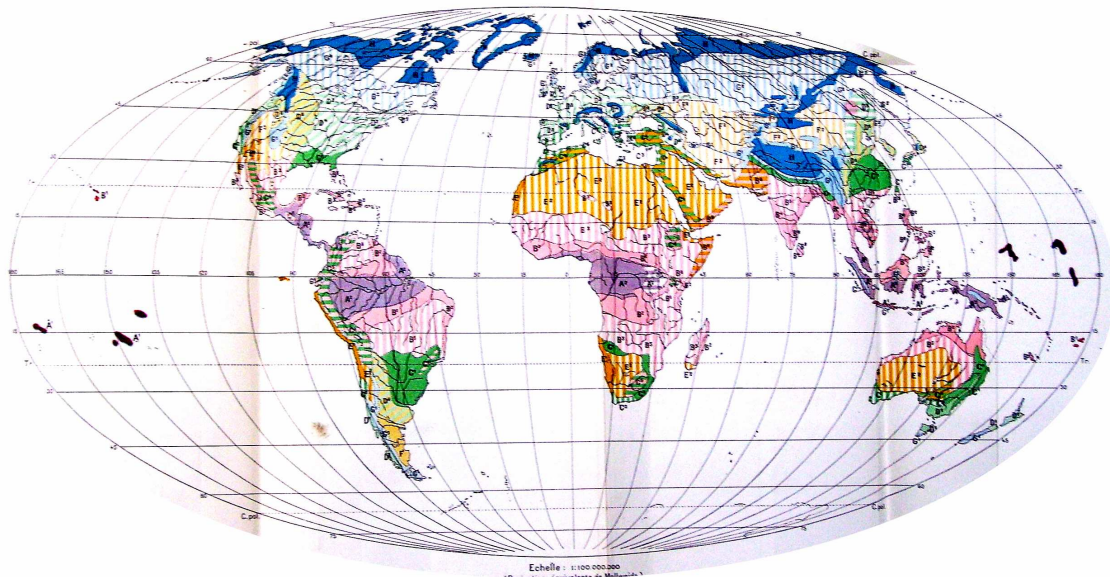
Son approche des causes humaines, qu'on appelle aujourd'hui l'effet anthropique, est un plaidoyer pour une meilleure gestion des documents anciens

et des archives. Il explique combien le phénomène urbain modifie les caractéristiques du temps (températures, humidité) et qu'il faut en tenir compte pour maintenir la comparabilité des mesures. Il fait remarquer que ce sont les anomalies, les phénomènes extrêmes du climat qu'il convient de tenter de mettre en correspondance avec les faits économiques et qu'à cet égard les moyennisations effacent souvent ce qui est le plus intéressant. La mauvaise qualité des mesures en 1925 lui fait écrire « dans ces conditions, avec le peu de durée des observations méritant quelque confiance, il apparaît absolument illusoire de chercher, dans les observations météorologiques proprement dites, des arguments pour ou contre l'hypothèse de la variabilité des climats ».

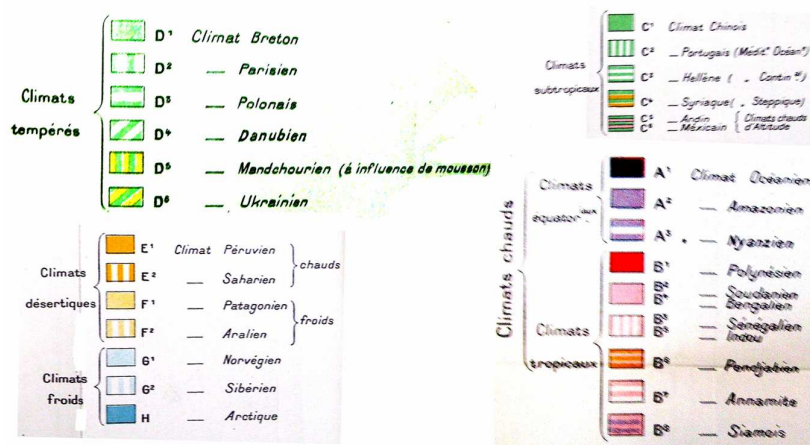
Après avoir consacré plusieurs chapitres à détailler les causes astronomiques qui sont sa spécialité, Mascart consacre quelques pages à discuter les travaux mettant en relation les taches solaires et le prix du blé ou autres grandeurs économiques (Herschel 1801, Arago 1825, Barral 1866, Chambers 1863, Hunter 1876, etc.). Alors que nous sommes aujourd'hui préoccupés du rôle de l'économie sur le climat, Mascart considère intéressant que des causes des variations climatiques puissent éclairer la science économique, ce qui rejoint son souci permanent de fécondité scientifique.

La conclusion générale de son livre porte sur la nécessité d'améliorer les observations, le soin et la comparabilité des mesures, ainsi que leur conservation et leur recensement. Le bilan de son immense travail est peu enthousiasmant, Mascart le sent bien, et devant la critique que son ouvrage serait trop confus, il reconnaît qu'il n'a pas rédigé « les lignes générales d'un trait en brossant largement les étapes » et que les vues générales lui font encore défaut. Il considère que devant « des travaux successifs contradictoires » et « des hypothèses opposées » il faudrait développer davantage « l'esprit d'association et de collaboration ».

Ce qui est remarquable dans ce livre c'est la modestie constante de l'auteur devant la complexité du sujet. Ceci lui fait considérer comme une réalité à laquelle il faut se plier qu'il soit impossible de trancher entre diverses théories, et que cette situation ne soit pas mauvaise en soi. « [Ces témoignages] sont parfois contradictoires – et c'est un indice de bonne foi chez les auteurs » écrit-il (p.33). Mascart semble considérer comme évident que les scientifiques sont désintéressés. Pourtant des connaissances sur le climat ne sont pas étrangères à des projets actifs en vue de bénéfices économiques : ainsi l'affaire d'immerger le Sahara (alors partie de l'Empire français) qui consistait à apporter 172 milliard de mètres cube d'eau par déversement de la Méditerranée avec une évaporation journalière de 28 millions de mètres cube qu'il relate et dont il discute en détail le réalisme et les enjeux.



Carte des climats en 1925 d'après E. de Martonne, A. Chevalier et L. Cuenot, *Traité de géographie physique*, Paris, Armand Colin, 1925



En matière de variabilité du climat et de la question de l'influence de l'homme, la multiplicité des effets et des causes est considérable et les mécanismes possibles le sont encore plus de sorte que beaucoup d'auteurs tombent dans le travers de proposer des théories. « Tous les auteurs paraissent se griser eux-mêmes par l'espoir de trouver des origines [aux variations climatiques] simples et uniques » mais « chaque fois que l'on évoque une cause, elle paraît aussitôt insuffisante et on la complète par de pures hypothèses ». On a l'impression que les savants sont désemparés devant la complexité, ne veulent pas la reconnaître ou ne savent pas l'étudier en tant que telle, et ne peuvent pas faire autre chose que de proposer des théories explicatives. C'est le mode de discours le plus courant dans les publications scientifiques. Assez vite ces théories sont contredites par certains exemples. *Mais, le point est fondamental, Mascart montre bien que ces réfutations infirment les nombres et les chiffres des conclusions mais non ces théories elles-mêmes* qui conservent une certaine part de vérité possible et contribuent à la

compréhension. On n'est donc pas, de fait, dans une situation où une démarche popperienne est praticable.

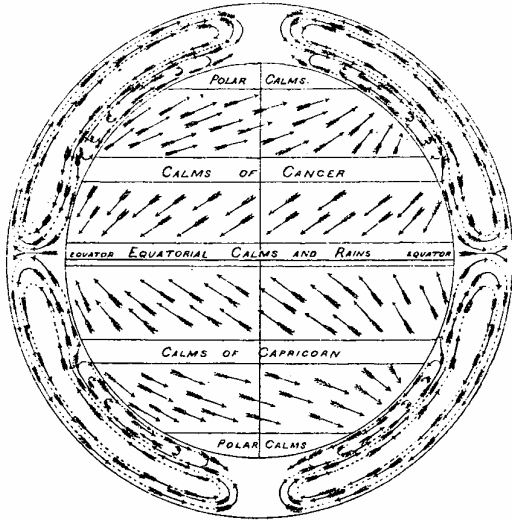
De plus, sur le problème précis de l'effet anthropique, on n'a pas accès à ce qui se serait passé si l'homme n'avait pas existé. Cette remarque n'est pas anodine. La trajectoire non suivie n'a aucune raison d'être pensée de façon plus déterministe que celle que nous suivons. Elle eût pu fort bien être plus chaude que la présente : on peut imaginer par exemple que les champs pétrolifères non exploités par l'homme se soient répandus, lors de séismes ou naturellement, à la surface des océans en un film modifiant significativement l'évaporation avec des conséquences difficiles à estimer⁸.

On se rend compte à la lecture de l'ouvrage de Mascart que les épistémologues Popper, Kuhn mais aussi Lakatos avaient essentiellement à l'esprit le cas de la physique qu'ils élevaient, consciemment ou non, au rang de situation générique de la connaissance scientifique. Car dans la situation qui nous est dépeinte, aucune direction qui serait la voie rationnelle ne s'impose clairement. Celle qu'adopte notre auteur est une sorte de « wait and see », il s'en remet à la communauté scientifique en tant qu'institution qui à la longue délaissera les hypothèses faibles et s'organisera pour mieux exploiter les données accessibles⁹. Cette attitude a cependant deux défauts. D'abord sa passivité qui n'est pas la meilleure façon d'aborder les risques. Ensuite elle s'en remet à une image un peu idyllique de la société scientifique, nous y reviendrons.

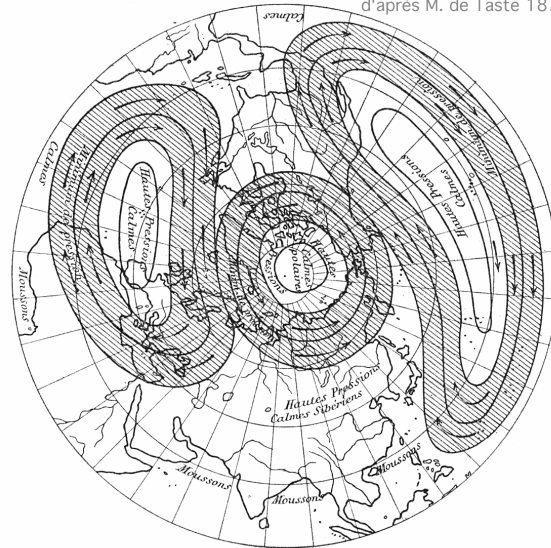
Le paysage épistémologique est ici constitué d'une multitude de théories qui parfois s'opposent parfois se complètent. Les formalismes mathématiques sont présents à travers les calculs astronomiques et de thermodynamique des fluides, et côtoient des explications géographiques et économiques. Le bilan est un grand enchevêtrement de dynamiques causales. Il est à noter que les démarches rationnelles ont d'abord consisté à *simplifier pour mieux comprendre*. Au 19^{ème} siècle on a ainsi calculé des circulations atmosphériques sur une sphère idéale sans continents ni océans dues aux seules lois physiques. Mais comme de telles modélisations rendaient mal compte des observations, vers la fin du siècle (Maurice de Tastes 1874) une voie plus respectueuse des particularités observées a été tentée qui s'est poursuivie de complexité en complexité.

⁸ L'imagination des climatologues n'est pas de reste à cet égard « qu'arrivera-t-il si les coraux du détroit de Bahama, par leur lente croissance finissent par fermer le passage du Gulf Stream ? [...] la civilisation d'Europe et d'Amérique se transformera, des villes opulentes se changeront en solitude, des déserts se peupleront, et tant d'événements seront l'effet d'un misérable polypier » (Thoulet J. *Ann. de Géol.* t IV, p269, 1894-1895).

⁹ Notons qu'une telle référence à la communauté scientifique est aussi celle d'un philosophe pragmatiste contemporain comme Richard Rorty en tant que modèle pour une organisation sociale (R. Rorty *Science et solidarité, la vérité sans le pouvoir*, l'Eclat 1990).



La circulation de l'atmosphère d'après J. Thomson.



Telle que ressentie par Mascart, la situation peut être décrite épistémologiquement comme un assortiment ou une synthèse des points de vue de Lakatos, de Quine et de Feyerabend. En effet, il convient avant tout de favoriser les conditions de programmes de recherche plus coopératifs et soucieux de données plus précises et plus comparables (Lakatos), on doit aussi reconnaître que les séries chronologiques de chiffres sont toujours finies et sont susceptibles de plusieurs interprétations qui sont chacune perfectibles et peuvent s'adapter à de nouvelles mesures (Quine), et que finalement, il est imprudent de rejeter quoique ce soit définitivement par des considérations méthodologiques *a priori*, qu'il vaut mieux laisser sa chance à toutes les idées (Feyerabend).

III. Une situation générique.

La dimension chronologique est l'axe principal de la problématique du changement climatique et on pourrait penser que c'est la raison pour laquelle elle sort du champ de pertinence de la doctrine popperienne. En effet, comment savoir aujourd'hui si telle théorie est réfutable si les conséquences de celle-ci ne sont sensibles que dans un siècle ou deux ? On ne peut pourtant pas rejeter toute scientificité à ces théories prédictives, l'ambition de prédire faisant partie de l'essence même de la science, ni les accepter toutes si elles se contredisent.

Remarquons que le crédit accordé (provisoirement selon la doctrine popperienne) à celles de ces théories qui au bout d'un siècle sont conformes à ce qui est observé, est en soi un bien faible point d'appui pour croire à leurs prédictions pour le siècle suivant. De la même façon que les modèles climatiques qui ont bien « assimilé » les données passées et sont capables d'en déduire le présent ne sont pas « validés » pour autant. La question est foncièrement la même que celle de deviner la suite d'une séquence finie de nombres comme on le demande dans certains tests. On sait qu'il y a toujours de

nombreuses réponses possibles et que l'argument de simplicité ne tranche pas pratiquement la question¹⁰.

La dimension chronologique du problème repousse les sanctions ou les ajustements éventuels dans l'avenir mais telle est également la situation, dans n'importe quel domaine, de toute théorie qui satisfait correctement les contrôles aujourd'hui disponibles. Les déductions que ces théories fournissent, anticipent sur des investigations nécessitant des appareillages plus performants et ne peuvent être évaluées qu'après une meilleure compréhension du domaine concerné et de ses relations avec d'autres connaissances. Il ne s'agit évidemment pas que d'une question de précision. Le perfectionnement des instruments va de pair avec celui des théories et, les mathématiques le montrent bien, ce sont les idées qui sont les facteurs d'avancées dans la lecture de la complexité¹¹. Alexandre Koyré a montré qu'au temps de Tycho Brahé le système copernicien était moins précis que le système ptolémaïque. Quant aux critères qui font retenir les idées, qui leur confèrent cette puissance éclairante, cela a quelque chose à voir avec la simplification mais prend des formes les plus diverses ainsi que Feyerabend l'a analysé. Aller au delà des données disponibles par une interprétation qui fournit davantage que ce qui était strictement recueilli par les observations, c'est bien ce qu'on attend, non seulement des théories au sens classique, mais de toute modélisation.

Et en effet, le problème épistémologique, 'qu'est-ce qu'une connaissance vraie ? qu'est ce qui fait qu'un ensemble de représentations est meilleur qu'un autre ?' doit être posé aujourd'hui au niveau des modélisations. La notion de théorie, tant utilisée par les philosophes des 19^{ème} et 20^{ème} siècles, a pris un coup de vieux, on ne peut plus laisser les modélisations qui sont partout, de la météorologie à l'économie, en dehors de la préoccupation épistémologique. Pour être précis disons que par théorie nous entendons des concepts structurés déductivement et reliés au réel par des règles de correspondance ou des analogies paradigmatiques. C'est la forme la plus élaborée qu'ont prise notamment les connaissances physiques. Mais il convient de prendre conscience du fait que nous avons facilement accès aujourd'hui à des algorithmes simples qui engendrent des configurations étonnantes de variété et d'imprévu et qui défient toute description théorique *a priori*. Nous disposons ainsi de trop d'exemples artificiels qui ne relèvent pas d'une théorie pour penser que les choses naturelles ne soient pas aussi capables de combinaisons et de dynamiques surprenantes et spécifiques que la seule recherche de lois théoriques ne peut atteindre.

¹⁰ Voir sur ce point, dès le 19^{ème} siècle, l'intéressante analyse du philosophe et économiste A. Cournot *Exposition de la théorie des chances et des probabilités* (1843), Vrin 1984, p. 282 *et seq.*

¹¹ On pourra consulter à ce sujet N. Bouleau *Philosophies des mathématiques et de la modélisation*, L'Harmattan 1999.

Tentons donc d'analyser la situation contemporaine en partant de la problématique climatique, similaire à celle analysée par Mascart, mais en la pensant dans un contexte de modélisation.

En préalable, il est nécessaire de distinguer l'usage de modèles et la modélisation que nous considérons ici. On peut se servir de modèles dans l'activité scientifique classique, les satellites de Jupiter découverts par Galilée étaient un modèle du système solaire copernicien, le modèle d'Ehrenfest fait comprendre que la réversibilité des lois de la mécanique est compatible avec les lois statistiques de la thermodynamique. La modélisation est une activité plus large et plus commune, il s'agit de représentations, le plus souvent aidées par l'ordinateur mais pas toujours, destinées en général non pas à tendre vers l'objectivité et l'universalité mais simplement à aider la décision et l'action.

La modélisation présente des traits qui la caractérisent vis-à-vis d'autres connaissances ou représentations.

D'abord, elle s'inscrit dans un site social précis. Elle est faite par quelqu'un, un concepteur, un laboratoire de recherche, un bureau d'étude, pour quelqu'un le commanditaire, entreprise ou collectivité, dans un lieu économique et géographique, à une certaine date. Cela ne lui interdit pas évidemment d'utiliser des connaissances éprouvées, considérées comme objectives et universelles, puisque celles-ci sont à disposition de tous, mais en plus elle peut s'appuyer sur des données connues de certains acteurs seulement et ses conclusions peuvent ne faire sens que pour l'action de certains agents économiques ou certaines institutions.

Ensuite, il s'agit d'un langage hybride, composé à la fois de langage ordinaire, du langage des sciences et aussi, souvent, des sciences de l'ingénieur avec leurs termes spécifiques consacrés par l'usage difficile à rendre parfaitement rigoureux (tels que crue décennale, etc.). Ce langage hybride sert de sémantique à des formalismes mathématiques et informatiques et les relie à des signifiés partagés par les acteurs concernés.

Enfin les modélisations sont en général sous-déterminées par ce qu'elles entendent représenter. Ce que W. V. O. Quine avait pointé à propos des théories à savoir qu'elles pouvaient se comprendre de diverses façons incompatibles, est beaucoup plus apparent et général en matière de modélisation. C'est évident pour les modélisations qui n'utilisent qu'un nombre fini de données d'observation, de même que par un nombre fini de points on peut faire passer soit un polynôme, soit une combinaison linéaire de sinus et de cosinus, etc., de même d'autres modèles sont compatibles avec les données, et les familles différentes de modèles sont chacune indéfiniment perfectible lorsque le nombre d'observations s'accroît. Le phénomène est général, autant validée qu'on voudra, une modélisation reste une interprétation parmi d'autres.

Il résulte de ces particularités que la qualité d'une modélisation ne saurait être évaluée sans tenir compte de celui pour qui elle est faite, l'acteur appelé à s'en servir. Revenons au problème de Jean Mascart qui souhaite faire avancer

les choses, mais se trouve devant des phénomènes complexes (rétroactions et lectures symboliques) appréhendés par des théories (aujourd'hui des modélisations) parfois contradictoires, souvent imprécises et hypothétiques.

IV. Les représentations partisans ne sont ni indignes ni malhonnêtes.

Mascart pense qu'il convient d'attendre. Attendre de meilleures observations, attendre aussi que la communauté scientifique travaille de façon plus solidaire en échangeant les informations et les critiques de sorte que les hypothèses *ad hoc* finissent par être délaissées.

Il semble qu'aujourd'hui un nombre croissant d'universitaires reconnaît que la norme popperienne n'est pertinente que dans des cas très idéaux et que pratiquement, on est devant un mélange relevant pour partie des vues de Lakatos, de Quine et de Feyerabend, où la direction de la rationalité est bien difficile à tracer. L'attitude la plus scientifique serait donc d'attendre avant de se prononcer sur telle ou telle vérité, telle ou telle cause ou conséquence, en essayant de contribuer aux travaux de recherche en cours. On ne risque pas de se tromper en disant aussi qu'il convient de perfectionner les instruments et les recueils de données¹².

Mais cette attitude apparemment sage, conduit à la victoire permanente des faits accomplis. Ainsi qu'Ulrich Beck l'a souligné dès les années 80, l'innovation technique émerge essentiellement par des *faits accomplis*, d'une part du côté des mises sur le marché de produits préparés en secret, d'autre part du côté des laboratoires de recherche qui inventent des possibilités nouvelles sans maîtriser qui va s'en servir¹³. L'épistémologie qui s'appuie sur les savoirs collectifs éprouvés dans le cadre de la communauté scientifique mondiale et qui conduit les scientifiques à attendre les progrès pour se prononcer sur les conséquences éventuelles, entretient un conformisme passif qui protège deux piliers du positivisme contemporain : la liberté d'initiative pour les mises sur le marché et la liberté du chercheur pour investiguer ce que bon lui semble. On comprend parfaitement que les faits accomplis comme la diffusion des OGM ou l'alimentation dévoyée des bovins conduisant à l'encéphalopathie spongiforme soient imparables dans un tel système. Cela a suscité des réactions telles que le principe de précaution, qui sont à cet égard bien compréhensibles.

Mais on peut prendre les choses autrement. L'attitude scientifique minimale conduit, lorsqu'on a attendu et que la science a progressé, à une situation rigoureusement aussi embrouillée qu'avant. Simplement, durant ce temps, un certain nombre de faits accomplis se sont produits. Et ils ont été faits

¹² Cela revient à ne rien faire sauf ce qui est sûrement, de tous points de vue, scientifique. Attitude proche de celle que Michel Callon qualifie de *recherche confinée*, c'est-à-dire loin des enjeux, des intérêts et des conflits d'acteurs. Voir M. Callon, P. Iascoumes, Y. Barthes, *Agir dans un monde incertain, essai sur la démocratie technique*, Seuil 2001.

¹³ U. Beck, *La société du risque*, (1986), Flammarion 2003.

non pas par des anges, mais par des hommes de tout bord, y compris des trafiquants, des égoïstes sans scrupules, des terroristes et des officines de régimes totalitaires. A quoi il faut ajouter, car ils sont non moins importants, les faits accomplis anonymes, faits par tout le monde et personne, dus à l'évolution tendancielle des mœurs ainsi que les sociologues de la modernité les ont décrits¹⁴.

L'attitude scientifique minimale qui s'en remet aux progrès de la science pour éliminer les représentations les moins pertinentes, apparaît indissolublement liée à la croyance que les hommes sont bons, et que les groupes, nations, organisations, firmes, réseaux, sont inoffensifs.

Plus précisément cette attitude admet implicitement deux thèses. Premièrement que la fabrication de connaissance échapperait aux contradictions logiques si on travaillait davantage en « esprit de collaboration », avec plus de synergie entre les équipes modélisatrices. Autrement dit, que la complexité rencontrée se dissiperait si on résorbait les *conflits d'interprétation*, par exemple en se mettant d'accord sur des protocoles expérimentaux qui deviendraient des standard incontestables, ou en évinçant tous les termes abstraits ou vagues des théories en compétition pour n'en retenir que le squelette strictement descriptif et factuel, ou encore en harmonisant les points de vue par des colloques périodiques débouchant sur des synthèses consensuelles. Cet irénisme, qui frôle en permanence le risque de l'argument d'autorité, ne prend pas en compte le fait majeur que les diverses interprétations sont le moyen principal dont nous disposons pour avancer dans la complexité. Elles sont les lampes qui éclairent la forêt. Leur uniformisation n'est pas une condition nécessaire de la compréhension qui peut fort bien s'accommoder de « cartes locales » pour prendre l'expression de René Thom. En contexte de découverte, l'irénisme scientifique est une illusion qui ne peut guère recueillir l'assentiment des chercheurs.

La seconde thèse implicite est que la purification nécessaire au recul scientifique est un processus qui peut se dérouler dans le temps, la réalité restant *ne varietur*. C'est en effet ce qui se passait depuis l'Antiquité jusque, disons, le 18^{ème} siècle lorsque l'influence de la science sur le monde par l'intermédiaire de la technique était relativement lente, et cette lenteur a probablement favorisé en nous l'émergence et la pérennité de catégories philosophiques de partage (entre l'esprit et le corps, entre les faits et les valeurs, entre connaissance et intérêt). Mais l'appropriation du pouvoir matériel ou de l'avantage économique qu'est susceptible de donner telle ou telle innovation sont aujourd'hui très rapides. Cela surprend même le milieu disciplinaire où les connaissances diffusent au rythme des congrès et de la lecture des publications. Le lien nouveau avec des usages sociaux possibles vient modifier la signification historique des travaux de

¹⁴ Par exemple, A. Giddens, U. Beck, S. Lash, *Reflexive Modernization, Politics, Tradition, and Aesthetics in the modern social order*, Polity Press 1994.

laboratoire en amont de l'application¹⁵. Aussi, *les intentions* des acteurs (autres scientifiques, développeurs, etc.) sont une préoccupation, éventuellement un risque, maintenant en permanence.

Devant les périls encourus par la planète et ses habitants humains et non humains et devant les projets de manipulation de la nature humaine elle-même¹⁶, une attitude plus active est indispensable de la part des scientifiques. S'il s'en tient à la quête d'objectivité, dans laquelle la société tend à le maintenir, le scientifique retombe nécessairement dans l'attitude minimale. Mais dès lors que les lobbies agissent pour faire valoir leurs stratégies, les universitaires qui restent ainsi confinés dans leur recherche (pure ou appliquée) sont transformés en petites mains d'une logique de développement insatiable, aveugle et téméraire.

Il faut donc envisager de sortir, de s'écarter du cycle recherche pure – recherche appliquée – développement – expansion, qui est le credo le mieux défendu par les moyens de l'économie d'une part par les media d'autre part. Les scientifiques ont certainement un rôle à jouer dans ce changement car pèse sur eux la responsabilité vague de toutes les absurdités auxquelles ce moteur peut mener. Leurs moyens sont cependant faibles, n'ayant aucun pouvoir ni institutionnel ni financier, ils sont simples citoyens. Leur seul avantage est qu'ils connaissent bien la production de connaissance et leur seul outil véritable est qu'ils disposent d'un langage qu'ils sont les seuls à maîtriser : la modélisation.

Une voie se dessine alors qui consiste, non seulement à critiquer les résultats ou méthodes des collègues pour les améliorer, mais à critiquer les expérimentations et modélisations en tenant compte des intérêts qu'ils avantagent et *en s'attelant au travail imaginatif d'envisager leurs conséquences éventuelles*.

Ceux qui s'engagent dans des *contre-modélisations*, dans des mises en garde partisans au bon sens du terme, c'est-à-dire qui contribuent à la biodiversité des idées et des représentations, en assumant les racines culturelles

¹⁵ Les exemples sont nombreux en matière de brevets vis-à-vis de la communauté des biologistes, cf. notamment D. Pestre *Science, argent et politique*, INRA ed. 2003. Mais la science la plus pure n'est pas à l'abri de telles surprises : en septembre 2006, alors que l'Union Mathématique Internationale lui remettait le prix Gauss, Kyosi Ito (92 ans), mathématicien le plus célèbre aujourd'hui dans le monde bancaire, avouait son étonnement lorsqu'on lui expliqua dans les années 1970 l'importance du calcul d'Ito dans les salles des marchés. Ses travaux commencés après guerre furent le cœur d'un large courant de recherche, le calcul stochastique, où se sont illustrées particulièrement l'école soviétique et l'école française (dont les membres étaient plutôt de gauche, voire très à gauche) et qui, depuis 1973 est devenu un des principaux outils du capitalisme des marchés organisés. Les connexions entre mathématiques appliquées et armement ont été beaucoup plus rapides tout au long du développement des techniques de traitement du signal et de l'information.

¹⁶ Confer le courant transhumaniste qui rallie nombre de brillants universitaires aux Etats-Unis et ailleurs dont l'objectif déclaré est d'améliorer génétiquement l'homme, cf. J. Brockman *The new humanists* Barnes & Noble 2003.

qui sont les leurs, sont les vrais défenseurs de l'intérêt collectif bien compris. Il me semble que le niveau pertinent pour l'élaboration de ces modélisations critiques est celui du laboratoire et je pense qu'il serait normal à cet égard que des valeurs culturelles propres aux équipes soient présentes et explicitées, socle à partir duquel les interprétations et le travail anticipatif peuvent être menés. La littérature grise est le lieu de cette prise de conscience et de cet engagement, car les grandes revues resteront *politically correct* pour longtemps encore probablement.

On fait ainsi le meilleur travail réel pour l'humanité : *dévoiler* autant que faire se peut, les risques que l'aventure technique fait peser sur elle¹⁷. Il y a une perte à accepter, l'époque de la cueillette des connaissances est terminée.

En ce qui concerne l'effet de serre comme dans d'autres domaines, il y aura toujours des Messieurs Homais¹⁸, du genre des personnes ayant fait quelques études supérieures et qui déclarent à qui veut les entendre « La température c'est un tel fractal stochastique qu'on peut tout dire et n'importe quoi ». Tenter de faire valoir que l'effet anthropique est avéré à de tels interlocuteurs est vain et ne saurait être le seul but des scientifiques. Le problème est comment dévoiler les intérêts derrière les actions et les propos qui les protègent, là où les processus émergent. Concrètement cela pose un grand nombre de questions : évidemment celle du droit d'ingérence dans les recherches *publiques* et *privées* de la part d'instances collectives scientifiques. Mais aussi une question de gestion de la recherche qui me semble philosophiquement fondamentale : on parle beaucoup d'autonomiser financièrement les universités, en maintenant l'universalisme de la même science classique positiviste partout. Ne serait-ce pas le contraire qu'il faudrait faire, autonomiser les universités quant aux valeurs qu'elles défendent et maintenir des crédits publics à la raison critique en tant que telle ?

¹⁷ Cf. A. Lebeau, *L'engrenage de la technique*, Gallimard 2005.

¹⁸ Cf. J.-Ch. Hourcade, V. Journé, « Monsieur Homais, les guides de montagne et le maître nageur, variations sur la négation des risques climatiques », *Critique internationale*, n°18, (2003) 65-79.