



<http://www.clubdesargonautes.org>

Le changement climatique : histoire et enjeux

Jacques Merle, Bruno Voituriez, Yves Dandonneau,
Club des Argonautes

Jun 2013

Chapitre III : L'émergence de la dynamique du climat

Dans ce chapitre on traitera de la transition entre l'«insouciance climatique», qui se manifesta jusqu'au milieu du XXème siècle, et la prise de conscience progressive de l'importance sur les plans :

- scientifique,
- socio-économique
- et même géostratégique

de l'évolution possible du climat.

On présentera l'état des connaissances de ce climat qui n'intéressait jusqu'alors que des géographes et les services météorologiques nationaux, si on considère à part des géologues s'interrogeant sur les traces de climats antérieurs très froids à l'échelle de dizaines de milliers, voire de millions, d'années.

On présentera ensuite le premier grand programme scientifique international dédié à l'étude de l'environnement planétaire : L'«Année Géophysique Internationale - AGI», qui, en 1957-58, a sensibilisé le monde scientifique et ses gouvernants à la globalité des problèmes posés par la Terre.

Cette grande opération internationale a aussi montré que la science pouvait dépasser les clivages idéologiques et politiques des nations pour rassembler des milliers de chercheurs autour de l'étude de questions, comme le climat, impliquant la planète entière.

Quelques années plus tard, au début des années 1960, la préoccupation climatique s'installera progressivement dans toutes les disciplines des sciences de la terre, et même de l'univers, comme nous tenterons de le montrer au chapitre IV qui suivra.

I La climatologie «stable» des années 1950- 60

Jusqu'aux **années 1950**, la «climatologie», était une **science naturelle et descriptive**, relevant de la géographie physique et enseignée dans les facultés des lettres. Il s'agissait de décrire en l'état le climat actuel de la terre.

Longtemps le climat et la météorologie gouvernés par des forces naturelles immuables qui nous dominent furent considérés comme hors de portée des connaissances humaines. La nature, pensait-on, est plus forte que l'homme, ses lois sont universelles et intemporelles. Elle contrôle donc la météorologie et le climat, et le mieux que l'on puisse faire est de scruter ses manifestations, les noter soigneusement pour en tirer des enseignements pratiques et adapter nos modes de vie : agriculture, santé, habitats, infrastructure etc... à ses caprices vus traditionnellement dans la plupart des cultures comme des caprices des dieux qu'il faut amadouer par sacrifices, prières et processions.

I-1 La climatologie descriptive des services météorologiques et des géographes

C'est dans ce contexte que se perpétuaient depuis le XIX^{ème} siècle **des activités de collectes et de traitements statistiques des observations du temps** dans les bureaux météorologiques nationaux où étaient calculés, régions par régions, la moyenne des paramètres météorologiques usuels observés :

- température,
- pression atmosphérique,
- humidité,
- luminosité,
- vent...etc.

sur une période longue généralement de 30 ans. Ces statistiques, représentant les conditions météorologiques du passé, étaient sensées aussi représenter ce qui devait prévaloir à l'avenir et donc elles avaient un intérêt pratique immédiat pour de nombreuses activités courantes, comme on l'a vu.

Mais elles se montrèrent ultérieurement encore plus utiles, lorsque la variabilité du climat devenant une évidence, elles purent servir de référence pour suivre son évolution au cours du temps. Ce rôle de référence était marginal au sein des services météorologiques qui, conformément à leur mission, étaient plus soucieux de prévisions du temps que de climat. Ce sont les «climatologues» dans les départements de géographie des facultés des lettres qui s'en sont emparés. Les géographes étaient en effet les seuls universitaires à se préoccuper du climat, à en faire une description détaillée comme un élément permanent du paysage et à en décrire les caractéristiques spatiales en relation avec les autres paramètres géographiques : latitude, altitude, plus ou moins grande proximité de l'océan,... relevant des sciences de l'observation de notre environnement terrestre.



Source Météo France
Cliquer sur l'image pour l'agrandir

I-2 La climatologie évolutive des géologues

Ce désintérêt pour la recherche des causes d'une éventuelle variabilité du climat s'opposait en partie à la curiosité non satisfaite des géologues qui s'interrogeaient toujours sur les causes des alternances de périodes glaciaires et interglaciaires chaudes dont ils observaient avec minutie les traces laissées sur les continents et dans les sédiments lacustres et marins.

Ces alternances de périodes chaudes et froides relevaient de deux échelles temporelles.

Celle à très long terme, de la dizaine, voire centaine, de millions d'années, qui se manifestait par des paysages climatiques très marqués et opposés affectant la totalité de la planète. Ainsi à la fin de l'ère secondaire il y a environ 65 millions d'années, le jurassique avec ses dinosaures était une période où la Terre entière était soumise à un climat tropical humide. Les variations climatiques à cette échelle pouvaient s'expliquer par de nombreux facteurs. Certains étaient de nature astronomique et externe au système climatique terrestre comme la position de la Terre par rapport au Soleil. Mais d'autres étaient d'origine interne à la sphère terrestre comme l'activité volcanique et l'évolution de la géométrie des continents et des océans incluant la surrection de chaînes montagneuses à partir d'une dorsale, comme cela s'est passé pour l'Atlantique il y a quelques millions d'années. Ces événements géologiques majeurs pouvaient radicalement changer les circulations atmosphérique et océanique et donc le climat.

Une autre échelle de variabilité, à plus courte période, était aussi observée avec intérêt par les géologues ; c'était celle des oscillations du quaternaire avec des périodes de quelques dizaines de milliers d'années, affectant la presque totalité de l'hémisphère nord. Les traces d'une glaciation ayant marqué les paysages des continents nord américains et nord européens avaient déjà intrigué les contemporains d'Alexander Agassiz au XIX^{ème} siècle ([Chapitre II](#)).

Pour comprendre les causes de ces changements relativement rapides, **d'autres explications que l'évolution de la géométrie des continents et des océans étaient nécessaires** et plusieurs hypothèses étaient avancées.

L'explication volcanique, déjà suggérée à la fin du XIX^{ème} siècle par Svante Arrhenius ([Chapitre II](#)) eut un moment quelques succès ; une crise volcanique, émettant dans l'atmosphère des milliards de tonnes de matériaux divers, cendres, gaz dont le gaz carbonique était susceptible de modifier la nébulosité et donc le

climat. Arrhenius est surtout devenu célèbre pour avoir découvert le rôle que pouvait avoir le gaz carbonique pour retenir la chaleur rayonnée par la terre. Mais il a aussi émis l'hypothèse que les cendres volcaniques pouvaient couvrir la Terre d'une chape réfléchissant le rayonnement solaire incident vers l'espace, et refroidissant ainsi significativement la température moyenne de la Terre.

Autour des années 1950, sans encore invoquer une «dynamique» du climat, des exemples des conséquences sur le climat de tels événements volcaniques étaient donnés.

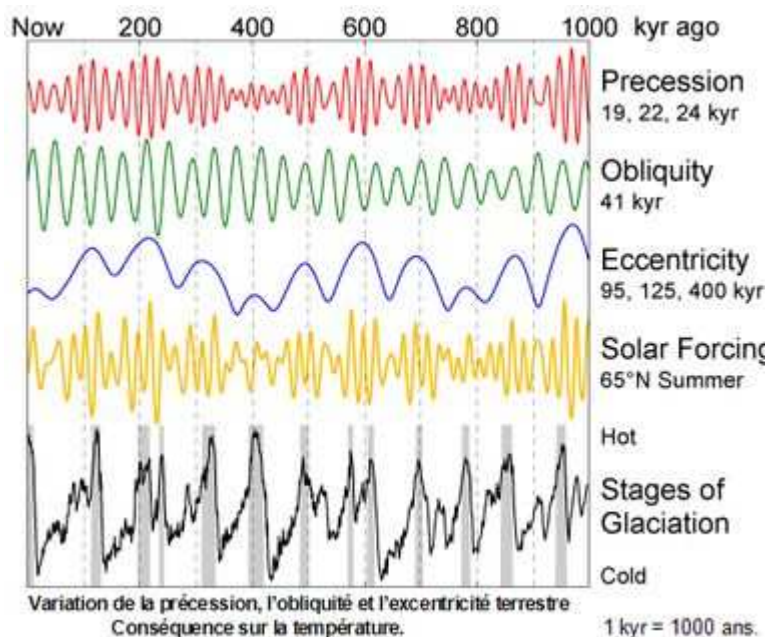
Ainsi l'énorme éruption qui a frappé l'Islande en 1783 et tua le quart de sa population, abaissant la température moyenne de l'hémisphère nord de plusieurs degrés Celsius pendant plusieurs années, était l'exemple le plus couramment cité.

Un autre exemple fut celui de l'année 1816 où, suite aux éruptions du Tambora (en Indonésie) une année plus tôt, les températures moyennes de l'hémisphère nord diminuèrent de 1°C. En France, il gela plusieurs jours à basse altitude durant les mois de juillet et août ; 1816 fut appelée «l'année sans été».

Mais d'autres hypothèses minimisant l'implication du volcanisme dans les «accidents» climatiques observés à cette époque se firent jour, toujours sans que le concept de dynamique et de physique du climat soit explicité et pris en compte.

Ainsi certains géologues, appuyés par des océanographes comme **Harald Sverdrup**, qui fut directeur de la «[Scripps Institution of Oceanography](#)» des Etats Unis, suggérèrent que **la circulation de l'océan**, du fait de son énorme capacité thermique et sa faculté de stocker le gaz carbonique, **pouvait entraîner un processus de rétroaction qui pendant les périodes glaciaires aurait stoppé ou inversé le sens de la circulation méridienne**, le fameux «tapis roulant» qui amène les calories accumulées dans les tropiques vers les régions polaires.

C'était déjà l'hypothèse favorite du géologue **Thomas Chamberlin** ([Chapitre II](#)) qui récusait vigoureusement la théorie des crises volcaniques avancée par le physicien **Svante Arrhenius** pour expliquer ces glaciations ([Chapitre II](#)).



Mais, après les années 1950, l'hypothèse astronomique reprit des couleurs.

La théorie de Milutin Milankovitch fut remise au goût du jour par la grâce des ordinateurs, qui firent leur apparition dans les laboratoires dans les années 1960, permettant de calculer plus précisément les paramètres astronomiques responsables des variations du flux solaire reçu par la planète ([Chapitre II](#)).

Une équipe se constitua autour d'**André Berger**, mathématicien, astronome et météorologue belge, pour calculer avec précision l'impact des variations des paramètres de la rotation de la Terre autour Soleil sur le flux radiatif reçu par celle-ci au sommet de l'atmosphère. Ces travaux avec ceux des paléocéanographes, qui déterminèrent les variations des paléotempératures au cours des derniers 900 000 ans dans des

carottes extraites de sédiments lacustres et des glaces de l'Antarctique et du Groenland ([Chapitre IV](#)), validèrent définitivement la **théorie de Milutin Milankovitch**. La dynamique du climat était prête à prendre son essor !

I-3 La «climatologie dynamique» encore en gestation

On voit par ces considérations que, parmi la communauté scientifique, les géologues étaient presque les seuls à s'intéresser à l'évolution du climat dans les années 1950-60, mais à des échelles temporelles très longues qui ne prenaient pas, ou très peu, en compte les dynamiques de l'atmosphère et de l'océan presque totalement ignorées.

Mais l'origine des périodes glaciaires les intriguait toujours autant et presque tous les ans une nouvelle hypothèse sur son origine était avancée, nous dit l'historien des sciences **James Rodger Fleming**. La situation était si confuse que des auteurs, comme **Charles Brooks**, un des premiers «climatologues» américains qui se désignait comme tel, «s'amusaient» à collectionner ces hypothèses. Charles Brooks a

tenté de répertorier toutes les théories, plus ou moins spéculatives, susceptibles de rendre compte des changements climatiques passés et futurs possibles tels que la communauté scientifique les imaginait autour des années 1950.

Sa longue liste «à la Prévert» publiée dans les *«meteorological abstracts and bibliography»* est précédée d'un préambule indiquant que :

«Ces théories sont à l'heure actuelle hautement hypothétiques avec très peu ou aucun élément permettant de les vérifier».

Charles Brooks résume bien l'ignorance et l'incertitude dans lesquelles on était à cette époque au milieu du XXème siècle :

«La dynamique du climat dépend du... changement des paramètres orbitaux de la Terre, changement de l'intensité du rayonnement solaire, influence des marées Soleil-Lune, élévation des continents et surrection des massifs montagneux, changements de la circulation atmosphérique, changements de la circulation océanique, changements de la répartition océan-continent, changements de la composition (chimique) de l'atmosphère, poussières volcaniques dans l'atmosphère, théorie des poussières cosmiques, théorie des taches solaires, théorie des migrations des pôles et de la dérive des continents !"»

Rien que ça !

L'éveil de la communauté scientifique autour de la question du climat se situa peu après 1950 et prit corps dans les années 1960.

Parmi les précurseurs, présentés au chapitre II, on peut retenir deux personnalités scientifiques contemporaines de la première moitié du XXème siècle, qui ont fait la transition vers ce réveil et ont contribué majoritairement à cette mise en alerte ; Il s'agit de *Milutin Milankovitch* (disparu en 1958) pour sa théorie astronomique comme on vient de le voir et de *Stewart Callendar* (disparu en 1964) pour sa mise en évidence de l'impact des activités humaines sur les teneurs en CO₂ de l'atmosphère et donc l'effet de serre.

Mais c'est la crainte de l'arrivée possible d'une prochaine glaciation surgissant au milieu des années 1950, qui paradoxalement fut le vrai détonateur de la préoccupation climatique.

Cette crainte était suscitée par des événements météorologiques inhabituels qui frappèrent les pays occidentaux et ceux du bloc soviétique dans la période couvrant les années 1950-60. Les hivers étaient particulièrement froids et les récoltes en souffraient. Par ailleurs on était en pleine «guerre froide» et il était important à l'est comme à l'ouest de pouvoir prévoir, avec assez de précision, la production agricole du camp d'en face et d'évaluer ainsi sa dépendance et sa vulnérabilité à une possible pénurie alimentaire. L'intérêt pour le climat a donc eu à l'origine une composante géostratégique, liée à des espoirs de prévisions météorologiques à long terme que renforçait l'observation d'une décennie (les années 1950) particulièrement fraîche dans l'hémisphère nord. C'est un des éléments qui amena les **États Unis** à proposer un **grand programme international**, pour mieux connaître et comprendre notre environnement terrestre, qui fut appelé «**L'Année Géophysique Internationale - AGI**».



II Les débuts d'une ère nouvelle : L'Année Géophysique Internationale (1957–1958)

[L'Année Géophysique Internationale](#) (AGI) se déroula de juillet 1957 à décembre 1958. Ce fut la première opération de coopération internationale et interdisciplinaire pour l'étude de la Terre et notamment de ses enveloppes fluides. La préoccupation n'était pas climatique mais les disciplines et des outils relevant de son approche comme la glaciologie, l'océanographie, la chimie atmosphérique, la télédétection s'en trouvèrent renforcées...

L'AGI prenait aussi en compte pour la première fois la Terre dans sa globalité. Le rassemblement pluridisciplinaire et international qui caractérisait l'esprit de ce grand programme scientifique fut certainement



pour beaucoup dans les convergences qui s'opèrent par la suite entre les différentes disciplines et sous disciplines de la science du climat.

II-1 Les motivations et l'organisation de l'AGI

On pourrait être tenté de présenter l'AGI comme une entreprise scientifique planifiée rigoureusement et de longue date par un groupe de savants éminents, qui, pour des raisons purement scientifiques, auraient réussi à convaincre leurs gouvernements de mobiliser des bateaux par dizaines, des avions, et des fusées pour lancer les premiers satellites artificiels de la Terre et auraient pu ainsi rassembler des milliers de scientifiques appartenant à des dizaines de pays.

Ce serait donner une image trompeuse de la réalité des motivations de cette entreprise et de sa construction. **L'AGI fut bien un vaste programme pluridisciplinaire d'étude de la Terre**, mis en œuvre par 67 pays de l'Est et de l'Ouest, du Nord et du Sud, et qui a bénéficié de moyens considérables pour couvrir, pour la première fois, toutes les disciplines scientifiques des sciences de la Terre.

Mais ce ne fut pas seulement pour la beauté de la science.

Ce programme est né des **préoccupations géostratégiques des USA** qui voulaient mobiliser la science américaine au service de la sécurité nationale en tenant compte des avancées scientifiques et technologiques de la deuxième Guerre Mondiale notamment en matière d'armement et promouvoir des programmes de recherche et développement en support d'une stratégie adaptée au lourd contexte de la Guerre Froide.

Les politiques et les militaires étaient préoccupés par :

- des alternatives stratégiques qui dépendaient de développements technologiques non encore réalisés,
- des questions scientifiques non encore résolues
- et des observations de régions du milieu terrestre encore inconnues.

Dans ce but fut créé, sous l'égide du Secrétaire d'État à la Défense, l'«*US Research and Development Board*» comprenant civils et militaires, un comité pour définir des projets communs dans des domaines aussi variés que :

- la physique,
- les sciences médicales et biologiques
- et les sciences géophysiques.

C'est du comité géophysique de ce «*Board*» que sortit en avril 1950 l'idée **d'une [troisième Année Polaire Internationale](#)**, compte tenu de l'importance stratégique de l'Arctique et aussi de l'Antarctique

La première avait eu lieu en 1882-1883 et la seconde 50 ans plus tard en 1932-1933. Il parut raisonnable d'en proposer une troisième, 25 ans après en 1957-58, coïncidant avec une période de maximum d'activité solaire. La quatrième eut lieu encore cinquante ans après en 2007-2008.

Le projet fut soumis, via des organisations scientifiques internationales spécialisées, à l'**ICSU** qui adopta le projet et créa en octobre 1951 un Comité Spécial pour sa mise en œuvre et invita les nations membres de l'ICSU à constituer des comités nationaux.

En octobre 1952, à la demande d'organisations affiliées à l'ICSU qui souhaitait que le programme ne se limitât pas aux régions polaires, la Troisième Année Polaire Internationale devint l'Année Géophysique Internationale et le Comité Spécial devint le Comité Spécial de l'Année Géophysique Internationale. L'URSS qui n'était pas alors membre de l'ICSU fut invitée à participer en 1953 et, peut-être la mort de Staline aidant, répondit favorablement en 1954.

II-2 Les acquis de l'AGI dans la connaissance du climat

Le lancement de satellites était au programme de l'AGI. En 1956 les USA avaient fait part de leur intention de lancer plusieurs mini-satellites et l'URSS de lancer une plateforme spatiale plus importante. Pourtant la surprise fut grande lorsque les Soviétiques lancèrent brusquement et sans préavis le premier satellite artificiel de la Terre, «**Sputnik 1**», en octobre 1957. Les américains répondirent par le lancement de leur premier satellite «**Explorer**», en janvier 1958.

Ce fut le point de départ d'une farouche compétition est-ouest pour la maîtrise de l'espace qui eut l'avantage de permettre plus tard aux scientifiques de «voir la Terre d'en haut», ce qui révolutionna les techniques d'observation et la connaissance qu'ils en avaient.

Outre les débuts de la climatologie spatiale, d'autres objectifs importants pour les sciences du climat furent atteints au cours de cette année : **la station de mesure de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère** fut installée sur le volcan éteint Mauna Loa à Hawaï par Richard Keeling, on en reparlera.

En océanographie, des campagnes pluri-navires furent organisées pour la première fois dans les trois océans, offrant une image plus synoptique de la réalité océanique que les campagnes nationales mono-navire antérieures pouvaient offrir. Cet effort de coordination fut particulièrement marqué dans l'Atlantique où cinq navires firent simultanément une vingtaine de sections transatlantiques de 48° Nord à 48° Sud. Ce t effort d'observation concerna aussi le Pacifique Nord et le Pacifique intertropical. Un résultat particulièrement remarquable pour cette époque fut **la découverte de l'ampleur du phénomène El Niño** qui se caractérise par un réchauffement anormal des eaux superficielles tous les 3 ou 4 ans au large du Pérou. Jusque-là, il était perçu comme une curiosité locale au large des côtes orientales du Pacifique Sud ; on découvrit que c'était une perturbation océanographique et climatique majeure à l'échelle de l'océan Pacifique tout entier.

Enfin les régions polaires Arctiques et Antarctiques reçurent beaucoup d'attention, ce qui aboutit notamment au « [Traité de l'Antarctique](#) » préservant ce nouveau continent blanc de toutes revendications territoriales et tentatives d'exploitation de ses ressources.

Les premiers forages des glaces de l'Antarctique et du Groenland furent réalisés à cette époque, notamment par des Français qui analysèrent plus tard la composition chimique des bulles d'air enserrées permettant ainsi de mettre en évidence, pour la première fois, la relation entre la température et la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère des climats passés. On en reparlera.

Mais peut-être encore plus que pour ses résultats scientifiques, l'AGI fut bénéfique pour la cause climatique en contribuant à briser les frontières des blocs qui s'affrontaient idéologiquement depuis des décennies. L'AGI a ainsi favorisé et rendu possibles des rassemblements scientifiques :

- création en 1957 par l'[ICSU](#) du [SCOR](#) «Scientific Committee for Oceanic Research»
- et en 1960 celle de la «Commission Océanographique Intergouvernementale – [COI](#)» au sein de l'UNESCO. , qui déboucheront sur la mise en œuvre à partir de 1980 du «Programme Mondial de Recherche sur le Climat – PMRC» sous l'égide de l'[OMM](#), de la COI et de l'ICSU.

II-3 La naissance de la «dynamique climatique»

La «**dynamique climatique**» est un objet scientifique **multifactoriel** extraordinairement complexe impliquant de **très nombreuses disciplines**.

Son émergence n'est pas le résultat d'une planification rationnelle, mais, au contraire, **elle est le résultat de plusieurs histoires parallèles qui se sont rencontrées plus ou moins fortuitement au fil du temps, puis ont progressivement convergé et se sont agrégées**.

Ces histoires parallèles sont celles des disciplines et sous-disciplines scientifiques du domaine général des **sciences de la Terre** ou encore des **sciences de l'Univers**, dans lesquelles même l'**astronomie** trouve sa place, et auxquelles s'ajouteront plus tard des sciences plus «humaines» comme l'**économie**, la **sociologie**.

Nous traiterons, dans les chapitres qui suivent, de la prise de conscience progressive de la question climatique par l'ensemble des communautés scientifiques des sciences de la Terre et de l'Univers et des histoires séparées, concurrentes puis convergentes des disciplines qui les constituent :

- météorologie,
- physique et chimie de l'atmosphère,
- océanographie,
- glaciologie,
- géologie,
- géochimie, biologie,
- astronomie....

accompagnées **des technologies nouvelles d'observations et de simulation** qui les ont bouleversées à partir des années 1970 avec **les satellites et les ordinateurs**. Nous n'oublierons pas les apports initiaux de l'histoire et de la géographie dont on verra l'importance dans la découverte de la variabilité du climat.

Des personnages clé apparaîtront à l'intérieur de ces disciplines et à leurs frontières, acteurs principaux de l'assemblage du puzzle qui se construira à l'occasion :

- de grandes conférences internationales,
- de comités de réflexions
- de groupes de travail multinationaux,
- de la construction de grands programmes d'observations et de modélisation
- et de structures de coordination intergouvernementales diverses...

Cette phase de mise en place du puzzle scientifique couvre la période qui s'étend grossièrement de l'Année Géophysique Internationale : **1957-58 jusqu'aux années 1980** marquées par **la création du Programme Mondial de Recherche sur le Climat**.

Ensuite on couvrira la décade **1980-1990** qui marque, avec le lancement des grands programmes scientifiques internationaux : [TOGA](#), [WOCE](#), [JGOFS](#), [GEWEX](#)... une première phase de l'assemblage des pièces du puzzle.

Puis, avec la création du **Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC)** et la publication de son premier rapport, en 1990, on entrera dans une nouvelle période, traitée plus loin dans un autre chapitre, celle de l'émergence d'une communauté scientifique reconnue et entièrement dédiée à l'étude du climat dans un nouveau domaine scientifique intégré, dénommé dès lors :

La «Climatologie dynamique».
