Qui fait la pluie et le beau temps ?

Hervé Le Treut

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/histoire-cnrs/9054>

DOI : 10.4000/histoire-cnrs.9054

ISSN : 1955-2408

Éditeur

CNRS Éditions

Édition imprimée

Date de publication : 5 octobre 2009

ISSN : 1298-9800

Référence électronique

Hervé Le Treut, « Qui fait la pluie et le beau temps ? », *La revue pour l'histoire du CNRS* [En ligne], 24 | 2009, mis en ligne le 05 octobre 2009, consulté le 20 mai 2021. URL : <http://journals.openedition.org/histoire-cnrs/9054> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/histoire-cnrs.9054>

Ce document a été généré automatiquement le 20 mai 2021.

Comité pour l'histoire du CNRS

Qui fait la pluie et le beau temps ?

Hervé Le Treut

- 1 Une organisation météorologique internationale chargée de coordonner des mesures systématiques existait depuis plus de 40 ans. La célèbre École de Bergen, mise en place par Wilhelm Bjerkness, avait déjà développé une théorie des fronts atmosphériques qui gardera toute sa validité pendant plus d'un demi-siècle. Dans une étude¹ restée célèbre, L. F. Richardson, après avoir dimensionné le réseau de mesures atmosphériques nécessaire pour définir l'état initial d'une prévision numérique, s'appuya sur les données d'une campagne réalisée le 20 mai 1910 pour faire *a posteriori* un très long calcul manuel de l'évolution de la pression atmosphérique... qui s'avéra faux. Cet échec montrait l'importance d'un bon conditionnement des données initiales, nécessaire pour éviter des instabilités numériques, et donc qu'au-delà du recueil des mesures météorologiques, une analyse d'ensemble de leur qualité était nécessaire.
- 2 Mais le travail de L. F. Richardson apportait aussi une autre idée capitale : même si les bases théoriques nécessaires pour une prévision numérique de la circulation atmosphérique existaient, il subsistait un problème pratique de mise en œuvre, qui paraissait à l'époque insoluble. L. F. Richardson avait estimé que 64 000 personnes calculant en parallèle étaient nécessaires pour qu'une prévision météorologique globale se fasse à un rythme plus rapide que le temps réel. Il fallut attendre près de trente ans, juste après la seconde guerre mondiale pour que la situation fût en mesure d'évoluer. L. F. Richardson était encore vivant mais ce pacifiste s'était tourné vers des domaines scientifiques très différents, concernant en particulier le déclenchement des guerres, alors que c'est précisément la guerre qui aida à l'évolution de la prévision atmosphérique.
- 3 L'Eniac (*Electronic Numerical Integrator Analyser and Computer*), l'un des premiers ordinateurs réellement utilisables pour des études scientifiques, fut en effet développé dans les années 1940 à des fins militaires. Il apporta une véritable révolution : un monstre de 30 tonnes composé de 17 000 tubes à vide, 70 000 résistances, 10 000 condensateurs et 6 000 commutateurs... Au début des années 1950, John von Neuman, le responsable de son utilisation, chargea un jeune docteur issu de l'université de Californie à Los Angeles (Ucla), Julius Charney, de mettre en place au *Massachussetts*

Institute of Technology (MIT) un programme spécifique sur les applications météorologiques. J. Charney mit en œuvre un système d'équations simplifiées, qui provenait aussi des travaux de Carl- Gustaf Rossby, (un professeur suédois issu de l'École de Bergen et ayant travaillé au MIT) et permettait de limiter les problèmes d'initialisation rencontrés par L. F. Richardson. Ce système correspond à ce que l'on appelle l'approximation quasi-géostrophique. Les premiers modèles furent utilisés dès le début des années 1950 pour la prévision d'un champ atmosphérique unique : la hauteur du niveau de pression 500 millibars. La première prévision fut en fait suédoise, en 1954, sous l'impulsion de Carl-Gustaf Rossby.

- 4 Mais l'histoire de la prévision numérique connut très vite des développements inattendus. En 1963, Edward Lorenz (professeur au MIT, récemment décédé) suggérait, sur la base d'un modèle très simplifié, que les équations de la circulation atmosphérique pouvaient perdre tout caractère prédictif après une dizaine de jours d'échéance. La confirmation de ces résultats conduisit à séparer ainsi clairement le domaine de la prévision météorologique, limité à quelques jours, pour lesquels une vraie prévision déterministe est possible (au prix d'investissements très lourds) et celui de la climatologie, où seul est possible l'analyse statistique d'événements non datés. C'est l'augmentation stupéfiante de la vitesse de calcul des ordinateurs qui a permis de développer ce volet climatique.
- 5 Les machines utilisées aujourd'hui atteignent des puissances de calcul un milliard de fois supérieures à celle de l'Eniac. La conception des modèles numériques du climat s'est appuyée sur celle des modèles météorologiques, mais en essayant de réaliser des simulations longues de plusieurs décennies, pour voir si le « climat numérique » ainsi construit ressemblait au climat réel. Un tel exercice a apporté des contraintes nouvelles. L'approximation quasi-géostrophique, qui n'est pas valable près de l'équateur où la force de Coriolis est nulle, a dû très vite être remplacée. De même, l'atmosphère n'est plus, à ces échelles de temps, un partenaire isolé : il faut aussi simuler le rôle de l'océan, des glaces... Ces quelques éléments brièvement évoqués suffisent à montrer que les sciences de l'environnement jouissent d'une histoire déjà ancienne. Une grande part des bases théoriques nécessaires à la prévision a été élaborée avant que l'on confie la résolution des équations à des ordinateurs. La complexité des modèles numériques actuels est le résultat d'une démarche plus ancienne, et donc aussi beaucoup plus largement maîtrisée qu'on peut parfois le penser.

L'approximation quasi-géostrophique

Dans l'atmosphère réelle, particulièrement aux moyennes latitudes, il existe un équilibre approché entre les forces de pressions et les forces de Coriolis liées à la rotation de la Terre. Cet équilibre explique l'enroulement des circulations associées aux dépressions et aux anticyclones autour des maxima ou minima de pression. Il explique aussi (en partie, et de manière plus indirecte) le fait que la circulation atmosphérique soit organisée à l'échelle des milliers de kilomètres. En s'assurant mathématiquement que l'atmosphère ne s'écarte jamais significativement de cet équilibre, on élimine la contribution de tout un ensemble d'ondes et d'instabilités qui jouent un rôle moins important, mais qu'un calcul mal maîtrisé conduit à amplifier.

NOTES

1. L. F. Richardson. *Weather Prediction by Numerical Process*, Cambridge University Press, Cambridge, 1922.

RÉSUMÉS

La machine ou l'homme ? On fait souvent remonter l'histoire de la prévision numérique du temps et du climat aux travaux de Lewis Fry Richardson, savant anglais qui, au début des années 1920, s'essaya à une première utilisation pratique des équations de la mécanique des fluides dans ce but. La météorologie se transformait dès lors en une science à part entière.

AUTEUR

HERVÉ LE TREUT

Spécialiste de la modélisation numérique du système climatique et de la compréhension des perturbations radiatives du climat, Hervé Le Treut dirige l'institut Pierre-Simon-Laplace.