

# Table des matières

Remerciements (page 3)

**Préface d'Hervé Le Treut** (page 5)

**Introduction** (page 9)

CHAPITRE 1 (page 13)

## **La météorologie avant l'ère de la numérisation**

- Les débuts de l'observation synoptique de l'atmosphère
- Les premières prévisions numériques du temps
- Vers des prévisions numériques opérationnelles

CHAPITRE 2 (page 29)

## **Quand la météorologie devient planétaire : le travail du GARP**

- Allonger la durée des prévisions météorologiques : tout un programme
- Observer la Terre : les programmes à grande échelle du GARP
  - *GATE : l'expérience tropicale du GARP*

- *FGGE : l'expérience globale du GARP*
- Intégrer les données aux modèles :  
les méthodes d'assimilation de données

## CHAPITRE 3 (page 47)

# Genèse, développement et maturation des satellites météorologiques

- Observer la planète depuis l'espace ?  
Le « *Yes, we can* » des premiers satellites
  - *Les satellites TIROS, pionniers de l'observation spatiale de la Terre*
  - *Nimbus, le laboratoire R&D de la NASA*
  - *Suomi et l'observation géostationnaire de la Terre*
- Vers un système opérationnel d'observation ?  
Progrès et difficultés des satellites météorologiques
- L'expérience globale du GARP : le début de « l'ère des satellites »
  - *Les satellites polaires : la « révolution » TIROS-N*
  - *Les satellites géostationnaires : cinq satellites pour couvrir le globe*
- L'assimilation des données des satellites : un problème persistant

## CHAPITRE 4 (page 67)

# De la météorologie à la climatologie : les premières simulations numériques du climat

- L'étude de la circulation atmosphérique, un progrès incrémental
- Phillips et les premiers modèles de circulation générale
- Quand les modèles de circulation générale expliquent un problème vieux de 150 ans : l'effet de serre

CHAPITRE 5 (page 85)

## L'émergence d'un programme mondial pour coordonner les recherches sur le climat

- Le WCRP et l'observation des mers :  
coopération avec les services océanographiques
  - *WOCE : l'expérience globale des océanographes*
  - *TOGA et le phénomène El Niño*
- Le WCRP et l'étude du cycle de l'eau : le programme GEWEX
- Le WCRP et la comparaison des modèles

CHAPITRE 6 (page 107)

## Satellites et bouées : des avancées technologiques au service de l'observatin du climat

- Des « monstres » de la NASA aux petits satellites
- *Jason* et l'exploration des mers
- Les compagnons de Jason : les bouées Argo
- Les satellites *GRACE* ou « Tom et Jerry »
- *CloudSat* et *CALIPSO* face aux énigmes des nuages

## Conclusion (page 127)

## Index (page 129)

# Introduction

*De tous les maux, les plus douloureux  
sont ceux que l'on s'est infligés à soi-même.  
Sophocle, Œdipe Roi*

L' image que nous avons aujourd'hui de notre climat n'a jamais été aussi précise. Elle n'a également jamais été aussi inquiétante. Depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, en moyenne, les températures à la surface du globe ont augmenté de 0,9 °C environ. L'essentiel de ce réchauffement s'est produit au cours des trente-cinq dernières années, avec une rapidité sans précédent dans l'histoire de notre planète. Les pôles y ont été particulièrement sensibles : ils apparaissent aujourd'hui comme la « sonnette d'alarme » de la planète, annonciateurs d'autres changements climatiques à venir. Entre 1993 et 2016, chaque année en moyenne, le Groenland a été dépouillé de 281 milliards de tonnes de glace. Pendant la même période, l'Antarctique a perdu 119 milliards de tonnes de glace par année et cette perte s'est accélérée au cours de la dernière décennie. En retour, la fonte des glaces et la dilatation de l'eau de mer provoquée par le réchauffement ont conduit à une

élévation du niveau des mers d'une vingtaine de centimètres au cours du siècle dernier.

Les changements climatiques futurs ne sont bien sûr pas connus avec la même précision. Ils dépendent notamment de la quantité de gaz à effet de serre émise dans les prochaines décennies et de la sensibilité du climat à ces émissions. Cependant, si nous poursuivons la trajectoire actuelle, les scientifiques s'accordent pour dire que les températures vont continuer à grimper en moyenne, de manière plus ou moins rapide selon les régions. Les épisodes de sécheresse et de fortes chaleurs seront plus intenses et plus fréquents, les glaces continueront à fondre, le niveau des mers à monter...

Ces prédictions, nous les avons déjà entendues. Trop pour certains, mais pas encore assez pour changer nos habitudes et cesser de réchauffer la planète. Tel Œdipe, l'humanité est avertie de son destin tragique, mais s'y enfonce toujours plus.

À l'heure où les changements climatiques offrent des perspectives inquiétantes sur l'avenir, ce livre vous propose de jeter un coup d'œil sur les progrès réalisés en météorologie et en climatologie<sup>1</sup> au cours des dernières décennies. Au début du XX<sup>e</sup> siècle, les prévisions météo ne dépassaient pas un ou deux jours. Les prédictions climatiques, quand elles existaient, relevaient davantage de la spéculation que de la science. Que s'est-il passé depuis ? Quels progrès ont permis aux scientifiques de prévoir le temps et de connaître le climat avec une telle précision ?

Autant le dire tout de suite, les ordinateurs jouèrent un rôle décisif. Ils permirent de développer des modèles numériques

---

[1] La météorologie s'intéresse à l'évolution de l'atmosphère à court terme, en vue de réaliser des prévisions sur quelques jours notamment. Au contraire, la climatologie correspond à l'étude du climat, c'est-à-dire des conditions qui règnent dans l'atmosphère et sur la planète à moyen ou long terme.

utiles à la météorologie comme à la climatologie. Mais pour décrire correctement la réalité, il fallait donner à ces modèles des repères : les ordinateurs n'auraient donc pas servi à grand-chose sans le développement parallèle de moyens d'observation. Satellites, radiosondes, bouées, etc., nous ont progressivement permis de surveiller notre planète partout, et tout le temps. Les progrès des modèles et ceux des moyens d'observation se sont donc nourris les uns les autres et appartiennent à la même histoire.

Cette histoire, c'est aussi celle de ces scientifiques, mathématiciens, physiciens, météorologues ou climatologues – parfois tout cela à la fois – qui furent des pionniers dans l'étude de l'atmosphère et du climat : Edmond Halley, l'un des premiers à s'être intéressé à la distribution des vents autour de la planète ; Wilhelm Bjerknes, qui eut le rêve un peu fou de « calculer le temps » ; Lewis Fry Richardson, qui inventa le calcul informatique avant l'heure ; Edward Norton Lorenz et son « effet papillon »... et tant d'autres. À chacun, sa passion, ses idées, son génie.

Cette histoire, c'est enfin celle de deux programmes internationaux, le *Global Atmospheric Research Program* (GARP) et le *World Climate Research Program* (WCRP) et ceux qui les conduisirent : Jules Charney, Joseph Smagorinsky, Larry Gates, Pierre Morel, Verner Suomi, etc. La vocation du GARP était essentiellement d'améliorer les prévisions météo et de prolonger leur validité au-delà de quelques jours, celle du WCRP, de comprendre le climat et d'anticiper ses changements. Pour relever ces défis, les deux programmes organisèrent une collaboration scientifique mondiale de grande ampleur. Sans eux, les recherches en météorologie et en climatologie seraient restées une succession d'initiatives isolées sans grande cohérence.

Cette histoire, à présent, c'est celle que je vous propose de découvrir dans ce livre.