

et montra que ce système très simplifié était déjà imprévisible. Cette étude choquante eut des applications dans beaucoup d'autres domaines : l'idée des systèmes chaotiques était lancée.

LES PÉRIODICITÉS CLIMATIQUES

Heureusement pour notre compréhension, l'atmosphère après dix jours a un comportement macroscopiquement prévisible : les saisons et les zones climatiques témoignent de phénomènes régulateurs de la circulation atmosphérique.

Depuis les débuts de la marine à voile, les navigateurs ont recueilli des données sur la circulation atmosphérique. Halley, au XVII^e siècle, a étudié les premiers relevés des marins et observé les régularités de la circulation atmosphérique avec les vents d'Est, type alizé près de l'équateur, les vents d'Ouest à nos latitudes ; superposée à ces mouvements, une autre circulation brasse l'air, qui monte près de l'équateur (zone du pot au noir) dans les zones de vent d'Est, et qui redescend au Nord et au Sud vers 30 degrés Nord, 30 degrés Sud et marque les zones désertiques. Les limites de ces grandes cellules tropicales sont déterminées par la vitesse de rotation de la Terre qui les

empêche de se développer plus au Nord (comme elles le font par exemple sur la planète Mars). Ces circulations en cellules fixent le climat des tropiques avec une zone pluvieuse près de l'équateur et une zone sèche un peu au-delà de l'équateur.

La circulation dans ces cellules fluctue à des échelles de temps longues. Dans le Pacifique, les zones d'ascendance et de descendance de l'air se déplacent : elles suivent des variations de température de l'océan de période trois à quatre ans, le cycle de El Niño observé par les pêcheurs péruviens. Ces pêcheurs avaient remarqué que des eaux chaudes chargées de poissons revenaient à intervalles réguliers le long des côtes du Pérou. Ils appelaient cette arrivée El Niño, du nom de l'enfant Jésus, parce qu'elle coïncidait avec Noël. À ces échelles de temps, de l'ordre de quelques années, la structure de la circulation atmosphérique est lentement modifiée par l'interaction avec l'océan : on voit se dessiner les premières échelles temporelles de la climatologie.

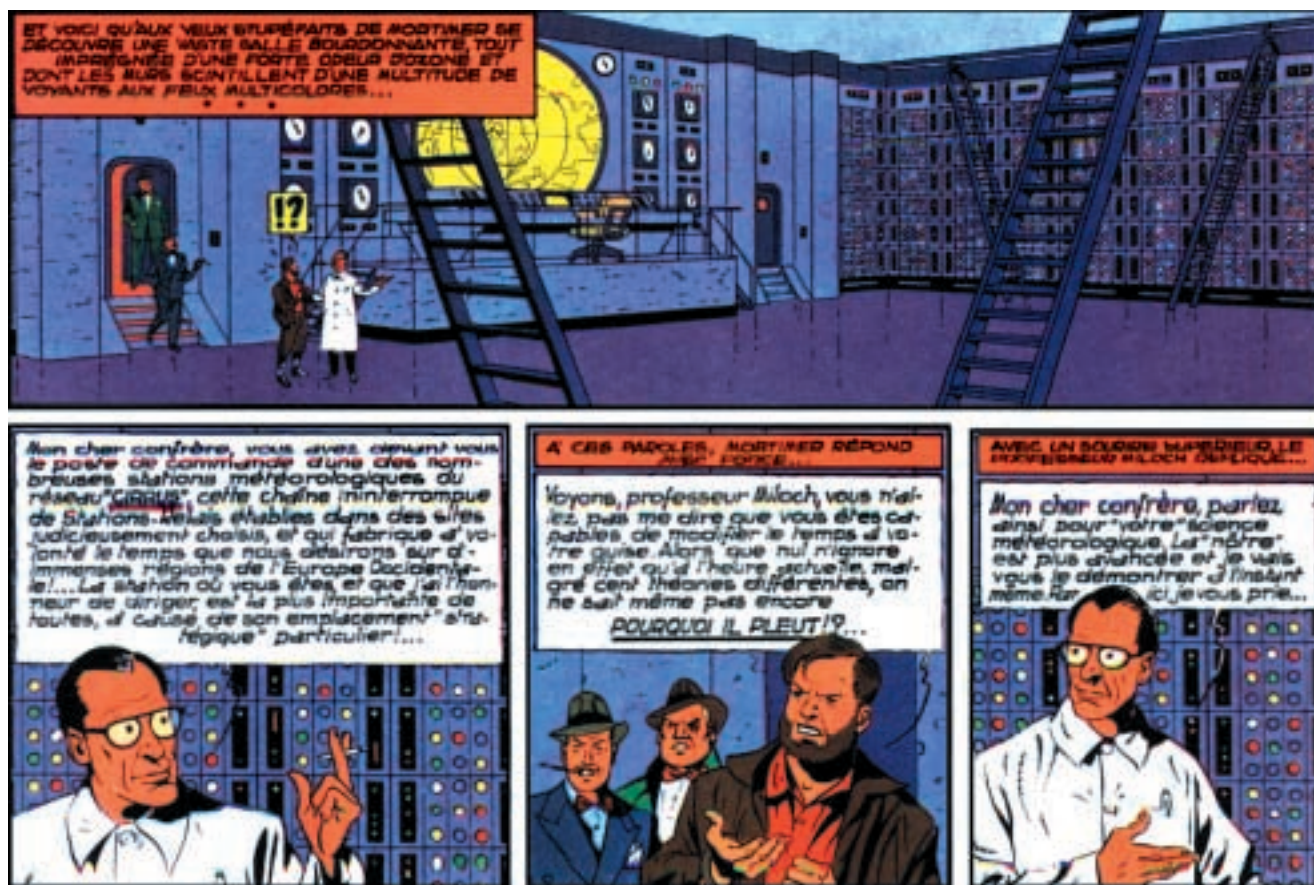
Les mouvements de l'atmosphère résultent de la convection et de la rotation de la Terre. Le rayonnement solaire, qui traverse l'atmosphère, est absorbé en partie par le sol ; l'air, chauffé par le bas, se dilate et monte, mais à la diffé-

rence de ce qui se passe dans une casserole, ces mouvements ascendants et descendants sont compliqués par la rotation de la Terre. La zone des déserts est déterminée par la vitesse de rotation de la planète, et même, lors des glaciations du passé, les zones désertiques ne se sont pas beaucoup déplacées. Il serait impossible de modifier les zones climatiques qui résultent de ces mouvements.

LA MESURE DU CLIMAT PASSÉ

On étudie les transformations du système climatique au cours du dernier million d'années par des carottages dans les glaces polaires ou dans les sédiments océaniques : le climat a évolué avec des périodicités de l'ordre de 100 000 ans, auxquelles se superposent des périodicités un petit peu plus petites, de l'ordre de 40 000 ans et de 20 000 ans. Ces variations résultent de la course de la Terre sur son orbite. Au siècle dernier, un astronome serbe, Milankowitch avait prévu ces variations cycliques.

Les variations à 20 000 ans, les plus courtes, sont dues à la précession des équinoxes. La planète décrit une ellipse autour du Soleil, et la position de l'axe de rotation de la Terre, qui pointe alter-



Un impossible de la météorologie est présenté par Edgar P. Jacobs dans *S.O.S. Météores*.