



Regiomontanus, nom latinisé de l'astronome-astrologue allemand Johannes Müller (1436-1476), a créé des éphémérides pour documenter la trajectoire des corps célestes. Utilisés avec d'autres indications, ces travaux ont fait progresser l'astrométiéorologie et ont été précurseurs de la météorologie moderne.

Parallèlement aux travaux d'Ashenden, des prédictions et études plus locales du temps ont été consignées dans des traités présentés à Merton College par William Reed, évêque de Chichester et membre de Merton College. L'un de ces traités, *Rules for the Forecasting of Weather* (« Règles pour la prévision du temps ») de maître William Merle, adjoint à ses règles des observations météorologiques détaillées pour la période 1337-1344, effectuées dans le Lincolnshire mais également à Oxford. Le but principal semble avoir été de corrélér les facteurs astrométiéorologiques avec les notes sur le temps qu'il faisait réellement, afin d'établir quels étaient les facteurs les plus importants pour faire des prédictions. Cette démarche s'inspirait peut-être des travaux pionniers du frère franciscain Roger Bacon, qui fit ses études à Oxford à la fin du XIII<sup>e</sup> siècle. Une collection de ses traités scientifiques comporte un calendrier avec les positions planétaires journalières et des notes d'observations du temps.

Un projet distinct mais semblable à celui de Bacon a été mené par Eyno de Wurtzbourg, dont le traité d'astrométiéorologie était étayé par l'inclusion de notes météorologiques sur la période allant de 1331 à 1355. Comme le groupe d'Oxford, Eyno mettait l'accent sur la prédiction d'alertes météorologiques ; il note avec fierté, par exemple, avoir prédit avec succès d'importantes chutes de neige en trois occasions.

Un volume à l'origine incertaine et appartenant aux Dominicains de Bâle témoigne de travaux comparables entre 1399 et 1406. Il inclut des règles de prédiction astrométiéorologique accompagnées d'ensembles de données et d'observations du temps. Les notes identifient quels facteurs astrométiéorologiques correspondraient au temps constaté. Par exemple, il est rapporté que le 7 avril 1400 était nuageux avec de brèves éclaircies et un fort vent d'ouest. Une note indique que la Lune s'éloignait de la bénéfique planète Jupiter, sortait d'un signe d'air, et se rapprochait de Mercure, planète dont on pensait qu'elle entraînait des perturbations atmosphériques.

La thèse selon laquelle la recherche météorologique avait pour but d'améliorer et d'affiner l'astrométiéorologie, plutôt que de la contester, est étayée par l'expansion de la science aux XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles. Le XVI<sup>e</sup> siècle, par exemple, a vu la production de traités que les scientifiques amateurs pouvaient utiliser pour faire leurs propres prévisions, et la publication d'un nombre toujours croissant de pronostications et d'almanachs annuels – des ouvrages en langue vernaculaire, plutôt qu'en latin, destinés aux non-spécialistes (voir la figure page 78).

Les travaux de Tycho Brahe apportent une preuve supplémentaire de la valeur que l'on continuait d'accorder à l'astrométiéorologie. L'astronome danois lui consacre une place étonnamment importante dans son ouvrage de 1573 sur une nouvelle étoile (en fait, une supernova) apparue dans la constellation de Cassiopée. Tycho Brahe y livre ses propres observations et calculs de météorologie et se montre en faveur de la publication de prévisions météorologiques journalières. Il reconnaissait l'inexactitude des prédictions, mais il soutenait qu'en tenant des registres du temps, la pratique de l'astrométiéorologie s'affinerait et se renforcerait.

Kepler, qui fut l'élève de Tycho Brahe, suivit ses conseils et consigna quotidiennement le temps constaté. Ses éphémérides et calendriers publiés incluaient ses observations et prédictions météorologiques. Comme les autres praticiens avant lui, Kepler identifiait ce qu'il pensait être les facteurs les plus importants : dans son cas, les aspects planétaires.

Le soutien à la météorologie médiévale de personnalités scientifiques aussi éminentes montre qu'il ne s'agissait pas vraiment de superstition et d'ignorance. Les observations mises à jour et corrigées des mouvements planétaires produites par des scientifiques tels que Tycho Brahe et Kepler permettaient d'améliorer les tables planétaires utilisées par les astrométiéorologues. L'enregistrement précis des conditions météorologiques et le renforcement des techniques de prévision sont sans doute la plus grande contribution de l'astrométiéorologie à la science météorologique qui lui a succédé. ■

## BIBLIOGRAPHIE

A. Lawrence-Mathers, **Medieval Meteorology**, Cambridge University Press, 2020.

J. al-Khalili, **The House of Wisdom : How Arabic Science Saved Ancient Knowledge and Gave Us the Renaissance**, Penguin Press, 2011.

G. Bos et C. Burnett, **Scientific Weather Forecasting in the Middle Ages : The Writings of al-Kindi**, Kegan Paul International, 2000.

E. Zinner, **Regiomontanus : His Life and Work**, North Holland, 1990.

# R

## ENDEZ-VOUS

P.80 Logique & calcul  
 P.86 Art & science  
 P.88 Idées de physique  
 P.92 Chroniques de l'évolution  
 P.96 Science & gastronomie  
 P.98 À picorer

# DES NOMBRES PREMIERS ROBUSTES OU DÉLICATS

Manipuler les chiffres des nombres premiers est un jeu stimulant... qui réserve de nombreuses surprises.

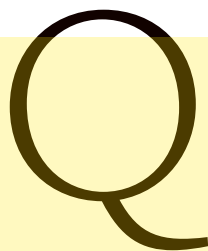
## L'AUTEUR



**JEAN-PAUL DELAHAYE**  
 professeur émérite  
 à l'université de Lille  
 et chercheur au  
 laboratoire Cristal  
 (Centre de recherche  
 en informatique, signal  
 et automatique de Lille)



Jean-Paul Delahaye a notamment publié : **Les Mathématiciens se plient au jeu**, une sélection de ses chroniques parues dans *Pour la Science* (Belin, 2017).



Que se passe-t-il quand on modifie les chiffres d'un nombre premier? Il peut rester premier ou devenir composé, mais ce que l'on découvre au cours de ces changements est parfois inattendu. Par exemple, changer l'ordre des chiffres du nombre premier 991 donne toujours un autre nombre premier, car 199 et 919 sont premiers. À l'opposé, d'autres opérations de changements ne donnent que des nombres composés. Ainsi, il y a 54 façons de changer un seul chiffre du nombre premier 294001, et tous ces changements donnent des nombres composés.

Ces questions sont parfois sans réponse définitive; et plusieurs découvertes conduisent à une situation étrange où l'on sait démontrer qu'une catégorie de nombres est infinie alors qu'on ne réussit pas à trouver un seul de ces nombres. Pour quiconque aime programmer, le sujet est une occasion rêvée de lancer sa machine à la poursuite de tels nombres singuliers, mais si certains apparaissent en quelques secondes, d'autres demandent plusieurs minutes de calcul, voire plusieurs heures.

## UN SAUT INATTENDU

Sur la liste de courriels *Math-Fun*, les mathématiciens aiment échanger des informations à propos de questions mathématiques

amusantes... quoique parfois très difficiles. Le 24 janvier 2003, Bill Gosper, l'inventeur du célèbre lance-glisseur du *Jeu de la vie* de John Conway, fit part à la liste de son expérience suivante ayant consisté à lancer un programme de recherche des nombres premiers qui le restent toujours quand on permute leurs chiffres, nombres dénommés «nombres premiers permutable» ou «nombres premiers absolus». Il obtint rapidement une liste de 22 nombres sur l'écran de son ordinateur: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 31, 37, 71, 73, 79, 97, 113, 131, 199, 311, 337, 373, 733, 919, 991.

Le programme sembla alors s'arrêter. Mais après une minute de calcul, apparut le nombre 111111111111111111. Après un temps plus long encore, s'afficha le nombre 11111111111111111111. Le programme resta alors silencieux et fut interrompu sans qu'il ait affiché de nombres supplémentaires.

Il n'existe donc aucun nombre premier permutable entre 991 et 111111111111111111. Peut-être que plus loin, les seuls nombres premiers permutables sont tous composés uniquement de chiffres 1. L'expérience, que vous pouvez reproduire, suggère d'étudier deux séries de questions:

**Série 1.** Existe-t-il d'autres nombres premiers permutables composés uniquement de 1 en