

EN ATTENDANT SON RETOUR ... (3)

Pour attendre le retour 1986 de la comète de Halley, il fallait bien se raconter quelques souvenirs sur la nature des comètes, météores ou objets célestes (CC n°27), sur les orbites de ces objets du système solaire telles que les précisa Newton (CC 29). Il est temps de clore maintenant ce feuillet en donnant un peu la parole à Halley lui-même et aussi à Clairaut qui calcula le premier retour.

Edmund Halley (1656-1742)

Grâce à la comète qui porte son nom, Halley est célèbre jusque dans les chaumières. Mais cet astronome mérite d'être mieux connu, son activité ne s'est pas limitée à l'étude de "sa" comète.

Né à Londres en 1656, il publia dès 1676 une note sur les orbites planétaires dans les Philosophical Transactions de la Royal Society. Il se lia d'amitié avec Flamsteed et Hooke, collaborant activement avec le premier aux travaux de l'Observatoire de Greenwich qui venait d'être créé. On sait que Flamsteed était particulièrement intéressé par l'établissement d'un catalogue d'étoiles donnant leurs positions avec la précision permise par les lunettes récemment perfectionnées (horloge à pendule et oculaire convergent de Huygens, micromètre de Auzout qui devaient permettre à Roemer de concevoir sa "machina domestica", la première lunette méridienne). Halley eut la bonne idée d'étendre ce catalogue aux étoiles de l'hémisphère sud. Depuis l'île de Ste Hélène, il catalogua plus de trois cents étoiles australes profitant de plus de circonstances favorables pour y observer un transit de Mercure le 7 novembre 1677.

Nommé en 1678 professeur à l'Université d'Oxford, il entretient des discussions avec Christopher Wren et Robert Hooke sur la nature des orbites planétaires ; la loi d'attraction est-elle vraiment en raison inverse du carré des distances ? Wren en voudrait une preuve. Halley consulte Newton qui est devenu son ami et qui répond en rédigeant "De Motu Corporum", énoncé des principes de sa théorie. Halley en comprend aussitôt toute l'importance et persuade Newton de rédiger complètement ce qui devait paraître en 1686, Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, Halley se chargeant lui-même des frais de l'édition. Il peut paraître assez dérisoire que le nom de Halley soit surtout connu par la comète de 1682 alors que son aide à la publication des Principia est une contribution autrement importante au développement de l'astronomie.

Entre temps, une comète avait été découverte, le 15 août 1682, par un assistant de Flamsteed (voir note 1). Intéressé depuis toujours par les comètes et profondément convaincu de la puissance de la théorie newtonienne, Halley entreprit de calculer les orbites de vingt quatre comètes pour lesquelles il disposait de données suffisantes. Et en particulier celle de 1682.

A quelques inégalités près dans la période, il reconnut alors que cette comète avait été observée par Apian en 1531 et lors de son passage suivant par Kepler et Longomontanus le 11 septembre 1607. Il soupçonnait même que les inégalités dans la période pouvaient être dues aux perturbations de l'orbite cométaire par les grosses planètes ; il en déduisait l'annonce du prochain retour pour 1758 : "... le mouvement de Saturne est si perturbé par les autres planètes, en particulier Jupiter, que sa période est incertaine de plusieurs jours. Combien plus sujette à de telles perturbations peut être une comète qui s'éloigne à une distance près de quatre fois plus grande

que Saturne et dont une légère augmentation de la vitesse changerait l'orbite d'une ellipse à une parabole ? L'identité de ces comètes est confirmée par le fait qu'au cours de l'été 1456 une comète a été vue qui passait dans le sens rétrograde entre la Terre et le Soleil, presque de la même façon ; et bien qu'elle n'ait pas été observée de façon scientifique, de sa période et de sa course, je déduis qu'il s'agit de la même comète que celle des années 1531, 1607 et 1682. Je peux ainsi, avec confiance, prédire son retour pour l'année 1758. Si cette prédiction est remplie, il n'y a aucune raison de douter que d'autres comètes reviendront." (citation tirée de Astronomia Cometicæ Synopsis publié par Halley en 1705 et reproduite ici d'après /3/)

Il ne put malheureusement assister à ce retour et à cette vérification. Devenu astronome royal en 1720, à la mort de Flamsteed, premier titulaire du titre, il poursuivit jusqu'à sa mort une belle carrière de découvertes, la distribution au hasard des plans des orbites cométaires, des mouvements propres d'étoiles (pas aussi fixes qu'on les croyait) ou encore l'accélération du mouvement moyen de la Lune (1693). Il mena à bien une observation systématique de la Lune pendant une révolution complète des noeuds. Il s'intéressait aussi à la cartographie et on lui doit l'établissement de la première carte météorologique. Il devait aussi aimer les beaux livres puisque, en dehors de sa contribution déterminante à la publication des Principia, il réalisa lui-même une édition des Coniques d'Apollonius.

#### Le premier retour calculé

Si l'on se réfère à la liste des comètes établie par F. Baldet (cf/5/), 1682 était le vingt-cinquième passage observé de la même comète, l'identification ayant suivi le retour de 1682. Le retour de 1759 fut donc le premier retour calculé. Clairaut, secondé par le jeune Lalande, s'y illustra.

Dès avant l'expédition de Laponie (1736-37) pour la mesure d'un arc de méridien et la vérification de l'aplatissement relatif de la Terre aux pôles, Clairaut avait combattu, aux côtés de Maupertuis en faveur de la mécanique newtonienne et contre la physique des "tourbillons" des post-cartésiens. Au retour de Laponie, il avait publié sa "Théorie de la figure de la Terre tirée des principes de l'hydrostatique" (1743) qui est écrite dans le plus pur style newtonien.

Dans le même temps, Clairaut avait composé un mémoire sur "l'orbite de la Lune dans le système de Newton" (1743) et, peu après (1745), un "Système du monde dans les principes de la gravitation universelle". Il y énonçait le fameux problème des trois corps (aujourd'hui, on dit, plus généreusement, "problème des  $n$  corps" mais on dispose d'ordinateurs qui manquaient à Clairaut: "Trois corps étant donnés par leurs positions, leurs masses et leurs vitesses, trouver les courbes qu'ils doivent décrire par leur attraction supposée proportionnelle à leurs masses et en raison inverse du carré des distances."

La masse du Soleil étant prépondérante, on commence par ne considérer que deux des corps dont un est le Soleil en négligeant l'action du troisième. L'intégration des équations du mouvement conduit alors aux lois de Kepler. On traduit ensuite l'influence du troisième corps par l'introduction dans les équations différentielles de termes supplémentaires affectés de coefficients qui dépendent du troisième corps et qui sont en général assez petits. On développe en séries les six paramètres dont dépend le mouvement keplérien du deuxième corps. On comprend qu'en plus des difficultés analytiques, la correction obtenue dépendra largement de la qualité des données sur la position, la masse et la vitesse du troisième corps. Des solutions furent mises au point presque simultanément par Clairaut, d'Alembert et Euler, indépendamment les uns des autres. Ce qui ne fut pas sans envenimer les relations toujours tendues entre les deux premiers savants. Le mérite particu-

lier de Clairaut réside dans la mise en oeuvre immédiate de sa théorie à propos de plusieurs problèmes d'actualité en mécanique céleste.

Il commença par essayer un échec dans son étude du mouvement de l'apogée de la Lune ; il trouvait une période de 18 ans, plus du double de la période observée. Il eut alors la curieuse idée, lui le newtonien convaincu, de corriger la loi d'attraction en  $1/r^2$  en lui ajoutant un terme en  $1/r^4$ . Ce qui l'entraîna dans une intéressante polémique avec Buffon, newtonien lui aussi mais de plus stricte observance. L'objection de Buffon était qu'une loi naturelle doit être simple ; la réponse de Clairaut était que la simplicité de la loi n'a rien à voir avec son expression analytique ; sans doute avaient-ils tous les deux raison, on s'efforce toujours de donner aux lois une expression aussi simple que possible pour qu'elles soient mieux compréhensibles ; mais qu'est-ce qu'une expression simple ? Polémique sans lendemain, Clairaut trouva une meilleure solution : "Je suis parvenu - déclara-t-il le 17 mai 1749 - à concilier assez exactement les observations faites sur le mouvement de l'apogée de la Lune avec la théorie de l'attraction, sans supposer d'autre force attractive que celle qui suit la proportion inverse du carré des distances." Réussite d'autant plus remarquable que, dans ce problème à trois corps (Soleil, Terre et Lune) on ne peut dire que la masse du troisième soit insignifiante par rapport à celle du deuxième. En 1750, Clairaut remporte le prix de l'Académie Impériale de St Petersburg sur la "Théorie de la Lune déduite du seul principe de l'attraction réciproquement proportionnelle aux quarrés des distances" (oui, tel est bien le titre de l'ouvrage primé et édité, c'est évidemment inversement proportionnelle qu'il fallait lire).

Clairaut est donc en possession des moyens théoriques pour le calcul du mouvement de la comète de Halley quand tout le monde savant va se préoccuper du retour prévu par Halley. Dès 1757, il entreprend de calculer l'attraction de Jupiter sur la comète pour en déduire les effets sur sa période. Tâche considérable ; il s'aperçoit qu'il faut suivre les positions respectives des trois astres (Soleil, comète, Jupiter) pendant deux révolutions complètes de la comète soit cent cinquante ans. Il reconnut en particulier qu'il ne fallait pas négliger les époques où la comète est fort éloignée de Jupiter car même alors son orbite est troublée du fait que l'action de Jupiter sur le Soleil déplace celui-ci d'une petite quantité ce qui change le foyer de l'orbite cométaire.

Au jeune Jérôme Lalande, qui avait alors vingt-cinq ans, il confie la tâche de calculer les distances de Jupiter à la comète. Lui-même en déduit les forces attractives. Au cours des calculs, les deux savants constatent qu'ils faut aussi tenir compte de l'action perturbatrice de Saturne. L'entreprise de calculs devient donc de plus en plus lourde ; l'aide de Mme Hortense Lepaute (2) fut alors fort appréciée. Et les calculs aboutirent.

En novembre 1758, Clairaut annonça que les calculs réalisés permettaient de prévoir que la comète passerait à son périhélie vers le milieu d'avril 1759 : "On sent, disait-il, avec quels ménagements je présente une telle annonce, puisque tant de petites quantités, négligées nécessairement par les méthodes d'approximation, pourraient bien en altérer le terme d'un mois."

Retrouvée dans le ciel en décembre 1758, observée par Messier, le grand spécialiste des comètes, le 21 janvier 1759, la comète passa effectivement à son périhélie le 13 mars. Par conséquent dans la marge d'erreur prévue par Clairaut. Celui-ci perfectionna ses méthodes et il reprit ses calculs dans sa Théorie du mouvement des comètes qui parut en 1760 ; grâce à ces perfectionnements, ses calculs donnaient le 4 avril pour le passage au périhélie. La prévision aurait été encore meilleure si Clairaut avait disposé d'une meilleure estimation de la masse de Saturne.

Quoi qu'il en soit, le succès de l'entreprise devait confirmer aux yeux de tous les savants de l'époque la valeur de la théorie newtonienne de l'attraction. Pour Clairaut, ce fut aussi l'occasion de discussions pénibles avec d'Alembert en particulier. Comme il arrive souvent, devant une réussite incontestable, les jalousies s'exacerbent et pour les savants qui ont longuement travaillé avant d'aboutir au résultat cherché, il y a beaucoup d'amertume à devoir affronter ces querelles subalternes. Celles-ci nous empêchent d'oublier que si les grands savants furent ou sont parfois géniaux, ils n'en ont pas moins deux jambes, un ventre, une poitrine et une tête, une certaine dose d'amour propre et même une pointe de vanité comme des millions de leurs semblables moins savants qu'eux.

En 1759 la presse n'avait pas l'importance qu'elle prenait déjà en 1846 lorsqu'elle annonça avec grand bruit la prédiction par Le Verrier de l'existence d'une planète transuraniennne. Pourtant le calcul de l'équipe Clairaut-Lalande-Lepaute représente une prouesse de même taille et a la même portée théorique. C'est pourquoi c'est sur ce retour de 1759 que nous achèverons ce feuilleton. Les calculs des retours de 1835, de 1910 et de 1986 ont pu être menés avec une précision de plus en plus grande, avec des moyens de calcul à faire beaucoup rêver Hortense Lepaute. N'oublions pas pour autant combien de fois elle a dû tailler son crayon pour répondre aux exigences d'Alexis Clairaut.

K.Mizar (19850720)

(note 1) Observation faite à l'Observatoire de Greenwich selon /3/. Mais dans la recension des comètes par F.Baldet (cf /5/) la première observation est attribuée à Picard et La Hire depuis Paris le 26 août 1682. On notera que la réforme grégorienne n'avait pas encore été appliquée en Grande Bretagne à cette époque, le 26 août de Paris peut bien correspondre au 15 août de Greenwich. Quoi qu'il en soit, ce qui était important c'était de rapprocher cette apparition de 1682 des apparitions antérieures.

(note 2) Hortense Lepaute est plus connue parce que son prénom fut à l'origine de la dénomination d'une fleur rapportée des Indes par Le Gentil ; on sait aussi que son mari était un célèbre horloger, il existe encore bien des horloges dans les rues de Paris qui portent son nom. Il n'empêche, pour moi, ce qu'il faut retenir, c'est qu'Hortense Lepaute a travaillé avec Clairaut.

#### BIBLIOGRAPHIE

+++++

- /1/ Pannekoek : "A History of Astronomy", 522 p , éd Allen and Unwin 1961
- /2/ E.N.da C.Andrade : "Sir Isaac Newton", collection "Brief lives", éd Collins, London 1954.
- /3/ Philippe Véron et Jean-Claude Ribes : "Les Comètes de l'Antiquité à l'ère spatiale", 236 p, éd Hachette, 1979.
- /4/ Pierre Brunet : "La vie et l'oeuvre de Clairaut (1713-1765)", 112 p, éd PUF, 1952.
- /5/ F.Baldet : "Liste générale des comètes de l'origine à 1948", Annuaire du Bureau des Longitudes 1950.
- /6/ Jean-Claude Pecker : "Jérôme de Lalande calculait le retour de la comète de Halley" article paru dans Le Monde, août 1982.
- /7/ S.Drake and C.D. O'Malley : "The controversy on the comets of 1618", éd University of Pennsylvania Press, 1960. Textes traduits en anglais de Galilée, Grassi, Guiducci et Kepler.
- /8/ Notice Halley dans Encyclopaedia Britannica.

#### POST-SCRIPTUM

+++++

Je venais de terminer ce feuilleton lorsque j'ai reçu la très jolie plaquette "La Comète de Halley, Hier, Aujourd'hui, Demain", éditée par l'Observatoire

de Paris et réalisée par J.Alexandre et S.Debarbat.

Cette plaquette se présente sous un cartonnage illustré d'un document de 1757. A l'intérieur : une notice générale sur la comète puis des reproductions de documents qui font partie des richesses de la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris sur le passage de 684, ceux de 1301, de 1456, de 1531, de 1607, de 1682. En particulier la note manuscrite de La Hire sur son observation du 5 septembre 1682, une note autographe de Messier de 1759, des dessins de 1835, la très belle photographie prise au Pic du Midi le 29 mai 1910, les premières images de 1985. Enfin, une notice sur les projets de sondes spatiales et des conseil pour l'observation en 1986.

Dans le dossier que j'ai reçu et que je dois à l'obligeance de Suzanne Débarbat, celle-ci a eu la bonne idée d'y joindre la carte postale de la tapisserie de Bayeux où l'on voit Harold averti de l'apparition de la comète, "présage de malheur" (pour les uns, pas pour les autres car dans les batailles on disait qu'il y avait des vaincus et des vainqueurs) et, contrastant avec ce document du Moyen Age, l'analyse au Video-Iso-Traceur de l'Institut d'Astrophysique de l'image obtenue au Pic du Midi le 29 mai 1910.

On peut se procurer cette bien jolie plaquette à l'Observatoire de Paris au prix de 20 F (25 F par correspondance). A ne pas manquer !

#### POST-SCRIPTUM BIS

+++++

Décidément, on rivalise d'initiatives heureuses pour favoriser l'observation de la comète : sous le titre "La Comète de Halley 1910-1986, histoire, observations, éphémérides des comètes", La Gazette d'Uranie, publication du GRAAL (Groupe de Recherche et d'Animation Astronomiques du Limousin) a publié en avril 85 un numéro spécial qui doit être recommandé aux lecteurs de notre feuilleton. Pour se le procurer, s'adresser à Christian Dumoulin, IREM de Limoges, prix 45 F.

Sommaire :1. De l'intérêt des comètes par C.Dumoulin - 2. Historique des phénomènes cométaires et connaissances actuelles par M.Labrousse - 3. Conditions de visibilité, cartes et diagrammes de la comète de Halley par R.Marche (4 diagrammes, 2 cartes, un calque et mode d'emploi) - 4.L'observation et l'étude des comètes par C.Dumoulin - 5. Ephémérides de la comète de Halley par J-Y.Montmartin - 6. Bibliographie.

On appréciera en particulier le chapitre 4 qui donne toutes les explications pour calculer des éphémérides. Dans un évident souci pédagogique, C.Dumoulin donne les éléments qui permettront de calculer les éphémérides d'autres comètes. Car, après 1986, il ne faudra pas attendre 2061 pour s'intéresser à ces astres et à ce genre de calculs.

---

#### MIZARRERIES

où nous reproduisons des citations curieuses glanées un peu n'importe où et même ailleurs. Comme cette belle découverte due à la dernière lauréate du prix Goncourt :

"Et la nuit commence maintenant avec le coucher du Soleil"

Marguerite Duras, L'Amant, p.52

---

#### LA PROCHAINE A.G. DU CLEA

on en reparlera, mais il faut déjà commencer à y penser. Quelques uns d'entre vous ont souhaité qu'elle ait lieu un dimanche plutôt qu'un samedi. Nous envisageons le dimanche 26 janvier 1986. Qu'en pensez-vous ? Elle aura lieu à Orsay, comme d'habitude, mais dans les nouveaux locaux du laboratoire d'astronomie (bâtiment 470). Il faut aussi penser à son contenu... Ecrivez-nous dès maintenant.