

Une brève histoire de notre compréhension des comètes





Premières mentions

Les humains ont été captivés par les comètes pendant une grande partie de l'histoire et les ont probablement observées depuis plus longtemps qu'aucun document archéologique ne peut en témoigner.

Certains archéologues suggèrent que les peintures rupestres préhistoriques, découvertes sur plusieurs sites à travers le monde, pourraient représenter des comètes.

Une forme ressemblant à une comète sur une gravure rupestre de Val Camonica en Italie remonte à la fin de l'âge du fer.

Babyloniens

Les premières observations systématiques du ciel sont attribuées aux Babyloniens.

Ils ont commencé à pratiquer l'astronomie au cours du troisième millénaire avant J-C. et ont laissé des enregistrements détaillés sur un grand nombre de tablettes d'argile.

Tablette babylonienne mentionnant le passage de la comète de Halley de 164 avant J-C.



En Chine

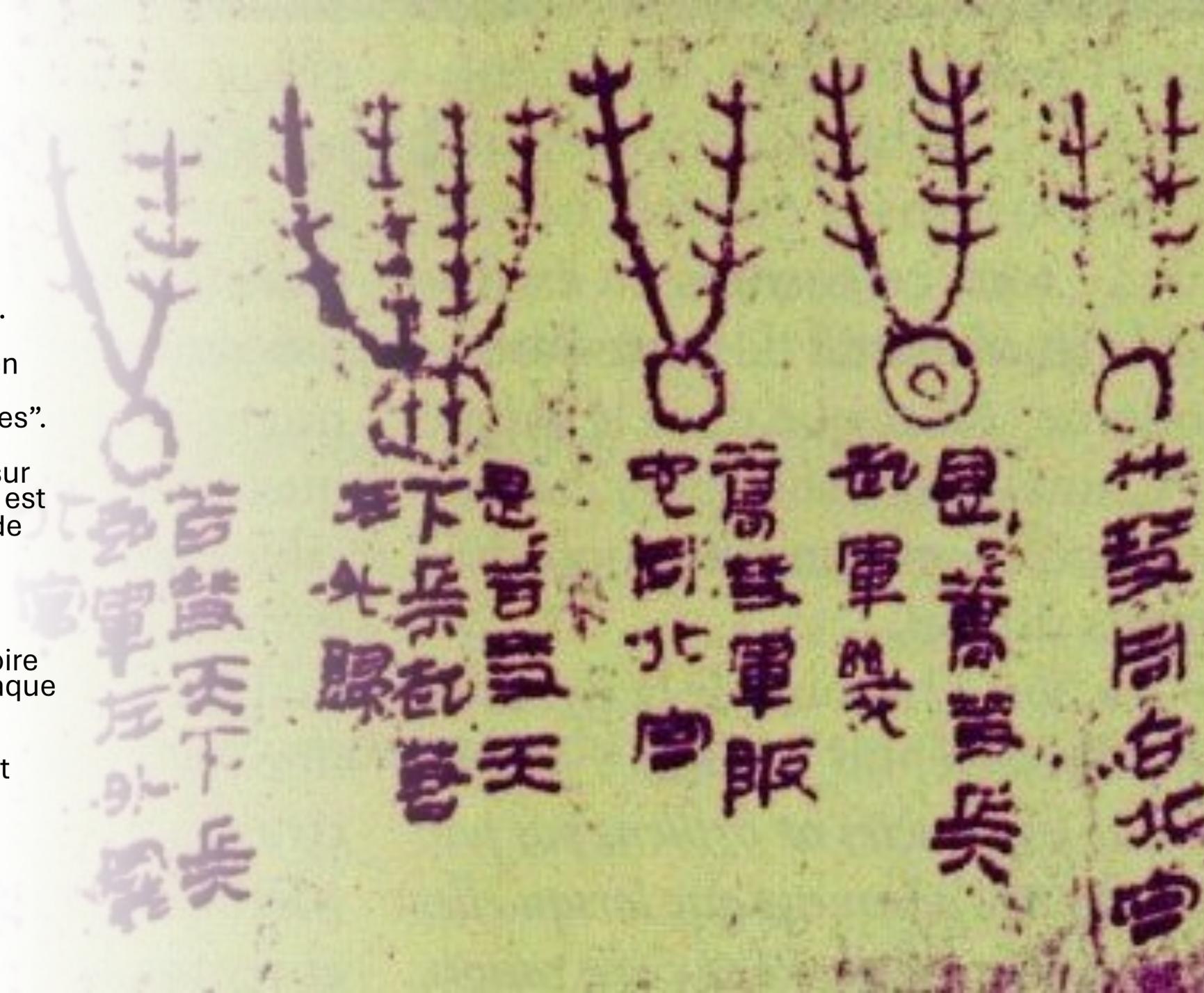
Les astronomes chinois étaient également fascinés par les comètes.

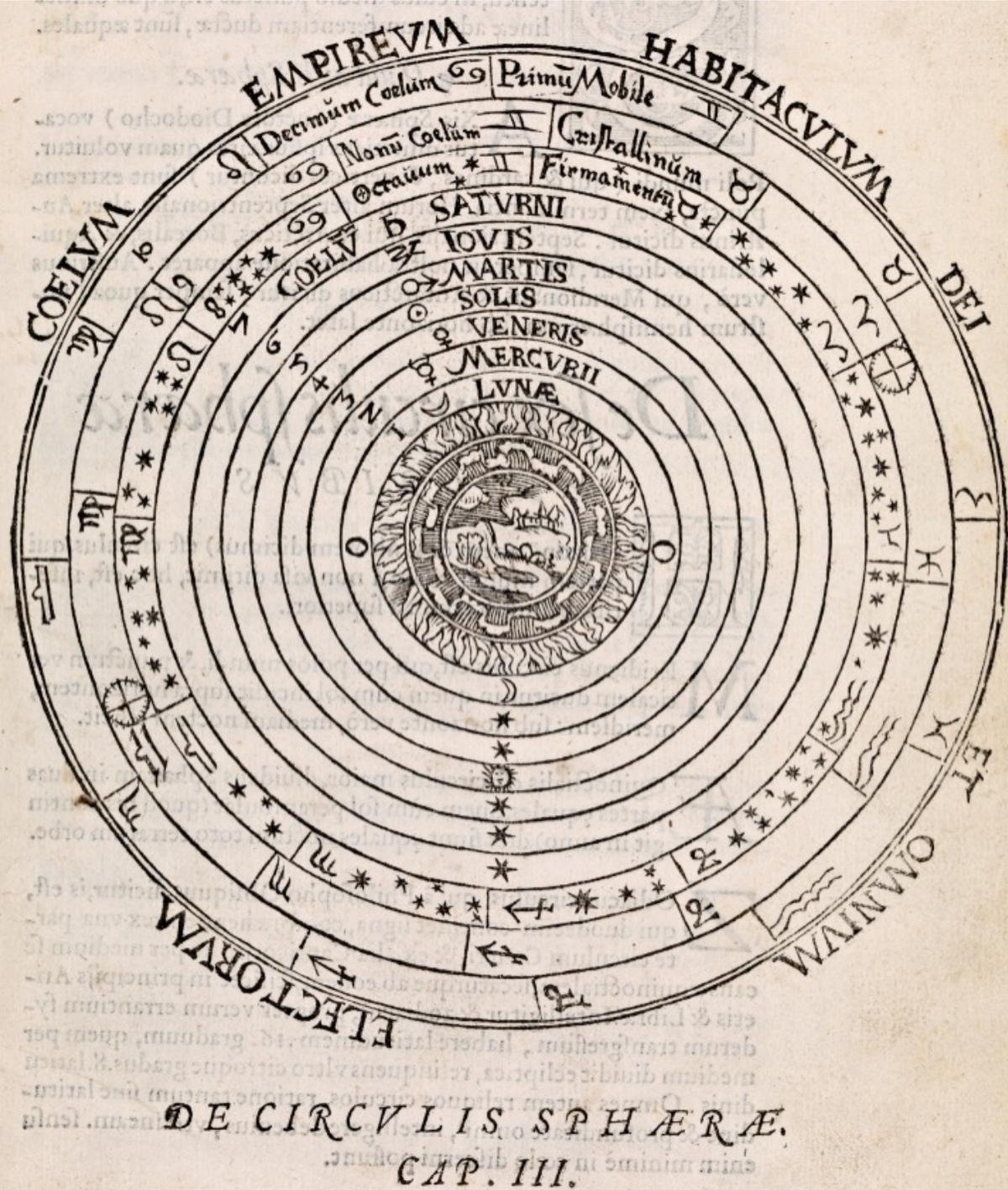
Le passage de la comète de Halley en 611 av. J.C. est mentionné dans les « Annales des Printemps et Automnes ».

L'almanach "Mawangdui" transcrit sur soie au quatrième siècle avant J.-C., est le premier catalogue illustré connu de comètes.

Ce livre documente une variété de comètes de manière très détaillée, commentant l'apparence, la trajectoire et les propriétés particulières de chaque comète.

Cet almanach comportait également des détails de la catastrophe ou du désastre que l'on pensait associé à chaque comète





L'Univers selon Aristote

La conception de l'Univers d'Aristote (384-322 av. J.C.) est basée sur 3 dogmes fondamentaux :

1. la Terre est immobile au centre de l'Univers, le Soleil et les autres planètes gravitent autour d'elle.
2. il y a séparation absolue entre le monde terrestre imparfait et changeant et le monde céleste parfait et éternel (la limite étant l'orbite de la Lune)
3. les seuls mouvements célestes possibles sont les mouvements circulaires uniformes.

Cette vision ne laissait pas de place aux comètes, et Aristote a donc suggéré qu'elles étaient des "exhalaisons venteuses" de la Terre qui atteignaient notre atmosphère.

Ces conceptions erronées ont prévalu pendant 2000 ans.



Présages

Le comportement apparemment transitoire et imprévisible des comètes les rendait totalement mystérieuses.

Les comètes étaient considérées comme des présages de malheur imminent ou, moins fréquemment, d'heureux événement.

Tapiserie de Bayeux

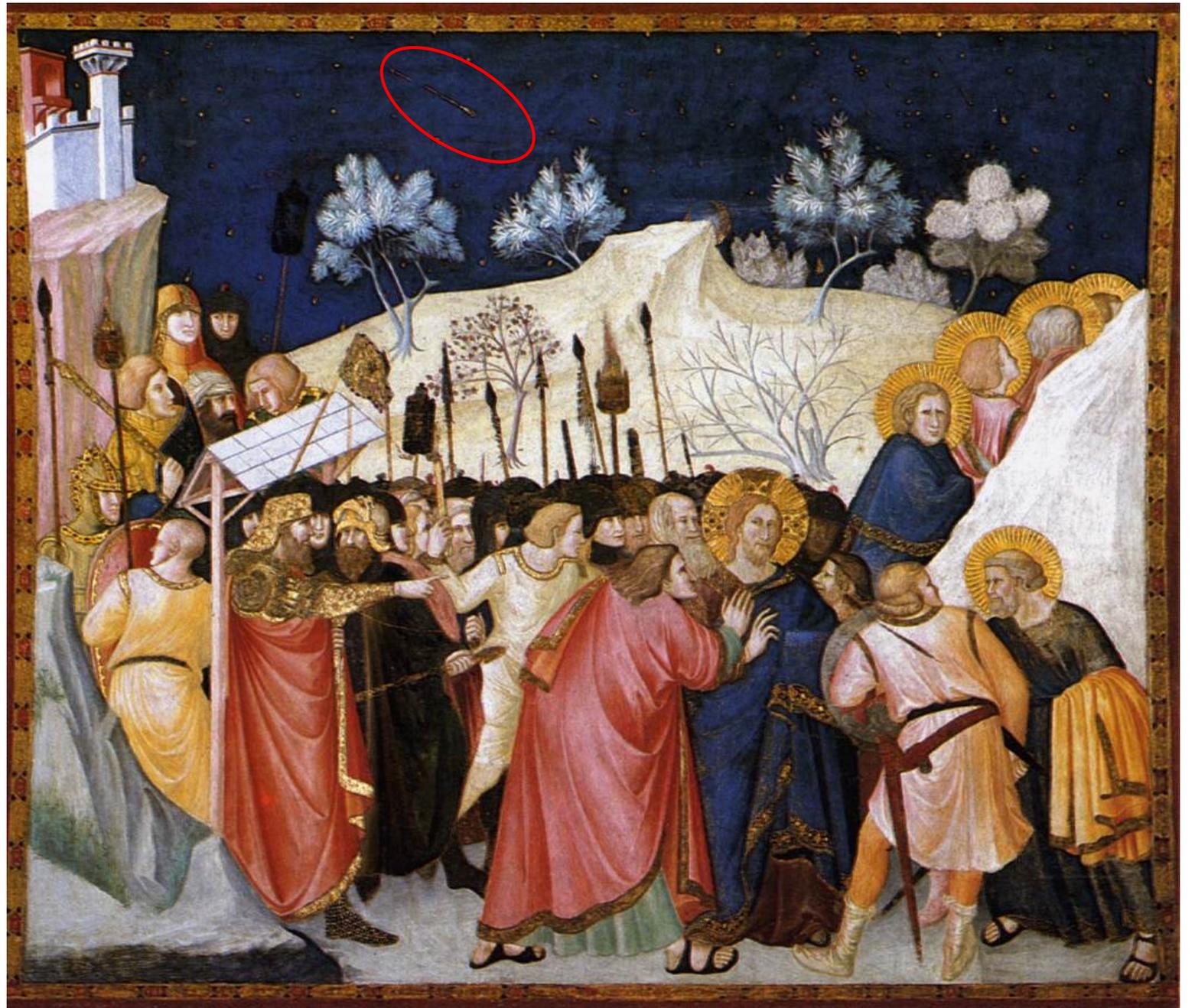
Le passage de la comète de Halley en 1066 apparaît comme un signe précurseur de la mort prochaine d'Harold II d'Angleterre et de la victoire de Guillaume le Conquérant.

Dans cette fresque de l'Adoration des Mages, réalisée par Giotto en 1303, l'étoile de la Nativité est représentée sous forme d'une comète.

Il s'agit probablement d'une reproduction du passage de la comète de Halley en 1301.



Pietro Lorenzetti
L'arrestation du Christ



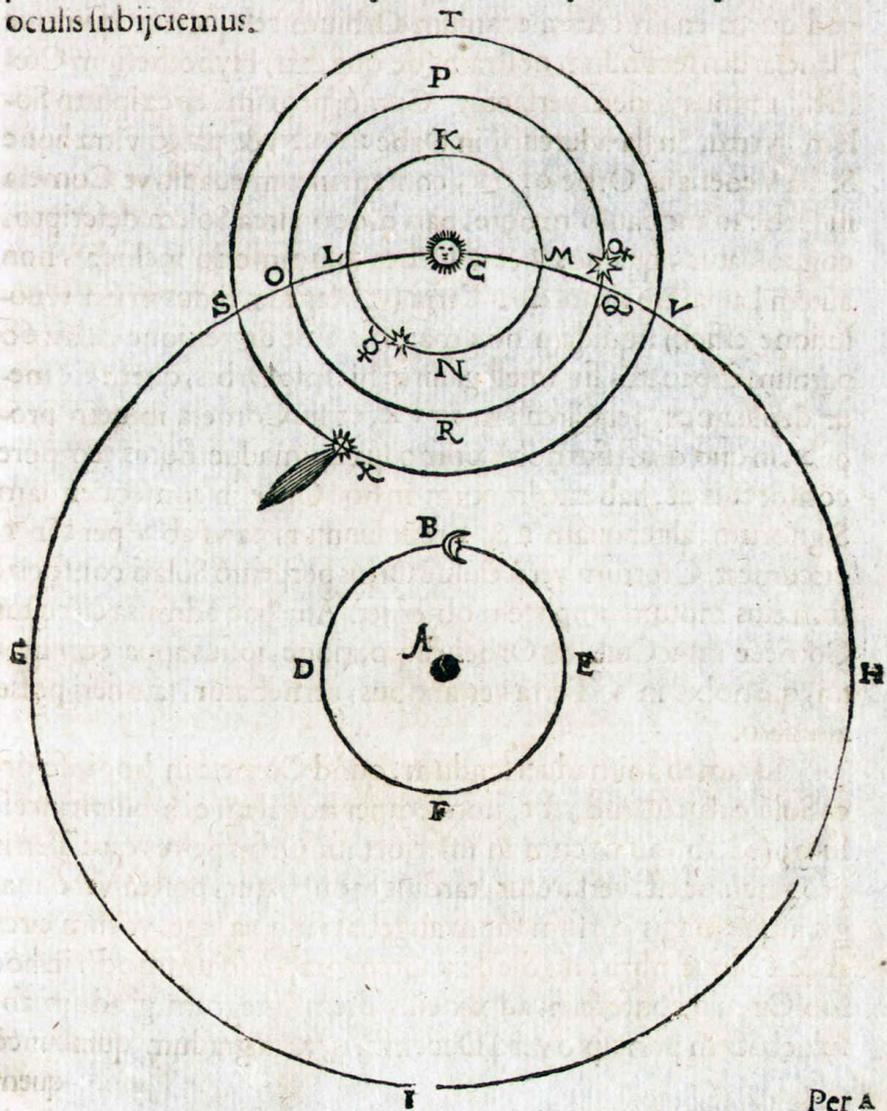
Le retour de la Science

Notre compréhension des comètes a fait un bond en avant avec l'apparition d'une grande comète en 1577.

Cette comète était aussi brillante que Vénus et sa queue s'étendait sur une portion de ciel d'un diamètre quarante fois supérieur à celui de la pleine lune.



motui coniunctus fuisset, in infima Orbis sui parte & Terris proxima constituto assumatur, atq; hinc per consequentiâ Signorum, aliter quam in Venere & Mercurio viuuent, versus eiusdē Orbis Apogæum perrexisse, centro huius reuolutionis Solis simplici motui perpetuò concurrente, admittatur. Quæ omnia vt rectius percipiantur, nunc orbis huc aliquid facientiu oportuna dispositionem oculis subiiciemus.



Tycho Brahe

Tycho Brahe (1546-1601) est le dernier grand astronome avant l'invention du télescope. Ses observations approfondies lui ont permis de répertorier les positions des étoiles et des planètes avec une précision inégalée (2 minutes de degré).

En observant la grande comète de 1577 depuis son observatoire au Danemark, Brahe a remarqué que sa position dans le ciel différait très peu des mesures similaires effectuées par d'autres astronomes en Europe.

D'après les calculs de Brahe, la comète était au moins quatre fois plus éloignée que la Lune.

Elle devait donc appartenir au ciel et non à notre atmosphère.

Trajectoire de la comète vue par Tycho Brahe en 1577, dans son modèle hybride géo/héliocentrique.

Débat sur la trajectoire des comètes

Une fois admis que les comètes sont très éloignées de la Terre, la plupart des interrogations portent sur leur trajectoire.

Tycho Brahe (1546-1601) pensait que leur orbite pouvait être un cercle autour du Soleil ou peut-être même un ovale car il avait remarqué que le mouvement des comètes n'est pas uniforme.

Johannes Kepler (1571-1630) avait estimé que ce ne pouvait pas être le cas, car on aurait dû alors revoir périodiquement les comètes - ce que personne n'avait observé à l'époque. Il en déduisit qu'elles avaient une trajectoire rectiligne.

L'astronome polonais **Johannes Hevelius** (1611-1687) suggère de son côté que les comètes pourraient bien évoluer sur des trajectoires paraboliques dont le Soleil serait le foyer. Cela s'est avéré partiellement vrai.

Une solide compréhension du mouvement orbital des comètes n'est apparue que quelques décennies plus tard, grâce à Isaac Newton.



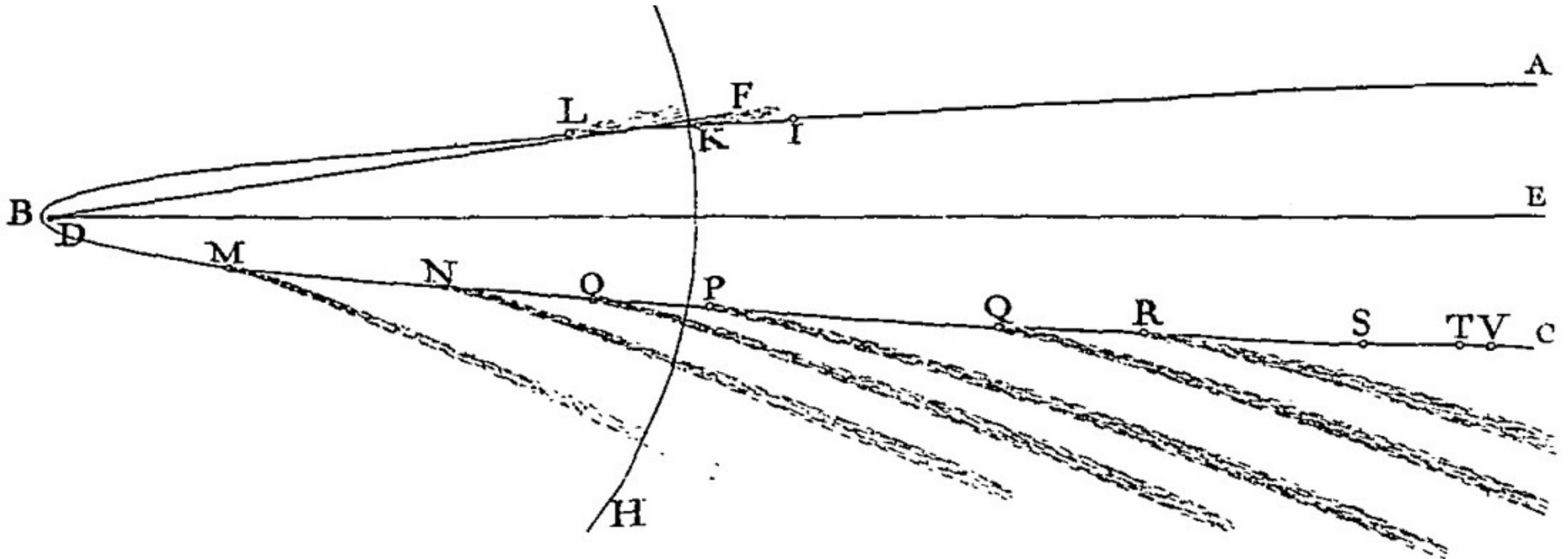
Première page du livre « Cometographia » de Johannes Hevelius

Aristote, à gauche, pense que les comètes sont plus proches que la Lune, Kepler, à droite, leur trouve une trajectoire rectiligne et Hevelius, au centre, leur attribue une orbite parabolique.

La théorie de la gravitation universelle explique les trajectoires des comètes

Fort sa nouvelle théorie de la gravitation universelle, Issac Newton (1642 - 1727) calcule l'orbite de la Grande Comète de 1680.

Ses résultats concordent parfaitement avec les observations.



The Astronomical Elements of the Motions in a Parabolick Orb of all the Comets that have been hitherto duly observ'd.

Comet. An	Nodus Ascend.	Inclin. Orbitæ.	Perihelion.	Distan. Periheli à Sole.	Log. Dist. Periheliæ à Sole.	Temp equat. Perihelii.]	Perihelion à Nodo.
	gr. ' "	gr. ' "	gr. ' "			d. h. '	gr. ' "
1337	♄ 24.21. c	32.11. c	♄ 7.59. 0	40666	9.609236	June 2. 6. 25	46.22. 0
1472	♃ 11.46. 20	5.20. c	♄ 15.33. 30	54273	9.734581	Feb. 28 22.23	123.47.10
1531	♄ 19.25. c	17.56. c	♄ 1.39. 0	56700	9.753583	Aug. 24. 21. 18½	107.46. 0
1532	♄ 20.27. c	12.36. c	♄ 21. 7. 0	50910	9.706803	Oct. 19 22.12	30.40. 0
1556	♄ 25.42. c	32. 6. 30	♃ 8.50. 0	46390	9.666424	Apr. 21.20. 3	103. 8. 0
1577	♃ 25.52. c	74.32.45	♄ 9.22. 0	18342	9.263447	Oct. 26 18 45	103.30. 0
1580	♃ 18.57.20	64.40. 0	♄ 19. 5.50	59628	9.775450	Nov 28 15.00	90. 8.30
1585	♄ 7.42.30	6 4. c	♃ 8.51. 0	109358	9.038850	Sept. 27 19.20	28 51.30
1590	♄ 15.30.40	29.40.40	♄ 6.54.30	57661	9.760882	Jan. 29. 3 45	51.23.50
1596	♄ 12.12.30	55.12. c	♄ 18 16. 0	51293	9.710058	July 31.19.55	83.56.30
1607	♄ 20.21. c	17. 2. c	♄ 2.16. 0	58680	9.768490	Oct. 16. 3 50	108.05. 0
1618	♄ 16. 1. c	37 34. 0	♃ 2.14. 0	37975	9.579498	Oct. 29 12 23	73.47. 0
165.	♄ 28.10. c	79.28. 0	♃ 28.18.40	84750	9.928140	Nov. 2.15.40	59.51.20
1661	♄ 22.30.30	32.35.50	♄ 25.58.40	44851	9.651772	Jan. 16.23 41	33.28.10
1664	♄ 21.14. c	21.18.30	♄ 10.41.25	102575½	9.011044	Nov.24.11.52	49.27 25
1665	♄ 18.02. 0	76.05. c	♄ 11 54.30	10649	9.027309	Apr. 14. 5.15½	156 7.30
1672	♃ 27.30.30	83.22.10	♄ 16.59.30	69739	9.843476	Feb. 20. 8.37	109.29. 0
1677	♄ 26.49.10	79 03 15	♄ 17.37. 5	28059	9.448072	Apr. 26.00.37½	99.12. 5
1680	♃ 2. 2. c	60.56. c	♄ 22 39.30	00612½	7.787106	Dec. 8 00. 6	9.22.30
1682	♄ 21.16.20	17.56. c	♄ 2.52.45	58228	9.765877	Sept. 4.07 39	108.22 45
1683	♄ 23.23. c	83.11. 0	♄ 25.29 30	56020	9.748343	July 3. 2 50	87.53.30
1684	♄ 28.15. c	55.48.40	♄ 28.52. 0	96015	9.982339	Mai 29.10.16	29 23 00
1686	♄ 20.34.40	31.21.40	♄ 17.00.30	32500	9.511883	Sept. 6.14.33	86.25.50
1698	♄ 27.44.10	11 46. c	♃ 00.51.15	69129	9.830660	Oct. 8.16.57	3 7. 0

Edmund Halley

En utilisant la théorie de Newton pour calculer les orbites de plusieurs comètes, Halley (1656-1742) remarque que certaines comètes semblaient avoir des orbites remarquablement similaires.

Il soupçonne qu'une comète en particulier, qu'il a vue en 1682, était déjà apparue en 1607 et en 1531.

Halley a ainsi été le premier à suggérer que les comètes pouvaient être périodiques, se déplaçant le long d'ellipses très allongées plutôt que sur des trajectoires paraboliques.

Avec une période estimée à environ 76 ans, Halley s'attendait à ce que la comète soit à nouveau visible entre 1758 et 1759.

Halley est mort avant d'avoir pu la voir de ses propres yeux la comète qui fut effectivement observée en 1758, confirmant ainsi la théorie de la gravité de Newton.

La recherche de comètes à l'origine du catalogue de Messier

Charles Messier (1730-1817) était un ardent chasseur de comètes. Il en étudia 44 et en découvrit 20 entre, parfois conjointement avec d'autres astronomes

En 1758, alors qu'il essayait de retrouver une comète découverte quelques semaines plus tôt dans la constellation du Taureau, Messier observa un objet nébuleux ressemblant à une comète.

Après plusieurs heures d'observation, il réalisa que l'objet en question était fixe par rapport aux étoiles. Cet objet était la nébuleuse du Crabe (M1).

Il décida alors de répertorier ces fameux objets « nuisibles » aux chercheurs de comètes.

246

DATE des OBSERVATIONS.	Nombres des Nébuleuses	ASCENSION DROITE.		DECLINAISON.	Diamètre en degrés & min.
		En Temps.	En Degrés.		
		H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
1772. Avril. 5	50.	6. 51. 50	102. 57. 28	7. 57. 42 A	
1774. Janv. 11	51.	13. 20. 23	200. 5. 48	48. 24. 24 B	
1774. Sept. 7	52.	23. 14. 38	348. 39. 27	60. 22. 12 B	
1777. Févr. 26	53.	13. 2. 2	195. 30. 26	19. 22. 44 B	

247

1784.

N. ^o des Nébul.	Détails des Nébuleuses & des amas d'Étoiles. <i>Les positions sont rapportées ci-contre.</i>
	lumière. M. Messier a rapporté cette nébuleuse sur la Carte de la route de cette Comète, qui paroîtra dans le volume de l'Académie de la même année 1779. Revue le 10 Avril 1781.
50.	Amas de petites étoiles plus ou moins brillantes, au-dessous de la cuisse droite de la Licorne, au-dessus de l'étoile θ de l'oreille du grand Chien, & près d'une étoile de 7. ^e grandeur. C'est en observant la Comète de 1772 que M. Messier observa cet amas. Il l'a rapporté sur la Carte de cette Comète, qu'il en a tracée. <i>Mém. Acad. 1772.</i>
51.	Nébuleuse très-foible, sans étoiles, près de l'oreille des Léviérs, la plus septentrionale, au-dessous de l'étoile η 2. ^e grandeur de la queue de la grande Ourse: M. Messier découvrit cette nébuleuse le 13 Octobre 1773, en observant la Comète qui parut cette année. On ne peut la voir que difficilement avec une lunette ordinaire de 3 pieds $\frac{1}{2}$: près d'elle est une étoile de la 8. ^e grandeur. M. Messier a rapporté sa position sur la Carte de la Comète observée en 1773 & 1774. <i>Mémoires de l'Académie 1774, planche III.</i> Elle est double, ayant chacune un centre brillant, éloigné l'un de l'autre de 4' 35". Les deux atmosphères se touchent. L'une est plus foible que l'autre. Revue plusieurs fois.
52.	Amas de très-petites étoiles, mêlé de nébulosité, qu'on ne peut voir qu'avec une lunette achromatique. C'est en observant la Comète qui parut cette année que M. Messier vit cet amas qui étoit près de la Comète le 7 de Septembre 1774; il est au-dessous de l'étoile d de Cassiopée: cette étoile d servit à déterminer l'amas d'étoiles & la Comète.
53.	Nébuleuse sans étoiles, découverte au-dessous & près de la chevelure de Bérénice, à peu de distance de l'étoile 42. ^e de cette constellation, suivant Flamsteed. Cette nébuleuse est ronde & apparente. La Comète de 1779 fut comparée directement à cette nébuleuse, & M. Messier l'a

Du nouveau sur la nature des comètes

François Arago (1786-1853) était un grand spécialiste de la polarisation de la lumière.

Il a construit un polarimètre avec lequel il a observé la lumière réfléchie par divers solides et liquides, qu'il a trouvée partiellement polarisée si la surface est vue obliquement.

Il a aussi découvert que la lumière solaire réfléchie par la Lune est partiellement polarisée, ainsi que la lumière bleue du ciel.

En 1819 il braque son polarimètre sur la comète C/1819 N1 Tralles, et découvre que sa lumière est polarisée.

Il en a conclu qu'il s'agit de lumière solaire diffusée par la matière de la comète, laquelle n'émet pas de lumière par elle-même.



Polarimètre d'Arago

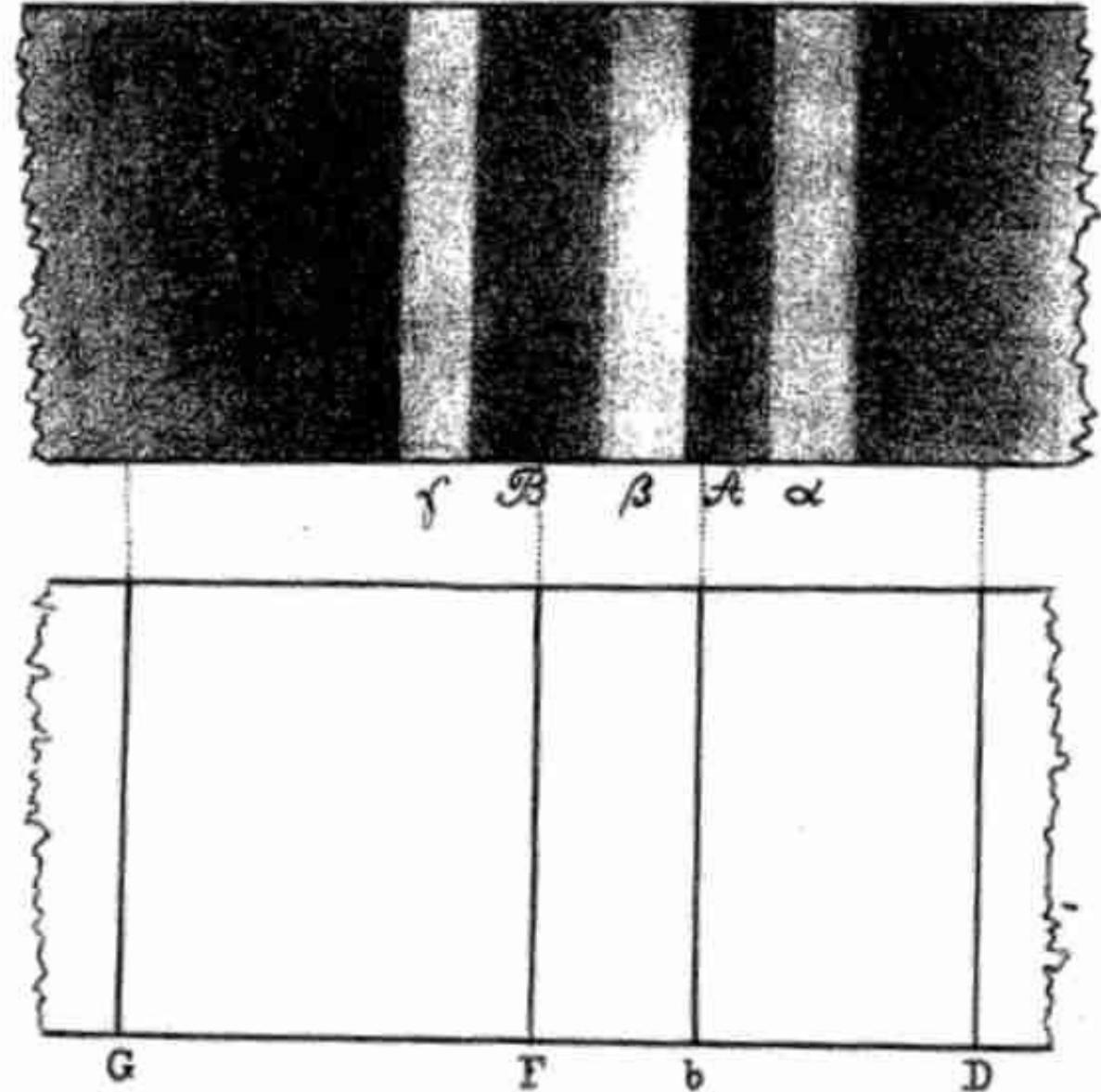
Premières observations de la composition des comètes

Giovanni Battista Donati (1826-1873) a été le premier astronome à enregistrer le spectre d'une comète.

Le spectre contenait trois caractéristiques dont on sait aujourd'hui qu'elles sont produites par des molécules de carbone diatomique (C_2).

D'autres observations effectuées au tournant du 20^{ème} siècle ont permis d'en savoir plus sur la composition chimique des comètes, en identifiant des ions sodium et une variété de molécules à base de carbone, d'oxygène et d'azote.

SPECTRE DE LA COMETE II DU 1864.



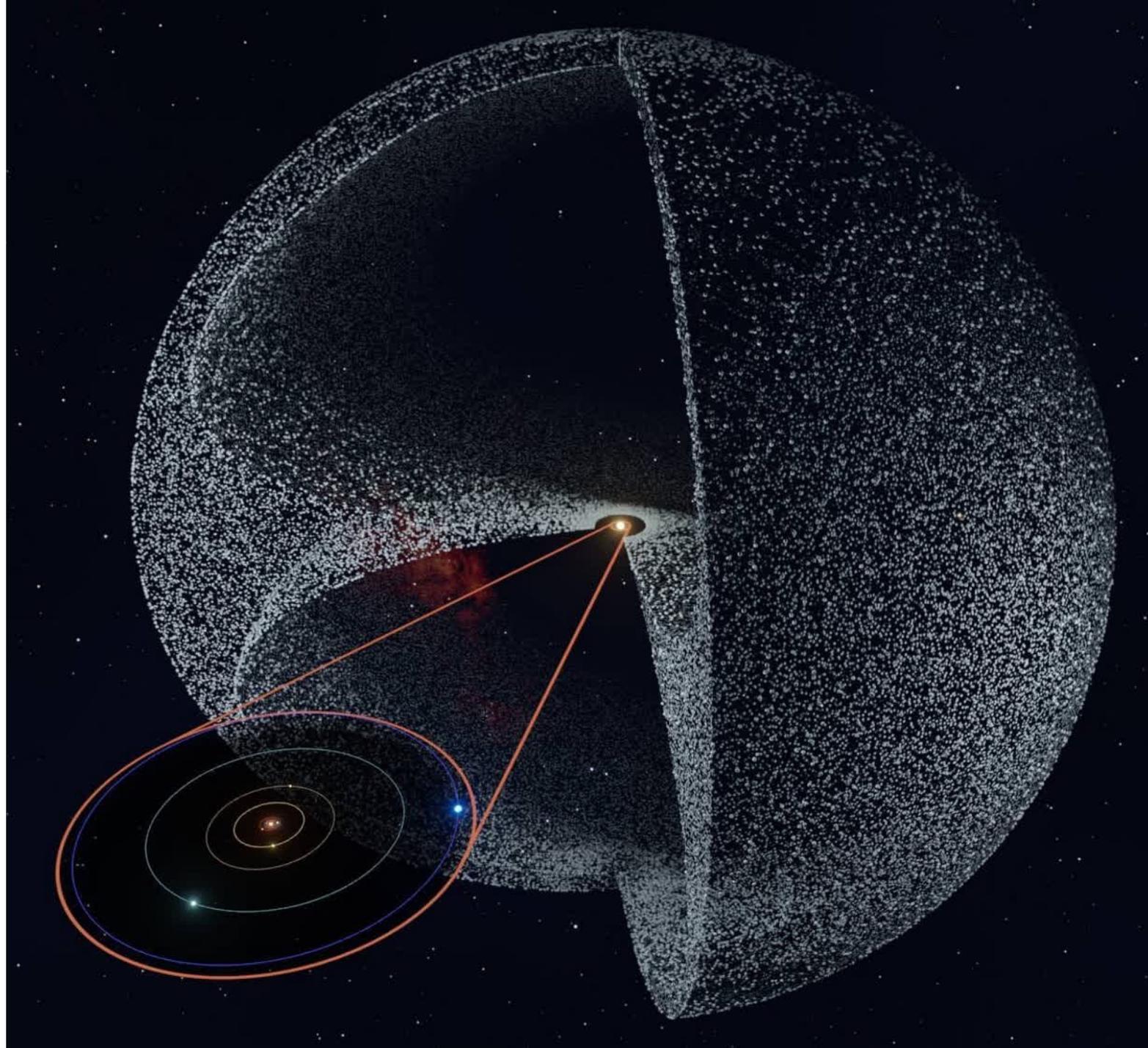
SPECTRE SOLAIRE.

La découverte de l'origine des comètes

En 1950 **Jan Oort** a établi que le système solaire est entouré d'un énorme nuage de comètes "dormantes" s'étendant sur une distance plus de mille fois supérieure aux orbites de Neptune et de Pluto

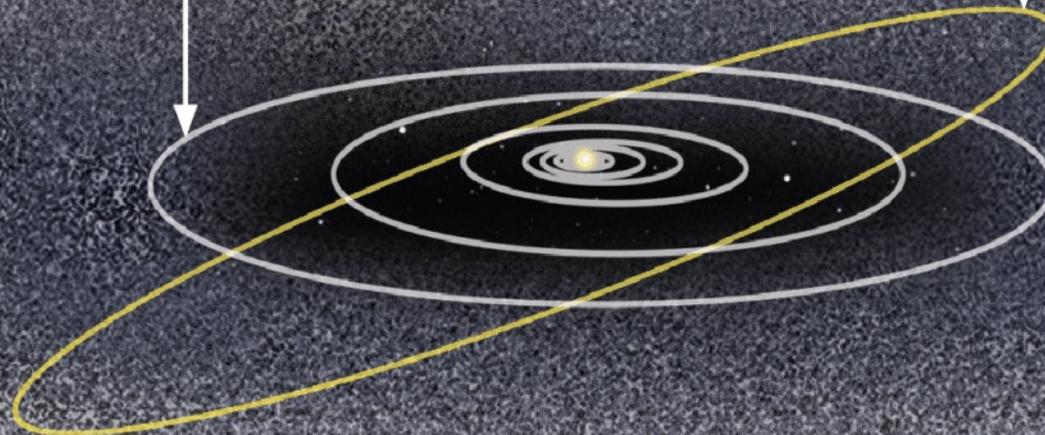
Lorsque le Soleil se déplace dans la galaxie, les étoiles passant près des limites extérieures de ce nuage peuvent perturber le mouvement de certaines de ces comètes endormies juste assez pour modifier leurs orbites et les projeter dans le système solaire interne.

Le nuage d'Oort n'ait jamais été observé directement mais les astronomes sont tout à fait certains de son existence.



Neptune's orbit

Pluto's orbit

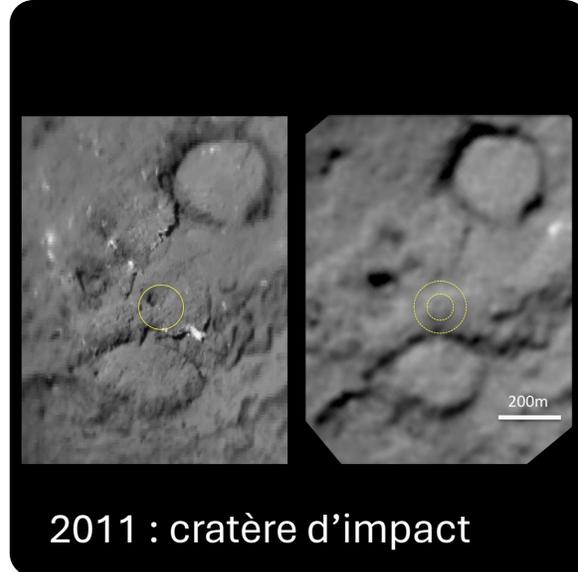


THE KUIPER BELT

Le nuage de Oort n'est pas le seul réservoir de comètes dans le système solaire.

En 1951 **Gerard Kuiper** a établi que l'apogée de la plupart des comètes ayant une période relativement courte est située dans une distribution aplatie, semblable à un anneau, qui commence juste à l'extérieur de l'orbite de Neptune.

Un objet de la « ceinture de Kuiper » a été observé pour la première fois en 1992 et des milliers d'autres ont été découverts depuis.

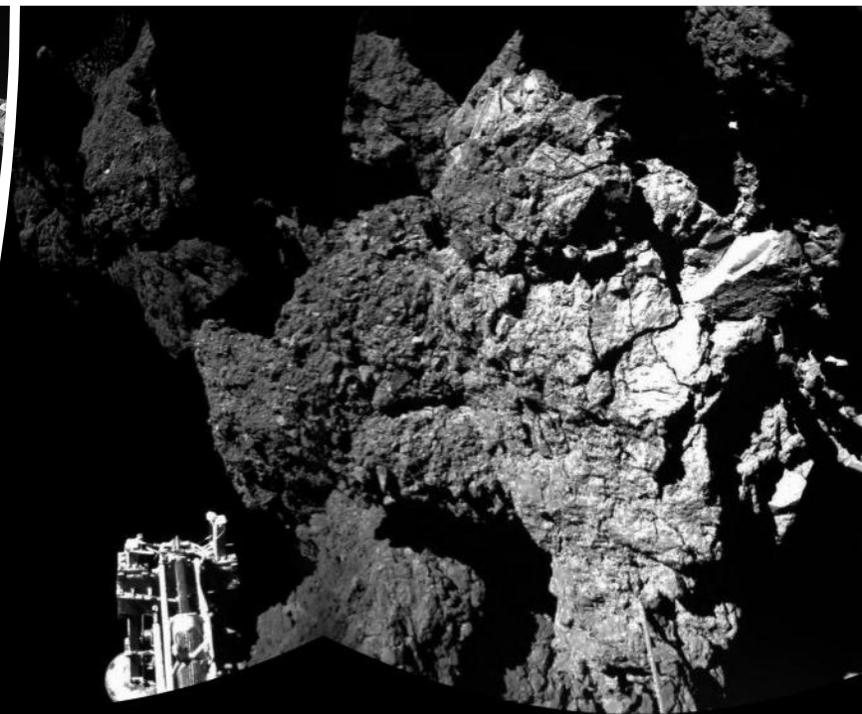
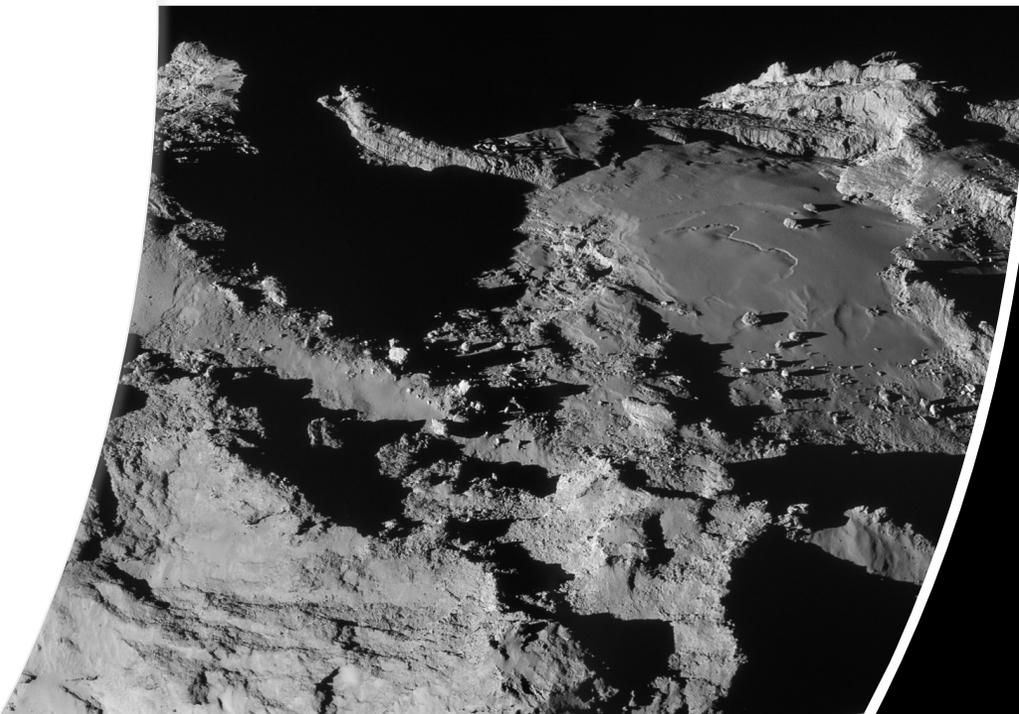
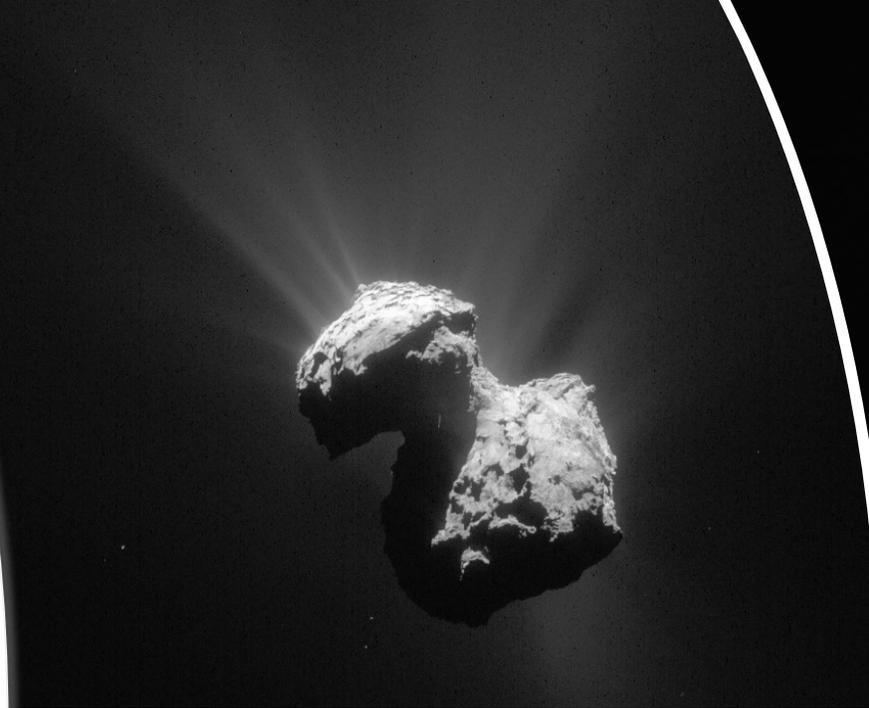


Le temps des sondes spatiales

- 1986: Giotto (ESA) survole le noyau de la comète de Halley à une distance de moins de 600 kilomètres.
- 2004: Stardust (NASA) survole la comète 81P/Wild et collecte des échantillons du coma de la comète été renvoyé sur Terre à l'aide d'une capsule en 2006.
- 2005: Deep Impact (NASA) enregistre des images et des données de la comète 9P/Tempel, puis largue un impacteur sur sa surface afin d'étudier la composition du sous-sol.
- 2011: Stardust (rebaptisée Stardust NEXT) (NASA) visite la comète 9P/Tempel et photographie le cratère qui avait été créé six ans plus tôt par Deep Impact.

Rosetta

En 2014, la mission Rosetta de l'ESA a été la première à effectuer un rendez-vous avec une comète, la première à suivre une comète sur son orbite autour du Soleil et la première à déployer un atterrisseur (Philae) à la surface d'une comète.



Sources et références

- Britannica:
<https://www.britannica.com/science/comet-astronomy/History>
- Bibliothèque de l'Observatoire de Paris
<http://cometes.obspm.fr/fr/sitemap.html>
- European Space Agency (ESA)
<https://sci.esa.int/web/rosetta/-/54200-on-the-origin-of-comets>
- NASA JPL
<https://www.jpl.nasa.gov/missions>