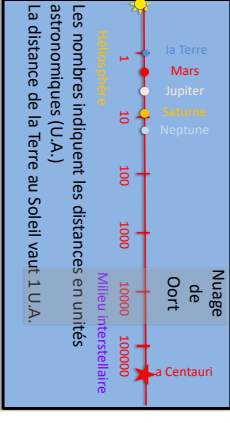




Ici on voit l'atterrisseur Philae déposé sur la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko par la sonde Rosetta en 2014 au bout d'un voyage de 10 ans (Crédit ESA).

On peut identifier directement les molécules se trouvant dans l'atmosphère ou à la surface d'une comète en prélevant un échantillon à l'aide d'une sonde spatiale et en l'analysant avec un spectrographe de masse.



Distances par rapport au Soleil des planètes, du Nuage de Oort et de l'étoile la plus proche, α Centauri.

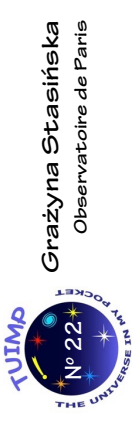
La composition chimique des glaces cométaires est révélée par l'analyse spectroscopique des comètes (voir tuimp 2) ou l'analyse directe (voir page ci-contre). On trouve de l'eau et de nombreuses molécules carbonées tel le monoxyde et le dioxyde de carbone, le méthane, l'alcool méthylique, le formaldéhyde, etc. Ces molécules se trouvent également dans les nuages du milieu interstellaire suggérant que l'hypothèse de Greenberg était correcte. 9

En 1982, Mayo Greenberg émit l'idée que les comètes sont des agrégats de poussières interstellaires qui n'ont pas été incorporés dans les planètes lorsque celles-ci se sont formées. Restées dans les zones les plus éloignées du système solaire, et donc les plus froides, les comètes auraient conservé la composition du nuage moléculaire dans lequel s'est formé le Soleil.

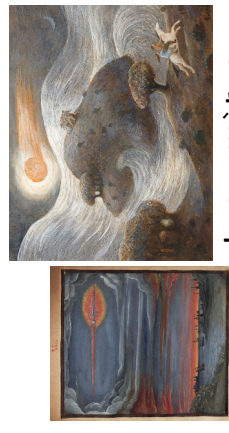
Les comètes, mémoire du Soleil



Les comètes



Grazyna Stasińska
Observatoire de Paris



Les comètes ont inspiré de nombreux peintres et poètes



Légendes au dos

Les recherches actuelles privilégient deux source possibles pour l'apport des « molécules de la vie » sur la Terre. Une source extraterrestre (comètes et chondrites carbonées), ou une source terrestre (le fond des océans). Le débat n'est pas tranché et il est possible que les deux sources coexistent.



Représentation artistique d'un impact de comète par Ben Crowden.



D'où viennent les comètes ?

En 1705, l'astronome anglais Edmond Halley émit l'hypothèse que la comète de 1682 était la même que celle qui avait été vue en 1531 et en 1607. La théorie de la gravitation élaborée par son ami Isaac Newton (voir tuimp 2) permettrait de l'expliquer et aussi de calculer quand aurait lieu la prochaine apparition. Halley fit les calculs et trouva que ce serait en 1758. La comète apparut en 1759, et on lui donna le nom de Halley. C'était un beau succès de la théorie de la gravitation. Halley présentait aussi que les comètes venaient d'un "réservoir de comètes". En 1950, Jan Oort montra que ce réservoir était situé à cent mille U.A. (voir tuimp 15) du Soleil et contenait probablement mille milliards de comètes. Ce réservoir fut appelé le nuage de Oort. 5

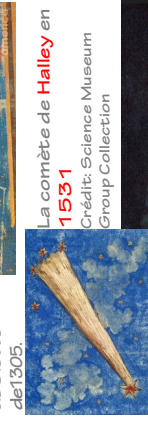
Les comètes et la vie

La moitié de la masse des comètes est constituée de molécules "organiques". C'est-à-dire de molécules contenant du carbone et de l'hydrogène et qu'on trouve dans les organismes vivants. En rencontrant un milieu favorable comme l'eau, elles pourraient donner naissance à des cellules vivantes.

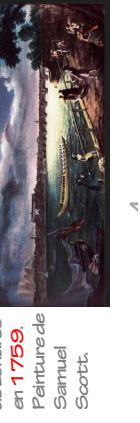
L'hypothèse que la vie sur Terre vient d'ailleurs - la panspermie - a été avancée par certains penseurs depuis plus de 2000 ans. Avec les découvertes de la composition chimique des comètes et des astéroïdes, et les expériences sur la résistance des molécules organiques et leur capacité à former des composés complexes, cette idée est maintenant prise au sérieux par les scientifiques. Les « germes » de la vie pourraient se propager dans l'espace, transportée par les poussières, les astéroïdes et les comètes. 13



La comète de Halley en 1066 dans la tapisserie de Bayeux (XIe siècle). La même année les Normands vainquirent les Anglais à la bataille de Hastings.



La comète de Halley en 1531 sur une fresque de Giotto de 1305.



La comète de Halley au-dessus de Londres en 1759. Peinture de Samuel Scott.



L'annonce que la queue de la comète de Halley palayverrait la Terre en Mai 1910 déclencha une hystérie collective.

2



Mocetzuma regardant la comète de 1519 juste avant la fin de l'empire Aztèque. Codex Duran, 1581



La comète de 1401 précéda un grand fléau en Allemagne. Image du Livre des Miracles (1552)



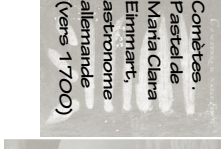
Le Livre de Sole de Maswangodi. Il date de la Ville siècle av. JC, et contient la description de 29 comètes apparues sur une période de plusieurs siècles.

Symbole de comète gravé dans la pierre il y a environ 3000 ans. Valcamonica, Italie.

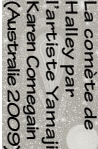
La structure des comètes Aujourd'hui, la nature des comètes est bien comprise. Elles sont constituées d'un **noyau** solide dont la taille est de quelques km. Ce noyau est constitué de glaces et de roches (de la glace sale, comme disait l'astronome Fred Whipple).

Lorsqu'elles s'approchent du Soleil, les comètes deviennent plus brillantes ; les glaces s'évaporent et produisent une atmosphère diffuse : la **coma**, qui peut dépasser un million de km de diamètre. Encore plus près de nous, la pression de radiation du Soleil et le vent solaire deviennent importants. Une **queue** de gaz et de poussières apparaît. Celle-ci ne dessine pas la trajectoire de la comète - contrairement au cas d'un ballon-comète (voir ci-contre). Comme la poussière répond à la pression de radiation mais que le gaz est affecté par le champ magnétique du vent solaire, les deux queues sont distinctes.

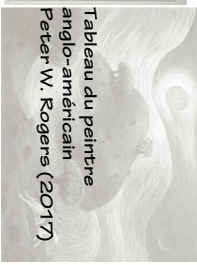
7



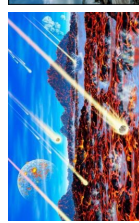
La comète Yakutskae au-dessus de l'église San Xavier del Bac en Arizona. Peinture de l'astronome américain Jim Scotti (1996)



Dans l'espace flottent les plantes Et se promènent les comètes. Poème de Eva. 11 ans (France)



Les océans recouvrent 71% de la surface de la Terre et contiennent 1,4x10¹⁸ tonnes d'eau. Une comète de 5 km de diamètre a une masse de 5x10¹¹ tonnes. En supposant une durée d'un milliard d'années, il aurait donc fallu 3 impacts par millénaire pour les remplir.



L'idée que toute l'eau des océans ait été apportée par des comètes ou des astéroïdes n'est cependant pas partagée par tous les scientifiques. Par exemple, certains pensent qu'elle proviendrait de géysers, semblables à ceux qu'on voit aujourd'hui, et qui auraient puisé l'eau de l'intérieur de la Terre.

10



TUMIP Creative Commons

Image de couverture: la comète Bennett, en 1970. Crédit: Akira Fujii/Davidmalin.com.

L'Univers dans ma poche N° 22

Ce mini-livre a été écrit en 2021 par Grazyna Stasziska et révisé par Dominique Bockelée-Morvan (toutes deux de l'Observatoire de Paris).

La Terre, l'eau et les comètes Lors de sa formation, la température de la Terre est tellement élevée que l'eau s'est évaporée et échappée. Mais alors d'où vient l'eau des océans? Depuis plus de trente ans, des travaux suggèrent que l'eau avait été apportée par des comètes ayant heurté la Terre. Or l'analyse des comètes a montré que l'eau qu'elles contiennent n'est pas identique à l'eau des océans : elle est plus riche en deutérium. De plus, alors que les premiers calculs donnaient un nombre suffisant d'impacts cométaires, des travaux récents les contredisent. Les chondrites carbonées, issues de la ceinture d'astéroïdes entre Mars et Jupiter devinent de meilleurs candidats. En 2011 on découvre que l'eau de la comète Hartley 2 ressemble à celle des océans. On pencha alors vers une combinaison des deux sources. Mais des hypothèses bien différentes sont aussi envisagées.

1

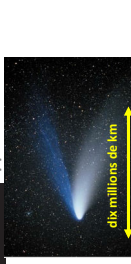
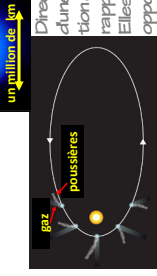
Voir des comètes dans le ciel Depuis les temps les plus reculés, les hommes ont été captivés par l'apparition d'astères inhabituels, frêles rébuleuses avec leur chevelure blonde, si différentes des points lumineux que sont les étoiles ou les planètes. A la différence des étoiles qui ont des positions relatives invariables, et des planètes dont la réapparition dans le ciel est régulière, l'apparition des comètes était tout à fait imprévue - ceci jusqu'au XVIIe siècle, comme nous le verrons. Est-ce pour cela que les comètes dans certaines cultures étaient associées à des divinités maléfiques ou à de mauvais présages ? L'apparition de comètes dans le ciel était souvent suivie d'une pluie de météores, ce qui ajoutait à leur caractère effrayant. Encore au XXe siècle l'approche de comètes peut causer des peurs irraisonnées.

3



Le noyau de la comète 67P/Tchourioumov-Guerassimenko prises par la sonde Rosetta en septembre 2014. (ESA)

La coma de la comète 17P/Holmes en 2007.



La queue d'un ballon-comète dessine sa trajectoire.

La comète Hale-Bopp en 1997 avec sa queue de plasma bleue et sa queue de poussières blanche. (Photo prise par des astronomes amateurs)

6