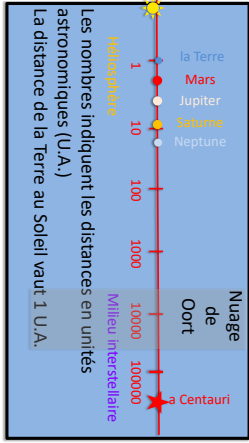




Ici on voit l'atterrisseur Philae déposé sur la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko par la sonde Rosetta en 2014 au bout d'un voyage de 10 ans (Crédit ESA).



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

Les comètes, mémoire du Soleil

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.

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** telle 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.

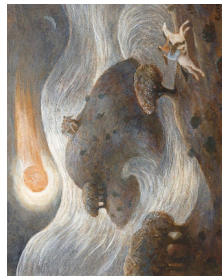
L'Univers dans ma poche



Les comètes



Grażyna Stasińska
Observatoire de Paris



Les comètes ont inspiré de nombreux peintres et poètes



Légendes au dos

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 « gemmes » de la vie pourraient se propager dans l'espace, transportée par les poussières, les astéroïdes et les comètes.



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. Crédit: Science Museum Group Collection



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

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) permettait 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 pressentit 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**.



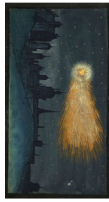
Moctezuma regardant la

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

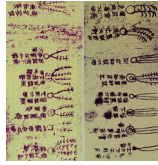


L'annonce que la queue de la comète de Halley balayerait la Terre en Mai 1910 déclencha une hystérie collective.

2



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



Le Livre de Sole de Maivandui. Il date du VIIe siècle av. J.C. et contient la description de 29 comètes apparues sur une période de plusieurs siècles



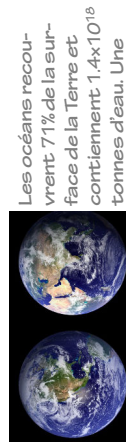
Symbole de comète gravé dans la pierre il y a environ 3000 ans. Valcamonica, Italie.

La structure des comètes

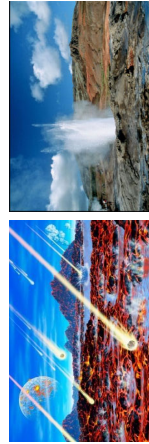
Aujourd'hui, la nature des comètes est bien comprise. Elles sont constituées d'un **noyau** solide dont la taille est de quelques km. Ce noyau est constitué de glaces et de roches (de la glace sale, comme disait l'astronome Fred Whipple).

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



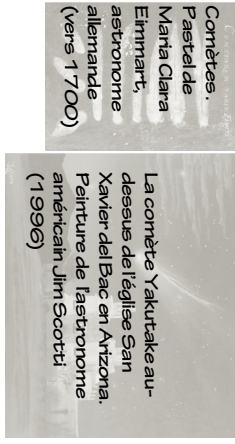
Les océans recouvrent 71% de la surface de la Terre et contiennent $1,4 \times 10^{18}$ tonnes d'eau. Une comète de 5 km de diamètre a une masse de 5×10^{11} tonnes. En supposant une durée d'un milliard d'années, il aurait donc fallu 3 impacts par millénaire pour les remplir.



Comètes impactant la jeune Terre (vision d'artiste) Le grand Geyser en Islande

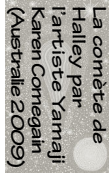
L'idée que toute l'eau des océans ait été apportée par des comètes ou des astéroïdes n'est cependant pas partagée par tous les scientifiques. Par exemple, certains pensent qu'elle proviendrait de geysers, semblables à ceux qu'on voit aujourd'hui, et qui auraient puisé l'eau de l'intérieur de la Terre.

10



Comètes. Pastiche de Maria Clara Elmhart, astronome allemande (vers 1700)

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



La comète de Halley par l'artiste Yamaji Karen Corgan (Australie 2009)

Dans l'espace flottent les planètes Et se promènent les comètes, Poème de Evie, 11 ans (France)



Venu : comète stylisée dans le livre des comètes (Flandre, 1587)

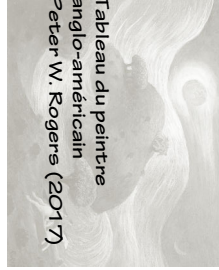


Tableau du peintre anglo-américain Peter W. Rogers (2017)



Pour en savoir plus sur cette collection et sur les thèmes présentés dans ce mini-livre tu peux visiter <http://www.tumlp.org>

TUMLP Creative Commons



L'Univers dans ma poche N° 22

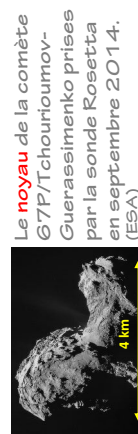
Ce mini-livre a été écrit en 2021 par Gracyna Stasinska et revu par Dominique Bockelée-Morvan (toutes deux de l'Observatoire de Paris).

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

La Terre, l'eau et les comètes

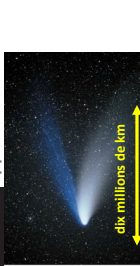
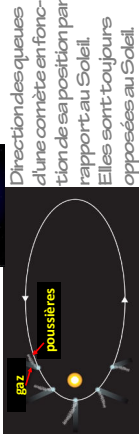
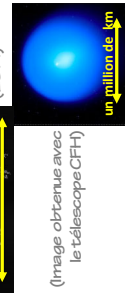
Lors de sa formation, la température de la Terre s'est tellement élevée que l'eau s'est évaporée et échappée. Mais alors d'où vient l'eau des océans? Depuis plus de trente ans, des travaux suggèrent que l'eau avait été apportée par des comètes ayant heurté la Terre. Or l'analyse des comètes a montré 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 devinrent de meilleurs candidats. En 2011 on découvrit 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



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

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



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

6

Voir des comètes dans le ciel

Depuis les temps les plus reculés, les hommes ont été captivés par l'apparition d'astres inhabituels, filets nébuleux avec leur chevelure blonde, si différents des points lumineux que sont les étoiles ou les planètes. A la différence des étoiles qui ont des positions relatives immuables, et des planètes dont la réapparition dans le ciel est régulière, l'apparition des comètes était tout à fait imprévisible - ceci jusqu'au XVIIIe siècle, comme nous le verrons.

Est-ce pour cela que les comètes dans certaines cultures étaient associées à des divinités maléfisantes 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