

N° 110

JANVIER
2020

LE CIEL DE RHUYS



MEILLEURS VOEUX 2020

EDITORIAL

L'année 2020 s'annonce riche en explorations spatiales notamment en direction de la planète Mars, de Jupiter, de la Lune, du Soleil menée par les plus grandes nations USA, Chine, Japon, Inde, Russie ... La France également y participera : Thomas Pesquet effectuera un nouveau séjour dans les étoiles, une fusée de la Nasa s'envolera vers la planète rouge pour y chercher de potentielles traces de vie. À son bord, un véhicule, nommé "rover Mars 2020", sera équipé de la "Super-Cam", une tête chercheuse développée par le Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux, une unité mixte de recherches rattachée à l'Université de Bordeaux et au CNRS.

La multiplication des engins spatiaux dans l'espace si elle contribue fortement aux connaissances de l'humanité, n'est cependant pas sans danger. Les projets Américains d'envoyer de très nombreux satellites sur des orbites basses terrestres afin de fournir des services de communications aux régions mal desservies présentent-ils une grave menace pour la protection du ciel ?

Les projets à court terme sont de 1 584 satellites puis 12 000 puis 42 000 pour Space X Oneweb -> 684 satellites, Amazon -> 3 236 satellites...

De nombreux astronomes s'inquiètent de cette pollution du ciel et de ses conséquences.

Certains se demandent si, à terme, il ne faudra abandonner l'astronomie au sol ?

D'autres jugent que la prolifération des satellites en orbite basse multiplierait le risque de collisions accidentelles et celui de réactions en chaînes du fait de la production des débris.

Il convient de rester vigilant sur ce sujet mais de ne pas communiquer de fausses informations insuffisamment étayées.

Les satellites ne sont gênants qu'au lever et qu'au coucher du Soleil, en pleine nuit ils ne peuvent réfléchir la lumière du Soleil. Par ailleurs tous ces satellites sont connus et répertoriés.

Pour l'instant il semble que ces projets sont conformes à la réglementation en vigueur, il faudra juger seulement sur les actes.

André Bourdet

Le ciel de janvier 2020

Sommaire:

- Le ciel du mois
- essaims étoiles filantes comètes
- Planètes,
- La Lune
- Carte du ciel
- Un trou noir de 40 milliards de masses solaires
- Mars le défi
- Cheops
- Bibliographie
- La constellation du mois
- Le saviez-vous!
- Enigmes
- Des livres à lire

Date	Heure	Description du phénomène
aaaa mm jj	hh:mm	
2020 01 01	17:41	Maximum de l'étoile variable delta de Céphée
2020 01 02	02:30	Lune à l'apogée (distance géoc. = 404580 km)
2020 01 02	21:29	Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
2020 01 03	05:45	PREMIER QUARTIER DE LA LUNE
2020 01 04	03:04	Pluie d'étoiles filantes : Quadrantides (120 météores/heure au zénith; durée = 16,0 jours)
2020 01 04	23:59	Rapprochement entre la Lune et Uranus (dist. topocentrique centre à centre = 4,7°)
2020 01 05	08:00	La Terre à son périhélie (distance au Soleil = 0,98325 UA)
2020 01 05	18:18	Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
2020 01 07	02:28	Maximum de l'étoile variable delta de Céphée
2020 01 07	20:22	Rapprochement entre la Lune et Aldébaran (dist. topocentrique centre à centre = 2,4°)
2020 01 09	17:58	Début de l'occultation de 13-mu Gem (magn. = 2,87)
2020 01 09	18:46	Fin de l'occultation de 13-mu Gem (magn. = 2,87)
2020 01 10	01:17	Opposition de l'astéroïde 192 Nausikaa avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,309 UA; magn. = 10,2)
2020 01 10	16:18	CONJONCTION SUPÉRIEURE de Mercure avec le Soleil (dist. géoc. centre à centre = 1,9°)
2020 01 10	20:21	PLEINE LUNE (éclipse de Lune par la pénombre entièrement visible à Nantes)

2020 01 10 23:57 Maximum de l'étoile variable zêta des Gémeaux

2020 01 11 02:35 Rapprochement entre la Lune et Pollux (dist. topocentrique centre à centre = 5,7°)

2020 01 12 01:10 Rapprochement entre la Lune et M 44 (dist. topocentrique centre à centre = 0,6°)

2020 01 13 14:19 CONJONCTION entre Pluton et le Soleil (dist. géoc. centre à centre = 0,7°)

2020 01 13 16:07 Opposition de l'astéroïde 511 Davida avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,621 UA; magn. = 9,8)

2020 01 13 16:17 CONJONCTION entre Saturne et le Soleil (dist. géoc. centre à centre = 0,0°)

2020 01 13 21:20 Lune au périgée (distance géoc. = 365958 km)

2020 01 15 07:17 Début de l'occultation de 3-nu Vir (magn. = 4,04)

2020 01 15 07:52 Fin de l'occultation de 3-nu Vir (magn. = 4,04)

2020 01 17 05:36 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2020 01 17 13:58 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE

2020 01 17 20:04 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée

2020 01 18 10:01 Rapprochement entre Mars et Antarès (dist. topocentrique centre à centre = 4,7°)

2020 01 18 15:43 Opposition de l'astéroïde 5 Astraea avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,112 UA; magn. = 9,3)

2020 01 20 02:25 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2020 01 21 03:34 Maximum de l'étoile variable zêta des Gémeaux

2020 01 22 07:38 Rapprochement entre la Lune et M 8 (dist. topocentrique centre à centre = 0,8°)

2020 01 22 23:14 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2020 01 23 04:52 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée

2020 01 24 22:42 NOUVELLE LUNE

2020 01 25 20:04 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2020 01 27 21:07 Rapprochement entre Vénus et Neptune (dist. topocentrique centre à centre = 0,1°)

2020 01 29 22:28 Lune à l'apogée (distance géoc. = 405393 km)

Etoiles filantes, essaims et comètes

Position des Quadrantides

Les Quadrantides (QUA) sont actives les premiers jours de l'année. Le taux horaire moyen (ZHR) est variable. Normalement de 120 météores par heure, le taux peut varier entre 60 et 200 par heure.

L'essaim météoritique des Quadrantides, observé pour la première fois en 1825, tire son nom du fait que les étoiles filantes semblent provenir d'un même point du ciel (le radiant) situé au nord de l'étoile *beta Bootis* (Nekkar), dans la région du ciel où l'astronome français Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande avait placé, au XVIIIe siècle, la constellation du Quadrant mural. Le radiant forme un triangle avec les étoiles *phi Herculis* et *beta Bootis*.

L'astéroïde 2003 EH1 semble être un sérieux candidat comme parent de l'essaim des Quadrantides.

Période d'activité : du 28 Décembre au 12 Janvier

Maximum : 04 Janvier Longitude solaire (λ) : 283.16°

position du radiant au moment du maximum

ascension droite (α) : 230°

déclinaison (δ) : $+49^\circ$

Vitesse (en km/s) : 41 r : 2.1 ZHR : 120 (peut varier ~60-200)

Astéroïde associé : 2003 EH1

Position des delta-Cancrides

Le radiant des delta-Cancrides (DCA) au moment du maximum d'activité de l'essaim est situé environ au même endroit que l'amas d'étoiles M44, l'amas de la Crèche. L'essaim produit de faibles météores lents, d'une vitesse de 30 km par seconde. Le taux horaire moyen (ZHR) est de 4 météores par heure au moment du maximum.

Les premières détections de cet essaim semblent avoir eu lieu en 1872 par les membres de l'Italian Meteoric Association, mais la preuve solide de l'existence de l'essaim a été fournie en 1971.

Période d'activité : du 01 au 24 Janvier

Maximum : 17 Janvier Longitude solaire (λ) : 297°

position du radiant au moment du maximum

ascension droite (α) : 130°

déclinaison (δ) : $+20^\circ$

Vitesse (en km/s) : 30 r : 3.0 ZHR : 4

Comète associée : C/1931 P1 (Ryves) ?

Visibilité des planètes

Mercure : Visible le soir en fin de mois (Le Sagittaire)

Vénus : visible au coucher (Sagittaire Capricorne)

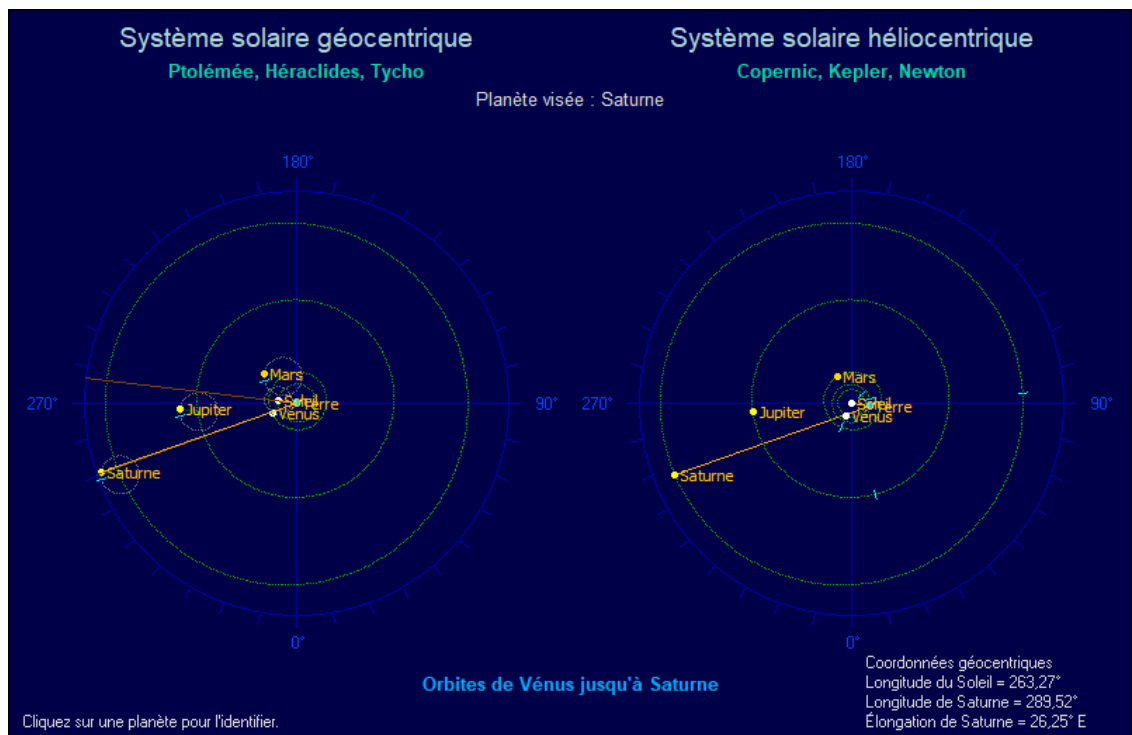
Mars : visible le matin (Scorpion)

Jupiter : bas le matin (Serpentaire Scorpion)

Saturne : suit le coucher du soleil (Sagittaire)

Uranus : visible au début de la nuit (Bélier)

Neptune : visible première partie de nuit (Verseau)



Les planètes à l'échelle en janvier 2020

Telles que vues dans un télescope avec le Nord vers le bas.

Échelle 0" 10" 20" 30" 40" 50" 60"

Mercure



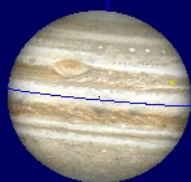
Mars



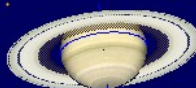
Vénus



15 janvier



Jupiter



Saturne



Uranus

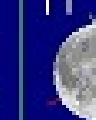


Neptune

Phases lunaires pour janvier 2020

Les phases sont affichées pour 0 h, heure normale de Nantes. Les traits jaunes indiquent l'orientation des pôles lunaires.

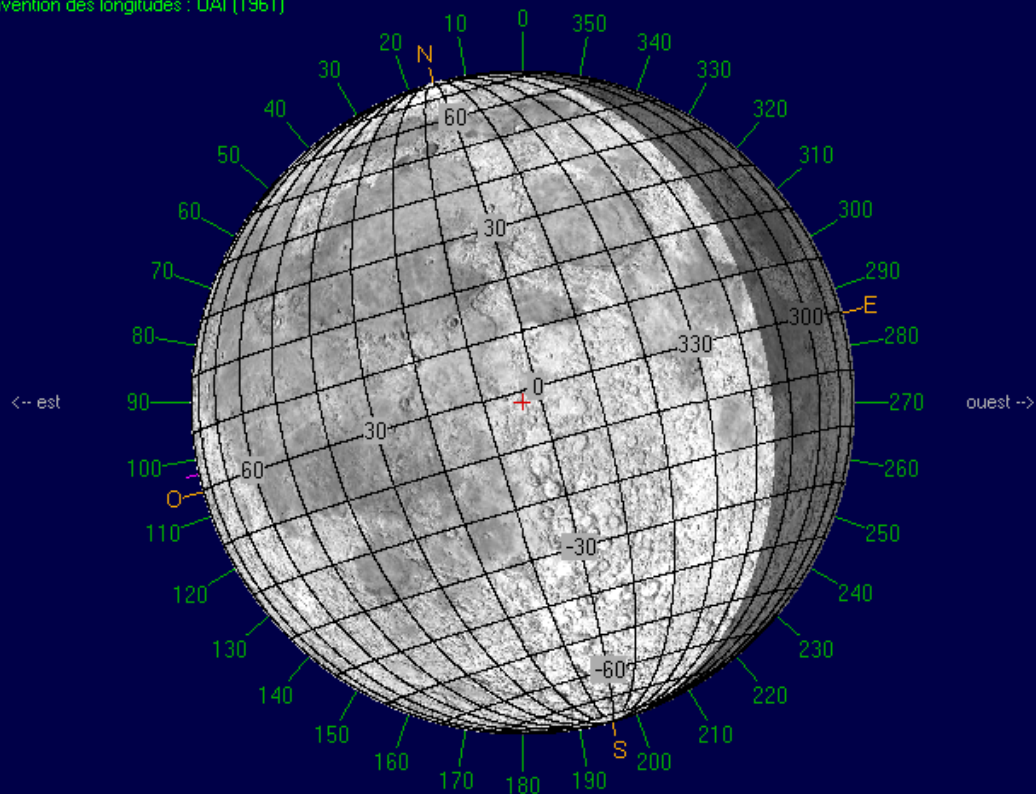
Le trait rouge indique la direction de la libration. Sa longueur est proportionnelle à l'intensité de la libration. Le Nord céleste est vers le haut.

Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
			1 	2 	3  PO à 05:45 HN	4 
5 	6 	7 	8 	9 	10  éclipse PL à 20:21 HN	11 
12 	13 	14 	15 	16 	17  DQ à 13:58 HN	18 
19 	20 	21 	22 	23 	24  ML à 22:42 HN	25 
26 	27 	28 	29 	30 	31 	

Carte de la Lune (vue topocentrique)

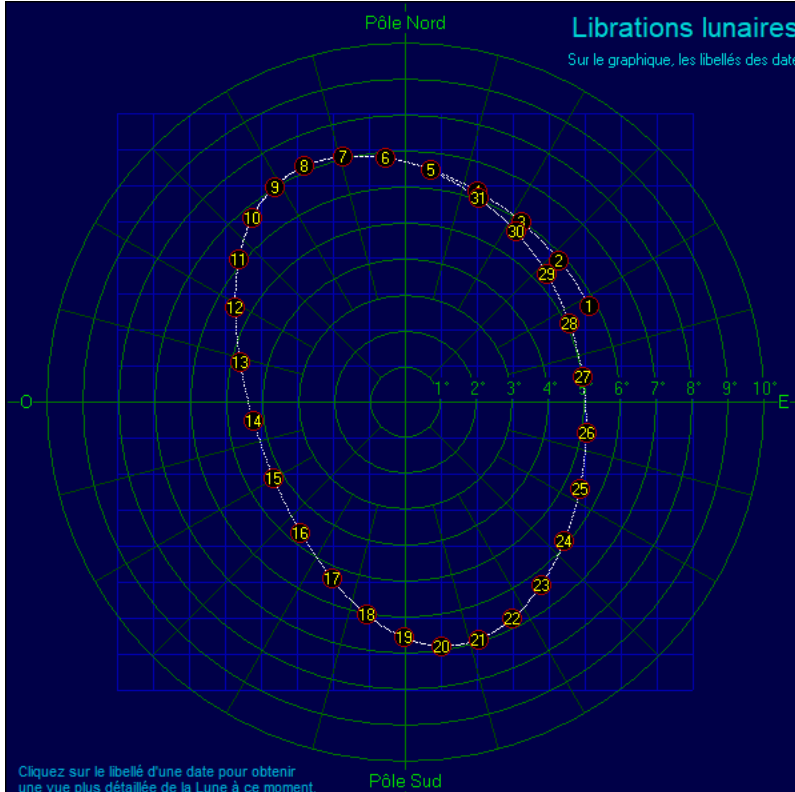
Angle de position du pôle Nord = $15,73^\circ$
 Angle de position du limbe éclairé = $102,61^\circ$
 Pourcentage d'illumination = 87,09%
 Convention des longitudes : UAI (1961)

Longitude sélénographique du centre du disque = $3,26^\circ$
 Latitude sélénographique du centre du disque = $-2,12^\circ$
 Longitude du terminateur du soleil couchant = $315,31^\circ$

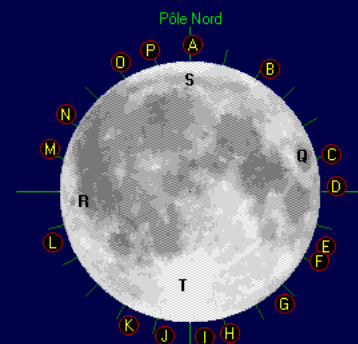


Librations lunaires géocentriques en décembre 2019

Sur le graphique, les libellés des dates correspondent au début de chaque jour, à 0 heure, heure normale.



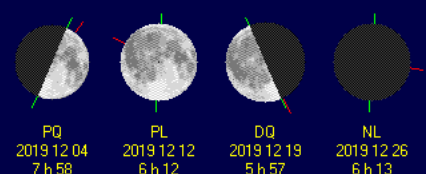
Cliquez sur le libellé d'une date pour obtenir une vue plus détaillée de la Lune à ce moment.



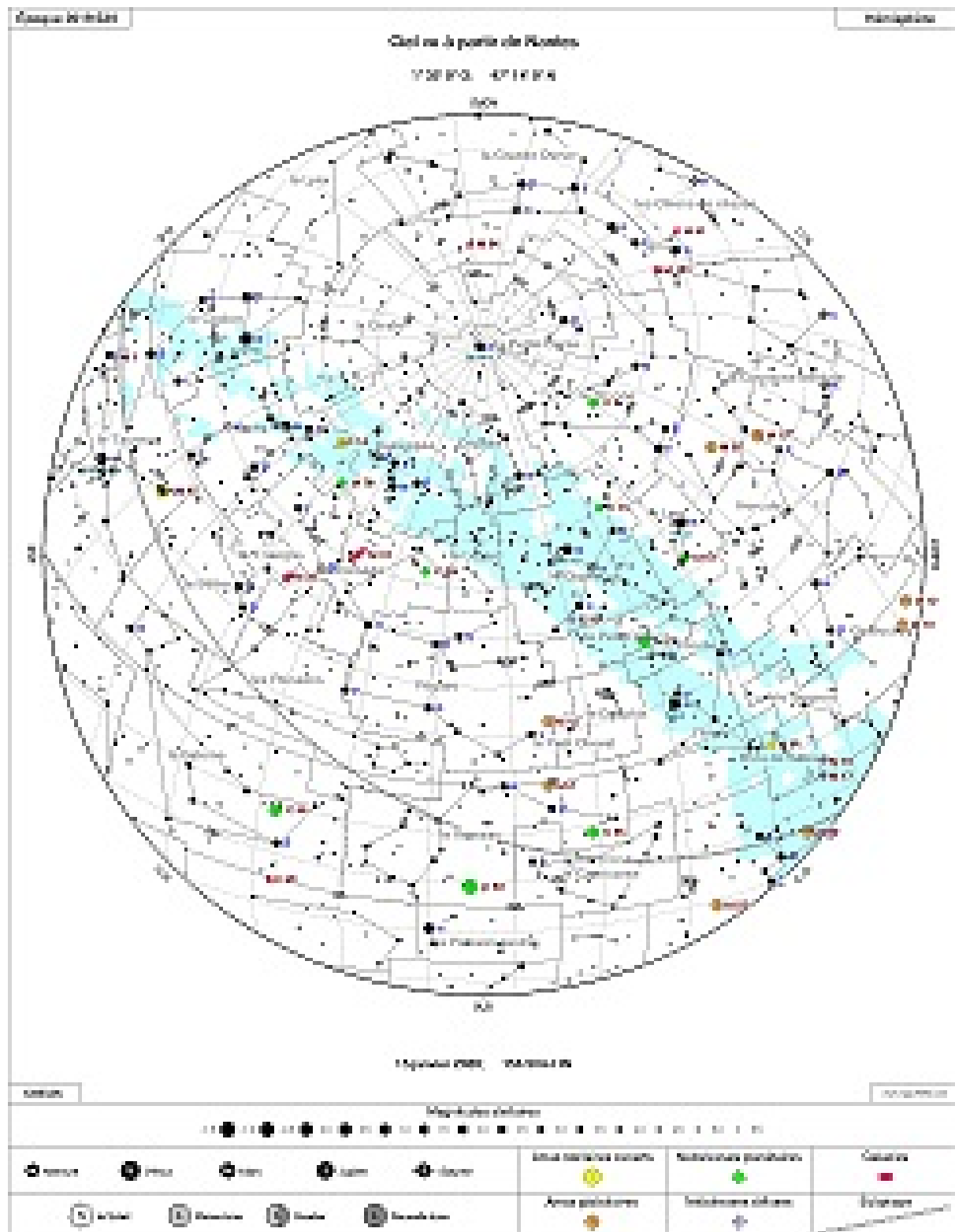
Formations proches du limbe lunaire

A : Peary	F : Humboldt	K : Hausen	P : Brianchon
B : Mare Humboldt	G : Lyot	L : Mare Orientale	Q : Mare Crisium
C : Mare Marginis	H : Hale	M : Einstein	R : Grimaldi
D : Mare Smythii	I : Amundsen	N : Röntgen	S : Mare Frigoris
E : Curie	J : Drygalski	O : Volta	T : Tycho

Phases lunaires durant le mois en heure normale



CARTE DU CIEL



Comment utiliser la carte du ciel

Si par exemple vous observez vers l'ouest, tenez la carte devant vous en plaçant le mot ouest vers le bas. Les constellations dessinées au-dessus de l'horizon Ouest vous font face sur le ciel. Le centre de la carte correspond au zénith, le point situé au-dessus de votre tête.

Une constellation représentée à mi-distance du centre et du bord de la carte est donc à égale distance de l'horizon et du zénith.

Un trou noir record de 40 milliards de masses solaires

Holm 15A* est un cousin extrême du trou noir supermassif de la Voie lactée, Sgr A*, qui contient 4 millions de masses solaires. Une publication officialise qu'il a bien battu le record - pour une masse de trou noir déterminée directement - avec un contenu équivalent à 40 milliards de fois la masse du Soleil.

À ce jour, la théorie de la relativité générale reste la meilleure théorie de la gravitation connue. Elle trône toujours au-dessus des nombreuses alternatives qui ont été proposées à la théorie relativiste de la gravitation découverte il y a plus d'un siècle par Albert Einstein. Ses prédictions les plus spectaculaires concernent, dans le désordre, la théorie du Big Bang, les ondes gravitationnelles et les trous noirs.

De ces astres compacts, que l'on peut considérer comme des solitons du champ de gravitation et dont les connexions avec la physique des particules élémentaires sont sans aucun doute très profondes mais aussi très mystérieuses, on ne connaît aucune limite à leur taille et à leur masse dans le cadre de la théorie d'Einstein. En fait, notre univers lui-même pourrait, dans un certain sens, être l'intérieur d'un trou noir associé à un espace-temps bien plus grand que celui de notre univers observable.

Si l'on tente de compléter la théorie de la relativité générale par sa version quantique - qui reste évasive -, des considérations générales, et donc sans doute robustes, laissent penser que les plus petits trous noirs possibles sont de l'ordre de la fameuse longueur de Planck et qu'ils participent à l'apparition et la disparition en particulier de paires de trous noirs virtuels microscopiques chargés, à l'instar des paires de particules et d'antiparticules en théorie quantique des champs.

Toujours est-il que les observations des astronomes nous ont fait découvrir l'existence des trous noirs supermassifs au cœur des grandes galaxies, qu'elles soient spirales ou elliptiques. Certains de ces trous noirs dépassent le milliard de masses solaires. Le record, mais avec des estimations indirectes, est pour l'instant détenu par TON 618 (66 milliards de masses solaires), un quasar qui est situé à proximité du pôle nord galactique dans la constellation des Chiens de chasse, à 10,4 milliards d'années-lumière de la Terre.

Chandra a observé en rayons X l'amas de galaxies

Video

<https://youtu.be/8t0mUQoSt9w>

Abell 85 qui contient la galaxie elliptique géante Holmberg 15A où se trouve le trou noir supermassif Holm 15A*. Pour obtenir une traduction en français assez fidèle, cliquez sur le rectangle blanc en bas à droite. Les sous-titres en anglais devraient alors apparaître. Cliquez ensuite sur l'écrou à droite du rectangle, puis sur « Sous-titres » et enfin sur « Traduire automatiquement ». Choisissez « Français ». © Chandra X-ray Observatory

Le record de masse déterminée directement pour un trou noir

Mais, aujourd'hui, une équipe d'astronomes, principalement de l'Institut Max-Planck de physique extraterrestre, situé à Garching bei München (à côté de Munich), vient de publier un article, d'abord mis en accès libre sur *arXiv*, dans le prestigieux *The Astrophysical Journal*. Les chercheurs y exposent la découverte du trou noir supermassif le plus important connu *via* une mesure, directe cette fois, de sa masse. Il est au centre d'une galaxie elliptique supergéante située à environ 700 millions d'années-lumière de la Voie lactée. Elle se nomme Holmberg 15A (Holm 15A) en référence à son découvreur le célèbre astronome et cosmologiste suédois Erik Holmberg, connu par ses travaux de pionnier sur la simulation analogique des interactions entre galaxies.

Techniquement, Holm 15A est un exemple de ce que l'on appelle en anglais une *Brightest Cluster Galaxy*, ou BCG. Basiquement, une BCG est définie comme la plus brillante galaxie dans un amas. Certaines d'entre elles sont les plus massives que l'on connaisse dans le cosmos observable. Elles peuvent contenir plusieurs dizaines de fois la masse de la Voie lactée. Il s'agit généralement de galaxies elliptiques. Elles se situent à proximité du centre géométrique et cinématique de l'amas galactique, là où se trouve aussi le maximum des émissions de rayons X associées au gaz intergalactique chaud d'un amas. Ainsi, Holmberg 15A est la BCG de l'amas de galaxies Abell 85.

La masse de Holm 15A* a été estimée à partir d'une méthode d'analyse de la distribution des positions et des vitesses des populations d'étoiles en orbite autour de ce trou noir supermassif. Cette distribution a été obtenue en étudiant les étoiles à l'aide de l'instrument Muse du VLT. Les calculs montrent que cette distribution correspondrait à une masse d'environ 40 milliards de fois celle du Soleil pour ce trou noir. La taille de l'horizon des événements associé est absolument gigantesque. Pour tenter de s'en faire une idée rappelons que Pluton est, en moyenne, à 39,5 unités astronomiques (UA) du Soleil. Or, le rayon de Schwarzschild de Holm 15A* serait d'environ 790 UA, soit 10.000 fois plus que celui du trou noir central de la Voie lactée Sgr A*.

Ces déterminations sont d'importance car elles pointent directement vers un scénario de formation des trous noirs supermassifs et en particulier dans le cas de Holm 15A*. Il est trop massif par rapport à la luminosité du cœur de la galaxie Holmberg 15A, lequel est d'ailleurs anormalement peu brillant. Tout s'explique dans le cadre du modèle des collisions entre galaxies elliptiques géantes suivies de la fusion de leurs trous noirs supermassifs respectifs.

La collision aurait alors conduit à éjecter bon nombres d'étoiles du cœur de la galaxie géante formée sur des orbites très elliptiques, dépeuplant en quelque sorte celui-ci.

CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les trous noirs supermassifs contiennent d'un million à plusieurs milliards de masses solaires.
- On les trouve dans un très grand nombre de galaxies elliptiques et spirales de grande taille.
- Plusieurs méthodes, directes et indirectes, permettent d'estimer la masse de ces monstres, comme l'étude des mouvements des étoiles en orbite autour d'eux.
- Le record pour l'estimation directe de la masse d'un trou noir supermassif est aujourd'hui battu par Holm 15A*, au cœur de la plus brillante galaxie de l'amas Abell 85.
- Holm 15A* contient 40 milliards de masses solaires pour un rayon de l'horizon des événements de 790 unités astronomiques (UA). Pluton est en moyenne à 39,5 UA du Soleil.

Laurent Sacco

Définition : « L' horizon des évènements » décrit l'ultime limite du trou noir au-delà de laquelle rien ne peut échapper à sa force gravitationnelle, même la lumière.

La sonde Parker Solar Probe bouleverse l'énigme de la couronne solaire

Parker Solar Probe, la sonde spatiale chargée de percer les mystères du Soleil, a effectué trois des 24 passages planifiés dans des parties de l'atmosphère solaire jamais encore explorées. Le 4 décembre 2019, quatre articles dans la revue *Nature* décrivent ce que les scientifiques ont appris et les surprises sont au rendez-vous.

Les physiciens solaires analysant les résultats de la mission Parker Solar Probe (certains sont Français et membres du CNRS), la première mission spatiale à pénétrer littéralement dans l'atmosphère solaire lancée avec succès le 12 août 2018 à partir de Cap Canaveral, viennent de publier dans *Nature* leurs conclusions au sujet des premières données collectées par la sonde de la Nasa. Rappelons que les deux objectifs principaux de cette mission sont de mieux comprendre l'énigme du chauffage de la couronne solaire et de percer les secrets de la production du vent solaire pour la constitution d'une météorologie spatiale fiable.

Pour comprendre en quoi consiste l'énigme du chauffage de la couronne solaire, imaginez quelle serait votre stupéfaction si vous découvriez subitement qu'il est possible de faire bouillir de l'eau en posant une casserole sur un bloc de glace ! La température de surface du Soleil est d'environ 6.000 kelvins mais celle de la couronne - la partie principale de son atmosphère qui s'étend sur des millions de kilomètres - dépasse, elle, le million de degrés. Le fait est connu depuis plus de 70 ans et l'idée est même venue qu'il s'agissait peut-être d'une violation du second principe de la thermodynamique, lequel veut que la chaleur se propage toujours spontanément d'un corps chaud à un corps froid. C'est difficile à croire tellement ce principe est un des piliers de la physique, sauf, éventuellement, dans le nanomonde.

Une présentation de la mission Parker Solar Probe sur la durée prévue de la mission de la sonde qui frôlera à 24 reprises le Soleil, allant jusqu'à seulement 8,8 rayons solaires de sa surface. © euronews

VIDEO :

<https://youtu.be/gwXUPgTptVg>

Une météorologie solaire pour protéger la terre

Il existait pourtant des solutions possibles bien moins révolutionnaires comme ont commencé à le comprendre de grands astrophysiciens comme Evry Schatzman dès les années 1940. Des ondes s'élevant de la surface du Soleil peuvent chauffer la couronne. Parmi les candidats très tôt proposés figuraient les ondes d'Alfvén, découvertes par le prix Nobel de physique suédois Hannes Alfvén en couplant les équations de Maxwell de l'électromagnétisme avec les équations de Navier-Stokes de l'hydrodynamique. Ces dernières décennies, on a annoncé à plusieurs reprises que des percées importantes avaient été accomplies pour résoudre l'énigme de la couronne mais il reste encore du travail pour être sûr que l'on comprend vraiment ce qui se passe. La prudence s'impose en effet car l'on sait que l'Univers est souvent surprenant, déjouant les théories qui semblaient trop plausibles pour ne pas être vraies.

Pour comprendre pourquoi l'établissement d'une véritable météorologie solaire, capable de prédire les occurrences des éruptions solaires et des éjections de masse coronale qui peuvent les accompagner, est important, il faut se rappeler que notre civilisation est sans cesse plus dépendante des technologies électriques et de l'information, que ce soit sous la forme des réseaux électriques et de télécommunications au sol, qu'avec les satellites en orbite. Même si en moyenne une tempête solaire ne se produit qu'une fois par an, on sait que les perturbations magnétiques engendrées pourraient être si violentes qu'elles pourraient aller jusqu'à entraîner une coupure du Web ou une collision entre avions de ligne en raison d'une erreur sur leurs signaux GPS. Les satellites sont aussi vulnérables à ce que l'on appelle des électrons tueurs. Pour limiter les conséquences des tempêtes solaires en prenant des mesures adéquates, il faudrait donc déterminer leurs amplitudes et à quel moment elles arrivent sur Terre ou au contact de voyageurs interplanétaires, par exemple des colons martiens en transit.

Les éruptions solaires et leurs dangers. Pour obtenir une traduction en français assez fidèle, cliquez sur le rectangle blanc en bas à droite. Les sous-titres en anglais devraient alors apparaître. Cliquez ensuite sur l'écrou à droite du rectangle, puis sur « Sous-titres » et enfin sur « Traduire automatiquement ». Choisissez « Français ». © ScienceAtNasa

VIDEO :

<https://youtu.be/twB62NYsalg>

Même si les réseaux électriques sont mieux protégés aujourd'hui, il est bon de se rappeler que le 13 mars 1989, au Québec, une éruption solaire a provoqué l'arrêt des centrales électriques pendant neuf heures. Or on sait que le Soleil est capable de colères bien pires car en 1859 s'est produite la plus grande tempête solaire connue de l'humanité. Parfois appelée événement de Carrington, du nom de l'astronome britannique ayant observé une spectaculaire augmentation de l'activité de la surface du Soleil, elle s'est accompagnée d'aurores polaires visibles jusque dans les Caraïbes et aux États-Unis où l'on pouvait alors lire le journal en pleine nuit à Boston.

Pour atteindre ses objectifs, la mission Parker Solar Probe devait se rapprocher de la couronne solaire pour mesurer au plus près les caractéristiques du vent solaire dont l'existence avait été prédite en 1957 par l'astrophysicien états-unien Eugene Parker, mais qui fut découverte dans l'espace interplanétaire par la mission russe Luna 1 en janvier 1959. Les instruments de Parker Solar Probe devaient mesurer les champs électriques et magnétiques locaux présents dans le plasma du vent solaire ainsi que les vitesses des particules dans ce plasma. Pour mémoire, ce plasma est constitué majoritairement de protons et d'électrons mais aussi de noyaux d'hélium, et dans une moindre mesure d'ions correspondants à bien des éléments connus sur Terre.

Au voisinage de la Terre, le vent solaire se comporte comme un flux de particules émis radialement, un peu comme l'écoulement stable et laminaire d'un fluide. Mais les astrophysiciens savaient que plus près du Soleil, les choses devaient être différentes, toute la question était de savoir dans quelles mesures. En effet, le Soleil tourne et il génère un champ magnétique dont les lignes de champ doivent entraîner les particules chargées, de sorte que le vent solaire doit exhiber lui-aussi une rotation.

Plus près de la couronne solaire, on pouvait aussi espérer surprendre des phénomènes renseignant sur les mécanismes d'accélération des particules du vent solaire et sur le chauffage de la couronne solaire. Au voisinage de la Terre, la trace de ces phénomènes devait avoir été largement effacée par le voyage depuis le Soleil.

La mission Parker Solar Probe a mis en évidence un vent solaire beaucoup plus turbulent que prévu à sa source comme l'explique Justin Kasper. Pour obtenir une traduction en français assez fidèle, cliquez sur le rectangle blanc en bas à droite. Les sous-titres en anglais devraient alors apparaître. Cliquez ensuite sur l'écrou à droite du rectangle, puis sur « Sous-titres » et enfin sur « Traduire automatiquement ». Choisissez « Français ». © Michigan Engineering

VIDEO :

<https://youtu.be/wUr0CRjQjfQ>

Un vent solaire plus chaotique et turbulent que prévu

Les chercheurs n'ont pas été déçus comme l'explique, dans un communiqué de la Nasa, Stuart Bale, de l'université de Californie à Berkeley, en charge de la suite d'instruments baptisée FIELDS de Parker Solar Probe : « *La complexité était époustouflante lorsque nous avons commencé à examiner les données... Maintenant, je me suis habitué. Mais quand je les montre à mes collègues pour la première fois, ils sont tout simplement stupéfaits.* ».

Les physiciens solaires ont en effet mis en évidence dans les mesures de Parker Solar Probe que localement et transitoirement (de quelques secondes à quelques minutes) les lignes de champ magnétique pouvaient se courber au point de pointer en direction du Soleil. Ils constatent aussi l'apparition de jets de matière où les vitesses des particules sont plus importantes, de sorte qu'il est clair que le vent solaire est beaucoup plus impulsif et instable que ce que nous voyons près de la Terre.

Justin Kasper, un collègue de Stuart Bale de l'université du Michigan à Ann Arbor mais qui lui dirige l'équipe en charge d'un autre instrument, Sweap, est lui aussi surpris sur les implications des données obtenues concernant la rotation du vent solaire et le comportement des ondes d'Alfvén dans celui-ci. Le chercheur explique en effet que *« Ces ondes ont été vues dans le vent solaire depuis le début de l'ère spatiale, et nous avons supposé que la puissance de ces ondes se renforcerait en s'approchant du Soleil, mais nous ne nous attendions pas à les voir s'organiser en ces pics de vitesse structurés et cohérents... Cela va changer radicalement nos théories sur la façon dont la couronne et le vent solaire sont chauffés »*.

Kasper mentionne une autre surprise, celle-là concerne la distance à laquelle on s'attendait à voir la rotation du vent solaire : *« À notre grande surprise, alors que nous approchons du Soleil, nous avons déjà détecté des écoulements rotationnels importants - 10 à 20 fois supérieurs à ceux prédits par les modèles standard du Soleil... Il nous manque donc quelque chose de fondamental dans les théories concernant le Soleil et la façon dont le vent solaire s'échappe... Cela a d'énormes implications. Les prévisions météorologiques spatiales devront rendre compte de ces flux si nous voulons être en mesure de prédire si une éjection de masse coronale frappera la Terre ou des astronautes se dirigeant vers la Lune ou Mars. »*.

Une présentation des premières découvertes de la mission Parker Solar Probe. Pour obtenir une traduction en français assez fidèle, cliquez sur le rectangle blanc en bas à droite. Les sous-titres en anglais devraient alors apparaître. Cliquez ensuite sur l'écrou à droite du rectangle, puis sur « Sous-titres » et enfin sur « Traduire automatiquement ». Choisissez « Français ». © Nasa Goddard

VIDEO :

<https://youtu.be/ReQAUocScw0>

L'évaporation de la poussière zodiacale

Parker Solar Probe a également fourni des informations sur la poussière zodiacale, c'est-à-dire la poussière interplanétaire que l'on trouve dans le plan de l'écliptique autour du Soleil et qui est à l'origine de la lumière zodiacale. C'était le sujet de thèse de Brian May, le guitariste légendaire du groupe Queen, thèse qu'il a terminée en 2008, ce qui fait que Brian May est docteur en astrophysique.

Cette poussière dans le Système solaire a une origine et des sources diverses. Il peut s'agir de celle laissée par sa formation ou provenant de l'espace interstellaire mais nous savons aussi que le dégazage des comètes en approche du Soleil et les collisions entre astéroïdes, dans la fameuse ceinture principale entre Mars et Jupiter, apportent des contributions très importantes. On s'attendait à ce qu'à une distance suffisamment proche du Soleil la température soit si élevée qu'elle provoquerait la vaporisation de ces poussières, ce qui conduirait à la formation d'un disque interne qui en serait dépourvu. Or, déterminer précisément où se trouve cette limite peut renseigner sur la composition de la poussière elle-même et indiquer comment les planètes se sont formées dans le jeune Système solaire.

C'est précisément ce qu'a permis de faire Parker Solar Probe en détectant les premiers signes de l'évaporation de cette poussière, phénomène qui doit se poursuivre régulièrement en s'approchant de notre étoile, de sorte que la sonde devrait observer finalement le bord de la région où l'évaporation est complète en 2020.

Définition :

La lumière zodiacale est le reflet des rayons du Soleil sur les particules microscopiques de poussière-zodiacale errant entre les planètes du Système solaire dans le vestige de son disque protoplanétaire. Elle se présente comme une pâle lueur en forme d'arche, comme ici observée dans le désert de l'Atacama. © ESO, Y. Beletsky

VOIR PHOTO CI DESSOUS



CE QU'IL FAUT RETENIR

- La sonde Parker Solar Probe a été lancée le 12 août 2018. Elle s'approchera aussi près du Soleil que lui permet la technologie.
- En 2024, sur une orbite elliptique, elle s'approchera à moins de six millions de kilomètres de la « surface » du Soleil.
- Avec ses quatre instruments, elle étudiera la couronne solaire où naît le vent solaire, découvert par Eugene N. Parker.
- Son but est de mieux comprendre le Soleil et son atmosphère pour prédire les éruptions solaires et permettre de mieux s'en protéger. Nos systèmes électroniques y sont en effet sensibles.

- Elle a montré qu'au départ de la couronne solaire, le vent solaire était plus turbulent et chaotique que prévu.

Laurent Sacco

Cheops : lancement réussi du satellite

Lire la bio

Julie Kern

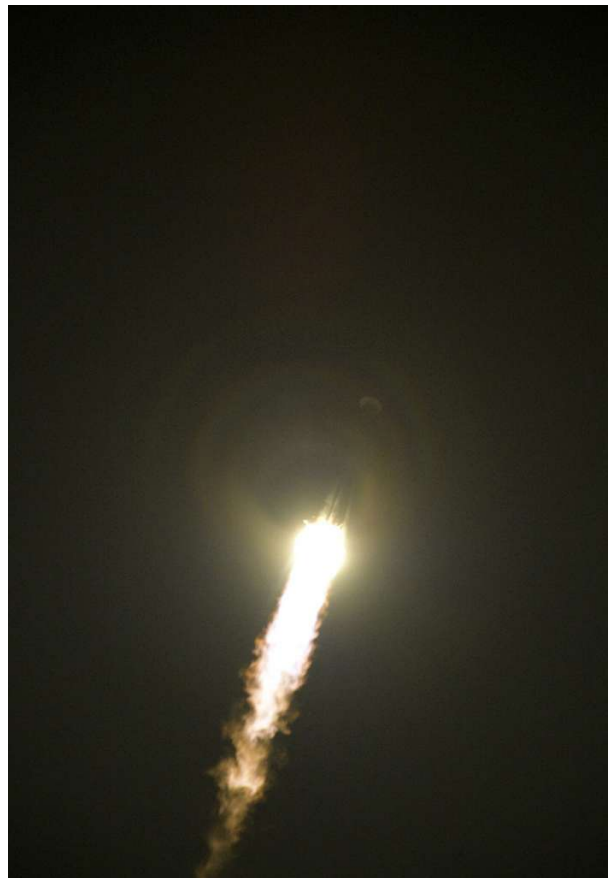
Rédactrice scientifique

Publié le 18/12/2019

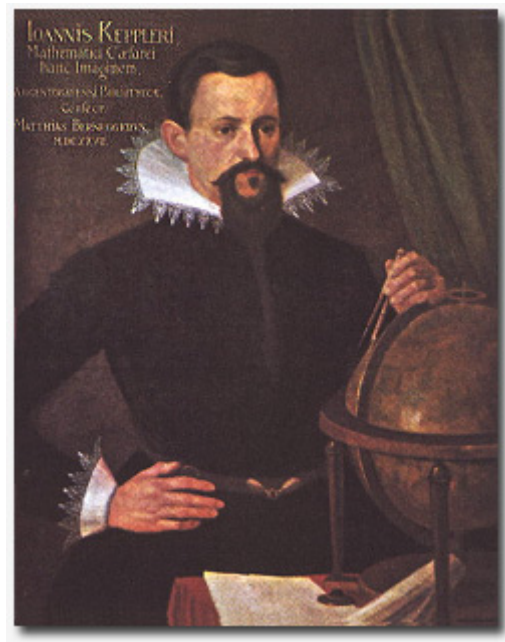
Modifié le 19/12/2019

Après avoir été reporté hier, le vol de la fusée Soyouz VS 23 qui transporte le satellite Cheops a décollé sans encombre de Guyane à 9 h 54 (heure de Paris). Voici en images le départ de Cheops pour l'espace ! Plus de peur que mal ! Le lanceur Soyouz SV23 qui transporte sous sa coiffe le satellite Cheops de l'Agence spatiale européenne, a décollé sans encombre de Kourou en Guyane à 9 h 54 heure de Paris ce matin après un report de 24 heures. Aux dernières nouvelles, l'ESA a pu communiquer avec Cheops, près de trois heures après le départ de la fusée à 12 h 43 (heure de Paris). Désormais en orbite autour de la Terre, le satellite semble opérationnel et pourra débiter sa chasse aux exoplanètes. Voici quelques images marquantes du début de la mission européenne.





Johannes Kepler (1571 – 1630)



Johannes Kepler (ou Keppler), né le 27 décembre 1571 à Weil der Stadt dans le Bade-Wurtemberg et mort le 15 novembre 1630 à Ratisbonne en Bavière, est un astronome célèbre pour avoir étudié et confirmé l'hypothèse héliocentrique (la Terre tourne autour du Soleil) de Nicolas Copernic, et surtout pour avoir découvert que les planètes ne tournent pas en cercle parfait autour du Soleil mais en suivant des ellipses.

Il a découvert les relations mathématiques (dites Lois de Kepler) qui régissent les mouvements des planètes sur leur orbite. Ces relations sont fondamentales car elles furent plus tard exploitées par Isaac Newton pour élaborer la théorie de la gravitation universelle. Il faut toutefois noter que bien qu'il ait vu juste quant à la forme des orbites planétaires, Kepler expliquait les mouvements des planètes non pas par la gravité mais par le magnétisme.

Il a enfin accordé une attention majeure à l'optique en synthétisant en 1604 les principes fondamentaux de l'optique moderne comme la nature de la lumière, la chambre obscure, les miroirs (plans et courbes), les lentilles ou la réfraction.

L'astéroïde (1134) Kepler a été nommé en son honneur. La supernova SN 1604, a été aussi appelée Supernova de Kepler, ou Étoile de Kepler, car restée visible un an après son explosion de 1604, Kepler en rédigea la description la plus précise.

Enfin, en hommage au grand astronome, la NASA a donné son nom au télescope spatial Kepler qui a pour mission pendant quatre ans de détecter des exoplanètes telluriques et autres petits corps orbitant près des étoiles de notre galaxie, la *Voie lactée*. Le télescope doit être lancé en octobre 2008^[1].

Biographie

Kepler naît au sein d'une famille de religion protestante luthérienne, installée dans la ville de Weil der Stadt au Bade-Wurtemberg. Né prématurément à sept mois et hypocondriaque de nature chétive, il souffre toute sa vie d'une santé fragile. À l'âge de trois ans, il contracte la petite vérole, ce qui, entre autres séquelles, affaiblit sévèrement sa vue.

La famille Kepler est peu ordinaire et son ambiance n'est pas des plus saines. Le père, Heinrich Kepler, est mercenaire dans l'armée du duc de Wurtemberg, et toujours en campagne, étant ainsi rarement présent à son domicile. La mère, Catherine — que Kepler qualifie lui-même de « petite, maigre, sinistre et querelleuse » — avait été élevée par une tante qui finit sur le bûcher pour sorcellerie. Kepler a deux cadets : sa sœur, Margarete, dont il reste proche, et Christopher, qui lui fut toujours antipathique.

De 1574 à 1576, il vit avec son petit frère Heinrich — épileptique — chez ses grands-parents, alors que son père est en campagne et que sa mère est partie à sa recherche.

Au retour de ses parents, Kepler déménage à Leonberg et entre à l'école latine en 1577. Ses parents lui font découvrir l'astronomie. Ainsi, en 1577, sa mère l'emmène en haut d'une colline pour observer le passage d'une comète. De son côté, son père lui montre l'éclipse de Lune du 31 janvier 1580, et comment cette dernière devint toute rouge. Kepler étudia plus tard ce phénomène et l'expliqua dans l'un de ses ouvrages sur l'optique.

À nouveau parti en guerre en 1589, son père disparaît à jamais.



Le cloître de Maulbronn

Kepler ne termine son premier cycle de trois années qu'en 1583, retardé notamment à cause de son emploi comme journalier agricole, entre neuf et onze ans. En 1584, il entre au Séminaire protestant d'Adelberg, puis, deux années après, au Séminaire supérieur de Maulbronn.

Il y obtient son diplôme de fin d'études et entre en 1589 à l'université de Tübingen. Là, il étudie d'abord l'éthique, la dialectique, la rhétorique, le grec, l'hébreu, l'astronomie et la physique, puis la théologie et les sciences humaines. Il y poursuit ses études après obtention d'une maîtrise en 1591. Son professeur de mathématiques, l'astronome Michael Maestlin, lui enseigne le système héliocentrique de Copernic, qu'il réservait aux meilleurs étudiants, les autres devant alors se contenter du système géocentrique de Ptolémée, qui place la Terre au centre du monde. Kepler devient ainsi un copernicien convaincu et reste très proche de son professeur ; il n'hésite pas à lui demander aide ou conseil pour ses travaux.



Portrait de Johannes Kepler.

Alors que Kepler projette de devenir ministre luthérien, l'école protestante de Graz demande un professeur de mathématiques. Il abandonne alors ses études en théologie pour prendre le poste et quitte Tübingen en 1594. À Graz, Il publie des almanachs avec des prédictions astrologiques. À l'époque, la distinction entre science et croyance n'est pas encore clairement établie et le mouvement des astres, encore assez méconnu, est gouverné par les lois divines.

Kepler se maria deux fois. Une première fois par intérêt, le 27 avril 1597, avec Barbara Müller, qui décède en 1612, tout comme deux de leurs cinq enfants — âgés d'un et de deux mois à peine. Ce mariage, organisé par ses proches, l'unit à une femme au caractère exécrable qu'il qualifie de « grasse et simple d'esprit ». Un autre de ses fils meurt à l'âge de sept ans. Seuls sa fille Susanne et son fils Ludwig survivent. Puis, à Linz l'année suivante, il épouse Susanne Reuttinger avec qui il a sept enfants parmi lesquels trois décèdent très tôt. Un mariage, cette fois-ci, heureux.

En 1615, sa mère, alors âgée de 68 ans, est accusée de sorcellerie. Kepler, persuadé de son innocence, passe six années à assurer sa défense auprès des tribunaux et à écrire de nombreux plaidoyers. Il doit, à deux reprises, retourner dans le Wurtemberg. Elle passe une année enfermée dans la tour de Güglingen aux frais de Kepler, ayant échappé de peu à la torture. Finalement, elle est acquittée le 28 septembre 1621. Affaiblie par ces dures années de procès et d'emprisonnement, elle meurt six mois plus tard.

Kepler meurt en 1630 à Ratisbonne, à l'âge de 59 ans.

En 1632, durant la guerre de Trente Ans, l'armée suédoise détruit sa tombe. Ses travaux sont retrouvés en 1773. Récupérés par Catherine II de Russie, ils se trouvent à l'observatoire de Pulkovo à Saint-Pétersbourg en Russie.

Œuvres scientifiques

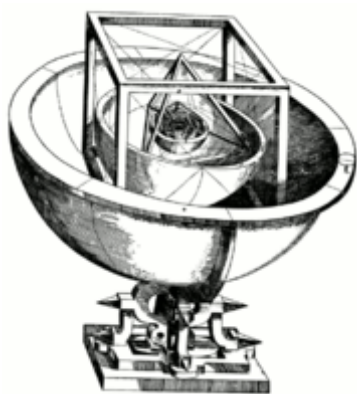
*Le *Mysterium Cosmographicum**



Vue détaillée de la partie interne de la modélisation de l'Univers selon Kepler.

En 1596, il publie son premier ouvrage, *Mysterium Cosmographicum*, fruit de ses premières recherches sur la structure de l'Univers. Il voit dans les lois qui régissent les mouvements des planètes, un message divin adressé à l'Homme. Dans ce livre, où il affirme sa position copernicienne, il se donne pour objectif de répondre à trois questions portant sur le nombre de planètes, leur distance au Soleil et enfin leur vitesse.

Dans son livre, il développe une théorie des polyèdres réguliers permettant de construire un modèle de l'Univers. Kepler remarqua que dans les six sphères représentant les orbites des six planètes connues à l'époque (de Mercure à Saturne), pouvaient être contenus les cinq solides de Platon. Les solides de Platon étant des polyèdres réguliers, ils étaient parfaits et s'accordaient bien avec la création divine. La sphère étant le sixième solide parfait nécessaire à son modèle, elle correspondait au paradis. Les cinq premiers objets à faces régulières représentaient la dynamique de l'Univers (le mouvement des planètes). Le nombre de ces solides permettait d'ailleurs d'expliquer le nombre des planètes. Chacun d'eux était circonscrit dans une sphère, elle-même circonscrite dans le polyèdre suivant, lui-même circonscrit dans une sphère, et ainsi de suite. Ainsi à Saturne était associé le cube, à Jupiter le tétraèdre, à Mars le dodécaèdre, à Vénus l'icosaèdre et à Mercure l'octaèdre. La Terre, que Dieu avait choisie pour refléter son image, marquait la séparation de deux groupes de ces solides.



Le modèle d'Univers de Kepler, fondé sur les cinq polyèdres réguliers.

Kepler dut également revoir certains détails du modèle copernicien. Ce dernier place le centre des orbites circulaires des planètes non pas sur le Soleil, mais un peu en écart afin de s'accorder à peu près avec les mesures. Pour Kepler, le modèle doit rester simple et tenir de la perfection divine. Or, un point situé à côté du Soleil comme centre des trajectoires est impensable ! Kepler s'était rendu compte lors de ses calculs, que les orbites circulaires des planètes présentaient des excentricités lorsqu'on prenait le Soleil pour centre, et qu'elles étaient plutôt elliptiques. Il en tint compte dans la construction de son modèle en affectant aux sphères une certaine épaisseur, proportionnelle à l'excentricité remarquée, dans laquelle était contenue la trajectoire de la planète correspondante.

Reste la question des vitesses. Pour les expliquer, il attribue au Soleil une vertu qui induit le mouvement des planètes. Il compare celle-ci avec la lumière, qui diminue d'intensité en fonction du carré de la distance. En revanche, cette force ne se répartirait pas de façon sphérique comme la lumière émise, mais n'agirait que sur un plan, propre à chaque planète. Il en déduit alors que cette force diminue de façon inversement proportionnelle à la distance, et non pas en fonction du carré de la distance comme l'intensité lumineuse. Cette loi était cependant erronée et il lui fallut plus de vingt ans pour la rectifier.

Cette théorie qui nous paraît complètement fantaisiste aujourd'hui, a permis à Kepler d'entrer en contact avec ses contemporains Galilée et Tycho Brahé, mathématicien impérial à la cour de Prague. Le premier lui fit part de son enthousiasme pour le soutien de ses idées coperniciennes qu'il partage également. Le second, tout aussi admiratif, l'invita à travailler à ses côtés.

Kepler a, en travaillant sur ces sujets, découvert deux nouveaux solides, aussi réguliers que les grecs, mais constitués de faces convexes (*voir Les polyèdres de Kepler-Poinsot*).

Le calcul de l'orbite de Mars



Tycho Brahé



Statue de Tycho Brahe et Johannes Kepler à Prague, République tchèque.

Poursuivi pour ses convictions religieuses et ses idées coperniciennes, il doit quitter Graz en 1600. Il se réfugie à Prague, invité par l'astronome danois Tycho Brahé pour y devenir son assistant. Les relations entre les deux personnages furent particulièrement houleuses ; Tycho Brahé ne croyant pas à l'héliocen-

trisme de Copernic mais soutenant une autre théorie dans laquelle la Terre est au centre mais les autres planètes tournent autour du Soleil.

Kepler voyait en Tycho Brahé un homme plein de richesses (ses mesures étaient très précises) mais qui ne savait les exploiter correctement.

Brahé lui demanda de calculer l'orbite précise de Mars, pour laquelle il avait remarqué une excentricité dans sa trajectoire, considérée comme une anomalie à une époque où l'on pensait encore que les planètes décrivaient des cercles, figure parfaite. Cette tâche était auparavant assignée à son assistant Longomontanus qui passe alors à l'étude des mouvements de la Lune.

Pensant accomplir sa tâche en quelques semaines, il ne lui fallut pas moins de six ans pour achever son travail. C'est durant ce travail qu'il découvrit les deux premières des trois lois fondamentales :

- *Les planètes décrivent des trajectoires elliptiques dont le Soleil est un foyer.*
- *Le mouvement de chaque planète est tel que le segment de droite reliant le soleil et la planète balaie des aires égales pendant des durées égales.*

Ces lois furent publiées dans *Astronomia Nova* en 1609, où il fut également le premier à émettre l'hypothèse d'une rotation du Soleil sur son axe.

En 1618 viendra sa troisième grande loi :

- *Pour toutes les planètes, le rapport entre le cube du demi grand axe de la trajectoire et le carré de la période est le même — cette constante est indépendante de la masse de la planète.*

Ce travail fut d'autant plus long que Kepler dut mener en parallèle une étude sur l'optique afin de mieux comprendre et interpréter ses observations, et qu'il était encore trop « conditionné » par les anciennes croyances en astronomie : il doute à plusieurs reprises de la nature circulaire de la trajectoire et pense alors à une ellipse, tout en continuant d'essayer d'en prouver le contraire, en ressortant de vieilles idées faisant appel à l'utilisation d'épicycles.

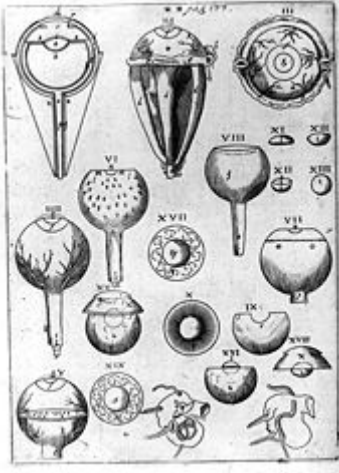
Les soixante-dix chapitres de l'*Astronomia Nova* comprennent ainsi toutes les démarches scientifiques et erreurs de Kepler qui lui permirent d'aboutir à ses deux premières lois, mais aussi à d'autres conclusions intéressantes comme la nature de la force responsable du mouvement des planètes, force « quasi magnétique », donc physique et non plus divine.

À la mort de Tycho Brahé en 1601, il fut désigné comme mathématicien impérial à la cour de Rodolphe II. Il garda ce statut jusqu'en 1612.

« Je préfère de loin la virulente critique d'un seul homme d'esprit à l'approbation inconsidérée de la masse ».
J.Kepler

« Nous tissons les objets réels à partir du fil de l'étoffe dont sont faits les rêves mathématiques. L'univers est câblé d'arithmétique : tracez un cercle, Pi surgit. Entrez dans un nouveau système solaire et les formules de Kepler vous attendent, tapies sous la cape de velours noir de l'espace-temps. » J.P. Luminet

L'optique :



Une planche d'*Astronomiae Pars Optica* (1604), illustrant le fonctionnement de l'œil.

Alors qu'il étudie l'orbite de Mars, Kepler voit la nécessité d'étudier également l'optique afin de mieux comprendre certains phénomènes observés tels la réfraction atmosphérique. Dès 1603, il parcourt divers ouvrages sur le sujet dont celui de l'Arabe Alhazen.

Kepler rassemble les connaissances de l'époque dans son livre *Astronomia pars Optica*, publié en 1604. Il y explique les principes fondamentaux de l'optique moderne comme la nature de la lumière (rayons, intensité variant avec la surface, vitesse infinie, etc.), la chambre obscure, les miroirs (plans et courbes), les lentilles et la réfraction dont il donne la loi $i = n \times r$, qui est correcte pour de petits angles (la vraie loi — $\sin i = n \times \sin r$ — fut donnée plus tard par Willebrord Snell et René Descartes). Il aborde également le sujet de la vision et la perception des images par l'œil. Il est convaincu que la réception des images est assurée par la rétine et non pas le cristallin comme on le pensait à cette époque, et que le cerveau serait tout à fait capable de remettre à l'endroit l'image inversée qu'il reçoit.

En 1610, il prend connaissance de la découverte de quatre satellites autour de Jupiter grâce aux observations de Galilée avec son télescope et écrit une lettre de soutien publiée sous le titre de *Dissertatio cum Nuncio Sidereo* (*Conversation avec le messenger des étoiles*), puis après avoir lui-même observé ces satellites, il publie ses observations dans *Narratio de Observatis Quatuor Jovis Satellibus*. C'est d'ailleurs Kepler qui, le premier, dans son ouvrage de 1611, utilisa le mot « satellite » pour désigner les quatre petits astres tournant autour de Jupiter.

L'invention récente du télescope enthousiasme beaucoup Kepler qui, en 1611, écrit un second ouvrage d'optique, *Dioptricae*, reprenant de nombreux thèmes abordés dans l'*Optica* en les approfondissant. Dans ce livre très mathématique, il rassemble 141 théorèmes expliquant principalement les lentilles et le fonctionnement d'un télescope.

L'Harmonie du monde

Kepler découvrit grâce à des travaux antérieurs que l'Univers était soumis à des lois « harmoniques », faisant un lien entre l'astronomie et la musique. Dans le *Harmonice Mundi*, publié en 1619, il attribue aux planètes un thème musical. Les variations des vitesses de ces planètes sont représentées par les différentes notes composant la musique. Ainsi, il était facile de distinguer les orbites les plus excentriques. Mais c'est aussi dans cet ouvrage en cinq volumes que Kepler énonce sa troisième loi fondamentale : *le carré de la période est proportionnel au cube du demi-grand axe [de l'ellipse]*. Celle-ci découle de ses recherches sur un modèle d'Univers harmonique.

Ses autres travaux



La supernova de 1604 dans *De Stella Nova*.

Suite à l'observation d'une supernova en 1604-1605, il écrivit deux ans plus tard *De Stella nova in pede serpentarii*.

L'année 1613 est marquée par la publication d'un travail sur la chronologie et l'année de naissance de Jésus de Nazareth. D'abord en allemand, puis en latin l'année suivante (*De Vero Anno quo Aeternus Dei Filius Humanam Naturam in Utero Benedictae Virginis Mariae Assumpsit*). Il y démontra que le calendrier chrétien comportait une erreur de cinq ans et fut ainsi le premier à revoir la date de naissance de Jésus, en l'an -4.

Entre 1617 et 1621, il écrit *Epitome Astronomiae Copernicae*, une introduction à l'astronomie copernicienne.

Il construisit une table de logarithmes, publiée en 1624 dans *Chilias logarithmorum* à Marbourg, en améliorant la méthode de calcul proposée par John Napier. Bien qu'achevées depuis un moment déjà, il publia à Ulm ses tables rudolphines (*Tabulae Rudolphinae*) en hommage à Rodolphe II. Ces tables de positions planétaires étaient fondées sur les observations de Tycho Brahé et de ses propres travaux sur la mécanique céleste. Ce retard était dû à un différend avec les héritiers de Tycho Brahé qui ne voulaient pas que les travaux de Tycho soient exploités sans percevoir une partie des gains, ainsi qu'à leur demande de modification de l'introduction de l'ouvrage. Lors de son séjour à Ulm, il est chargé de définir des unités de mesure pour les activités commerciales.

Il émit la conjecture mathématique appelée « conjecture de Kepler » concernant l'empilement des sphères (ou des boulets de canons). Celle-ci n'a été démontrée par l'Américain Thomas C. Hales qu'en 2003 et encore pas tout à fait suivant les critères des mathématiciens. Elle énonce que l'empilement des sphères dans l'espace le plus dense est celui du marchand des quatre saisons à savoir *le cubique face centrée* (voir système cristallin).

Quatre années après sa mort, est publié *Somnium*, un texte fantastique (proche de notre science-fiction) relatant d'un voyage de la Terre à la Lune qu'il aurait achevé peu avant sa mort. Il profite de ce récit pour vulgariser ses idées coperniciennes.

Kepler et l'astrologie

Kepler était persuadé que l'astrologie pouvait devenir une science au même titre que la physique ou les mathématiques. Il était convaincu que les positions des planètes affectaient les humains et influençaient la météo terrestre. Pour lui, astronomie et astrologie étaient liées. C'est ainsi qu'il essaya de poser des bases scientifiques rigoureuses à l'astrologie en faisant intervenir des principes physiques.

La publication de ses horoscopes et de ses prédictions lui fit une bonne renommée. En 1595, il prédit un soulèvement de la population, une invasion turque ainsi qu'un hiver rigoureux. Il compila plus tard l'horoscope du général Albrecht von Wallenstein qui s'arrêta par un « violent événement » en 1634. Wallenstein fut en effet assassiné le 24 février de cette année. Il laissa deux écrits sur l'astrologie : *De fundamentis astrologiae*, en 1601, et *Astrologicus*, en 1620.

Il attribue d'ailleurs aux astres le malheur et le comportement de ses parents, qu'il croit nés sous une mauvaise étoile, ainsi que son premier mariage — décevant — sous un « ciel calamiteux ».

Ouvrages de Kepler

Bibliographies de Kepler

- Caspar (Max), *Bibliographia Kepleriana*, 2e ed. Martha List. München : C.H. Beck, 1968.
- Hamel (Juergen), *Bibliographia Kepleriana. Ergänzungsband zur zweiten Auflage*. München : C.H. Beck, 1998. ISBN 3-406-01687-1.

Chronologie et traductions françaises existantes

- 1596, *Mysterium Cosmographicum*, sur la relation entre les distances des planètes et les cinq solides de Platon. Seconde édition en 1621. Traduction française : *Le secret du monde*, tr. Alain Philippe Segonds (Paris : les Belles Lettres, 1984). ISBN 2-251-34501-9. *Le secret du monde*, TEL n°228, 1993, ed. Gallimard
- 1601, *De fundamentis astrologiae certioribus*, sur l'astrologie.
- 1604, *Astronomia pars Optica*, sur l'optique et la vision. Traduction française partielle : *Paralipomènes à Vitellion*, tr. Catherine Chevalley (Paris : J. Vrin, 1980).
- 1606, *De Stella nova in pede serpentarii*, sur la supernova de 1604.
- 1609, *Astronomia Nova*, énonce les deux premières lois fondamentales.
- 1609, *Strena sive de Nive sexangula*. Traduction française : *L'étrenne ou neige sexangulaire*, tr. Robert Halleux (Paris : J. Vrin-CNRS, 1975). ISBN 2-222-01842-0.
- 1609, *Antwort auf Roeslini Diskurs*, polémique astrologique avec Helisaeus Röslin.
- 1610, *Tertius interveniens*, sur l'astrologie.
- 1610, *Dissertatio cum Nuncio Sidereo*, lettre de soutien à Galilée.
- 1611, *Narratio de Observatis Quatuor Jovis Satellibus*, récit des quatre satellites de Jupiter observés. Traduction française de ces deux derniers textes : *Discussion avec le messenger celeste. Rapport sur l'observation des satellites de Jupiter*, par Isabelle Pantin (Paris : les Belles Lettres, 1993). ISBN 2-251-34507-8.
- 1611, *Dioptricae*, sur l'optique, les lentilles et l'œil.
- 1614, *De Vero Anno quo Aeternus Dei Filius Humanam Naturam in Utero Benedictae Virginis Mariae Assumpsit*, travail sur l'année de naissance du Christ.
- 1615, *Stereometria doliorum vinarorum*, sur les unités de mesures usuelles dans le commerce.
- 1617-1621, *Epitome Astronomiae Copernicanae*, sur l'astronomie copernicienne.
- 1619, *De cometis libelli tres*, traité sur les comètes.
- 1619, *Harmonice Mundi*, énonce la troisième loi fondamentale et théorie sur l'harmonie musicale.
- 1620, *Astrologicus*, réflexions sur l'astrologie.
- 1624, *Chilias logarithmorum*, table de logarithmes.
- 1627, *Tabulae Rudolphinae*, tables de positions fondées sur les observations de Tycho Brahé.
- 1634, *Somnium, seu opus posthumum de astronomia*, récit fantastique d'un voyage de la Terre à la Lune. Traduction française : *Le songe ou astronomie lunaire*, par Michele Ducos (Nancy : Presses universitaires de Nancy, 1984). ISBN 2-86480-141-8.

Oeuvres complètes

L'édition de référence des œuvres complètes est en cours de publication à Munich, chez l'éditeur Beck :

- Kepler, *Gesammelte Werke*, hrsg. Max Caspar, Walther von Dyck. München : C.H. Beck, 1938 ss.
- Vol. 1, *Mysterium cosmographicum. De stella nova* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1938 ; Neudr. 1993. 508 S. ISBN 3-406-01639-1.
- Vol. 2, *Astronomiae pars optica. Ad Vitellionem Paralipomena* ; hrsg. Franz Hammer. München : C.H. Beck, 1939. 465 S.
- Vol. 3, *Astronomia nova aitiologetos seu Physica coelestis* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1938. 487 S.
- Vol. 4, *Kleinere Schriften. Dioptrice* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1941. 524 S.
- Vol. 6, *Harmonices Mundi libri V* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1940 ; Neudr. 1990. 562 S. ISBN 3-406-01648-0.
- Vol. 7, *Epitome Astronomiae Copernicanae* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1953. 617 S.
- Vol. 8, *Mysterium cosmographicum. De cometis. Tychonis Hyperaspites* ; hrsg. Franz Hammer. München : C.H. Beck, 1963. 516 S.
- Vol. 9, *Mathematische Schriften* ; hrsg. von Franz Hammer. München : C.H. Beck, 1955. 2e éd. 2000. 560 S. ISBN 3-406-01655-3.
- Vol. 10, *Tabulae Rodolphinae* ; hrsg. Franz Hammer. München : C.H. Beck, 1969.
- Vol. 11-1, *Ephemerides novae motuum coelestium* ; hrsg. Volker Bialas. München : C.H. Beck, 1983. 596 S. ISBN 3-406-01659-6.
- Vol. 11-2, *Calendaria et Prognostica. Astronomica minora. Somnium seu Astronomia lunaris* ; hrsg. Volker Bialas & Helmuth Grössing. München : C.H. Beck, 1993. 561 S. ISBN 3-406-37511-1.
- Vol. 12, *Theologica. Hexenprozess. Gedichte. Tacitus-Uebersetzung* ; hrsg. Jürgen Hübner, Helmuth Grössing. München : C.H. Beck, 1990. 443 S. ISBN 3-406-01660-X.
- Vol. 13, *Briefe 1590-1599* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1945. 449 S.
- Vol. 14, *Briefe 1599-1603* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1949. 520 S.
- Vol. 15, *Briefe 1604-1607* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1951. 568 S.
- Vol. 16, *Briefe 1607-1611* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1954. 482 S.
- Vol. 17, *Briefe 1612-1620* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1955. 535 S.
- Vol. 18, *Briefe 1620-1630* ; hrsg. Max Caspar. München : C.H. Beck, 1959. 592 S.
- Vol. 19, *Dokumente zu Leben und Werk* ; hrsg. Martha List. München : C.H. Beck, 1975. 551 S. ISBN 3-406-01674-X.
- Vol. 20-1, *Manuscripta astronomica I* ; hrsg. Volker Bialas. München : C.H. Beck, 1988. 591 S. ISBN 3-406-31501-1.
- Vol. 20-2, *Manuscripta astronomica II* ; hrsg. Volker Bialas. München : C.H. Beck, 1998. 651 S. ISBN 3-406-40592-4.
- Vol. 21-1, *Manuscripta astronomica III* ; hrsg. Volker Bialas, Friederike Boockmann, Eberhard Knobloch [et alii]. München : C.H. Beck, 2002. 651 S. ISBN 3-406-47427-6.

Citations de Kepler

« Je jette les dés, et j'écris le livre. Qu'il soit lu par les hommes du présent ou du futur importe peu. Il peut attendre d'être lu pendant cent ans, puisque Dieu a bien attendu 6000 ans pour que quelqu'un vienne l'étudier »

« L'esprit humain fut fait pour comprendre, comme l'œil fut fait pour voir les couleurs et l'oreille pour entendre les sons. »

LA CONSTELLATION DU MOIS

ORION

Orion est l'une des constellations les plus grandes et des plus faciles à repérer. Cette constellation a été mentionnée par Homère, Virgile et même la Bible, ce qui en fait sans doute la plus célèbre des constellations. La figure d'Orion est en forme de sablier facilement identifiable, avec un alignement serré de trois étoiles à son centre : c'est la ceinture d'Orion. Au premier regard s'imposent deux étoiles. L'une peut paraître légèrement bleutée, Ri-



gel, en bas à droite, et l'autre est rougeâtre, Bételgeuse, en haut à gauche, en bordure de la Voie lactée. Cette dernière est une supergéante 43 millions de fois plus volumineuse que le soleil (520 a.l.)

À l'époque grecque, cette constellation s'appelait Deltoton à cause de sa ressemblance avec la lettre Delta. Chez les Romains, elle devient Deltotum. Il s'agit peut-être d'une représentation du delta du Nil. Mais d'autres y voient la Sicile. Et d'autres encore figuration de la Terre, divisée en trois parties (ou côtes). Au XVII^e siècle, Hevelius adjoint un Petit Triangle à la constellation antique (devenu Grand Triangle). Aujourd'hui, les deux forment une seule et même

constellation, entre la tête du Bélier, la jambe droite d'Andromède et la main gauche de Persée.

Orion Fils de Poséidon, Orion était chasseur légendaire qui se vantait de pouvoir tuer n'importe quelle créature sur Terre. Il est entouré de ses chiens, le Grand Chien et le Petit Chien. Il chassait régulièrement avec Artémis (déesse de la Chasse). Il fut tué soit par la flèche d'Artémis, soit par la pique du scorpion qui deviendra plus tard la constellation du Scorpion.



LE SAVIEZ-VOUS?

1) Le 7 janvier

Il y a 400 ans, le 7 janvier 1610, **Galilée** consigne l'observation de trois points lumineux autour de Jupiter. Des étoiles, pense-t-il dans un premier temps. Mais les observations menées les nuits suivantes révèlent le déplacement autour de la planète de ces trois as-



Source galileo.cnrf.fr / Bibliothèque nationale de France

tres, bientôt rejoint par un quatrième. Il s'agit donc de satellites. Le savant italien les baptise "médicéens", en l'honneur de la famille des Médicis. Mais les quatre plus grosses lunes de Jupiter sont aujourd'hui appelées "satellites galiléens", du nom de leur découvreur. En 1614 l'Allemand Simon Marius leur attribue le nom des conquêtes de Jupiter - Io, Europe, Ganymède et Callisto. Galilée, lui, préfère les désigner par des chiffres romains, de I à IV, numérotation toujours utilisée de nos jours.

3) Le 13 janvier

Il y a 150 ans paraissait l'édition originale **d'Autour de la Lune**, de Jules Verne, faisant suite *De la Terre à la Lune* publié cinq ans plus tôt. Une mission Apollo 8 avant l'heure, puisque le vais-



seau imaginé par le romancier français décolle de Floride et emporte trois passagers pour contourner notre satellite naturel. Les trois astronautes de fiction reviendront sur Terre au bout d'une semaine et amerriront dans l'Atlantique ; comme Borman Lowell et Anders le 27 décembre 1968.

Ciel et Espace

ENIGMES



Voici le logo de la Confédération nationale de la boulangerie-pâtisserie de France. Il y a une belle erreur... laquelle ?

Envoyez vos solutions à :

andrebourdet@gmail.com

Solution de l'énigme précédente

Par quel nom est désignée la Nébuleuse NGC 2261 et pourquoi ?

La nébuleuse variable de Hubble, désignée aussi sous le numéro 2261 dans le New General Catalogue (ou NGC2261). Le célèbre astronome américain a donné son nom à cette nébuleuse en découvrant sa variabilité sur une série de photos prises de 1900 à 1916. Hubble travaille alors à l'observatoire Yerkes, et les clichés qu'il étudie montrent un phénomène nouveau : la luminosité et la taille de l'objet changent avec le temps.

Tout a commencé un an plus tôt, à l'été 1915. C'est à cette époque que John Edward Mellish, un jeune astronome amateur, rejoint l'équipe d'observateurs de Yerkes. Peu après, il rapporte la découverte dans le crépuscule de ce qu'il pense être une comète. Il s'agit en réalité de la nébuleuse NGC2261, repérée dès 1783 par William Herschel. La confusion est compréhensible : dans un télescope d'amateur, la forme triangulaire de l'objet évoque en effet une comète. Mellish insiste néanmoins pour que l'astre soit étudié plus en détail, car il prétend avoir noté des variations d'aspect sur celui-ci. Edwin Frost alors directeur de l'observatoire, finit par céder. Mais échaudé par l'annonce hâtive de la découverte d'une comète, il missionne Edwin Hubble pour vérifier les allégations de Mellish. C'est ainsi que le jeune Hubble signe le premier fait d'armes d'une carrière exceptionnelle : il démontre la variabilité de la nébuleuse et publie son

premier article scientifique en temps qu'astronome professionnel. Le fait d'associer le nom de Hubble à cette nébuleuse plutôt que celui de Mellish reflète l'irritation de Frost, suite notamment à la méprise entre la nébuleuse et une comète.



Ci-contre : la nébuleuse variable de Hubble, vue par le télescope spatial. L'étoile R Monocerotis est visible en haut à gauche, à la pointe de la nébuleuse.

J'ai re- çu 2 bonnes réponses

Lire, voir, sortir

18e ÉDITION Intégralement inédit, le texte de cette dix-huitième édition est superbement illustré de photographies réalisées par l'auteur et par les meilleurs astrophotographes de la planète ; il passe en revue, de janvier à décembre, les plus beaux phénomènes astronomiques et les agréments de conseils pratiques, de rappels mythologiques sur les constellations, d'informations encyclopédiques sur les planètes et les étoiles



et d'idées pour observer facilement le ciel. Quelques moments forts de l'observation du ciel en 2020 : • L'année des rapprochements : Jupiter et Mars, Mars et Saturne, Vénus et les Pléiades, Vénus et Mercure, ces couples seront à moins de 1° d'écart lors de leurs rencontres. • Avec une superbe occultation de Vénus par le croissant lunaire en juin. • Et le duo Jupiter-Saturne à seulement 0,1° d'écart en décembre. • Plus de 60 rendez-vous crépusculaires ou nocturnes entre les planètes et la Lune à contempler facilement à l'œil nu. Guidé par Guillaume Cannat, même le lecteur néophyte peut profiter de ces paysages célestes en ville et en pleine nature. Le Ciel à l'œil nu est richement illustré avec près de 150 images et schémas. Le site web associé permet aux lecteurs d'obtenir des informations complémentaires, des cartes du ciel à imprimer, des images des astres à haute résolution et des liens utiles pour la pratique du loisir astronomique. POINTS FORTS * Des cartes du ciel et des schémas de qualité photographique pour découvrir les constellations et repérer les planètes. * Un cahier Pratique en tête de livre regroupant les conseils essentiels pour observer le ciel en ville ou en pleine nature.

La caméra FRIPON



http://www.fripon.org/IMG/jpg/stations/RT_FRBR04.jpg



Club Astronomie de Rhuys

Château d'eau
De Kersauz

rue Guillemette le Barbier
56730 Saint Gildas de Rhuys

Renseignements:

Téléphone: 00 00 00 00 00

Télécopie: 00 00 00 00 00

Messagerie: xyz@example.com

Messagerie

clubastrorhuys@gmail.com

Le club est ouvert à tous (adultes et enfants).

Il se réunit les jeudis de 18h à 20h

web: <http://astro-rhuys.blogspot.fr/>