

N° 147

JANVIER
2023

LE CIEL DE RHUYS



**MEILLEURS VOEUX
2023**



« La plus belle chose que nous puissions éprouver c'est le mystère des choses ».

Albert Einstein

Le ciel en janvier 2023

Sommaire:

- Edito
- Le ciel du mois de décembre
- Essaims, étoiles filantes,
- Planètes
- La Lune
- Carte du ciel
- On a vu un trou noir...
- Histoire Mécanique céleste
- Une étrange lumière
- Observer une occultation
- Jean Louis Lagrange
- Planètes et

Constellations du mois :

- Légendes :
Les écuries d'Augias
- Le saviez-vous ?
 - Enigmes
 - La Lune au télescope
- Lire, voir, sortir

2023 01 01 10:12 Rapprochement entre la Lune et Uranus (dist. topocentrique centre à centre = $1,1^\circ$)

2023 01 02 08:00 Mercure à son périhélie (distance au Soleil = 0,30750 UA)

2023 01 03 06:50 Rapprochement entre la Lune et Mars (dist. topocentrique centre à centre = $0,4^\circ$)

2023 01 03 07:12 Pluie d'étoiles filantes : Quadrantides (110 météores/heure au zénith; durée = 16,0 jours)

2023 01 03 08:34 Opposition de l'astéroïde 64 Angelina avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,377 UA; magn. = 10,3)

2023 01 04 04:00 La Terre à son périhélie (distance au Soleil = 0,98330 UA)

2023 01 06 11:08 PLEINE LUNE

2023 01 07 00:57 CONJONCTION INFÉRIEURE de Mercure avec le Soleil (dist. géoc. centre à centre = $2,8^\circ$)

2023 01 07 21:19 Lune à l'apogée (distance géoc. = 406458 km)

2023 01 08 10:49 Opposition de l'astéroïde 2 Pallas avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,160 UA; magn. = 7,8)

2023 01 13 21:59 Opposition de l'astéroïde 505 Cava avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,159 UA; magn. = 10,2)

2023 01 14 11:59 Rapprochement entre la Lune et Spica (dist. topocentrique centre à centre = $3,9^\circ$)

2023 01 14 14:10 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE

2023 01 17 17:12 Début de l'occultation de 19-omicron Sco (magn. = 4,55)

2023 01 18 02:43 CONJONCTION entre Pluton et le Soleil (dist. géoc. centre à centre = 2,3°)

2023 01 19 18:00 Jupiter à son périhélie (distance au Soleil = 4,95100 UA)

2023 01 21 08:53 NOUVELLE LUNE

2023 01 21 08:58 Lune au périgée (distance géoc. = 356569 km)

2023 01 22 10:16 Rapprochement entre Vénus et Saturne (dist. topocentrique centre à centre = 0,3°)

2023 01 22 19:07 Rapprochement entre la Lune et Saturne (dist. topocentrique centre à centre = 3,9°)

2023 01 22 20:01 Rapprochement entre la Lune et Vénus (dist. topocentrique centre à centre = 0,3°)

2023 01 24 12:14 Opposition de l'astéroïde 89 Julia avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,774 UA; magn. = 10,4)

2023 01 24 18:17 Rapprochement entre la Lune et Neptune (dist. topocentrique centre à centre = 2,7°)

2023 01 25 15:23 Rapprochement entre la Lune et Jupiter (dist. topocentrique centre à centre = 1,5°)

2023 01 26 02:14 Opposition de l'astéroïde 6 Hebe avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,474 UA; magn. = 8,7)

2023 01 28 03:19 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE

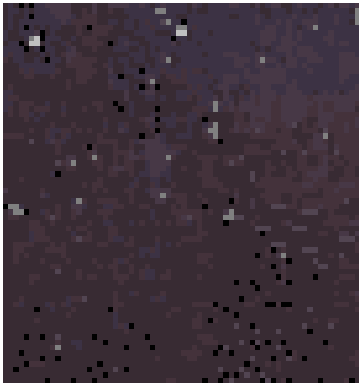
2023 01 28 16:35 Rapprochement entre la Lune et Uranus (dist. topocentrique centre à centre = 0,8°)

2023 01 30 00:00 PLUS GRANDE ÉLONGATION OUEST de Mercure (24,9°)

2023 01 30 14:02 Comète 96P Machholz à son périhélie (dist. au Soleil = 0,116 UA; magn. = -0,6)

2023 01 30 17:32 Rapprochement entre la Lune et Mars (dist. topocentrique centre à centre = 0,3°)

Essaim des Quadrantides en 2023



L'essaim des Quadrantides est le premier [essaim d'étoiles filantes](#) visible chaque année. C'est également l'un des plus actifs, avec celui des Géménides et celui des Perséides pour ne citer que ceux dont l'intensité ne varie pas trop d'une année sur l'autre. Il est actif du 28 décembre au 12 janvier, avec un maximum autour du 3 ou du 4.

Observé pour la première fois en 1825, cet essaim proviendrait de l'astéroïde 2003 EH1 découvert en 2003. Selon les astronomes, il s'agirait en fait d'une [comète](#). D'après Ichiro Hasegawa, un astronome et chasseur de comètes japonais, cet essaim proviendrait d'une comète observée par les Chinois en 1490, mais rien ne le prouve actuellement. L'astéroïde 2003 EH1 peut s'approcher à moins

de 0.3 UA de Jupiter et de la Terre. Il a une période de 5.53 ans, avec un périhélie à 1.19 UA, une forte inclinaison (70.8°) et une excentricité de 0.62. D'après son éclat, le diamètre de 2003 EH1 est évalué entre 1,5 km et 2,7 km.

Les [météores](#) d'un même essaim paraissent venir d'un même point de la sphère céleste. Ce point est appelé *radiant*. Sa position varie au fil des jours. Le nom de la constellation dans laquelle il se situe donne son nom à l'essaim météoritique. Ainsi, l'essaim des Perséides doit son nom à la constellation de Persée car autour du maximum de l'essaim les étoiles filantes semblent émaner d'un point situé dans la constellation de Persée. Cependant d'autres météores n'ont pas de directions privilégiées, on parle alors de *météores sporadiques*.



Le radiant de l'essaim de Quadrantides se trouve dans la constellation du Bouvier, proche des constellations d'Hercule et du Dragon. Si habituellement on utilise le nom de la constellation de laquelle semblent provenir les étoiles filantes pour nommer un essaim, celui des Quadrantides a la particularité de venir d'une constellation aujourd'hui disparue. N'allez pas pour autant croire que les étoiles associées à cette constellation ont disparu, elles sont bien toujours visibles. En fait son nom provient de la constellation du Quadrant mural (***Quadrans Muralis***) qui existait à l'époque de la découverte de cet essaim, et que l'astronome français Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande avait placée en 1795 entre les constellations du Bouvier et de la Grande Ourse. Il ne reste aujourd'hui de cette constellation que les Quadrantides qui proviennent de l'endroit où elle se trouvait. En effet, dans les années 1920, l'Union astronomique internationale (UAI) a décidé de mettre de l'ordre dans les constellations et d'en définir rigoureusement les limites. L'atlas officiel des constellations, défini en 1930 par Eugène Delporte, a ainsi divisé le [ciel](#) en 88 constellations avec des frontières précises, pour que tout point du ciel appartienne à une constellation.

Le radiant des Quadrantides est circumpolaire sous nos latitudes, c'est-à-dire qu'il est situé en permanence au-dessus de l'horizon. Cependant en France l'observation devra se faire de préférence après minuit, lorsqu'il approchera du zénith, afin de bénéficier des meilleures conditions d'observations car il sera très bas sur l'horizon en début de soirée.

Le taux horaire moyen (ou ZHR pour Zenithal Hourly Rate) attendu pour les Quadrantides est de 110. (il peut varier entre 60 et 200) Cependant cela ne veut pas dire que vous verrez 110 Quadrantides par heure car le ZHR représente le nombre d'étoiles filantes que pourrait voir en une heure un observateur idéalement placé sous un ciel d'un noir parfait et sous un radiant se situant au zénith. De plus, en 2023, d'après l'International Meteor Organization (IMO), le maximum de l'essai des Quadrantides aura lieu le 4 janvier vers 3h40 en temps universel. La [Lune](#) étant pleine le 6 janvier 2023 à 23h09m TU, elle sera donc particulièrement gênante cette année pour l'observation, à moins d'observer plutôt en fin de nuit. Quant au pic en lui-même, il est généralement très court (de 3 à 5 heures).

Les Quadrantides zèbrent le ciel, à la vitesse moyenne de 41 kilomètres par seconde. A titre de comparaison, les essaims les plus lents ont une vitesse moyenne de 18km/s (pi-Puppides, Bootides de juin, Phœnicides), et l'essaim le plus rapide est celui des [Léonides](#) avec une vitesse moyenne de 71 km/s. La particularité des météores qui forment l'essaim de Quadrantides est qu'ils laissent une traînée qui persiste plusieurs secondes après leur disparition, ce qui est un véritable régal. A ce sujet, une petite expérience amusante peut être réalisée : la détection à l'aide d'une radio FM. En effet, en pénétrant dans l'atmosphère terrestre, le météore crée derrière lui une ionisation locale, qui a la propriété de réfléchir les ondes électromagnétiques du spectre radio. Le moyen le plus simple "d'entendre" cet écho radio est de rechercher une fréquence de la bande FM (88-108MHz) où habituellement aucune radio ne diffuse, ou à la limite d'audibilité d'une station de radio. Le passage d'un météore engendrera la diffusion d'un signal radio sporadique là où il n'y avait qu'un bruit de fond.

Pour observer, pas besoin de télescope, ni même d'une paire de jumelles. Il vous suffit simplement de vous allonger sur une chaise longue, et éventuellement de regarder plutôt en direction de la constellation du [Bouvier](#) si vous souhaitez en voir un maximum. Evitez la lumière car la pupille de vos yeux met 15 à 20 minutes pour se dilater complètement et donc vous empêche momentanément d'en profiter au maximum.

Maximum de l'essaim météoritique des delta-Cancrides





Maximum de l'essaim météoritique des delta-Cancrides

L'essaim d'[étoiles filantes](#) des delta-Cancrides est actif du 1^{er} au 24 janvier. Son nom vient de la [constellation du Cancer](#) d'où proviennent les météores.

On rapporte les premières observations de cet essaim en 1872, mais ce n'est qu'en 1971 que son existence fut confirmée. Il provient de la [comète](#) Ryves.

Les étoiles filantes qui en résultent sont plutôt lentes, avec une [vitesse](#) de 30 km/s, alors que les plus rapides atteignent 70 km/s. Le taux horaire sera faible, il en est prévu quatre par heure.

Cet essaim présente une particularité : les étoiles filantes proviennent de l'endroit où se situe l'amas de la Crèche, [M44](#). Si vous pointez des jumelles ou un télescope pour observer cet amas, peut-être aurez-vous la chance de voir un météore traverser votre champ de vision.

Pour observer les delta-Cancrides, repérez vers 19 h 00 TU la constellation du Cancer au-dessus de l'horizon est. Les étoiles filantes viendront d'un endroit situé entre les constellations du Cancer et des Gémeaux. Attention à la [Pleine Lune](#) qui pourrait vous gêner.

Visibilité des planètes

Mercure : Visible en fin de mois (Sagittaire)

Vénus : Réapparition timide visible le soir (Sagittaire, Capricorne)

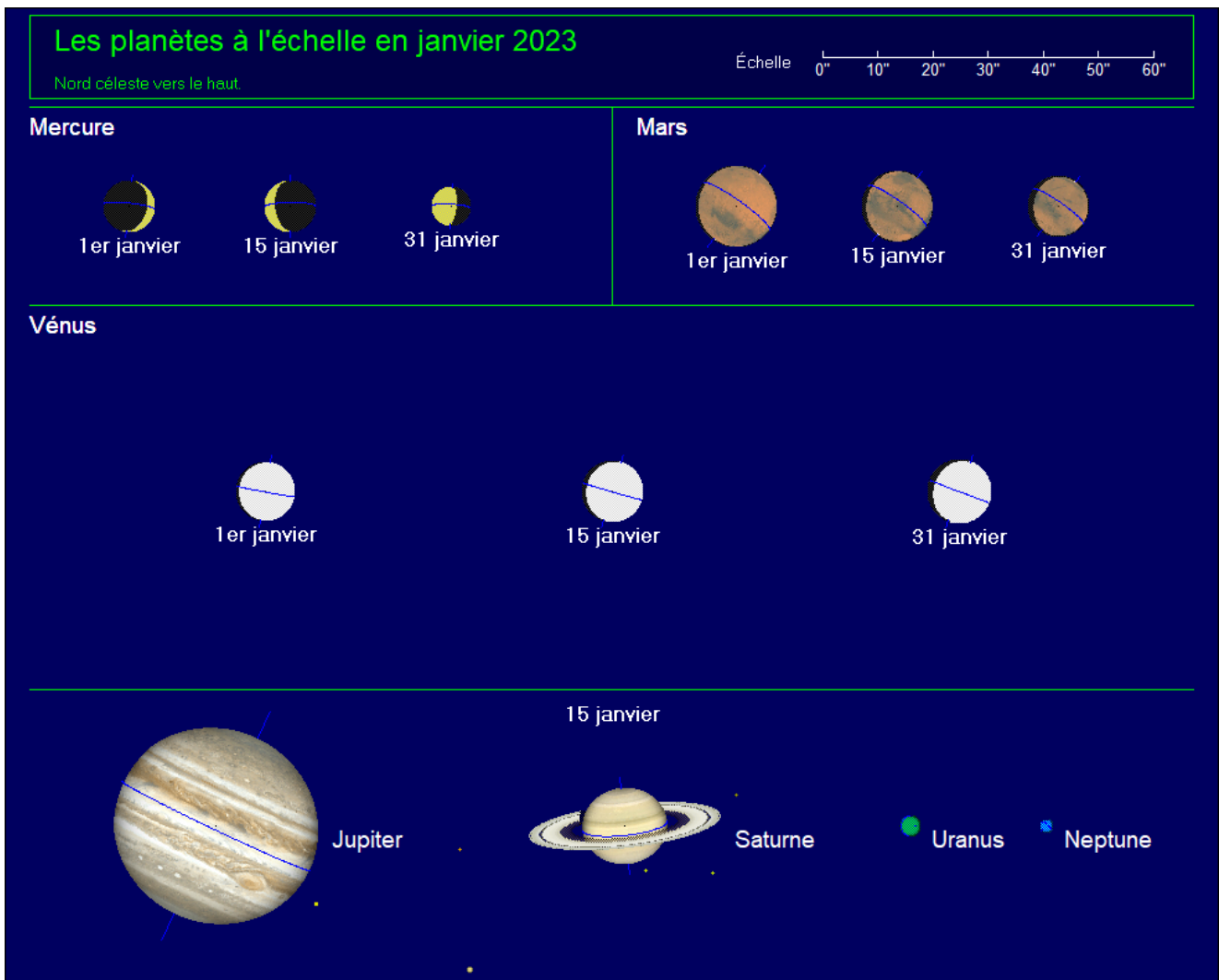
Mars : Très haute dans le ciel en début de nuit (Taureau)

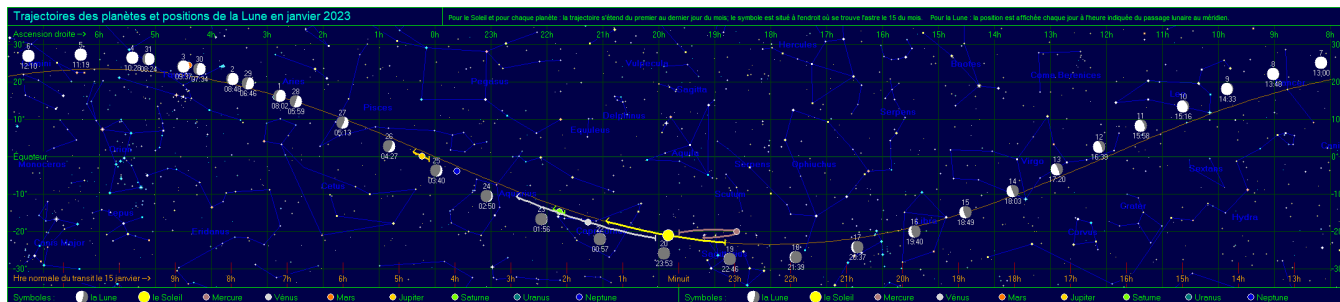
Jupiter : Culmine au début du crépuscule astronomique (Poissons)

Saturne : A l'ouest de Jupiter mais basse sur l'horizon (Capricorne)

Uranus : Observable en début de nuit (Bélier)

Neptune : Encore visible le soir (Verseau).

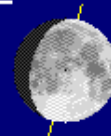
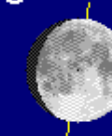
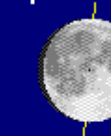
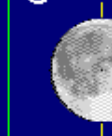
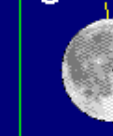
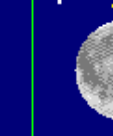
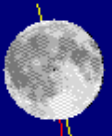
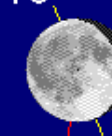
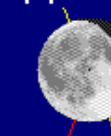
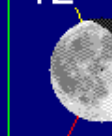
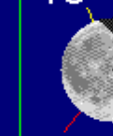
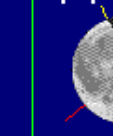
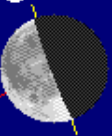
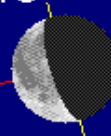
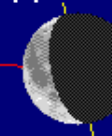
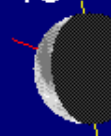
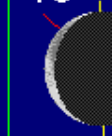
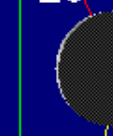
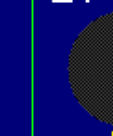
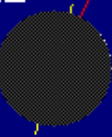
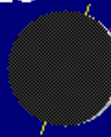
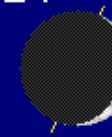
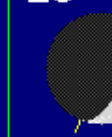
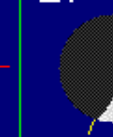
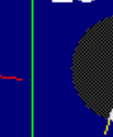
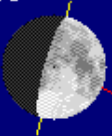
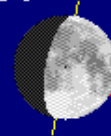
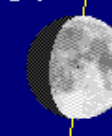




Phases lunaires pour janvier 2023

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

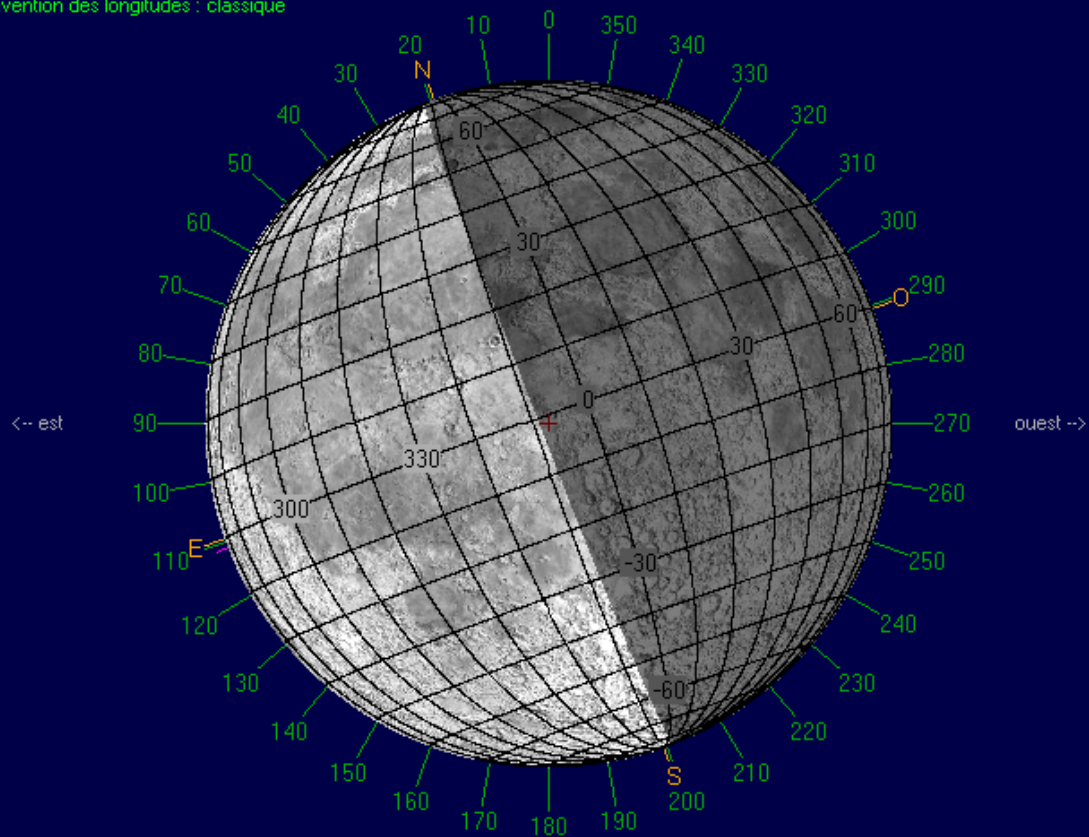
Le trait rouge montre la direction de la libration. Sa longueur est proportionnelle à l'intensité de la libration. Le Nord lunaire est vers le haut.

Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
1 	2 	3 	4 	5 	6  PL à 11:08 HN	7 
8 	9 	10 	11 	12 	13 	14  DQ à 14:10 HN
15 	16 	17 	18 	19 	20 	21  NL à 08:53 HN
22 	23 	24 	25 	26 	27 	28  PQ à 03:19 HN
29 	30 	31 				

Carte de la Lune (vue topocentrique)

Angle de position du pôle Nord = $19,69^\circ$
 Angle de position du limbe éclairé = $111,18^\circ$
 Pourcentage d'illumination = 48,68%
 Convention des longitudes : classique

Longitude sélénographique du centre du disque = $352,63^\circ$
 Latitude sélénographique du centre du disque = $-1,54^\circ$
 Longitude du terminateur du soleil couchant = $351,07^\circ$



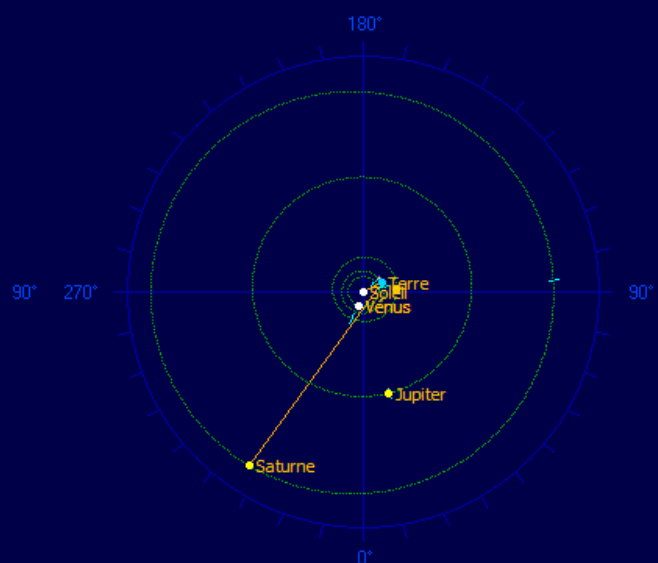
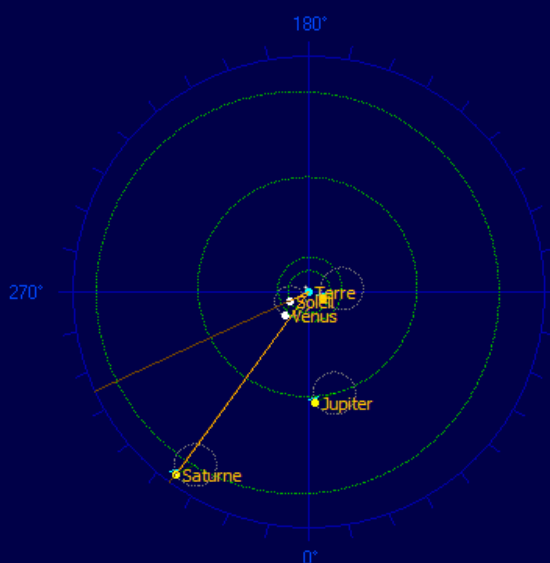
Système solaire géocentrique

Ptolémée, Héraclides, Tycho

Système solaire héliocentrique

Copernic, Kepler, Newton

Planète visée : Saturne

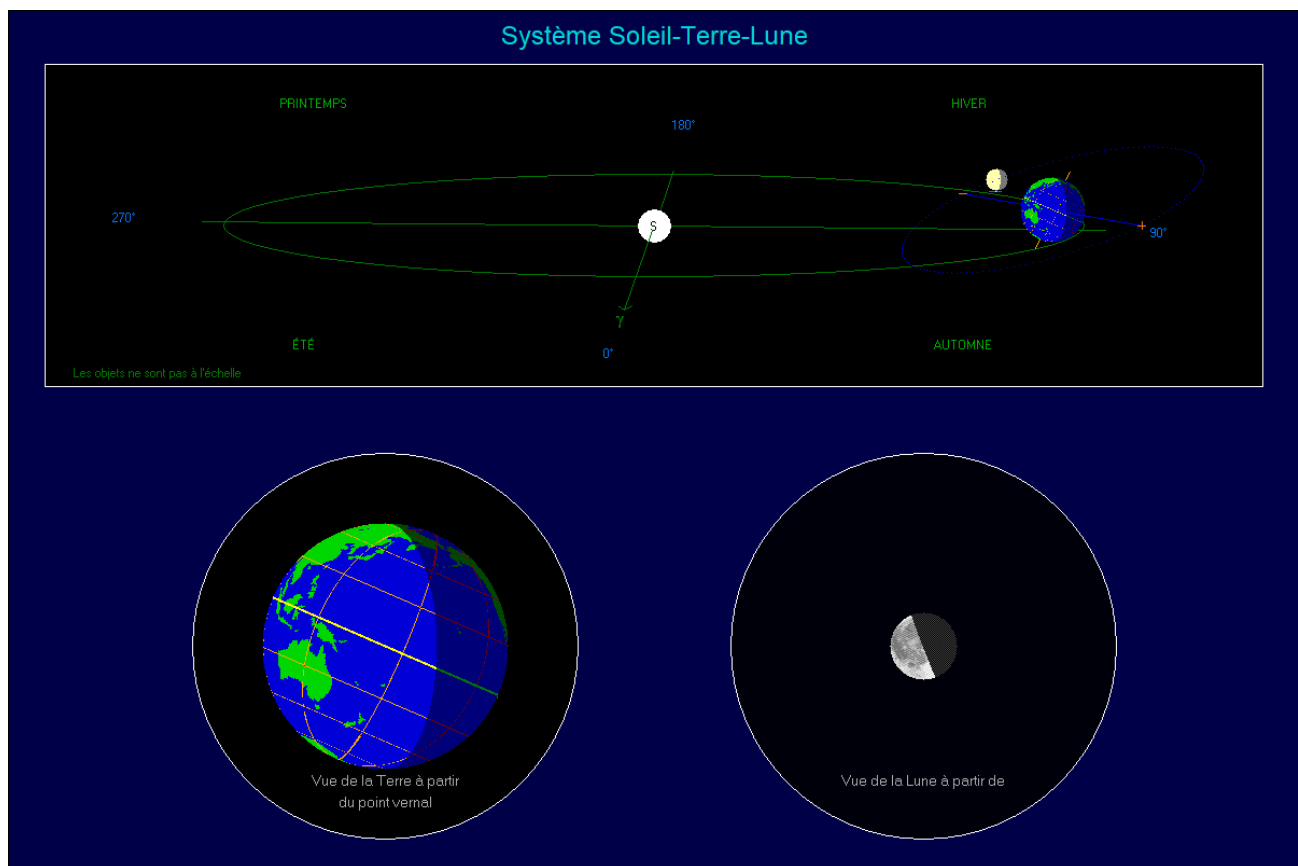
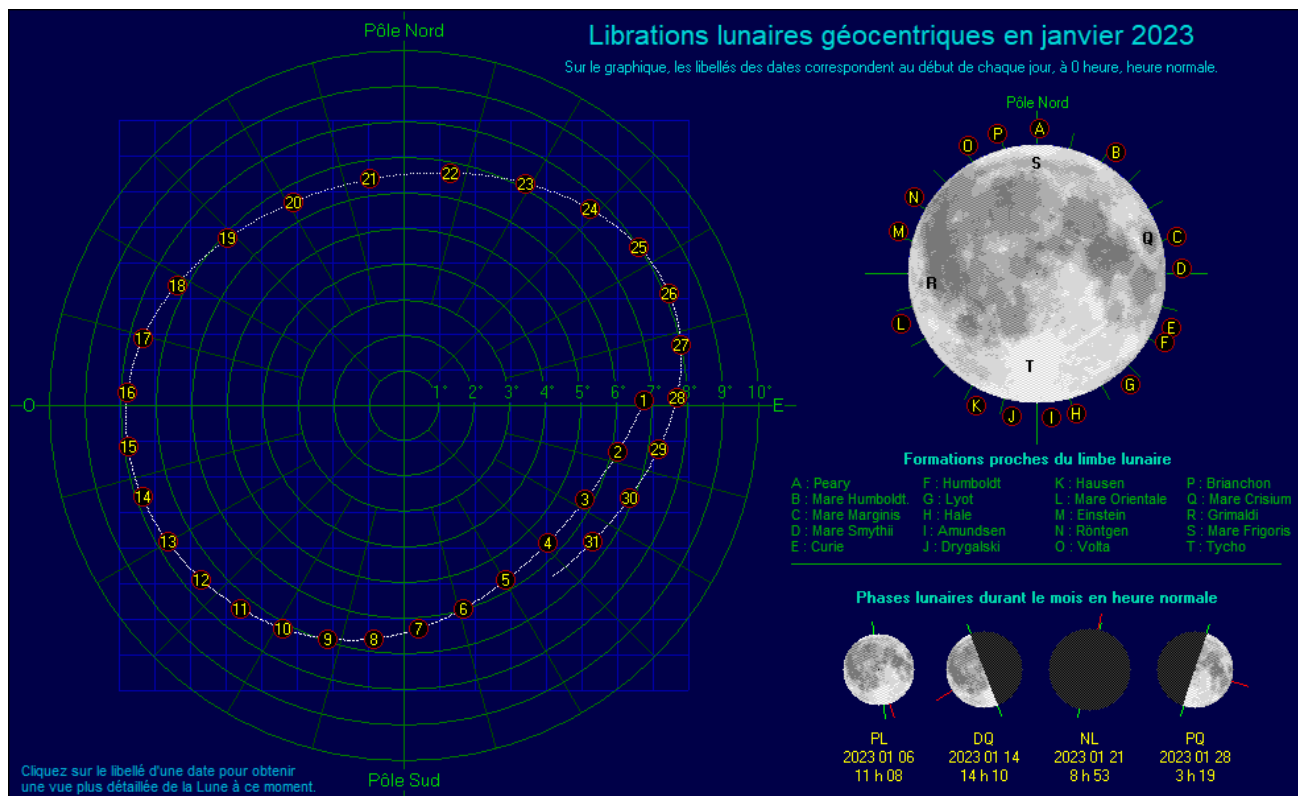


Orbites de Vénus jusqu'à Saturne

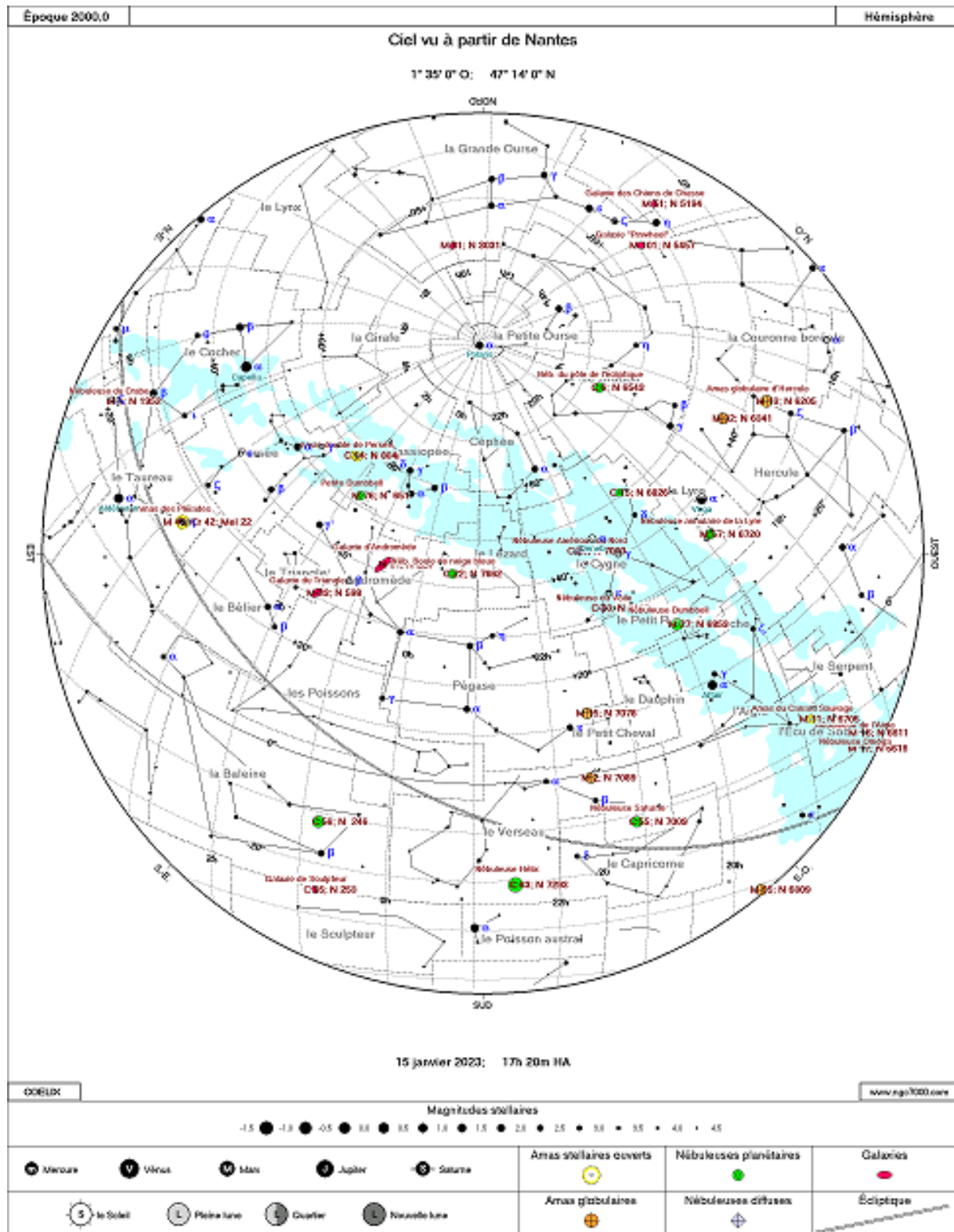
Cliquez sur une planète pour l'identifier.

Le 2023 01 14 à 16:56:25,9 heure normale

Coordonnées géocentriques
 Longitude du Soleil = $294,77^\circ$
 Longitude de Saturne = $323,92^\circ$
 Élongation de Saturne = $29,15^\circ$ E



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.

On a vu un trou noir déchirer une étoile à 8,5 milliards d'années-lumière de nous

[Nelly Lesage](#)



Vue d'artiste de l'événement AT2022cmc. // Source : Carl Knox – OzGrav, ARC Centre of Excellence for Gravitational Wave Discovery, Swinburne University of Technology

Un trou noir gobant une étoile a été identifié à 8,5 milliards d'années-lumière de la Terre. C'est la détection la plus lointaine de ce type d'événement cataclysmique

Les étoiles qui se promènent un peu trop près des trous noirs sont bien imprudentes. Elles finissent généralement déchirées par la gravité extrême des trous noirs, qui engloutissent volontiers cette matière. On vient tout juste de détecter le plus éloigné de ces événements, annonce l'Observatoire européen austral (ESO) ce 30 novembre 2022. La détection est détaillée dans la revue *Nature*.

L'événement observé est nommé AT2022cmc. La lumière qu'il a produite a entamé son voyage vers nous alors que l'Univers n'avait qu'un tiers de son âge actuel (14 milliards d'années). La source de ce phénomène rare est estimée à 8,5 milliards d'années-lumière de la Terre. Elle se trouve au centre de sa galaxie hôte. Il s'agit d'un trou noir supermassif, qui a expulsé les restes de l'étoile dévorée dans un jet de matière évoluant à une vitesse proche de celle de la lumière.

Un événement de rupture par effet de marée, ou quand un trou noir avale une étoile.

On parle aussi d'événement de rupture par effet de marée pour décrire ce type de cataclysme, rappellent les scientifiques dans leur étude : « *Les événements de rupture par effet de marée sont des explosions d'énergie électromagnétique libérées lorsque des trous noirs supermassifs au centre des galaxies perturbent violemment une étoile qui passe trop près.* » C'est un peu comme si l'on pressait un tube de dentifrice au milieu fortement. De la matière est éjectée depuis les extrémités. C'est un phénomène comparable, mais au niveau des deux pôles du trou noir en rotation.

L'étude de cette source a été rendue possible par plusieurs observatoires et par la coordination de diverses équipes de recherche. AT2022cmc a d'abord été détecté le 11 février 2022, dans le cadre du Zwicky Transient Facility, un relevé astronomique mobilisant un télescope de l'observatoire Palomar (Californie). Face à cet événement atypique, d'autres observations ont été rapidement organisées. Ainsi, c'est grâce au radiotélescope Noema, situé dans les Alpes, que la source a pu être caractérisée. Quant au Très Grand Télescope de l'ESO, de l'Observatoire du Cerro Paranal au Chili, il a identifié la provenance de AT2022cmc.

Bientôt, le télescope James Webb observera aussi cette source

Les analyses ne sont pas terminées. Il est également prévu que les télescopes spatiaux Hubble et James Webb contribuent à l'étude de cette source. Cela ne sera possible que lorsque l'intensité lumineuse du jet de matière se sera réduite.

Cette détection est importante, car les chercheurs ignorent encore pourquoi toutes les rencontres entre des trous noirs et des étoiles n'émettent pas systématiquement des jets de matière. Seul 1 % des événements de rupture par effet de marée provoquent l'éjection de jets de plasma, rappelle l'ESO. Une hypothèse envisagée repose sur la rotation des trous noirs : ce seraient ceux qui tournent le plus vite sur eux-mêmes qui seraient capables d'alimenter des jets aussi éclatants.



Une brève Histoire de la mécanique céleste

Épisode 2 - Lagrange et les lois de Cassini.

Joseph Louis Lagrange (1738-1813) est sans doute l'un des rares mathématiciens dont le nom est susceptible de faire date pour qui s'intéresse peu ou prou aux choses de l'astronomie. Ainsi il se peut que vous ayez déjà entendu parler des fameux « points de Lagrange » : il y en a cinq en tout, ce sont des points de choix de l'espace parce que ce qu'ils ont de particulier tient dans le fait que ce sont des points d'équilibre relatif au sein d'un système comprenant trois corps dont l'un a une masse négligeable devant les deux autres. Le meilleur exemple est celui du système constitué de la Terre, du Soleil et d'un télescope que l'on enverrait dans l'espace. Lagrange nous signale l'existence de cinq positions privilégiées (notées logiquement L1, L2, L3, L4 et L5) pour lesquelles un corps quelconque placé dans leur voisinage serait en quelque sorte protégé de toutes les influences gravitationnelles qu'il pourrait éprouver et de ce fait conserverait indéfiniment cette position relativement à la Terre et au Soleil – ces points tournent donc à la même vitesse que la Terre autour du Soleil. Pour Lagrange ce n'était qu'un « objet de curiosité mathématique pure », s'il savait ... Le point le plus prisé des missions spatiales est le point L2, qui se trouve à 1,5 million de km de la Terre en une position opposée au Soleil vis-à-vis de la Terre. Le lieu est déjà bien embouteillé puisqu'on y trouve les télescopes WMAP, Planck, Herschel, Gaia et le petit dernier, le télescope spatial James Webb. L'avantage de ce point de « parking spatial » est de ne pas recevoir les émissions infrarouges de la Terre et de ne jamais passer dans les cônes d'ombre de la Terre ou de la Lune.

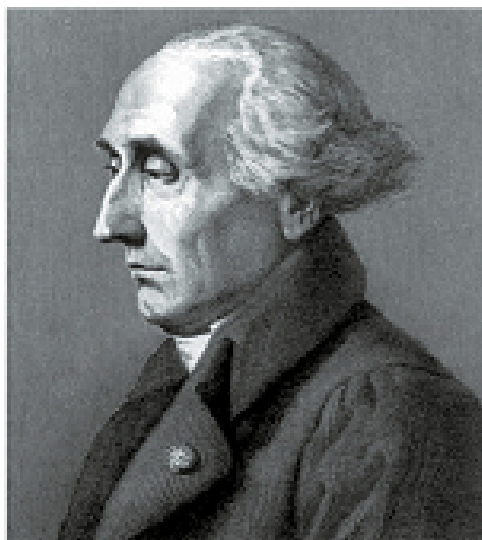


FIGURE 1 – Joseph Louis de Lagrange (1736 - 1813)

1 Les lois de Cassini

Lagrange, tout comme Clairaut et ses contemporains, s'est attaché à étudier les conséquences de la loi de la gravitation de Newton. Parmi tous ses travaux, nous avons pris le parti de revenir sur ceux relatifs au mouvement de rotation de la Lune – de nos jours oubliés ou ignorés – qui fut l'objet de son premier mémoire de mécanique céleste qu'il présenta en 1764 devant l'Académie des sciences, sujet qu'il revisita avec plus de profondeur seize ans plus tard en 1780.

Auparavant remontons encore un peu plus le temps pour revenir à la fin du XVII^e siècle. En 1693, Jean-Dominique Cassini – l'astronome en vue à l'époque de Louis XIV, supervisant les travaux menés à l'Observatoire de Paris

depuis son arrivée en France en 1671 – établit les lois empiriques suivantes relatives à la rotation de la Lune :

1. La Lune tourne uniformément autour d'un axe immobile se trouvant dans son corps. La durée de la rotation est identique à la durée de révolution sidérale de la Lune autour de la Terre.
2. Le plan de l'équateur lunaire garde une inclinaison constante, égale à $1^{\circ}32'$, sur l'écliptique.
3. L'axe de l'écliptique, l'axe de l'orbite de la Lune et son axe de rotation sont constamment dans un même plan.

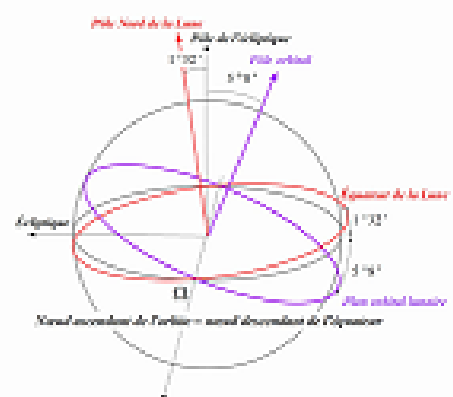


FIGURE 2 – Illustration des lois de Cassini par le positionnement des trois plans fondamentaux sur la sphère céleste (écliptique, plan orbital et plan équatorial de la Lune).

La première de ces lois est ce fait d'observation visible de tous, la Lune nous présente toujours la même moitié de sa surface. Plus intéressantes et inattendues sont les deux autres lois qui sont relatives à l'orientation de

l'axe de rotation de la Lune dans l'espace. En particulier, la troisième loi exprime en d'autres termes que le nœud ascendant de l'équateur lunaire sur l'écliptique coïncide toujours avec le nœud descendant de l'orbite lunaire sur l'écliptique (voir Figure 2). Ces lois ne cessent d'étonner, elles nous disent contre toute attente que les trois plans fondamentaux dont il est question – ceux de l'écliptique, de l'équateur lunaire et de l'orbite lunaire – viennent se couper toujours suivant une même droite, fait d'autant plus surprenant que deux de ces plans sont mobiles. Le plan de l'orbite lunaire est en effet sujet à rotation – on parle de précession – à cause des perturbations dues principalement à l'attraction du Soleil. Il fait un tour complet en 18,6 ans, ce qui se traduit par un tour complet de la ligne des nœuds de l'orbite sur cette même période. La troisième loi de Cassini nous dit alors, de façon inattendue, qu'il en va de même du plan de l'équateur lunaire qui d'une certaine façon est ainsi « asservi » au déplacement du plan de l'orbite lunaire. Il y a donc derrière ces lois une seconde synchronisation sous-jacente, celle-ci concerne la période de précession du mouvement de l'axe lunaire dans l'espace et la période de précession de l'axe perpendiculaire au plan de l'orbite lunaire. Rien d'intuitif dans ces lois qui du reste ont été confirmées au siècle suivant par Tobias Mayer en 1750, puis par Laplace en 1783.

Faut-il donc voir dans l'existence des « lois » de Cassini une conséquence de la théorie de Newton ?

Ce n'est pas ainsi que l'Académie Royale des sciences formule la question pour le prix de l'année 1764, mais c'est la façon dont Lagrange va aborder le problème initial qui était celui de l'origine physique du fait que la Lune nous présente toujours la même face. Pour son mémoire, Lagrange sera le lauréat du prix pour 1764.

On ne pourrait mieux dire que Tisserand en 1898 dans son *Traité de mécanique céleste* (Tome II, chapitre XX-VIII) à propos des résultats de Lagrange,

« les deux lois de Cassini concernant la constance presque absolue de l'inclinaison et la coïncidence des nœuds sont liées l'une à l'autre par la théorie de la gravitation ; l'une est conséquence de l'autre ».

Lagrange réussit effectivement à montrer que les lois de Cassini sont « à peu près » exactes à la libration près et qu'elles résultent de la loi de l'attraction. Si les librations (du latin « liber » qui signifie *balancer*) optiques de la Lune avaient été observées depuis Galilée, Lagrange, le premier met en évidence mathématiquement l'existence de librations physiques.

2 Librations : quand la Lune se balance

Revenons au préalable sur ce que sont les librations optiques. Il s'agit d'un balancement apparent de la Lune résultant à la fois de l'inclinaison de l'axe de la Lune et de l'orbite non circulaire de la Lune. La Lune ne montre jamais rigoureusement la même face mais semble osciller lentement en longitude et en latitude par rapport à son centre. La libration en longitude est de $7^{\circ}57'$, celle

en latitude de $6^{\circ}51'$ de sorte que l'on voit un peu moins de 59% de la surface entière de la Lune, seule 41% de sa surface est visible de façon permanente.

Newton avait pressenti, sans être en mesure de le démontrer, l'existence d'une autre libration trouvant son origine dans la forme même de la Lune, une libration dite « physique » pour la différencier des autres. Elle peut se concevoir aisément si l'on admet que la Lune a la forme d'un ellipsoïde aplati à trois axes dont le grand axe s'écarterait peu de la direction du rayon vecteur qui joint son centre à celui de la Terre, dans ce cas l'attraction terrestre tend à le ramener sur ce rayon, « de même que la pesanteur ramène un pendule vers la verticale » (comme le présente de façon fort sensible Laplace en 1796 dans son ouvrage *Exposition du système du Monde*). Cette libration est en définitive composée de plusieurs petites oscillations superposées dont la période va du mois à plusieurs années. Il revient ainsi à Lagrange d'avoir démontré l'existence de cette libration physique dont l'amplitude ne dépasse pas les $2'$ d'angle. C'est par cette quantité que les lois de Cassini ne sont pas rigoureusement exactes ! Encore fallait-il être en mesure d'observer cette prédiction de Lagrange issue de l'application de la théorie de l'attraction de Newton.

Laplace invita par conséquent les astronomes de l'Observatoire de Paris à entreprendre ce travail qui fut effectué par Arago et Bouvard entre 1806 et 1810. Il suffirait pour cela de prendre un repère sur la surface lunaire, non loin du point par lequel le grand axe de la Lune vient percer sa surface et d'en mesurer les déplacements relatifs à l'aide d'un micromètre. Arago et Bouvard avaient choisi le cratère Manilius. Plus facile à dire qu'à faire cependant. En effet, pour se faire une idée de la difficulté, il convient de se rendre compte de la précision requise pour l'observation des taches lunaires. Pour une tache projetée au centre du disque lunaire, le rapport des angles sous-tendus par elle, au centre de la Lune et au centre de la Terre, est sensiblement égal au rapport de la distance Terre-Lune au rayon lunaire, soit 221. Une libration de $2'$ correspond donc à un déplacement angulaire relevé depuis la Terre de $120''/221$ soit $0,54''$! Un micromètre ne permet pas une telle précision de mesure, c'est pourquoi en 1839, Bessel – grand astronome allemand de l'Observatoire de Königsberg – indique la démarche à suivre à l'aide d'un héliomètre (instrument qu'il avait fait construire par Fraunhofer pour la première mesure de la distance d'une étoile – sa parallaxe stellaire en fait - qu'il effectua en 1838, il s'agissait de l'étoile 61 Cygni) en proposant comme objet de mesure le cratère Moesting A, tout fraîchement nommé dans le *Mappe Selenographica* publié par Beer et Mädler en 1837.

La libration physique fut finalement mise en évidence, même si les résultats ne s'accordaient pas d'un observateur à l'autre, de telle sorte que vers la fin du XIX^e siècle jusqu'à dans les années soixante du XX^e siècle, sa mesure serait utilisée pour déterminer les propriétés inertielles principales de la Lune, pour faire simple, sa forme. La situation d'équilibre relatif dans lequel se trouve la Lune trouve donc son origine stabilisatrice dans le fait

que la Lune est légèrement aplatie et plus allongée en direction de la Terre. Si la Lune était une sphère parfaitement homogène, il n'y aurait aucun effet stabilisateur et donc elle pourrait être en mesure de ne jamais nous montrer la même face. Lagrange avait donc conclu à la stabilité d'un tel équilibre.

3 Au fait, pourquoi la Lune nous montre-t-elle toujours la même face ?

Mais qu'en est-il de la première question du prix de 1764 ? celle concernant l'origine du synchronisme existant entre la rotation sidérale de la Lune d'une part et sa révolution autour de la Terre d'autre part. Lagrange produisit une explication étonnante, d'autant plus étonnante qu'elle sera reprise par Laplace en 1796 jusqu'à Tisserand en 1808. La seule raison avancée est celle de la coïncidence qui remonte aux origines du système et à la libration physique qui permet la conservation de cet état. En d'autres termes, c'est le fait du hasard et non de la nécessité. La compréhension véritable de ce phénomène – appelé de nos jours « résonance spin-orbite » – réside dans les phénomènes dissipatifs à l'œuvre à l'intérieur de la Lune sous l'effet des marées terrestres qui sont déterminantes pour l'évolution orbitale des satellites

du Système solaire comme l'a montré pour la première fois Kaula en 1964. Pour Lagrange, Laplace, Tisserand, la mécanique céleste issue de la loi de l'attraction de Newton devait à elle seule être en mesure de tout expliquer, au ciel comme sur Terre. Là où elle ne le pouvait plus, alors ne restait que la piroquette de la coïncidence heureuse en guise d'explication ...

Ce n'est qu'au siècle suivant que Delaunay (directeur de l'Observatoire de Paris de 1870 à 1873 et grand spécialiste de la théorie du mouvement de la Lune) en 1865, sera le premier à mettre à profit la géophysique et la dissipation d'énergie par frottement des masses océaniques sur les fonds marins dus aux marées soulignées par la Lune pour expliquer simultanément le ralentissement de la rotation de la Terre et l'éloignement observé de la Lune. Le problème avait également été considéré par Laplace (à qui nous consacrerons notre prochain chapitre) qui avait trouvé une partie de l'origine au sein ... de la mécanique céleste en imputant pour cela les effets de l'excentricité de l'orbite lunaire. Une heureuse et confortable erreur de calcul lui avait fait voir cette cause comme responsable de l'intégralité de l'effet qui avait été observé dans l'orbite de la Lune. Quelle autre explication aurait-il produit sur l'éloignement de la Lune s'il n'avait pas commis cette erreur de calcul ... ?

Cahiers de Clairaut

Le Système solaire luit d'une étrange lumière

La lumière zodiacale, c'est-à-dire la lumière solaire réfléchiée par la poussière interplanétaire au niveau du Système solaire interne, contribue au bruit de fond qui pollue les observations du télescope Hubble pour les galaxies lointaines. En traitant les images de ce télescope pour s'affranchir de ce bruit, une nouvelle lumière émerge, dont la nature est encore inconnue.

Les archives des observations du télescope Hubble sont toujours susceptibles de fournir de nouvelles découvertes à qui sait les utiliser. On pourrait croire qu'elles ne peuvent concerner que les images des galaxies et des étoiles lointaines, mais le vénérable instrument a aussi été utilisé pour étudier le Système solaire.

À cet égard, la Nasa vient de révéler qu'un groupe d'astronomes qui se sont investis dans le projet Sky-Sur, parmi lesquels se trouvent Tim Carleton et Rogier Windhorst de l'*Arizona State University* (USA), viennent de faire une découverte presque par

sérendipité en effectuant des dizaines de milliers de mesures sur environ 200 000 images d'archives de Hubble. Il en a résulté plusieurs articles publiés que l'on peut trouver en accès libre sur [arXiv](#).

À la base, il s'agissait de caractériser une sorte de bruit de fond lumineux issu du Système solaire. En effet, seulement 5 % environ de la lumière captée par Hubble provient d'objets au-delà du Système solaire. Il faut donc pouvoir caractériser et soustraire efficacement ce bruit de fond pour obtenir les caractérisations les plus précises possibles des galaxies lointaines et plus généralement des objets lointains les moins lumineux.

La lumière zodiacale

Une des sources de contaminations importantes est tout simplement la lumière zodiacale, c'est-à-dire une faible lueur de forme vaguement triangulaire visible sur le ciel nocturne et qui s'étend le long de l'axe du Soleil sur le plan de l'écliptique, et donc du zodiaque. On l'observe plus facilement après le coucher du Soleil au printemps ou avant son lever à l'automne, donc à l'aube. Les premières traces de son étude scientifique remontent au XVII^e siècle avec Giovanni Domenico Cassini et Nicolas Fatio de Duillier ([voir à son sujet le livre de Jean-Pierre Luminet](#)) qui avaient déjà avancé qu'il s'agissait de la lumière solaire réfléchiée par des particules de poussières dans le plan de l'écliptique. Une première confirmation de cette hypothèse viendra bien plus tard au cours de la seconde moitié du XX^e siècle avec les observations *in situ* des instruments des sondes [Pioneer 10](#), Helios 1 et Helios 2 au cours des années 1970.

L'origine exacte de ces poussières interplanétaires a fait l'objet d'un long débat mais, aujourd'hui, on s'accorde à dire qu'elles ne proviennent pas des chocs entre les astéroïdes de la Ceinture principale mais bien des queues de comètes de la famille de Jupiter encore appelée famille des comètes joviennes (en anglais JFC pour *Jupiter Family Comets*). Il s'agit de comètes de courte période, entre un peu moins de 5 ans et un peu plus de 20 ans, la plupart d'entre elles possédant une période de révolution de 5,93 à 11,86 ans, c'est-à-dire une valeur comprise entre la période de révolution de la planète Jupiter et la moitié de celle-ci.



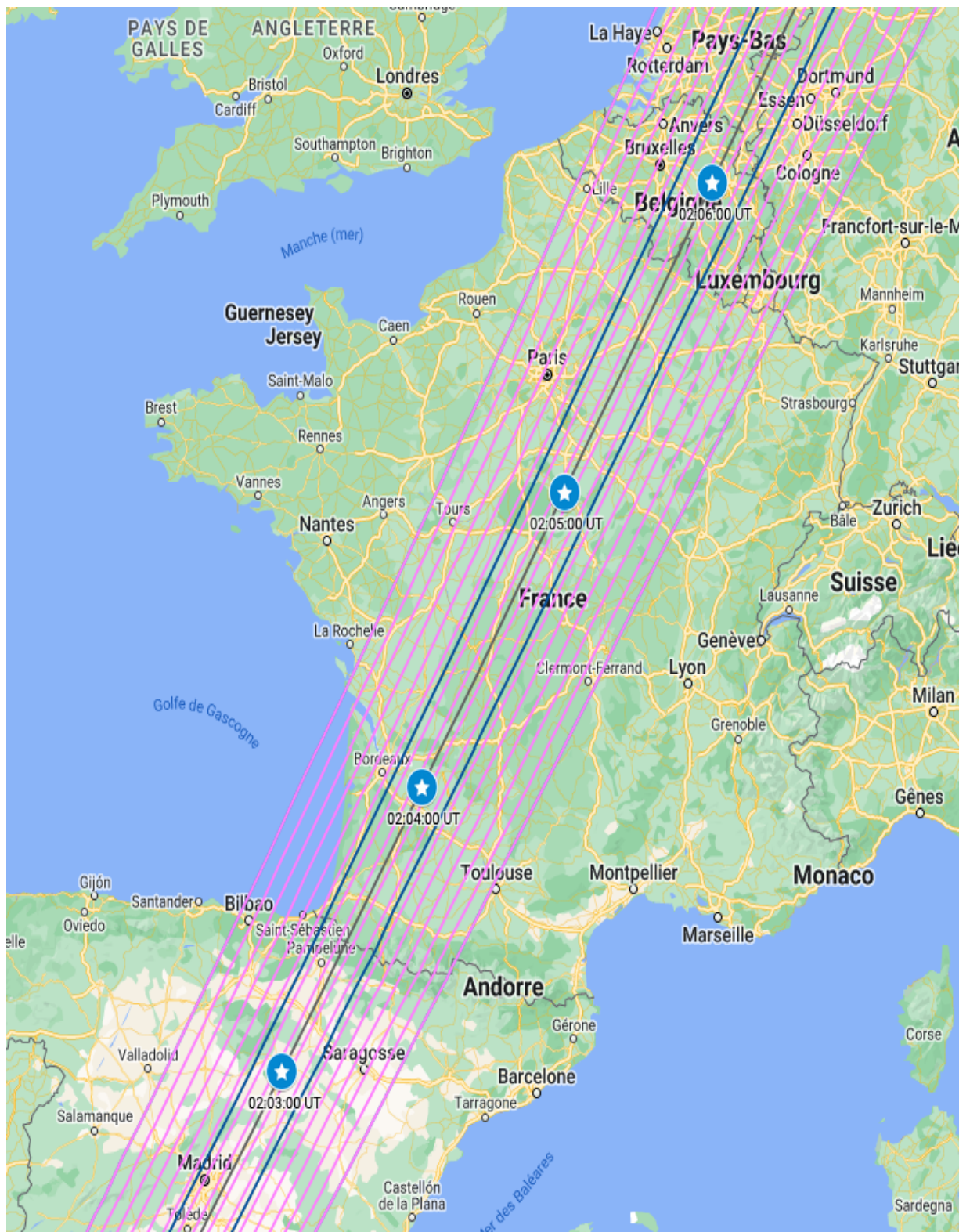
CETTE ILLUSTRATION D'ARTISTE MONTRE L'EMPLACEMENT ET LA TAILLE D'UN HYPOTHÉTIQUE NUAGE DE POUSSIÈRE ENTOURANT NOTRE SYSTÈME SOLAIRE. © NASA, ESA, ANDI JAMES, STSCI.

Une lumière non zodiacale ?

Mais, selon Carleton et Windhorst, même en soustrayant cette lumière zodiacale, il reste une faible lueur fantomatique équivalente à la lumière de dix lucioles réparties sur toute la voûte céleste. De précédentes observations de la sonde New Horizons suggéraient son existence mais elle est plus intense dans les données de Hubble concernant essentiellement des régions à moins de 3 milliards de kilomètres de la Terre, ce qui donne des indications plus précises sur son origine possible.

Bien qu'elle reste encore à strictement parler d'origine mystérieuse, les astronomes ont déjà quelques idées non exotiques à son sujet. Ainsi, pour Tim Carleton : « *Une explication possible de la lueur résiduelle est que notre Système solaire interne contient une sphère ténue de poussière provenant de comètes qui tombent dans le Système solaire de toutes les directions, et que cette lueur est la lumière du Soleil se reflétant sur cette poussière. Si elle est réelle, cette coquille de poussière pourrait être un nouvel ajout à l'architecture connue du Système solaire.* »

Comment observer l'occultation d'une étoile par un astéroïde ?



Bande de visibilité lors de l'occultation de l'étoile HD 51593 par Eurybates du 23 octobre 2022. Crédits Lucky Star

Les occultations sont l'une des pierres angulaires d'un laboratoire comme le nôtre qui étudie la mécanique céleste et calcule les éphémérides. Dans le cadre de la rubrique « science en direct », nous avons souhaité demander à deux de nos observateurs comment s'organise l'observation d'une occultation stellaire par un astéroïde.

Comment se préparer à observer une occultation ?

Tout d'abord, il faut se poser plusieurs questions :

- Quand a lieu l'occultation et où passe-t-elle ?
- Suis-je dans une zone où se trouvent beaucoup d'observateurs ?
- Est-ce réalisable avec mon matériel ?

Les réponses dépendent de l'étoile occultée et de l'objet occultant. La magnitude de l'étoile (sa brillance) nous dira avec quel type d'instrument l'occultation est observable. L'ombre à la surface de la Terre fait généralement à peu près la taille de l'objet. Si l'astéroïde mesure autour de 1 000 kilomètres, la bande de visibilité sera suffisamment large pour que tout le monde puisse l'observer. Si, au contraire, l'objet fait environ 100 kilomètres, l'occultation aura lieu sur une petite bande et cela demande une autre organisation !

Comment choisissez-vous votre matériel ?

Cela dépend de la magnitude de l'étoile :

- À partir de 13/14, il faut de gros télescopes (au moins 20 centimètres).
- Pour des objets plus brillants, en dessous de 11/12, un petit télescope ou une lunette astronomique peuvent suffire. Pour utiliser des jumelles, il faut un trépied pour les stabiliser et un éventuel adaptateur pour placer une caméra, ce qui peut s'avérer plus compliqué à installer.

Le jour J approche, comment ça se passe ?

Un coordinateur (astronome professionnel ou amateur) organise la répartition géographique en fonction de la bande de visibilité et de l'incertitude sur la prédiction. Globalement, la position d'un astéroïde est connue à plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de kilomètres près. La bande réelle de visibilité de l'occultation peut ainsi être décalée d'autant par rapport à la prédiction. Il est donc nécessaire d'avoir plusieurs observateurs pour couvrir cette zone d'incertitude.

Un certain nombre de cordes (une ligne parallèle à la centralité et à une distance fixée) sont ainsi définies en fonction du nombre d'observateurs et de l'incertitude sur la prédiction en vue de réaliser un maillage optimal pour détecter l'occultation.

Le jour J, chaque observateur est affecté à une corde et doit donc se placer quelque part sur cette ligne imaginaire, là où la météo est la plus favorable. Plus il y a d'observateurs, meilleurs seront le maillage et les chances de détection, et plus précises seront les informations que nous pourrions déterminer pour l'objet.

Pourquoi n'est-ce pas plus précis et pourquoi une telle incertitude ?

Cela vient de la position de l'objet qui n'est pas exacte, des éphémérides qui contiennent des erreurs, car elles-mêmes proviennent d'observations qui contiennent des incertitudes. Plus l'objet est gros, plus il est brillant, donc plus facile à observer : plus il y a d'observations, plus ces erreurs vont se moyenniser. Mais tout ne dépend pas que de la taille de l'objet, il y a de petits objets dont l'orbite est bien connue. À l'inverse, la position des étoiles est maintenant très bien connue grâce au catalogue d'étoiles Gaia, donc l'incertitude dans les prédictions vient essentiellement de l'incertitude dans les éphémérides.

Qu'apportent ces observations ?

Elles permettent de connaître la forme et la taille de l'objet avec une précision kilométrique. C'est mieux que n'importe quel instrument astronomique sur Terre ou en orbite terrestre. Seule une mission spatiale dédiée peut donner des informations plus précises.

Une autre information essentielle récoltée est sa position astrométrique extrêmement précise au moment de l'occultation. Pendant l'occultation, les positions de l'objet et de l'étoile sont confondues, mais comme la position de l'étoile occultée est très bien connue grâce à Gaia, la position de l'astéroïde en devient aussi très précise : la précision atteinte est ainsi de l'ordre du milliard/seconde, ce qui est 100 fois mieux que ce que l'on peut obtenir avec des observations astrométriques classiques. Ces positions précises sont ensuite utilisées pour améliorer les éphémérides et réduire les barres d'erreur des occultations suivantes.

C'est le jour J, que faites-vous ?

Il faut charger toutes les batteries, vérifier les câbles, tout le matériel, l'heure exacte de l'occultation et vérifier si cette heure est en Temps local ou en Temps universel. La météo est aussi scrutée avec attention et le cas échéant, il faut déterminer l'endroit le plus favorable le long de la corde qui nous a été attribuée.

Nous utilisons une station mobile et autonome pour ne pas dépendre de l'électricité et être prêts à se retrouver n'importe où ! Dans des vignes, des champs, un endroit dégagé et tranquille pour ne pas être trop dérangés.

Il faut être persévérant : même s'il y a des gros nuages, ne pas désespérer et tenter l'observation jusqu'au bout. Le ciel peut se dégager au tout dernier moment. Il faudra alors être prêt à pointer l'étoile immédiatement.

Pour que ça se passe bien, il faut au préalable s'entraîner à faire la manip plusieurs fois, sur plusieurs jours, savoir facilement reconnaître l'étoile à pointer, maîtriser son matériel pour pouvoir faire face à une panne de dernière minute.

Une occultation peut durer entre quelques secondes et quelques minutes : il faut être très réactif ! De plus, pour obtenir une information précise, il faut enregistrer l'occultation (temps de disparition et de réapparition de l'étoile) avec le plus de précision possible. Pour cela, il faut s'assurer de deux éléments

- Le premier est d'avoir une caméra rapide et sensible, qui puisse prendre une image de l'étoile occultée sur une pose courte. Il faut rechercher le compromis optimal entre une pose la plus courte possible, mais suffisamment longue pour que l'étoile soit bien visible.
- Le second est la synchronisation la plus précise possible entre les horloges de l'ensemble des observateurs. L'heure donnée par le GPS ou le temps donné par internet sont plus fiables que celui donné par une montre ou un portable, et eux seuls permettent d'avoir un temps absolu commun à tous les observateurs.

Quelques derniers conseils ?

Il faut être patient, confiant, faire preuve de sang-froid si ça se couvre et être réactif si l'opportunité d'observer le phénomène se présente !

« A la pointe où se balance un mouchoir blanc

Au fond noir qui finit le monde

Devant nos yeux un petit espace

Tout ce qu'on ne voit pas et qui passe

Le soleil donne un peu de feu

Une étoile filante brille

Et tout tombe

Le ciel se ride

Les bras s'ouvrent

Et rien ne vient

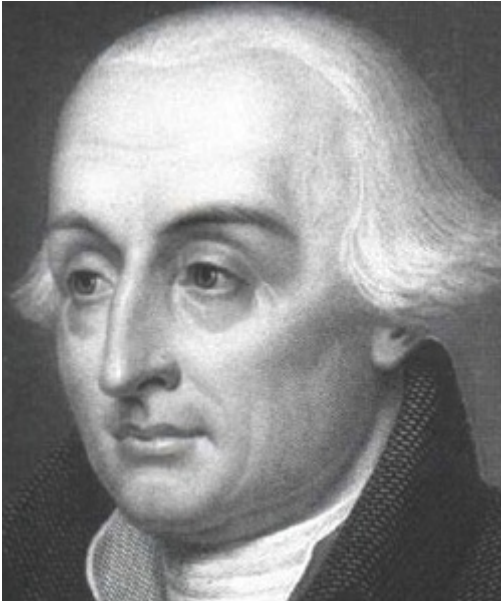
Un cœur bat encore dans le vide

Un soupir douloureux s'achève

Dans les plis du rideau le jour se lève. »

Pierre Reverdy

Joseph-Louis Lagrange (25 janvier 1736 [Turin] - 10 avril 1813 [Paris])



Giuseppe Lodovico Lagrangia est né le 25 janvier 1736 à Turin, alors capitale du royaume de Sardaigne. Il est pourtant considéré comme un mathématicien français et non italien, ceci de sa propre volonté (la branche paternelle de sa famille étant française). Son père dispose d'une position sociale favorable auprès du roi de Sardaigne, mais il a perdu beaucoup d'argent dans une spéculation hasardeuse. Lagrange étudia brillamment à l'université de sa ville natale; son intérêt pour les mathématiques ne se manifeste que vers 17 ans, à la lecture d'un mémoire de Halley sur l'utilisation de l'algèbre en optique. Il se plonge alors aussitôt, seul et sans aide, dans l'étude des mathématiques.

Très rapidement, il obtient des résultats probants. A l'été 1755, deux ans seulement après le début de ses travaux, il écrit une longue lettre à Euler (alors le plus grand mathématicien vivant) sur la détermination de la courbe tauto-

chrone (i.e. la courbe telle que deux mobiles identiques lâchés au même moment en des points différents de la courbe arrivent au point le plus bas au même moment). Cette courbe (une cycloïde) a été déterminée pour la première fois par Huygens, mais la méthode que propose Lagrange pour l'obtenir est beaucoup plus générale, et donnera naissance au "Calcul des variations". Cet échange est le prémices d'une riche correspondance entre Lagrange et Euler, marquée par un respect mutuel important.

À la fin de cette même année 1755, Lagrange devient professeur à l'école d'artillerie de Turin., ville où il fonde en 1757 une académie des sciences. Son talent est très vite reconnu, et il écrit durant ses premières années de brillants mémoires où il applique les méthodes du calcul des variations à la mécanique (propagation du son, problème des n-corps, cordes vibrantes). En 1764 notamment, Lagrange gagne le Grand Prix de l'Académie des Sciences de Paris, pour son travail sur les libérations de la lune, c'est-à-dire les petites perturbations de son orbite, et sur ce phénomène étrange qui fait que la lune présente toujours la même face à la terre. Lagrange deviendra un véritable habitué de ce prix, le gagnant à nouveau en 1772, 1774 et 1780.

En 1766, grâce à l'appui de D'Alembert, Lagrange succède à Euler au poste prestigieux de directeur des mathématiques à l'Académie des Sciences de Berlin. Il passera 20 ans là-bas, d'une extraordinaire fertilité. Hormis quelques arrêts dus à une santé fragile, il publie avec une régularité impressionnante des mémoires qui touchent tous les domaines des mathématiques et de la mécanique : astronomie, probabilités, théorie des équations algébriques (son travail sur les racines ouvre la voie à Abel et Galois), équations différentielles, théorie des fonctions. Lagrange excelle particulièrement en arithmétique, en résolvant plusieurs conjectures difficiles dues à Fermat, et en prouvant que tout entier naturel est somme de 4 carrés. Dans une perspective plus historique, Lagrange est à la transition entre l'époque d'Euler, où l'on publie à tout va sans trop se soucier de la rigueur, et le XIXème s., où, sous l'impulsion de Gauss, Cauchy et Weierstrass, la rigueur devient un élément central des mathématiques.

La vie privée de Lagrange est peut-être moins heureuse. Il souffre parfois de dépression, et s'il se marie en 1767 avec une de ses cousines (il est veuf en 1783), il n'a pas d'enfants, et on dit que ce mariage est peu heureux. Les dernières années à Berlin sont consacrées à l'étude du monumental *Traité de Mécanique Analytique*, où il reprend, complète et unifie les connaissances accumulées depuis Newton. Ce livre, qui devient pour tous ses contemporains une référence, se veut notamment une apologie de l'utilisation des équations différentielles en mécanique.

En 1787, après la mort de l'Empereur Frédéric II, Lagrange part pour la France où il devient membre de l'Académie des Sciences de Paris. Il est un des rares à traverser la Révolution sans être inquiété : il est même Président de la Commission des poids et des mesures, et est à ce titre un des pères du système métrique et de l'adoption de la division décimale des mesures. Les événements le marquent cependant beaucoup, en particulier le guillotinage du chimiste Lavoisier, au sujet duquel il déclare :

« Il a fallu un instant pour couper sa tête, et un siècle ne suffira pas pour en produire une si bien faite ».

Lagrange participe encore à la création de l'Ecole Polytechnique, provisoirement nommée Ecole Centrale des Travaux Publics, dont il est le premier professeur d'analyse, d'ailleurs peu apprécié. Il écrit encore 2 traités mathématiques (Théorie des fonctions analytiques - Résolution des équations numériques), moins bien accueillis que celui de mécanique analytique. Il se remarie en 1792 avec une jeune fille qui lui est toute dévouée. Il décède le 10 avril 1813, après avoir reçu de Napoléon Ier tous les honneurs de la nation française (comte de l'empire, Grand Officier de la Légion d'Honneur).

Les entrées du Dicomaths correspondant à Lagrange

- [Equations différentielles particulières](#)
- [Extrema liés - Multiplicateurs de Lagrange](#)
- [Formules de Taylor](#)
- [Identité de Lagrange](#)
- [Méthode de Lagrange \(ou fausse position\)](#)
- [Polynômes interpolateurs de Lagrange](#)
- [Produit vectoriel](#)
- [Théorème de Lagrange](#)

Les mathématiciens contemporains de Lagrange (né en 1736)

[Maria Agnesi](#) (née en 1718)

[Jean Le Rond d'Alembert](#) (né en 1717)

[Jean III Bernoulli](#) (né en 1744)

[Etienne Bézout](#) (né en 1730)

[Lazare Carnot](#) (né en 1753)

[Pierre Simon de Laplace](#) (né en 1749)

[Adrien-Marie Legendre](#) (né en 1752)

[Lorenzo Mascheroni](#) (né en 1750)

[Gaspard Monge](#) (né en 1746)

[Marc-Antoine Parseval](#) (né en 1755)

Position constellations et planètes Janvier 2023

(sources : « le ciel à l'œil nu » de G. Cannat)

A noter : il y aura 13 pleines Lunes en 2023 (dont 1^{er} Août et 31 Août) et 3 fois dans la constellation du Lion : 5 février, 7 mars, 27 décembre).



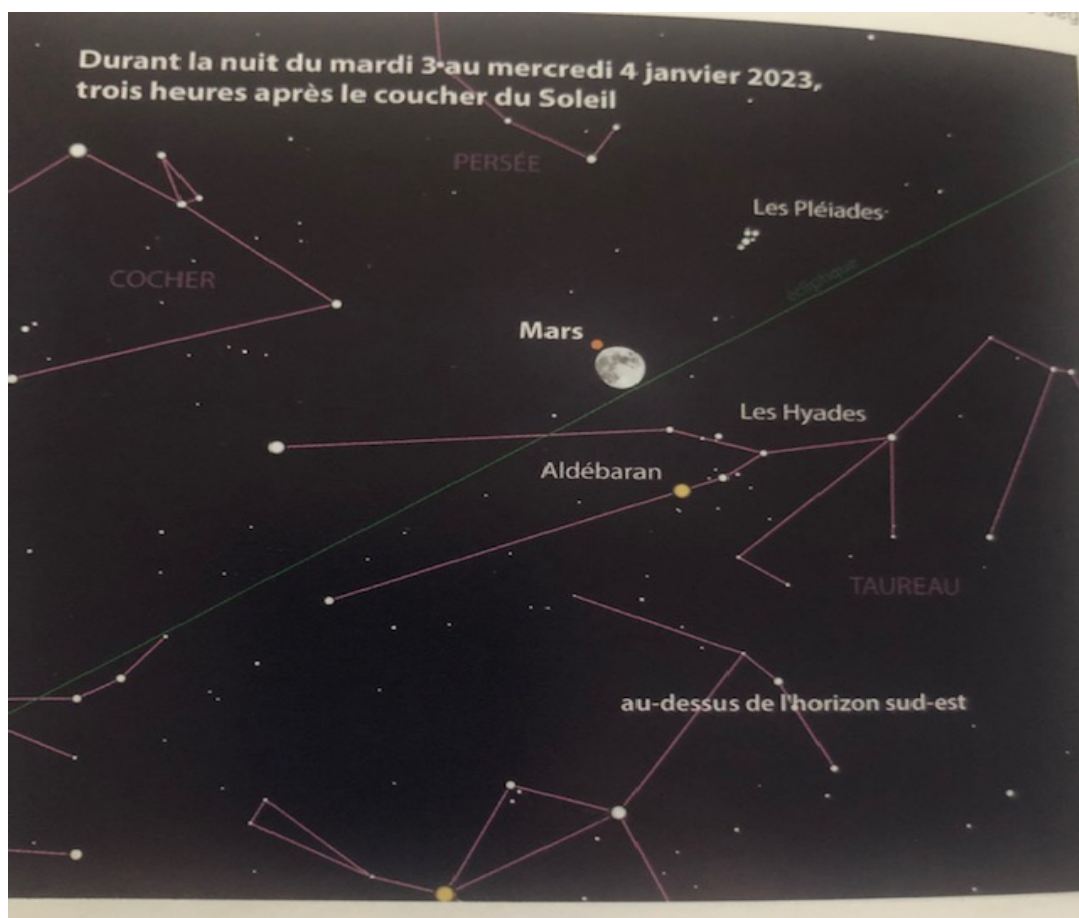
De longues nuits pour l'observation du Ciel ... Vénus et Jupiter seront visibles vers l'est, sud-ouest, et les étoiles les plus remarquables de la constellation d'Orion scintillent au-dessus de l'horizon sud-est. Les 3 étoiles alignées de la ceinture d'Orion, Alnitak, Alnilam, Mintaka permettent de l'identifier sans erreur. Et autour d'elles les étoiles Bételgeuse, Bellatrix, Rigel et Saïph forment un vaste parallélogramme pour le corps. Les bras d'Orion agrandissent cette constellation remarquable du ciel hivernal : dans une main ce chasseur tient une massue qui s'élèvent vers les Gémeaux, dans l'autre il brandit un bouclier devant le mufler du Taureau.

Puis un peu plus tard,.....

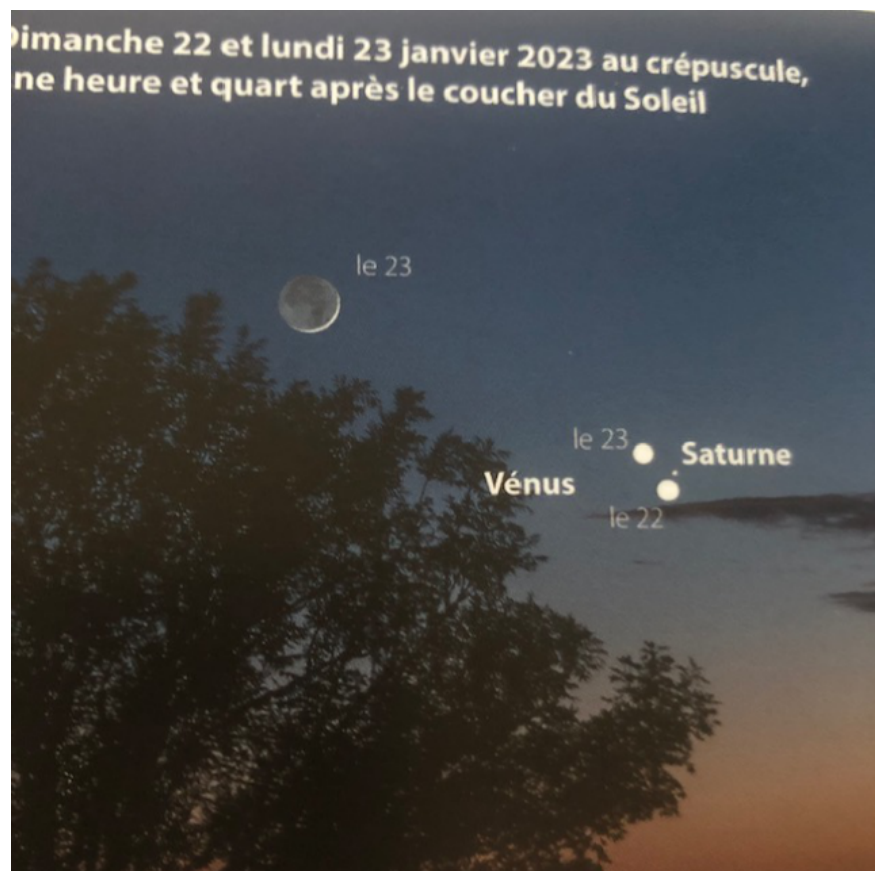
...l'étoile la plus brillante de la sphère céleste, **Sirius**, de la constellation du Grand Chien brille dans l'horizon sud, sud-est. Bételgeuse, Sirius et Procyon de la constellation du Petit Chien forment le **triangle d'hiver**. Et l'**hexagone d'hiver** est formé par Rigel (Orion), Pollux (Gémeaux), Capella (Cocher), Aldébaran (Taureau), visible si on a la chance d'avoir un ciel très dégagé avec la motivation suffisante pour observer dans le froid hivernal !

Nuit du 3 au 4 janvier la Lune sera gibbeuse croissante et passera à moins de 1° de la planète Mars et toutes les 2 brilleront au-dessus de l'horizon sud-est à une soixantaine de degrés.

Après avoir traversé les Gémeaux, les planètes rencontreront la constellation du Taureau, non loin des Hyades et de leur étoile commune Aldébaran.



Les 22 et 23 janvier au crépuscule, une heure et quart après le coucher du Soleil, au-dessus de l'horizon ouest-sud-ouest ce sera le rapprochement des planètes Vénus et Saturne avec le jeune croissant lunaire dans une lumière cendrée.



Les 25 et 26 Janvier, une heure et demie après le coucher du Soleil, le croissant lunaire éclairera les abords de Jupiter, au-dessus de l'horizon sud-ouest à une trentaine de degrés ; Vénus sera sur le point de se coucher. Les planètes continueront leur rotation vers les constellations des Poissons, les abords du Bélier et traverseront le Verseau.



Les 30 et 31 janvier au soir, deux heures après le coucher de notre Soleil, Mars et la Lune seront voisines pour la seconde fois du mois. Elles traverseront le méridien à plus de 65 degrés de hauteur. La lune sera moins gibbeuse. L'éclat de la planète rouge sera divisé par 4 depuis son opposition, mais on distinguera encore bien sa teinte orangée. L'étoile Aldébaran du Taureau sera bien visible à moins de 10° d'écart de Mars.



Récapitulons :

- le croissant lunaire du soir : du 23 au 26 janvier
- la lune gibbeuse et pleine : du 1^{er} au 13 et du 29 au 31
- le croissant lunaire du matin : du 16 au 20
- le ciel sans la lune (mieux pour les observations d'étoiles) les 21 et 22
- la planète Mercure : à l'aube après le 15 à l'est-sud-est
- la planète Vénus : au crépuscule à l'ouest-sud-ouest
- la planète Mars : une grande partie de la nuit de l'est sud-est à l'ouest nord-ouest
- la planète Jupiter : en 1^{ère} partie de la nuit, du sud sud-ouest à l'ouest
- la planète Saturne : en début de nuit puis au crépuscule, à l'ouest sud-ouest.

Pleine Lune le 7 dans les Gémeaux, Dernier quartier le 15 dans la Vierge, Nouvelle Lune le 21 dans le Capricorne et 1^{er} quartier le 28 dans le Bélier.

LES 12 TRAVAUX D'HERCULE

Travail n°9 : Nettoyer les écuries d'Augias

Nettoyer les écuries d'Augias n'était pas un travail dangereux pour Hercule, mais certainement le plus dégradant. Il aura fallu qu'Hercule mette de côté sa dignité pour aller nettoyer ces écuries qui n'avaient pas été entretenues depuis 30 ans et qui débordaient d'excréments du grand troupeau d'Augias.



Eurysthée décida de froisser l'amour-propre d'Hercule en lui assignant une mission aussi laborieuse que dégradante : nettoyer les écuries d'Augias. Augias, le roi d'Elide, possédait un grand troupeau mais il négligeait ses animaux. Depuis plus de trente ans, il n'avait pas fait nettoyer ses écuries. Rebutés par les immondices qui s'y étaient accumulés, même les esclaves refusaient d'y pénétrer. Négligées, les bêtes ne travaillaient plus aux champs. Privées d'engrais, les moissons se faisaient rares. Elide était devenu un royaume appauvri qui se vidait de ses habitants. L'odeur pestilentielle des écuries arrivait même aux frontières avec la Grèce selon les récits.



Résigné, Hercule traversa l'Arcadie et se rendit dans le royaume d'Augias pour y accomplir sa mission. Il repéra les lieux, fit évacuer les animaux des écuries et se mit à creuser un fossé jusqu'au fleuve le plus proche, l'Alphée. L'eau s'y engouffra. Hercule créa un barrage au niveau d'un second fleuve voisin, le Pénée. Il fit déborder le réservoir ainsi formé : l'eau débordante se précipita dans la vallée, envahissant les écuries et les nettoyant de toutes ses immondices.

Quand il décida que tout était nettoyé, Hercule détruisit les déviations des fleuves qu'il avait mises en place : ceux-ci retrouvèrent rapidement leurs lits respectifs. Le soleil couchant finit de sécher le sol. Suite au passage d'Hercule, Augias se promet de faire nettoyer ses écuries tous les jours pour ne pas qu'elles reviennent dans l'état dans lequel elles étaient.



LE SAVIEZ-VOUS?

1) Le 5 janvier



Il y a 200 ans, le 5 janvier 1723 naît Nicole-Reine Lepaute, mathématicienne, astronome, elle participe notamment à la détermination du retour de la comète de 1682. En 1705, Edmond Halley avait prédit que l'astre réapparaîtrait à partir de 1758, du fait de son orbite autour du Soleil. Savoir quand précisément est ardu, car il faut prendre en compte l'influence gravitationnelle de Jupiter et Saturne. Grâce aux calculs de Nicole-Reine Lepaute, Alexis Clairaut et Jérôme Lalande annoncent en novembre 1758 que la comète passera au plus près du Soleil le 15 avril 1759, avec une incertitude d'un mois. Et la comète « de Halley » passe au périhélie le 13 mars. Un succès scientifique pour lequel « Madame Lepaute nous fut d'un grand secours, que nous n'aurions point osé sans elle entreprendre cet énorme travail » écrira Lalande.

2) 15 janvier

Il y a 50 ans, le 15 janvier 1973, la mission Luna 21 se pose dans le cratère Le Monnier, à l'est de la mer de la Sérénité. A son bord, le Lunokhod2. Le rover soviétique parcourra au total 42 km ! C'est le record de distance sur la Lune réalisé par un engin automatique. Depuis 1993, il est la propriété d'Owen Garriott, qui l'a acheté lors d'une vente organisée par Sotheby's, à New York. Du coup, l'homme d'affaires se prétend également propriétaire du sol sous l'engin et du parcours effectué....Polémique



3) 31 janvier

Il y a 65 ans, le 31 janvier 1958, Explorer1 décolle. Le premier satellite américain gagne l'espace, trois mois après son concurrent soviétique Spoutnik1.



Ciel et Espace

ENIGME

Pourquoi les étoiles scintillent-elles?

Envoyez vos solutions à :

andrebourdet@gmail.com

Solution de l'énigme précédente

Quelle est l'équation de Drake?

L'équation de Drake est une célèbre proposition mathématique concernant les sciences telles que l'exobiologie, la futurobiologie, l'astrosociologie, ainsi que le projet SETI (search for extraterrestrial intelligence). Cette équation a été suggérée par Frank Drake dans les années 1960 afin de tenter d'estimer le nombre potentiel de civilisations extraterrestres dans notre Galaxie avec qui nous pourrions entrer en contact. Le principal objet de cette équation pour les scientifiques est de déterminer ses facteurs, afin de connaître le nombre probable de ces civilisations. Cette équation est souvent mise en balance avec le Paradoxe de Fermi qui avec des méthodes différentes formule une conclusion diamétralement opposée à celle de Drake.

L'équation de Drake

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

où :

N est le nombre de civilisations extraterrestres dans notre galaxie avec lesquelles nous pourrions entrer en contact,

et : R^* est le nombre d'étoiles en formation par an dans notre galaxie,

f_p est la fraction de ces étoiles possédant des planètes,

n_e est le nombre moyen de planètes par étoile potentiellement propices à la vie,

f_l est la fraction de ces planètes sur lesquelles la vie apparaît effectivement,

f_i est la fraction de ces planètes sur lesquelles apparaît une vie intelligente,

f_c est la fraction de ces planètes capables et désireuses de communiquer,

L est la durée de vie moyenne d'une civilisation.

Estimation historique des paramètres de l'équation de Drake

Les scientifiques de nos jours ont de considérables désaccords sur les valeurs possibles de ces paramètres. Les valeurs utilisées par Drake et ses collègues en 1961 sont :

$$R^* = 10/\text{an}$$

$$f_p = 0,5$$

$$n_e = 2$$

$$f_i = 1$$

$$f_i = f_c = 0,01$$

$$L = 10 \text{ années}$$

La valeur de R^* est la moins discutée. f_p est plus incertaine, mais est plus constante que les autres valeurs. On croyait que n_e était plus importante, mais la découverte de nombreuses géantes gazeuses avec des orbites près de leur étoile sème le doute sur les planètes qui peuvent supporter la vie aussi proche de leur étoile. D'autres rétorquent cependant que l'échantillon d'exoplanètes découvertes jusqu'à présent n'est absolument pas représentatif (il est normal que l'on commence par détecter les objets les plus gros) et que les exoplanètes telluriques restent à découvrir.

De plus, la plupart des étoiles de notre galaxie sont des naines rouges, qui possède un faible rayonnement ultraviolet, qui a contribué à l'évolution de la vie sur Terre. À la place, elle possède un violent rayonnement, principalement en rayon X, une propriété non favorable à la vie telle que nous la connaissons (des simulations suggèrent également que ce rayonnement érode les atmosphères des planètes). La possibilité de vie sur des satellites de planète géante gazeuse (par exemple le satellite de Jupiter Europe) renforce de manière incertaine ce cas de figure.

En regardant l'humanité sur Terre, il est évident que f_i semble élevé, la vie sur Terre semble avoir commencé presque immédiatement après que les conditions l'ont rendue possible, suggérant que l'abiogenèse est relativement " facile " une fois que les conditions sont favorables. Par ailleurs, on découvre sur Terre de plus en plus d'organismes vivants dit extrémophiles parvenant à survivre dans des conditions extrêmes (fond marins, calderas, environnement souffrés...) Ce facteur n'en reste pas moins très discutable.

Une donnée qui aurait un impact majeur sur ce dernier serait la présence controversée de vie (primitive) sur Mars. La vérification du développement de la vie sur Mars, indépendamment de celle sur Terre, plaiderait en faveur d'une valeur élevée pour ce facteur.

f_i , f_c et L sont évidemment plus petits que supposé. f_i a été modifié depuis la découverte du fait que l'orbite du système solaire dans la galaxie soit circulaire, avec une distance telle qui reste en dehors du bras de la galaxie pendant des centaines de millions d'années (évitant les radiations des novas). Aussi, les satellites rares comme la Lune semblent contribuer à la conservation de l'hydrogène en brisant la croûte terrestre, provoquant une magnétosphère, par vagues de chaleur et de mouvements, et stabilisant l'axe de rotation de la planète. De plus, puisqu'il semble que la vie se développe juste après la formation de la Terre, l'explosion cambrienne dans laquelle une large variété de formes de vie multicellulaires se transforma en êtres, apparaît un temps considérable après la formation de la Terre, ce qui suggère la possibilité que des conditions spéciales sont nécessaires pour que cela arrive. Des scénarios comme la Terre boule de neige ou la recherche dans les événements d'extinction ont suggéré la possibilité que la vie sur Terre soit relativement fragile. Une fois encore, la controverse sur le fait que la vie prit forme sur Mars, mais cessa d'exister, affecterait les estimations de ces facteurs.

Le célèbre astronome Carl Sagan spécula que les valeurs de tous les facteurs, hormis celle de la durée de vie d'une civilisation, doivent être relativement élevées, et le facteur déterminant est de savoir si une civilisation possède ou non la capacité technologique d'éviter une auto-destruction. Dans

le cas de Sagan, l'équation de Drake a été une motivation forte pour son intérêt dans les problèmes environnementaux et son effort pour nous avertir des dangers des armes nucléaires.

(On notera, qu'à partir de l'année 2001, nous pouvons attribuer la valeur 50 à L avec le même degré de confiance que Drake usa en 1961 en lui donnant la valeur 10).

La chose remarquable à propos de l'équation de Drake est que, en mettant des valeurs plausibles pour chaque paramètres, on obtient généralement une valeur de $N \gg 1$. Ce résultat a été une source de grandes motivations pour le projet SETI. Cependant, ceci est en conflit avec la valeur observée de $N \ll 1$, soit une seule humanité dans tout l'univers, la nôtre.

Ce conflit est aussi formulé dans le paradoxe de Fermi, celui-ci ayant été le premier à suggérer que notre compréhension de ce qu'est une valeur "conservative" pour quelques paramètres peut être excessivement optimiste, ou que quelques autres facteurs peuvent intervenir en ce qui concerne la destruction d'une vie intelligente.

D'autres hypothèses donnent des valeurs de N inférieures à 1, mais quelques observateurs croient que c'est encore compatible avec les observations dues au principe anthropique : peu importe combien est basse, la probabilité qu'une galaxie donnée ait une vie intelligente, la galaxie dans laquelle nous nous trouvons doit avoir au moins une espèce intelligente par définition. Il pourrait y avoir des centaines de galaxies dans notre amas sans aucune vie intelligente, mais évidemment nous ne sommes pas dans ces galaxies pour observer ce fait.

Quelques exemples de calculs de l'équation de Drake

Avec les paramètres de Drake :

$$R^* = 10/\text{an}, f_p = 0,5, n_e = 2, f_i = 1, f_l = f_c = 0,01, \text{ et } L = 50 \text{ années}$$

$$N = 10 * 0,5 * 2 * 1 * 0,01 * 0,01 * 50 = 0,05$$

Nous pouvons donner des résultats plus optimistes, en considérant que 10% des civilisations deviennent capables de communiquer, et qu'elles étendent leur longévité jusqu'à 100 000 années, en considérant la vie de leur système planétaire (ce qui est très court à l'échelle géologique) :

$$R^* = 20/\text{an}, f_p = 0,1, n_e = 0,5, f_i = 1, f_l = 0,5, f_c = 0,1, \text{ et } L = 100\,000 \text{ années}$$

$$N = 20 * 0,1 * 0,5 * 1 * 0,5 * 0,1 * 100\,000 = 5000$$

Estimation courantes des paramètres de l'équation

Cette section tente de lister les meilleures estimations à l'époque actuelle (2004) pour les paramètres de l'équation de Drake, ils sont susceptibles de changer si de meilleurs résultats sont trouvés.

R^* , est le nombre d'étoiles en formation par an dans notre galaxie estimé par Drake à 10/an f_p est la fraction de ces étoiles possédant des planètes estimé par Drake à 0,5

n_e est le nombre moyen de planètes par étoile potentiellement propices à la vie estimé par Drake à 2

f_i est la fraction de ces planètes sur lesquelles la vie apparaît effectivement estimé par Drake à 1

En 2002, Charles H. Lineweaver et Tamara M. Davis (à l'université de Nouvelle-Galles du Sud et avec le Centre australien d'Astrobiologie) ont estimé $f_i > 0,33$ utilisant un argument statistique basé sur le temps qu'a mis la vie pour se développer sur Terre. Lineweaver a aussi déterminé qu'approximativement 10% des systèmes planétaires dans notre galaxie sont propices à la vie, ayant des éléments lourds, étant loin des supernovas et étant stables entre eux pendant une période suffisante. [\(\(en\)\(lien\)\)](#)

f_i est la fraction de ces planètes sur lesquelles apparaît une vie intelligente estimé par Drake à 0,01

Cependant, les systèmes planétaires dans l'orbite galactique avec une exposition aux radiations aussi basse que le système solaire sont plus de 100 000 fois plus rare.

f_c est la fraction de ces planètes capables et désireuses de communiquer estimé par Drake à 0,01

L est la durée de vie moyenne d'une civilisation estimé par Drake à 10 années

Une limite plus basse de L peut être estimée à partir de notre civilisation avec l'avènement de la radioastronomie en 1938 (daté du radiotélescope parabolique de Grote Reber) jusqu'à l'année courante. En 2006, cela donne une valeur de L égale à 68.

Dans un article du Scientific American, Michael Shermer estima L à 420 années, en compilant les durées de six civilisations historiques. Utilisant 28 civilisations plus récentes que l'Empire romain, il calcula L à environ 304 années pour les civilisations " modernes ". Notons, cependant, que cela ne tient compte que des civilisations qui n'ont pas détruit leur technologie, et qui l'ont transmise aux civilisations qui les ont suivies, Shermer estima donc que l'on devait regarder cette valeur de manière pessimiste.

Dans la pratique, il faut remarquer que l'équation consiste à essayer de déterminer une quantité inconnue à partir d'autres quantités qui sont tout aussi inconnues qu'elles. Il n'existe donc pas de garantie que l'on soit davantage fixé après cette estimation qu'avant (argument nommé parfois dans la littérature *garbage in, garbage out*).

Il est à remarquer aussi qu'en l'absence d'expérience concrète, le cerveau humain est très mal équipé pour estimer des probabilités à moins d'un point de précision (c'est-à-dire 1%), et que nous parlons dans le langage courant de "probabilité de 1 sur 1000" ou "1 sur 100 000" pour exprimer en fait que nous estimons quelque chose *peu probable*. Or c'est parce que nous estimons mal les probabilités très faibles que des jeux comme le Loto perdurent, peu de gens ayant effectué le calcul qui leur donne plus de probabilité de mourir avant le tirage que de gagner un lot d'un montant très important.

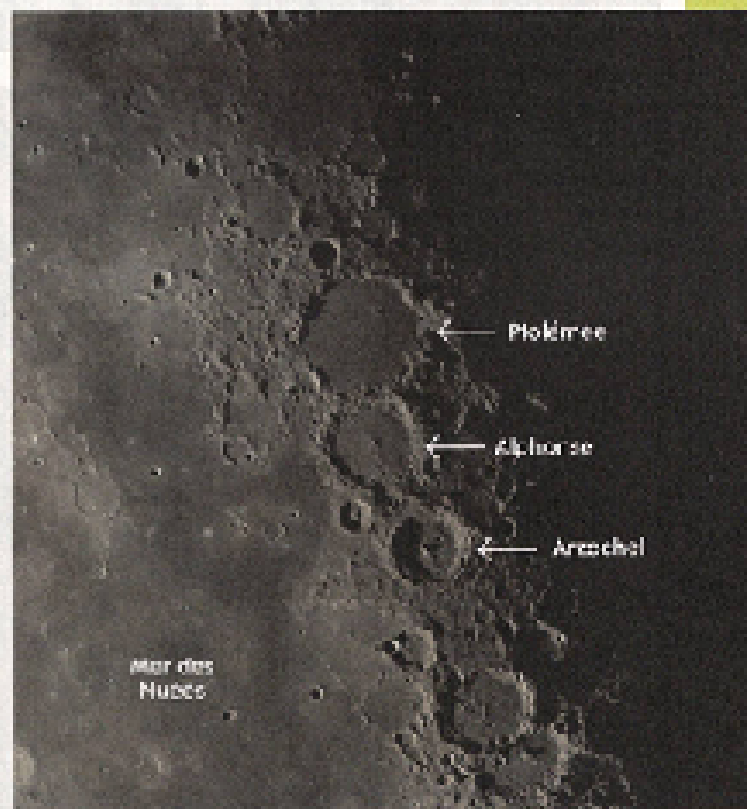
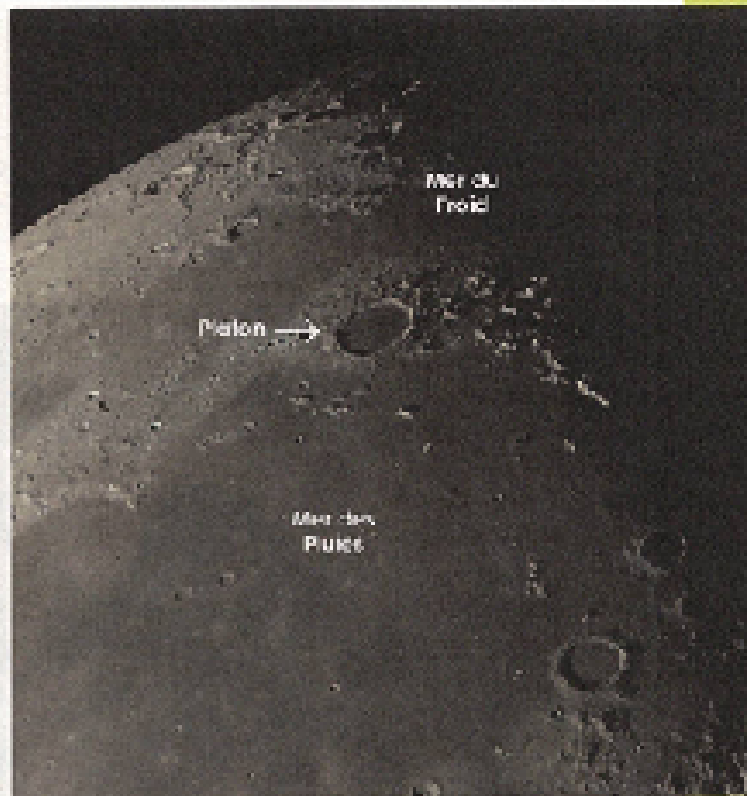
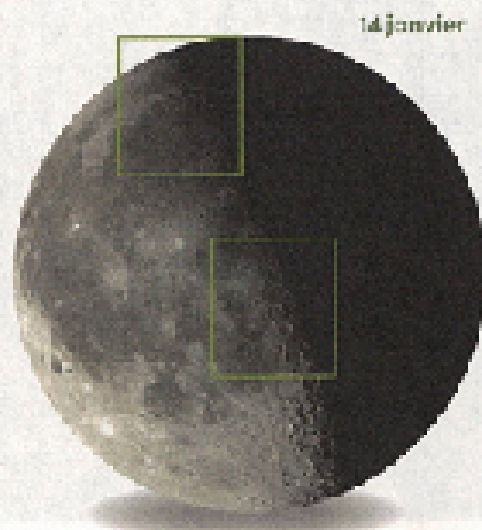
Le monde bayésien travaille plus volontiers en décibels. Une probabilité de 10^{-7} vaut alors -70 dB et une probabilité de 10^{-9} vaut -90 dB, ce qui les différencie nettement.

J'ai reçu 0 bonne réponse.

LA LUNE AU TÉLESCOPE

PLATON Pointez cette région de préférence le 14. Situé en bordure de la mer des Pluies, le cratère Platon se reconnaît à son arête lisse et sombre. Il a été comblé pendant la lave qui a envahi son pôle central et fini la hauteur de ses gradins à 2000 m (une seule pit, 10 m au centre pour son diamètre de 131 km). Quelques petits cratères discrets se détachent de l'étendue sombre. La plus grande d'entre eux mesurant plus de 13" et un instrument d'au moins 100 mm est nécessaire pour le distinguer.

ARZACHEL Ce cratère de 3,6 mil. l'année dernière est bien dessiné. Il mesure 97 km de diamètre et de 3600 m de profondeur. Il contient un pic central qui culmine à 2600 m au-dessus du fond de l'arène. Ce la-ci est inépuisable à scruter au télescope. Entre le bord ouest du cratère et un petit impact de 9 km de diamètre (Arzachel A), se niche une faille en arc de cercle d'une cinquantaine de kilomètres de long. Large d'environ 1 km, elle est discutable dans des instruments de moyenne puissance grâce au contraste donné par son fond d'ombre lorsque la lumière solaire ne est assante.



Lire, voir, sortir

Voici la plus grande histoire jamais contée... Elle commence voici 13,7 milliards d'années, aux premiers instants de l'Univers, tels que la physique et la cosmologie actuelles peuvent les reconstituer... Elle nous fait découvrir la naissance des premières étoiles, des premières galaxies, des premières planètes... Elle nous emmène explorer la Terre primitive, assister à l'apparition de l'eau, de l'atmosphère, des continents... Elle nous invite à la naissance des premières formes du vivant, à suivre sa diversification et sa complexification, des tout premiers organismes jusqu'à l'avènement du genre Homo... Elle nous transporte enfin dans le futur, celui de notre biodiversité, de notre espèce, de notre planète, et de l'univers lui-même. Cosmologie, astrophysique, planétologie, chimie, géologie, biologie, paléontologie... Toutes les disciplines du savoir sont réunies pour restituer dans ce beau livre ambitieux et original, magnifiquement illustré, cette histoire passionnante - la nôtre -, de façon accessible à tous, grâce à des textes synthétiques rédigés par des spécialistes reconnus de chaque domaine.



La caméra FRIPON



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



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

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