

N° 168
OCTOBRE
2024

LE CIEL DE RHUYS



La plus grosse lune de Jupiter aurait pivoté après avoir été frappée par un astéroïde géant

D'après un planétologue japonais, l'axe de rotation de Ganymède, la plus grosse lune de Jupiter, aurait été radicalement modifié à la suite de l'impact d'un énorme astéroïde.



Photographie de Ganymède obtenue par la caméra JunoCam pendant le survol de Juno, le 7 juin 2021. PHOTO NASA/JPL-CALTECH/SWRI/MSSS

On sait depuis les années 1980 que les failles qui forment des cercles concentriques de milliers de kilomètres à la surface de cette lune jovienne – dont le diamètre est de plus de 5 260 kilomètres et dont la taille dépasse celle de la planète Mercure – sont le résultat d'un impact avec un astéroïde.

Le planétologue Naoyuki Hirata, de l'université de Kobe, au Japon, vient de préciser que cet objet céleste *“avait un diamètre d'environ 300 kilomètres et que l'impact aurait créé un cratère initial de 1 400 à 1 600 kilomètres de large”*.

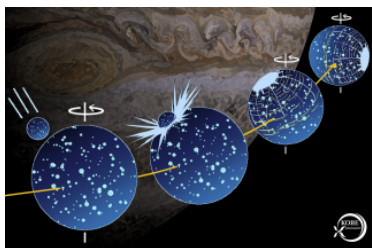


Schéma explicatif du basculement de l'axe de rotation de Ganymède après l'impact avec un astéroïde géant. NAOYUKI HIRATA (UNIVERSITÉ DE KOBÉ, JAPON)

Mais surtout, comme le relève le site d'actualités scientifiques australien, le chercheur japonais *“a été le premier à se rendre compte que les traces de l'impact se trouvaient sur le méridien (la ligne entre les pôles nord et sud) à l'opposé de Jupiter”*. Et [**The Guardian** de compléter](#) :

“Cela ne pourrait se produire que si l'astéroïde ayant frappé Ganymède [...] déstabilisait la lune et la faisait tourner sur elle-même.”

C'est la conclusion, détaillée dans **Scientific Report**, à laquelle Naoyuki Hirata est parvenu en s'appuyant sur des simulations numériques et sur l'exemple de Pluton, qui a connu le même scénario. Lancée l'an dernier, la sonde Juice, qui explorera Jupiter et ses principales lunes, pourrait récolter des données accréditant ou infirmant cette hypothèse du changement d'axe de rotation.

Le ciel d'octobre

Sommaire:

- Edito
- Le ciel du mois
- Essaims, étoiles filantes, Planètes
- La Lune
- Carte du ciel
- -Cours d'astronomie à suivre
- -Polaris Dawn
- **Biographie de :John Goodricke**
- **Constellation : Cassiopée**
- **Légende :Ganymède**
- Le saviez-vous ?
- Enigmes
- Petit Nuage de Magellan
- Lire, voir, sortir

2024 10 02 14:31 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)

2024 10 02 18:05 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle

2024 10 02 19:49 NOUVELLE LUNE (éclipse annulaire de Soleil non visible à Nantes)

2024 10 02 20:40 Lune à l'apogée (distance géoc. = 406516 km)

2024 10 05 20:42 Rapprochement entre la Lune et Vénus (dist. topocentrique centre à centre = 3,6°)

2024 10 07 18:55 Opposition de l'astéroïde 39 Laetitia avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,461 UA; magn. = 9,2)

2024 10 08 14:00 Pluie d'étoiles filantes : Draconides (5 météores/heure au zénith; durée = 4,0 jours)

2024 10 10 19:55 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE

2024 10 14 19:01 Rapprochement entre la Lune et Saturne (dist. topocentrique centre à centre = 0,9°)

2024 10 17 01:46 Lune au périgée (distance géoc. = 357175 km)

2024 10 17 02:35 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle

2024 10 17 12:26 PLEINE LUNE

2024 10 17 13:08 Opposition de l'astéroïde 19 Fortuna avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,062 UA; magn. = 9,3)

2024 10 18 23:59 Rapprochement entre Mars et Pollux (dist. topocentrique centre à centre = 5,7°)

2024 10 19 20:28 Début de l'occultation de HD 23753 (magn. = 5,44)

2024 10 19 20:50 Rapprochement entre la Lune et les Pléiades (dist. topocentrique centre à centre = 0,7°)

2024 10 19 21:18 Fin de l'occultation de HD 23753 (magn. = 5,44)

2024 10 21 01:00 Pluie d'étoiles filantes : Orionides (20 météores/heure au zénith; durée = 36,0 jours)

2024 10 21 21:03 Fin de l'occultation de 136 Tau (magn. = 4,56)

2024 10 22 03:24 Opposition de l'astéroïde 10 Hygiea avec le Soleil (dist. au Soleil = 3,442 UA; magn. = 10,5)

2024 10 23 16:00 Mercure à son aphélie (distance au Soleil = 0,46670 UA)

2024 10 24 09:03 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE

2024 10 26 05:59 Rapprochement entre Vénus et Antarès (dist. topocentrique centre à centre = 3,0°)

2024 10 29 00:15 Comète D/1766 G1 Helfenzrieder à son périhélie (dist. au Soleil = 0,403 UA; magn. = 5,6)

2024 10 29 23:50 Lune à l'apogée (distance géoc. = 406161 km)

2024 10 30 15:00 Vénus à son aphélie (distance au Soleil = 0,72820 UA)

2024 10 31 18:39 Opposition de l'astéroïde 511 Davida avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,700 UA; magn. = 10,4)

Etoiles filantes, essaims et comètes.

Draconides (DRA)

Le radiant de l'essaim des Draconides (DRA) est situé au nord de l'étoile *beta Draconis*, connue sous le nom de Rastaban, dans la tête du Dragon. Les météores sont très lents, avec une vitesse d'environ 20 km par seconde.

L'essaim est associé à la comète Giacobini-Zinner, découverte par Michel Giacobini en 1900 en France, et également par Ernst Zinner en 1913 en Allemagne. La comète est de courte période, revenant à proximité du Soleil tous les 6,6 ans.

La première prévision pour un essaim de cette comète a été faite en 1915 par le Révérend M. Davidson. Des météores provenant du radiant prévu ont été observés par William Denning. Des sursauts d'activité se sont produits en de rares occasions, comme en 1933 et en 1946. En 1933, des observateurs ont rapporté avoir vu une tempête de météores tombant comme des flocons de neige, avec un rythme d'environ 100 météores par minute, soit 6000 par heure. Les météores ont été décrits comme faibles, avec une magnitude comprise entre 3 et 5, lents, et la plupart de couleur jaune.

En 1946, des observateurs tchécoslovaques ont vu un taux corrigé d'environ 6800 météores par heure. Cette année-là, c'était aussi la première fois qu'on détectait un essaim de météores par radar.

Période d'activité : du 06 au 10 Octobre

Maximum : 08 Octobre Longitude solaire (λ) : 195.4

position du radiant au moment du maximum

ascension droite (α) : 262° déclinaison (δ) : +54°

Vitesse (en km/s) : 20 r : 2.6 ZHR : variable, jusqu'à des niveaux de tempête

Comète associée : [21P/Giacobini-Zinner](#) (période de 6.62 ans)

Taurides Sud (STA)

L'essaim météoritique des Taurides Sud (STA) produit de lents météores d'une vitesse de 27 km par seconde. Au moment du maximum, le taux horaire moyen (ZHR) est de 5 météores par heure. Tout comme l'essaim des Taurides Nord (NTA), les météores des Taurides Sud sont associés à la comète périodique ayant la plus courte période, la comète 2P/Encke. Les deux courants sont situés à environ 7 degrés de déclinaison l'un de l'autre.

La découverte des Taurides a été faite en 1869. Les Taurides Nord ont été observées par Giuseppe Zezioli. Les Taurides Sud ont été observées par T. W. Backhouse, et probablement par G. L. Tupman. Alors que les Taurides Sud ont fait l'objet de peu de détections au cours du reste du 19ème siècle, les Taurides Nord ont été fréquemment observées, mais personne n'a reconnu qu'il s'agissait d'un essaim annuel de la région du Taureau visible début Novembre.

Les observations vidéo laissent entendre que le maximum aurait lieu plutôt vers le 10 Octobre (LS de 197°), alors que les précédentes observations visuelles de longue date suggèrent le 05 Novembre.

Période d'activité : du 10 Septembre au 20 Novembre
Maximum : 10 Octobre Longitude solaire (λ) : 197°
position du radiant au moment du maximum
ascension droite (α) : 032° déclinaison (δ) : +9°
Vitesse (en km/s) : 27 r : 2.3 ZHR : 5
Comète associée : [2P/Encke](#) (période de 3.3 ans)

delta-Aurigides (DAU)

Les météores des delta-Aurigides (DAU) sont des météores très rapides, avec une vitesse d'environ 64 km par seconde. Le taux horaire moyen (ZHR) est de 3 météores par heure.

Cet essaim a été découvert en 1979. lorsque Jack D. Drummond, Robert K. Hill et Herbert A. Beebe décelèrent deux météores ayant une orbite identique parmi treize météores photographiés entre 1976 et 1977.

Les premières observations de cet essaim eurent lieu en 1980, par Norman W. McLeod, III en Floride et Drummond au Nouveau-Mexique.

L'analyse des surveillances radio réalisées par la suite démontrèrent que l'orbite des particules composant l'essaim se subdivisaient en quatre filaments principaux : le filament A (maximum le 30 Septembre, longitude solaire de 186.5°), le filament B (maximum le 07 Octobre, LS de 193.2°), le filament C qui est le plus fin (maximum le 13 Octobre) et le filament D (maximum le 02 Octobre, LS de 188.2°).

Les recherches portant sur des apparitions antérieures de l'essaim des delta-Aurigides ne se sont pas avérées extrêmement concluantes, mais il semble que l'essaim avait peut-être déjà été observé en 1876 par William F. Denning. Des observations plus positives sont rapportés dans *Meteorstrome* par Cuno Hoffmeister en 1910 (filament A), en 1920 (filament B) et en 1935 (filament B).

Une seule comète connue semble avoir une orbite similaire à celle des delta-Aurigides, la comète Bradfield (1972 III), mais le lien n'est pas confirmé.

Période d'activité : du 10 au 18 Octobre
Maximum : 11 Octobre Longitude solaire (λ) : 198.0°
position du radiant au moment du maximum
ascension droite (α) : 084° déclinaison (δ) : +44°
Vitesse (en km/s) : 64 r : 2.9 ZHR : 2

epsilon-Géminides (EGE)

L'essaim des epsilon-Géminides (EGE) a son radiant à quelques degrés au nord de l'étoile *epsilon Gemini*, connue sous le nom de Mebsuta. Les météores, plutôt rapides avec une vitesse de 70 km par seconde, pourraient être associés soit avec la comète C/1964 N1 (Ikeya), soit avec la comète C/1987 B1 (Nishikawa-Takamizawa-Tago). Le taux horaire moyen (ZHR) est d'environ 2 météores par heure au maximum.

Répertorié par W. F. Denning en 1899 sous le nom de delta-Géminides dans son catalogue, l'essaim a été peu observé les années suivantes. Selon Denning, la première apparition de cet essaim pourrait avoir eu lieu en 1868, observée par T. W. Backhouse avec 6 météores. Denning lui-même observa l'essaim en 1879 et en 1887. Peu observé par la suite, l'essaim a été redécouvert en 1958 quand R. E. McCrosky et A. Posen ont identifié 6 orbites de météores sur les photographies à partir des données recueillies au cours du Harvard Meteor Project de 1952-1954. En 1960, l'essaim a été détecté par des techniques d'écho-radio. B. L. Kashcheyev et V. N. Lebedinets (Kharkov Polytechnical Institute, USSR) ont isolé treize epsilon-Geminides entre le 10 et le 27 Octobre. La première étude visuelle de cet essaim a été réalisée par V. Znojil en 1965.

Période d'activité : du 14 au 27 Octobre Maximum : 18 Octobre Longitude solaire (λ) : 205°

position du radiant au moment du maximum

ascension droite (α) : 102° déclinaison (δ) : +27°

Vitesse (en km/s) : 70 r : 3.0 ZHR : 3

Comète associée : C/1964 N1 (Ikeya) ?

Visibilité des planètes

Mercure : n'est pas visible (Leo, Vir)

Vénus : revient timidement dans les lueurs du soir basse sur l'horizon, gibbeuse (Vir)

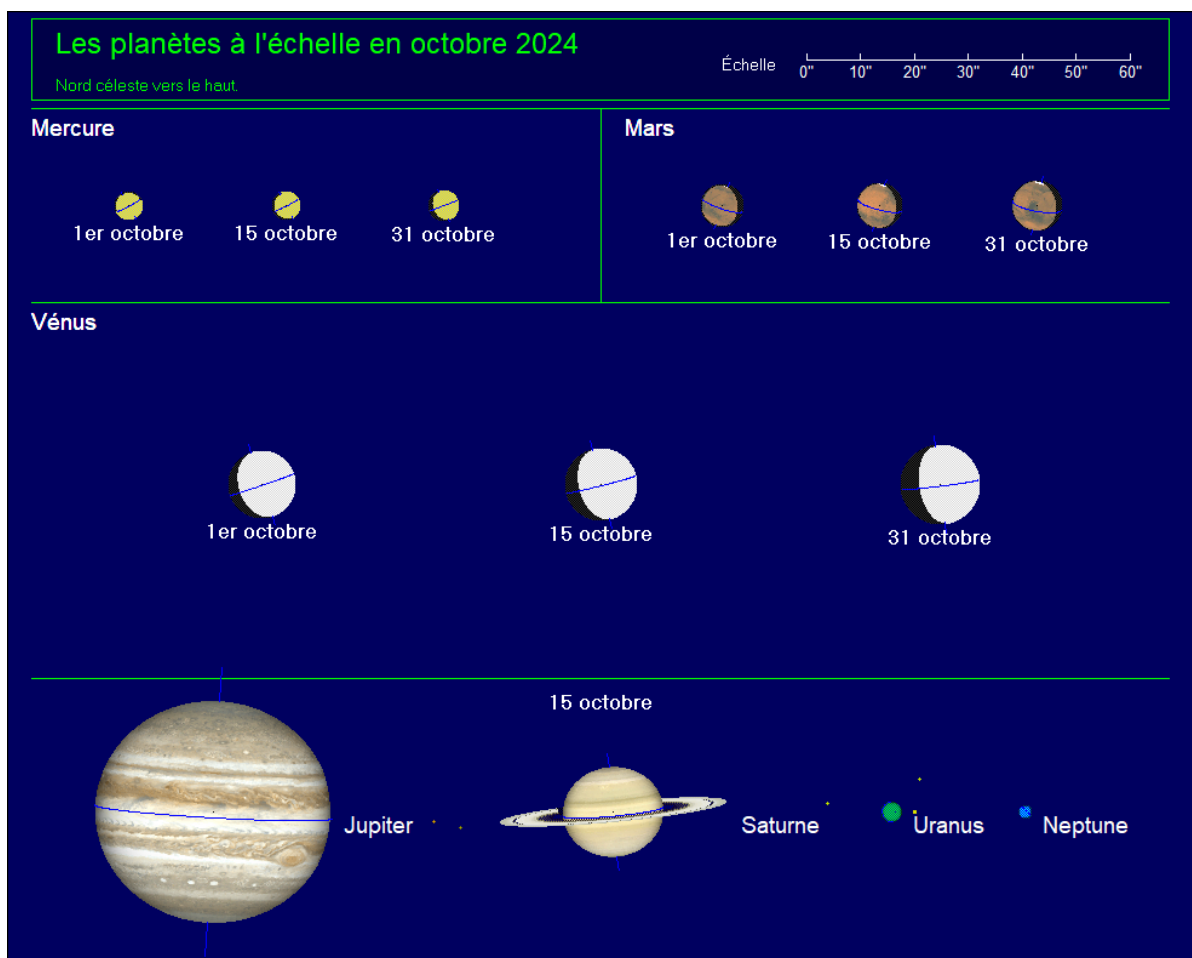
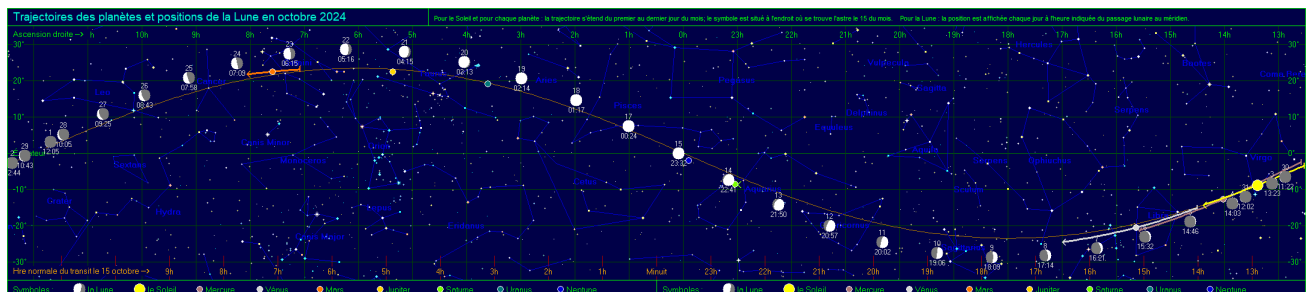
Mars : visible en seconde partie de nuit (Tau, Gem)

Jupiter : bien visible après minuit (Tau)

Saturne : est à l'opposition, culmine en milieu de nuit (aqr)

Uranus : observable une grande partie de nuit (Tau)

Neptune : visible en milieu de nuit (Poissons)

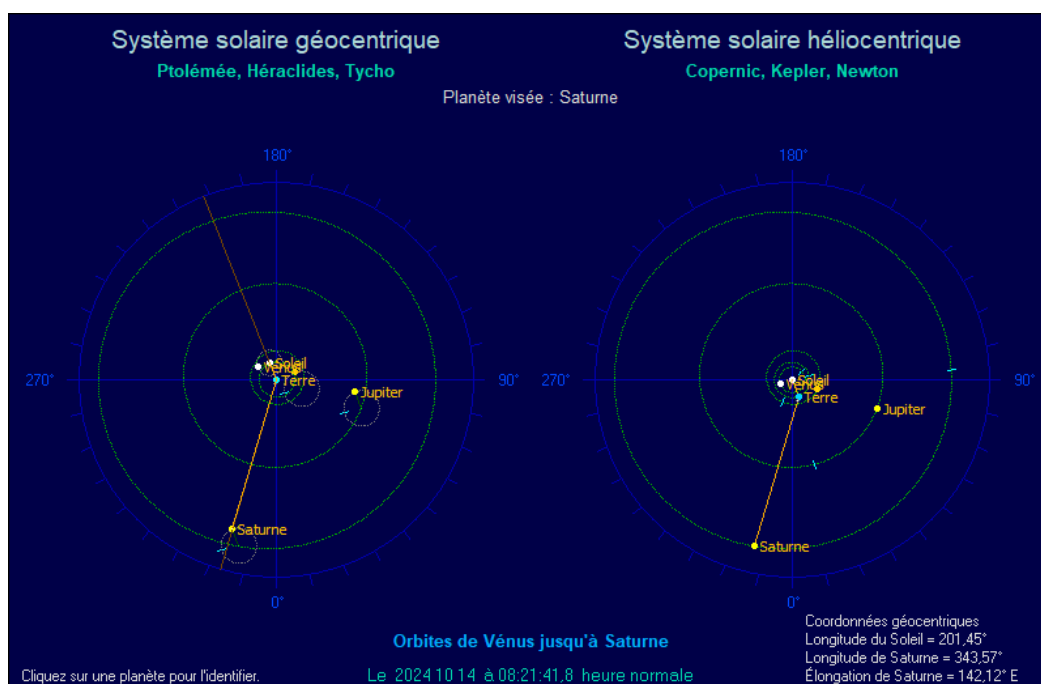


Phases lunaires pour octobre 2024

Les phases sont affichées pour 0 h, heure normale de Nantes. 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.

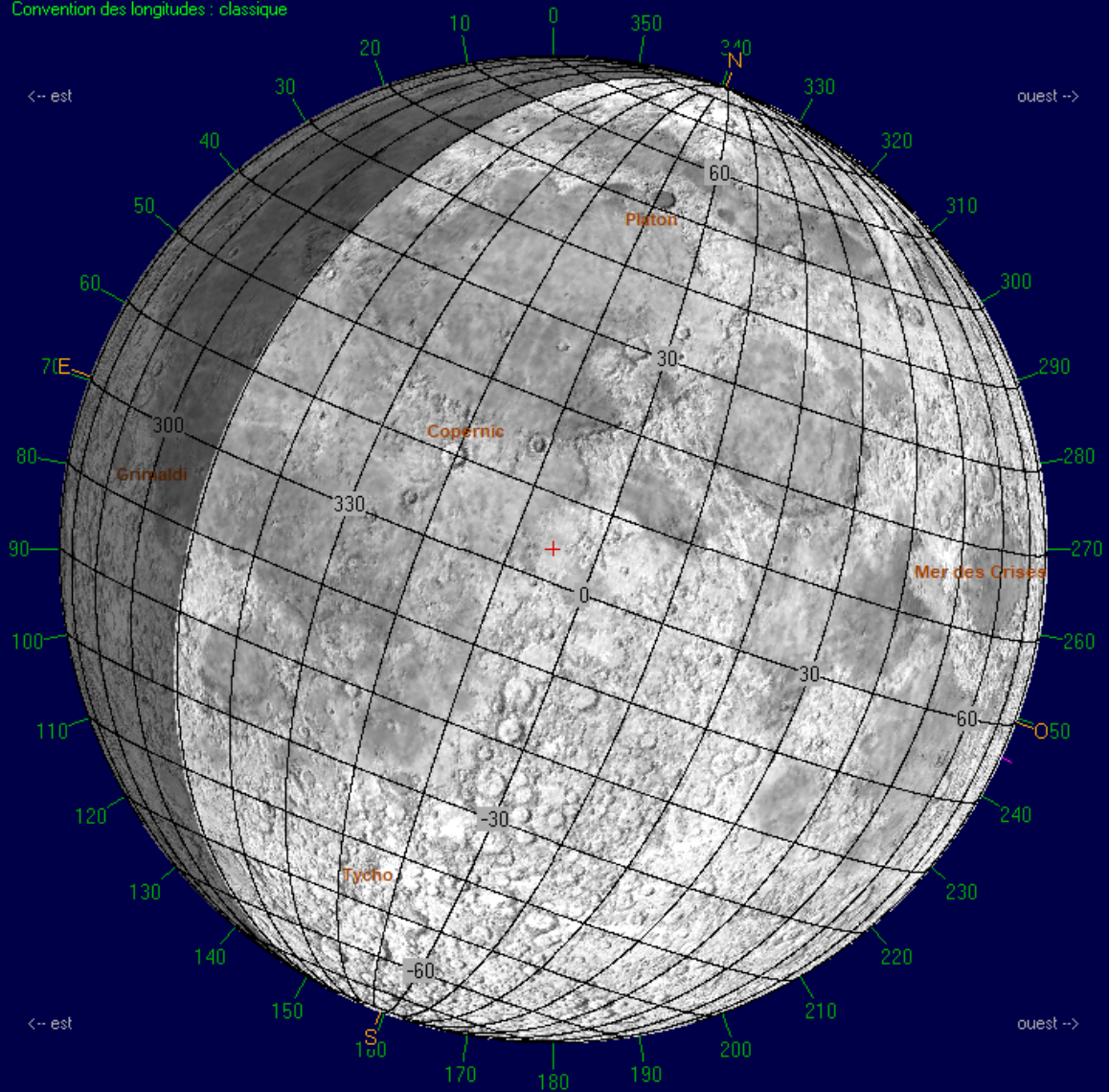
Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
		1	2 éclipse NL à 19:49 HN	3	4	5
6	7	8	9	10 PQ à 19:55 HN	11	12
13	14	15	16	17 PL à 12:26 HN	18	19
20	21	22	23	24 DQ à 09:03 HN	25	26
27	28	29	30	31		

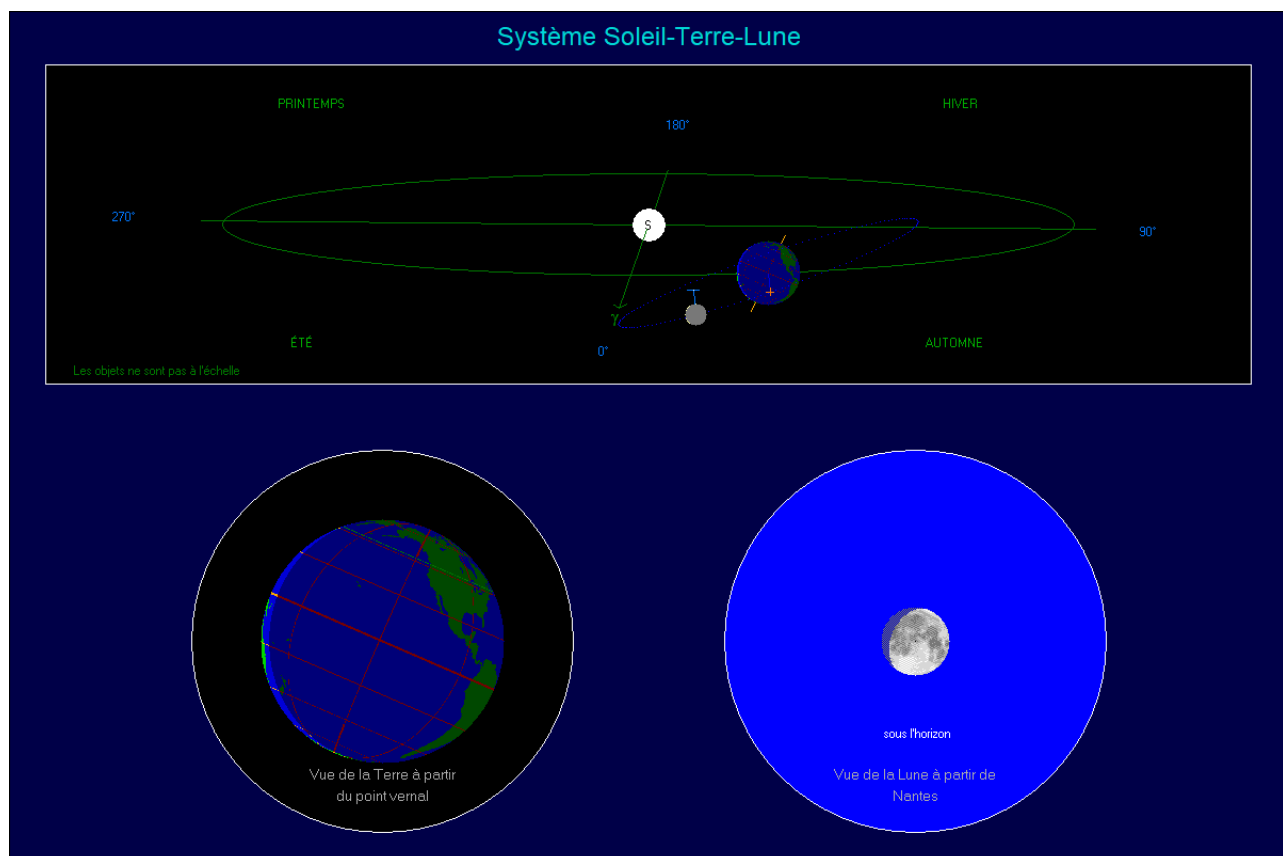
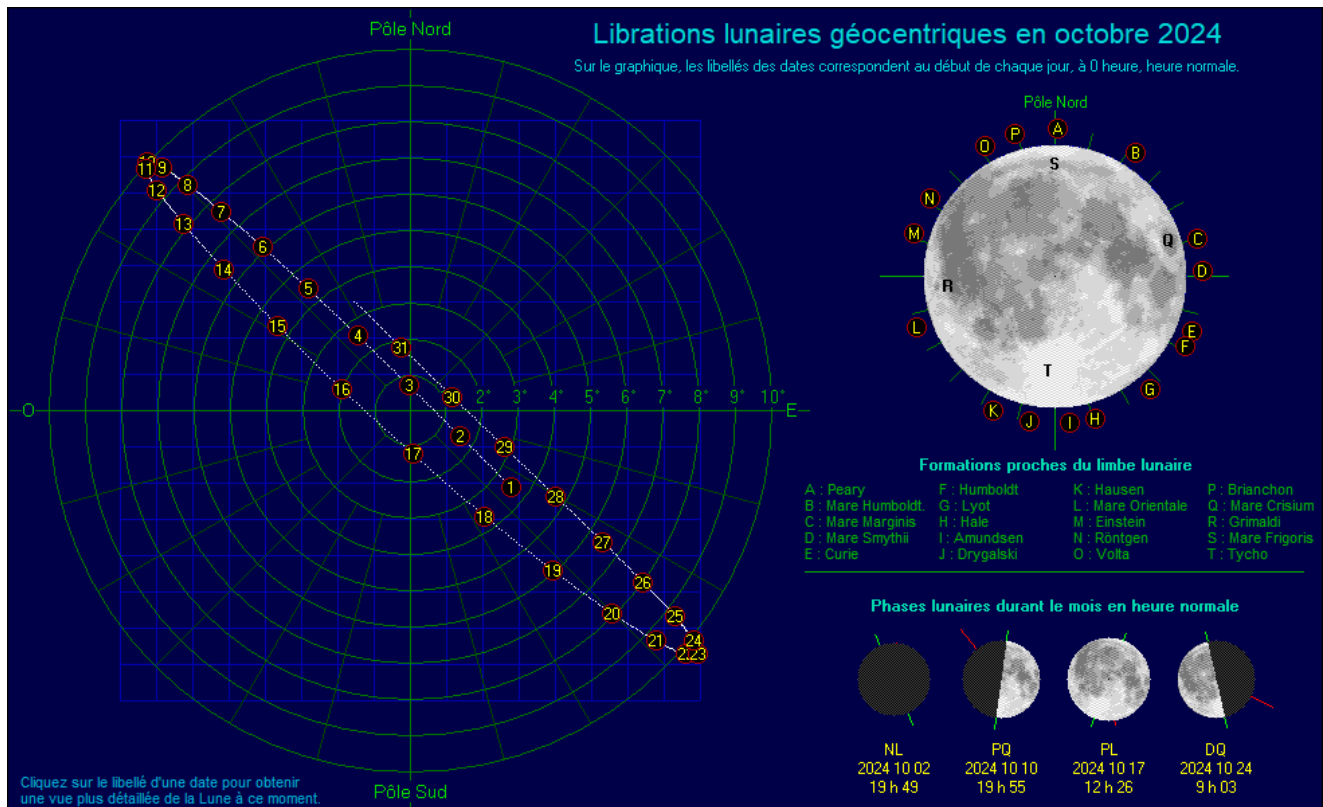


Carte de la Lune (vue topocentrique)

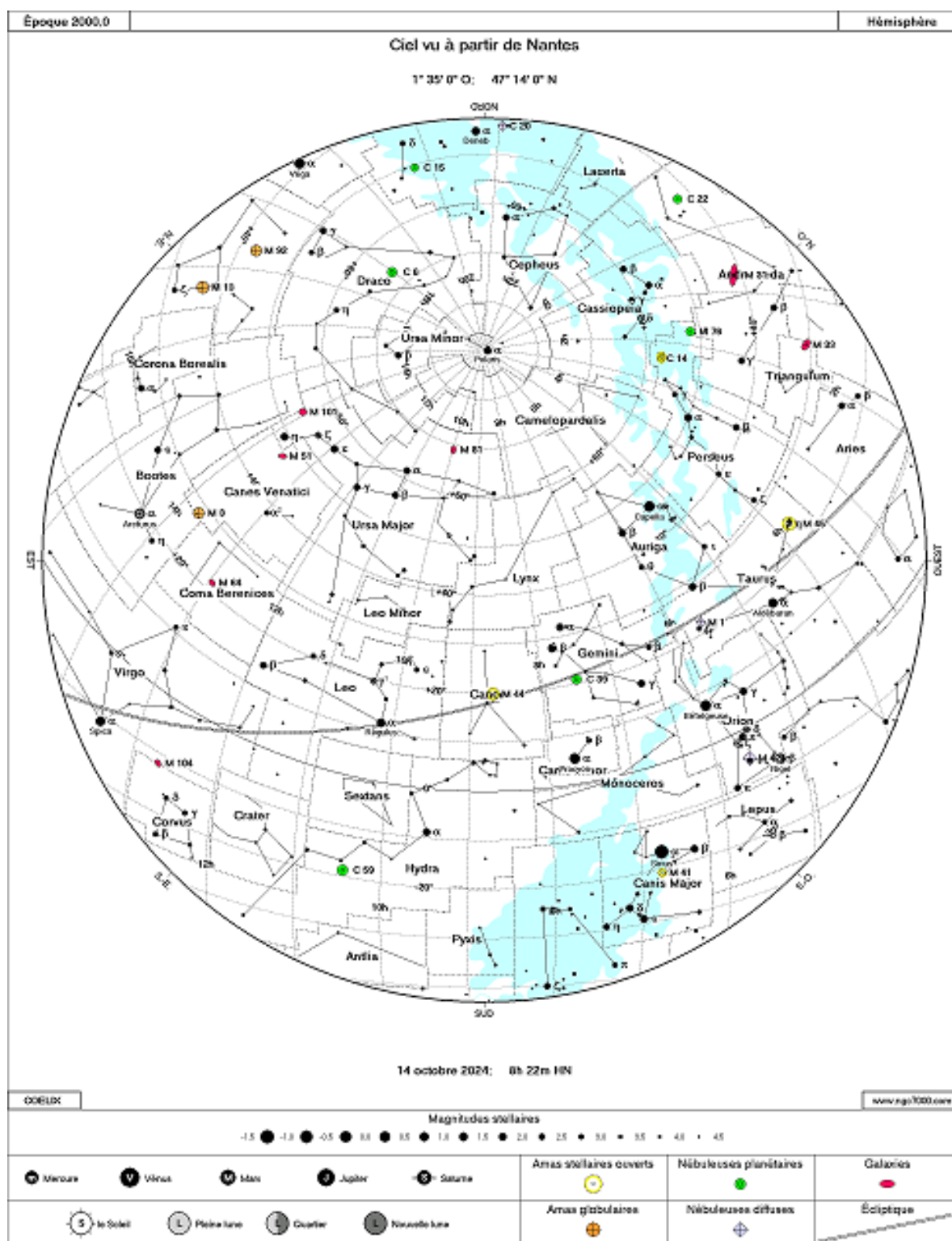
Angle de position du pôle Nord = $339,44^\circ$
 Angle de position du limbe éclairé = $245,07^\circ$
 Pourcentage d'illumination = 85,35%
 Convention des longitudes : classique

Longitude sélénographique du centre du disque = $354,83^\circ$
 Latitude sélénographique du centre du disque = $3,83^\circ$
 Longitude du terminateur du soleil levant = $309,66^\circ$





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.

III-Mécanique des mouvements des astres

11 Résumé : Dans ce chapitre, nous montrons comment les lois empiriques qui régissent le mouvement des astres, les lois de Kepler, ont été retrouvées sur la base d'une nouvelle loi, celle de l'attraction universelle, formulée par Newton. Mots-clefs : cours - loi – mécanique.

Introduction

Dans les chapitres précédents, nous avons vu comment s'est lentement élaborée la certitude, d'une part que la Terre tournait sur elle-même en un jour, et d'autre part, qu'elle avait un mouvement de révolution de 365,25 jours autour du Soleil. Nous avons saisi l'importance primordiale du principe d'inertie qui permettait de comprendre pourquoi un corps céleste, comme une planète, pouvait se mouvoir librement dans l'espace sans avoir besoin d'une force pour maintenir sa vitesse. Cela n'expliquait pas pourquoi la Terre, par exemple, tournait autour du Soleil ou pourquoi la Lune tournait autour de la Terre. Cela n'expliquait pas non plus quantitativement ces mouvements : les périodes de révolution des planètes étaient-elles reliées à d'autres grandeurs ? Y avait-il dans cette merveilleuse mécanique céleste des lois précises ? C'est ce que nous allons découvrir ensemble dans ce troisième chapitre du cours élémentaire.

Comme nous l'avions dit dans notre introduction générale, nous ne ferons pas de calculs compliqués, mais juste un peu d'arithmétique. Nous rappellerons les deux ou trois connaissances nécessaires dans des encadrés. Nous espérons ainsi que les personnes les plus réfractaires aux mathématiques pourront néanmoins suivre ces calculs et découvrir ainsi, au détour d'une explication, la magie de la compréhension quantitative.

Les données d'observation

Il est très difficile de suivre chronologiquement l'évolution des idées, car à un même instant cohabitent des idées qui ne résisteront pas au couperet de l'expérience et celles qui s'imposeront comme « justes ». Ainsi, pour l'histoire qui nous occupe, la chose est assez flagrante. Kepler (1571-1630), à la suite de Copernic (1473-1543) et grâce aux excellentes mesures de son maître Tycho Brahé, avait élaboré ses trois lois expérimentales, que nous allons étudier. Et pourtant, trois ans après la mort de Kepler dont les lois auraient dû prouver la justesse du système héliocentrique, Galilée (1564-1642), le père de la physique, ce philosophe génial (voir « Galilée philosophe » P.Lerich dans CC n°107 p.5-7), avait dû renoncer publiquement en 1633 au système héliocentrique. La science progresse rarement en ligne droite !

Kepler élaborait trois lois sur la base des observations : la première, selon laquelle les planètes décrivaient des ellipses (et non pas des cercles) dans leur mouvement de révolution ; la distance d'une planète au Soleil variait donc au cours de la révolution. La deuxième, la loi des aires, qui établissait que la distance de la planète au Soleil balayait toujours la même surface en des temps égaux, et ce pour n'importe quel point de l'orbite ; comme cette distance variait, il s'ensuivait que la vitesse orbitale d'une planète n'était pas constante. Enfin la troisième loi, celle qui va nous intéresser plus particulièrement et qui exprime la façon dont la période de révolution, P , est liée à la distance maximale, R , séparant la planète et le Soleil. Écrivons cette loi mathématiquement :

$$\frac{R^3}{P^2} = \text{constante}$$

Nous verrons plus tard que ces lois se retrouvent dans le mouvement de l'électron autour du noyau atomique et, mieux, nous comprendrons pourquoi. Mais n'anticipons pas sur la physique atomique. Pour aller plus loin, en toute simplicité, nous supposerons que les trajectoires des planètes sont des cercles au lieu d'ellipses. Sans cela, il aurait fallu des développements mathématiques plus fastidieux. De ce fait,

nous ne considérerons pas les deux premières lois de Kepler, qui justement posent que les trajectoires ne sont pas des cercles. Rassurez-vous cependant. L'écart à la circularité est très faible.

Et Newton vint...

Newton a compris un peu plus de choses que Galilée (et Kepler), mais il était conscient d'avoir vu plus loin pour être « monté sur les épaules de géant ». Il savait qu'une force n'était pas nécessaire pour entretenir le mouvement, mais qu'elle modifiait le mouvement. Plus précisément, une force fait changer la vitesse. En physique, un changement de vitesse s'appelle une accélération. Si la force s'exerce dans le même sens que la vitesse, la vitesse augmente ; si elle s'exerce dans une direction opposée, la vitesse diminue (on parle encore d'accélération, mais négative). Newton a donc écrit sa loi sous la forme suivante :

$$F = M.a$$

F est la force, a est l'accélération (c'est-à-dire le changement de vitesse pendant un intervalle de temps donné), M est une constante de proportionnalité qu'on appelle la masse. On sait d'expérience que plus un corps est « lourd » plus l'effort doit être grand pour le mettre en mouvement. Donc M sera sans doute proportionnelle au poids. En fait, le poids P peut être vu comme une force attirant un corps vers la Terre. La même loi s'écrit ainsi :

$$P = M.g$$

Où g est une accélération produite par la Terre. Les forces et les poids se mesurent en une unité qu'on appelle « newton » (N en abrégé), les masses se mesurent en « kilogramme » (kg en abrégé) et les accélérations se mesurent en mètre par seconde et par seconde, puisqu'elles mesurent combien de mètres par seconde un corps va gagner, ou perdre, par seconde.

D'où vient cette accélération g produite par la Terre ? Elle doit résulter d'une force entre le corps considéré et la Terre, puisque nous savons que les accélérations sont produites par des forces. Or ce corps peut être un morceau de la Terre elle-même. Si par la pensée je découpe un morceau de Terre de plus en plus gros pour constituer le corps, il arrivera un moment où le corps attiré sera plus gros que la Terre et toujours de même nature. Va-t-il attirer ce qui reste de la Terre ?



Newton a compris que l'attraction était réciproque. Cette idée lui est soi-disant venue en voyant tomber une pomme. La Terre attirait la pomme, mais la pomme attirait la Terre. Cette réciprocity des attractions a été traduite en termes mathématiques.

$$F_{pT} = - F_{Tp}$$

Cette expression signifie que l'attraction de la Terre sur la pomme est de même direction, de même norme que l'attraction de la pomme sur la Terre, mais de sens opposé. Mais comment s'exprime cette force ? La mesure de cette force (ce qu'on appelle la norme de la force) est :

$$F_{pT} = G \frac{M_T M_P}{d^2}$$

G est une constante de proportionnalité et d la distance qui sépare les deux corps qui s'attirent. Si vous avez lu le Cahier Clairaut n° 105 (« La balance de Cavendish » p.29-32), vous savez qu'il est possible de mesurer G avec la balance de Cavendish. La valeur de G n'était pas connue à l'époque de Newton. On peut se demander d'ailleurs, pourquoi Newton n'a pas réalisé cette expérience lui-même. La raison tient sans doute au fait que la balance de torsion n'était pas encore inventée. C'est Coulomb qui imagina cet instrument d'une sensibilité extrême et surtout exempt de frottement. Il n'avait pas non plus de cassette « audio » pour constituer le ruban de suspension comme nous l'avons fait.

Cette loi n'a pas été démontrée par Newton. Il l'a proposée et, comme les conséquences qu'il en a tirées s'accordaient avec les observations, la loi s'est trouvée vérifiée. Les astronomes comme Clairaut ont parfois douté de la justesse de cette loi. Mais finalement, la loi s'est révélée juste du moins jusqu'à l'avènement de la théorie de la relativité générale dont nous reparlerons en temps voulu.

Envisageons le cas où le mouvement est circulaire uniforme, centré sur le Soleil, où la force s'applique au corps dans une direction perpendiculaire à sa vitesse. La vitesse ne changera pas de valeur (de module), mais elle changera d'orientation. Pour l'instant nous avons presque ce qu'il nous faut pour interpréter les mouvements.

Force transversale

Nous allons donner une relation très utile, qui va nous permettre de retrouver de manière simple la troisième loi de Kepler. Cette relation exprime, de manière générale, l'accélération que subit une masse en mouvement sous l'effet d'une force transversale (perpendiculaire à la direction de sa vitesse). L'expression de cette accélération est : $a = V^2/R$. La démonstration simplifiée est donnée l'encadré ci-dessous. Si cette accélération est produite par une masse M, qui agit sur m par une force de Newton $F = GMm/R^2$, que va-t-il se passer ? Cette force va produire sur m une accélération GM/R^2 , donc $GM/R^2 = V^2/R$, soit en simplifiant :

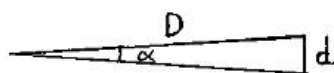
$$GM/R = V^2.$$

Si V est constant, R sera constant puisque G et M le sont. La masse m continuera perpétuellement à tourner autour de M, comme la Terre autour du Soleil, comme la Lune autour de la Terre. Encore un petit effort et nous y sommes !

Si la masse m tourne autour de M à la vitesse V, le temps pour faire un tour, ce qu'on appelle la période de révolution P, est simplement $P = 2\pi R/V$. On tire de là que $V^2 = 4\pi^2 R^2/P^2$, qui, reporté dans notre précédente relation, donne :

$$\frac{R^3}{P^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$$

Encadré 1 : Accélération produite par une force transversale modifiant la direction d'un corps en mouvement. Nous allons appliquer une relation déjà signalée comme importante dans le chapitre précédent : $d/D = a$ (en radians) si a est petit.

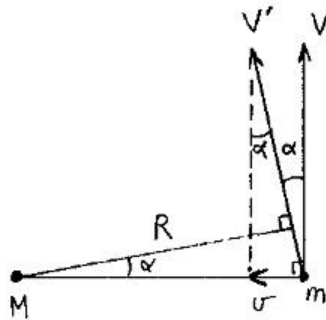


Imaginons un corps de masse m se déplaçant à la vitesse V en ligne droite. Faisons agir sur ce corps une force perpendiculaire à la direction de sa vitesse. La vitesse initiale va changer de direction pour devenir V'. Une petite composante v va donc apparaître, dirigée vers le centre M, point de concours des perpen-

diculaires aux directions de V et V' . L'accélération prise par m en direction de M est, par définition de l'accélération : $a = v/t$, t étant le temps supposé très court, pendant lequel l'action a lieu. En considérant le graphique ci-dessous, on voit que $v/V = a$, c'est à-dire $a = v/V$. Mais m se sera déplacé d'une longueur $V t$ sur un arc de rayon R . Donc $a = V t/R$. En égalisant les deux expressions de a on trouve l'accélération cherchée :

$$a = V^2/R.$$

Notons que t peut être choisi aussi petit que l'on veut pour que l'approximation soit correcte, puisqu'il n'intervient pas.



C'est bien la troisième loi de Kepler. Newton est ainsi parvenu, non seulement à retrouver la loi, mais à préciser l'expression de la constante : $GM/4\pi^2$. Certes Newton ne connaissait pas encore la valeur numérique de G comme nous l'avons dit plus haut, mais il venait de comprendre que cette constante faisait intervenir la masse du corps attirant (masse du Soleil quand on considère les planètes, ou la masse de la Terre, quand on considère la Lune).

Nous n'avons pas pris en compte le fait que les trajectoires sont des ellipses et que la vitesse le long de ces trajectoires n'est pas rigoureusement constante. Nous verrons dans le prochain chapitre que les conséquences pratiques sont pourtant sensibles.

IV-Les mouvements elliptiques

Résumé : Dans ce chapitre, nous montrons comment Kepler a trouvé que les orbites des planètes n'étaient pas des cercles parfaits. Il fallait pour ce faire qu'il ait une grande confiance dans la qualité des mesures de son maître, Tycho Brahé. Pour utiliser les mesures originales, nous sommes amenés à définir les systèmes de coordonnées. Nous verrons ainsi que la vitesse de révolution de la Terre autour du Soleil n'est pas constante et que la définition du temps en est affectée.

Mots-clefs : cours - loi – mécanique

Introduction

Qu'avons-nous appris lors des trois premiers chapitres ? Nous avons compris comment le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même et son mouvement de révolution autour du Soleil pouvaient expliquer l'alternance du jour et de la nuit avec un rapport entre le jour et la nuit dépendant de la saison. Nous avons compris que la saison chaude était due essentiellement à la durée d'ensoleillement et à la hauteur du Soleil par rapport à l'horizon. Nous sommes même allés plus loin ; grâce à Kepler, Galilée et Newton, nous avons été capables de comprendre l'origine de la relation qui lie la distance d'une planète à sa période de révolution. Il est donc possible de prévoir, en principe, la position des différentes planètes dans le ciel. Qu'avons-nous encore à apprendre pour expliquer les mouvements des astres ?

Le progrès, par l'exigence croissante qu'il engendre, nous pousse à approfondir encore nos connaissances. Plus la science progresse, plus le nombre de questions nouvelles augmente, car chaque nouvelle

découverte ouvre la porte à de nouvelles interrogations. Nous pourrions nous contenter de ce que nous savons déjà. Cependant les observations méticuleuses de Tycho Brahé révélèrent à Kepler que la trajectoire d'une planète ne pouvait pas se représenter par un cercle. Ce fut une grande surprise pour l'époque, car le cercle était considéré comme une figure géométrique parfaite. Il fallait beaucoup d'audace pour abandonner cette vision. Mais les mesures l'imposaient. Nous allons essayer de nous en convaincre. Mais avant, nous devons apprendre à mesurer la position des astres. Et pour cela nous devons parler de systèmes de coordonnées ; ensuite seulement nous pourrions revenir aux mesures de Tycho Brahé.

Système de coordonnées

La position d'un astre sur le ciel est définie de manière conventionnelle par ce qu'on appelle un système de coordonnées. Aujourd'hui la chose nous paraît naturelle. Cela n'a pourtant pas toujours été le cas.



Figure IV-1 : la galaxie Messier31 repérée par la constellation d'Andromède et des Poissons (Ismaël Bouillaud, 1667 – reproduction libre inspirée de Introduction à la cosmologie - Jean Heidmann, PUF, 1973)

Les astronomes utilisaient les constellations, figures construites en réunissant les étoiles, par la pensée, pour constituer une forme imaginaire. Une histoire mythologique greffée sur ces formes donne une pauvre justification, mais un bon moyen mnémotechnique. Nous aurons l'occasion d'y revenir quand nous parlerons d'observation. La grande galaxie d'Andromède, Messier 31, était ainsi définie comme l'objet flou situé sous le bras d'Andromède, d'où son nom (figure IV-1).

Mais pour désigner un astre sans ambiguïté, il fallait une définition plus précise. Les planètes, objets errants comme l'étymologie nous le dit, ne sont jamais à la même place ; il fallait bien avoir recours à un moyen rationnel de repérage.

Les astres semblent piqués, tous à la même distance, sur la sphère céleste. Leur direction nous suffira pour définir leur position. Il s'agit donc de repérer un point sur une surface. De même que sur une feuille de papier (figure IV-2) il faut deux grandeurs (les deux coordonnées) pour trouver un point quelconque de la feuille, il nous faut deux coordonnées pour trouver un point quelconque de la sphère céleste. Sur une feuille de papier, on peut mesurer la position d'un point, par sa distance au bord gauche et sa distance au bas de la feuille.

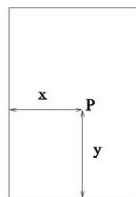


Figure IV-2 : Repérage sur une surface : deux coordonnées, par exemple x et y, suffisent.

Comment faire sur la sphère céleste ? C'est un peu plus compliqué (figure IV-3). Il faut d'abord se donner un plan de référence qui définit un grand cercle sur la sphère dont l'observateur occupe le centre. Nous pourrions mesurer l'angle entre le plan de référence et la direction de l'astre. On peut par exemple mesurer l'angle de 0 à $+90^\circ$ pour les points au-dessus du plan et de 0 à -90° pour les points au-dessous. Mais que signifie « au-dessus » ou « au dessous ». Nous devons le définir en adoptant une convention. Nous définirons, selon la nature du plan, un nord, ou un zénith, enfin toute appellation qui définira un « au-dessus ». Dans ce qui suit, nous lui donnerons, le terme générique de direction du pôle Nord. De même, l'angle entre le plan de référence et la direction de l'astre sera désigné par latitude. Malheureusement, cela ne suffit pas encore. En effet, à une latitude donnée nous n'avons pas un seul point, mais une infinité de points formant un « petit » cercle, de même que sur une feuille de papier, à une distance donnée du bas de la feuille il y a une infinité de points.

Une façon de lever cette dernière ambiguïté est de définir précisément le point sur le petit cercle en comptant depuis une origine choisie arbitrairement. Mais le petit cercle n'est pas le même pour tous les astres. Cette difficulté est facilement levée si nous définissons un demi-plan origine, perpendiculaire au premier, passant par l'observateur et contenant l'astre à mesurer. Il nous suffit donc de mesurer la direction de ce demi-plan (de 0 à 360°) par rapport à l'un de ces demi-plans, arbitrairement choisi comme origine. Dans la suite, nous désignerons cet angle par le terme générique de longitude. Il est facile de voir que la définition du demi-plan origine peut se faire simplement en choisissant une direction origine dans le plan de référence, à partir de la position de l'observateur. Est-ce tout ce dont nous avons besoin pour définir un système de coordonnées ? Non. Nous devons encore définir le sens dans lequel nous comptons cette longitude. Ce dernier choix aurait pu être évité si nous avions adopté une convention disant par exemple que le sens de la longitude était défini à partir de la direction "dessus" du plan de référence (règle par exemple du bonhomme d'Ampère). Mais cette convention n'a pas été adoptée, car les systèmes de coordonnées ont été définis empiriquement sur des habitudes anciennes.

En résumé, définir un système de coordonnées revient à définir trois choses pour l'observateur : une direction du pôle Nord (cette position définira le plan de référence), une direction origine dans ce plan et un sens des angles par rapport à cette origine.

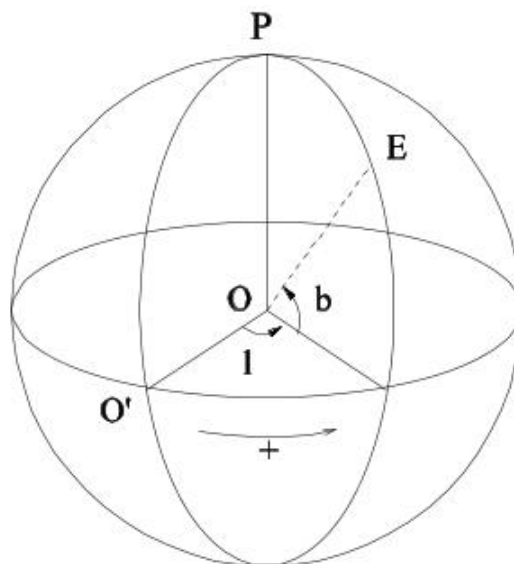


Figure IV-3 : Les éléments définissant un système de coordonnées sur la sphère céleste

Vous pensez sans doute que ce que nous venons de définir est la seule méthode possible. Sans doute c'est la méthode la plus logique. Pourtant certains astronomes ont utilisé une autre façon de repérer les astres sur le ciel.

Les différents systèmes de coordonnées

Il existe différents systèmes de coordonnées adaptés aux différentes études envisagées. Par exemple on peut définir les coordonnées horizontales à partir du plan de l'horizon de l'observateur et de la direction du sud, comme origine des longitudes (figure IV-3). Pourrait-on construire un catalogue dont les étoiles seraient repérées dans un tel système de coordonnées ? Évidemment non, car, les coordonnées ne seraient valables que pour ce lieu et pour l'instant d'observation.

Comment faire pour qu'un astre ait des coordonnées invariables, propres à être enregistrées dans un catalogue ? Tout d'abord, le plan de référence doit être lié à la Terre et être le même pour tous les observateurs : le plan de l'équateur terrestre remplit bien cette fonction. Il est unique et connu : c'est un plan perpendiculaire à la direction du pôle Nord, à peu près matérialisé par la direction de l'étoile Polaire. Maintenant, comment choisir l'origine des longitudes pour les rendre indépendantes du temps ? Cette direction doit, par définition, être dans le plan de l'équateur. Y a-t-il une direction remarquable ? Eh bien oui ! L'intersection du plan équatorial et du plan de l'écliptique définit une droite qui est fixe par rapport aux étoiles puisque les deux plans sont fixes⁸.

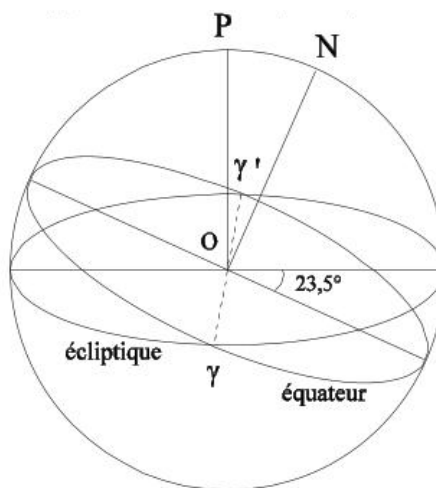


Figure IV-4 : Intersection écliptique, équateur

À partir de la position de l'observateur, cette droite définit deux directions (voir figure IV-4) : l'une Og' est dans la direction occupée par le Soleil lors de l'équinoxe d'automne, l'autre, Og , est la direction occupée par le Soleil à l'équinoxe de printemps. Nous avons déjà rencontré ces directions dans le deuxième chapitre. Laquelle de ces deux directions choisir comme origine des longitudes ? Par convention c'est la direction Og qui a été choisie. Comme Og est à la fois dans le plan de l'équateur et dans le plan de l'écliptique, cette direction nous servira d'origine pour les coordonnées équatoriales et également pour les coordonnées écliptiques. Dans le cas des coordonnées équatoriales, les « longitudes » s'appellent les ascensions droites et les « latitudes » les déclinaisons. Pour les coordonnées écliptiques, on parle tout simplement de longitudes et latitudes écliptiques. Dans ces deux systèmes, le « dessus » du plan de référence est donné par le pôle Nord terrestre. Les longitudes écliptiques et les ascensions droites sont toutes deux comptées dans le sens direct vues du pôle Nord [à préciser, car vu du pôle sud, c'est le sens indirect], le sens contraire des aiguilles d'une montre. Nous aurons l'occasion de revenir sur les coordonnées équatoriales dont l'utilisation est fondamentale pour le pointage des instruments d'observation.



Le point γ origine des longitudes, est situé dans la constellation des Poissons, mais cette information ne suffit pas pour trouver sa position précisément, car il n'y a pas d'étoile dans cette direction. Dommage ! Ce point tourne en même temps que les étoiles, du fait de la rotation de la Terre. Vous allez sans doute dire que ce point décrit donc un tour en vingt-quatre heures de nos montres ? Je suis désolé de vous décevoir, mais ce n'est pas tout à fait exact. Et nous allons préciser cette nouvelle notion, très importante.

Temps solaire et temps sidéral

Nous définissons le temps à partir de la rotation de la Terre⁹. Comment fait-on ? Visons le Soleil, dans une direction donnée, en prenant un repère terrestre (par exemple avec les coordonnées horizontales). Du fait de la rotation de la Terre, le Soleil ne restera pas dans cette direction. Après une journée nous le retrouverons dans la même direction. Nous décrèterons qu'il s'est écoulé 24 heures « solaires » (basées sur le Soleil).

Si au lieu de choisir le Soleil, nous avons fait la même chose avec une étoile autre que le Soleil, nous aurions défini 24 heures « sidérales » (basées sur une étoile). Ces 24 heures sidérales sont-elles égales aux 24 heures solaires ? La réponse est non, car pendant la mesure, la Terre a tourné autour du Soleil (figure IV-5) ; la direction initiale, repérée dans mes coordonnées horizontales aura changé, dans un repère attaché au Soleil (coordonnées écliptiques). La chose est facile à comprendre en examinant la figure ci-dessous.

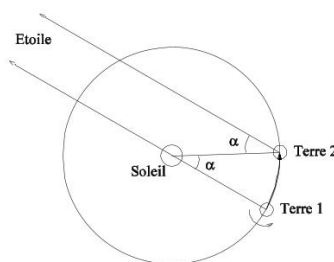


Figure IV-5 : Relation entre temps sidéral et temps universel. Pour juger que la Terre a effectué un tour sur elle-même, il faut prendre une direction de référence (Soleil ou étoile). La durée dépend de ce choix à cause de sa révolution autour du Soleil.

En une révolution complète (c'est-à-dire 365,25 jours) le temps solaire aura perdu un tour (24 heures) sur le temps sidéral. Le temps sidéral avance plus vite de $24/365,25 = 0,0657$ heure par jour, soit 3 min 56 s. Le point γ qui, redisons-le, est notre origine des longitudes écliptiques ou équatoriales fait un tour en 24 heures de temps sidéral. La position du point γ donne le temps sidéral. Inversement, une horloge donnant le temps sidéral nous permet à tout moment de connaître la position du point γ dans le ciel. Si vous visitez un observatoire traditionnel, vous y verrez deux horloges, aucune ne donne l'heure de votre montre : la première horloge donne le temps universel (temps solaire moyen à Greenwich) ; la deuxième donne le temps sidéral. Notez bien le mot « moyen ». Il cache une petite complication que nous ne tarde-

rons pas à comprendre.

Nous avons tous les éléments nécessaires à la poursuite de notre étude des mouvements. Revenons donc à notre histoire, à Tycho Brahé et à Kepler.

Les mesures de Tycho Brahé

Tycho Brahé avait accumulé les observations de la planète Mars. Il avait ainsi les positions très précises à la minute d'angle près sur un laps de temps d'au moins dix ans. C'était un travail remarquable. Réussir à mesurer un angle d'un soixantième de degré n'est pas chose facile. Pour vous en convaincre, regardez votre rapporteur. Les plus petites divisions sont de un degré (parfois un demi-degré). C'est déjà très petit.

Tycho Brahé n'exploita pas ses données. Il les garda même jalousement sans les faire partager à son jeune et génial collègue Kepler. Peut-être avait-il compris quelle révolution se cachait dans ses données. Quand il mourut, Kepler hérita de ce trésor qu'il sut magnifiquement exploiter. C'est l'extrême confiance en la qualité des mesures de son maître qui permit à Kepler de se convaincre qu'il y avait quelque chose de nouveau. Comment procéda-t-il ? Tycho Brahé avait enregistré les longitudes écliptiques de Mars. Le choix de coordonnées écliptiques était très naturel. En effet les planètes sont toutes très proches de ce plan. On peut dessiner sur une même feuille de papier, la trajectoire de la Terre, et la trajectoire de Mars, Le Soleil occupant le centre (puisque nous faisons, avec Kepler, l'hypothèse que le système du monde est héliocentrique).

Parmi toutes les mesures de Tycho Brahé, Kepler a pu trouver des paires de mesures faites à 687 jours d'intervalle. Pourquoi donc ? Depuis la Terre, on peut observer Mars et voir quand la planète revient à la même position par rapport aux étoiles. Mars est-elle donc revenue au même point de l'espace ? Non, car la Terre, n'étant plus à la même place, le point de vue a changé. Entre ces deux observations, il s'est écoulé un temps S , qu'on appelle la période synodique. Pour Mars cette période est de 780 jours. Comment trouver la vraie période, celle que nous mesurerions depuis une étoile extérieure et que l'on appelle pour cette raison, la période sidérale P . Le calcul n'est pas difficile. Nous avons déjà expliqué (voir encadré dans CC n° 105 p. 26) comment déterminer la période sidérale à partir de la période synodique, dans le cas d'une planète intérieure (planète plus proche du Soleil que ne l'est la Terre). Le calcul est assez semblable. Amusez-vous à le refaire et vous trouverez que :

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{365,25} - \frac{1}{S}$$

Avec $S = 780$ jours, vous trouverez que Mars revient exactement au même point de sa trajectoire après un temps $P = 687$ jours. Ce genre de calcul était familier à Kepler. C'est ce qui explique qu'il ait constitué des paires de mesures avec cet intervalle de temps. Nous reproduisons les mesures utilisées par Kepler¹⁰.

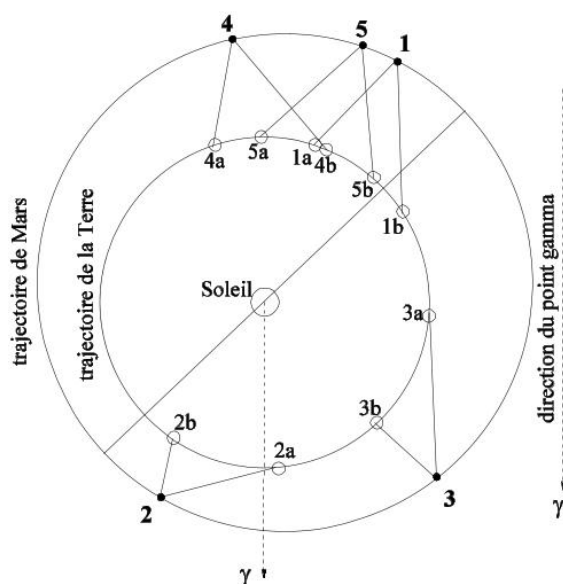


Figure IV-6 : La construction de Kepler avec des paires de points.

Tableau : Longitudes écliptiques du Soleil et de Mars utilisées par Kepler.

	date	L_{Soleil} (degrés)	l_{Mars} (degrés)
1a	17 fév. 1585	339,38	135,20
1b	05 jan. 1587	295,35	182,13
2a	19 sep. 1591	185,78	284,30
2b	06 aou. 1593	143,43	346,93
3a	07 déc. 1593	265,88	3,07
3b	25 oct. 1595	221,70	49,70
4a	28 mar. 1587	16,83	168,20
4b	12 fév. 1589	333,70	218,80
5a	10 mar. 1585	359,68	131,80
5b	26 jan. 1587	316,10	184,70

Vous voyez sur la figure IV-6 que par ces observations Kepler a pu donner la position de Mars pour chacune des paires de mesures, en supposant la Terre se déplaçant régulièrement sur une orbite circulaire (ce qui est une bonne approximation, mais Kepler avait pu aussi tracer la forme de l'orbite terrestre). Avec la date on peut placer la Terre aux emplacements exacts sur son orbite autour du Soleil. Regardez,

par exemple, le point 5a. Il correspond au 10 mars 1585, une dizaine de jours avant l'équinoxe de printemps. Vu depuis 5a le Soleil est presque dans la direction du point g. La direction du Soleil vue depuis le point 2a (19 septembre) nous donne presque la direction du point g'. En construisant les cinq positions de Mars pour les cinq paires de mesures, Kepler a vu que le Soleil n'était pas au centre de la trajectoire de Mars. L'excentricité (écart entre le centre réel et la position du Soleil, rapporté à la mesure du rayon maximal) est de 0,09, presque dix fois celle de la Terre. C'est ainsi que Kepler a pu faire l'hypothèse que la trajectoire de Mars était bien représentée par une ellipse. Il a constaté aussi que la vitesse de déplacement des planètes n'était pas constante. Quand la planète est loin du Soleil, sa vitesse est plus faible. Mais alors, me direz vous, c'est aussi vrai pour la Terre et le temps, mesuré par la position du Soleil, va être affecté d'une variation traduisant les changements réguliers de vitesse de la Terre sur son orbite. Examinons cette question qui a un effet direct sur la mesure précise du temps.

L'équation du temps

Nous venons de comprendre que le mouvement apparent du Soleil n'est pas uniforme tout au long de l'année, car la Terre ne se déplace pas sur un cercle à une vitesse bien uniforme. On peut définir un Soleil moyen qui lui, aurait un mouvement uniforme. En hiver, les jours solaires vrais sont plus longs que les jours solaires moyens. En effet, le Soleil vrai avançant plus vite sur l'écliptique, il faut plus de temps pour que la rotation de la Terre sur elle même nous fasse retrouver le Soleil au méridien¹¹.

L'été ce serait l'inverse. Le temps apparent devrait fluctuer par rapport au temps vrai selon une belle sinusoïde¹², bien symétrique (courbe en tirets sur la figure IV-8). Je dis « devrait »", car en fait un autre phénomène, aussi important, se superpose à celui-ci. Expliquons-le.

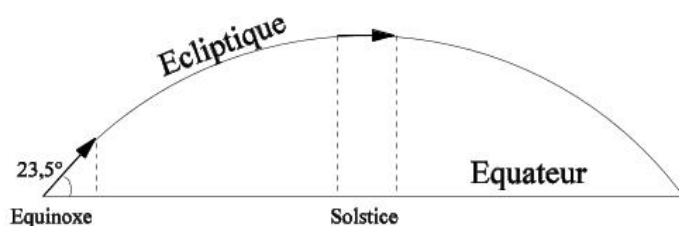


Figure IV-7 : Effet de projection de la vitesse orbitale du Soleil sur l'équateur.

C'est la rotation de la Terre sur elle-même qui fixe la durée de 24 heures. On gradue les heures sur l'équateur alors que tout au long de l'année le Soleil se déplace sur l'écliptique qui fait un angle de $23,5^\circ$ avec l'équateur. Aux solstices (juin et décembre) le déplacement du Soleil sur l'écliptique est parallèle à l'équateur (revoir le ballon du deuxième chapitre). Aux équinoxes (mars et septembre) le mouvement apparent du Soleil est incliné de $23,5^\circ$ sur l'équateur. Le déplacement apparent, étant la projection sur l'équateur, il sera variable (figure IV-7). Cet effet de projection produit un décalage lui aussi bien représenté par une sinusoïde (courbe en pointillés sur la figure IV-8), avec des maxima en mars et septembre (aux équinoxes) et des minima en juin et décembre (aux solstices). La fréquence de cette deuxième courbe est donc double de la première puisque deux fois par an l'effet de projection est le même.

La variation globale dont nous parlons peut paraître faible. Elle est de l'ordre de 15 minutes en plus ou en moins du temps moyen. Mais 15 minutes de temps correspondent à une erreur d'angle de $3,75$ degrés. Vous voyez que ce n'est pas du tout négligeable quand on se pique de faire des mesures à la minute d'arc près.

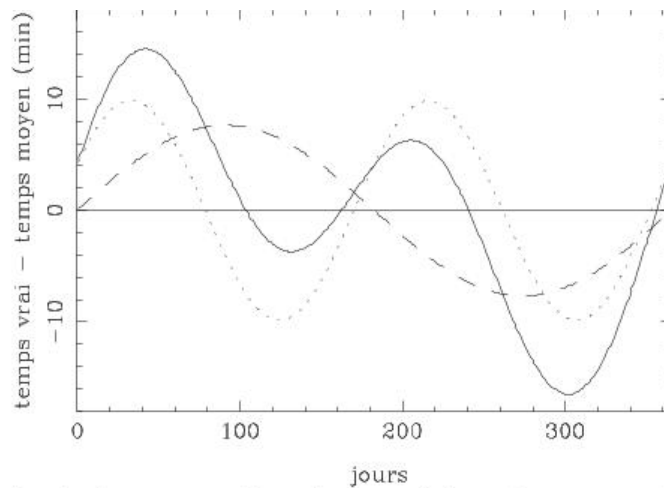


Figure IV-8 : l'équation du temps résulte de la superposition de deux phénomènes approximativement sinusoïdaux : la variation de la vitesse orbitale de la Terre et l'effet de la projection de cette vitesse sur l'équateur.

Donnons les équations approximatives des deux sinusoïdes qui composent l'équation du temps.
Pour l'effet de la variation de vitesse de la course apparente du Soleil on a l'écart :

$$\Delta t_1 = 7,66 \sin (0,017 2 j)$$

où j est le numéro du jour de l'année et où l'écart est donné en minute de temps. En réalité il faudrait compter depuis le 3 janvier, car c'est le 3 janvier que la Terre passe à son périhélie.

Pour l'effet de projection, l'écart est (en minute de temps) :

$$\Delta t_2 = -9,86 \sin (0,034 4 j - 2,714 4)$$

Les variations globales entre le temps vrai et le temps moyen sont données par : $Dt = Dt_1 + Dt_2$, c'est ce qu'on appelle l'équation du temps.

Pour conclure avec les orbites elliptiques, nous donnons, dans l'encadré ci-dessous, les éléments qui permettent de définir complètement la trajectoire d'un astre par rapport à un plan de référence. Ceci s'applique à la définition de la trajectoire d'une planète par rapport à l'écliptique.

Quand ces éléments sont connus, il est possible de calculer la position de l'astre, à tout instant du jour et de la nuit. Nous verrons dans les pages qui suivent l'intérêt de la chose à propos du transit de Vénus.

Les éléments d'une orbite elliptique

Quel est le nombre minimum de paramètres nécessaires pour définir parfaitement une trajectoire elliptique ? Avant de considérer le cas général, commençons par celui d'une trajectoire circulaire simple. La réponse est assez intuitive. Il faut définir le plan de la trajectoire, son centre, son rayon, la période de révolution et le temps de passage en un certain point quelconque de la trajectoire. Donc, une orbite circu-

laire est définie par cinq éléments.

Dans le cas d'une orbite elliptique, le rayon est remplacé par le demi-grand axe, le centre est remplacé par un foyer de l'ellipse. Mais il faut définir deux éléments supplémentaires : l'aplatissement de l'ellipse (par exemple le rapport de son demi-grand axe à son demi-petit axe) et la direction de son périastre. Notons que la direction de son grand axe n'est pas équivalente à la direction du périastre, car il resterait l'indétermination du choix d'un des deux foyers de l'ellipse. Au total sept éléments sont donc nécessaires. Différents choix sont possibles. Par exemple au lieu de définir l'aplatissement de l'ellipse b/a on peut définir son excentricité e . On rappelle en effet que

$$(b/a)^2 = 1 - e^2$$

Pour les orbites d'une planète, on choisit conventionnellement les sept éléments suivants :

a Le demi-grand axe (par exemple en unité astronomique) ;

b Le demi petit axe ;

e L'excentricité, distance entre le centre et un foyer, divisés par le demi-grand axe ;

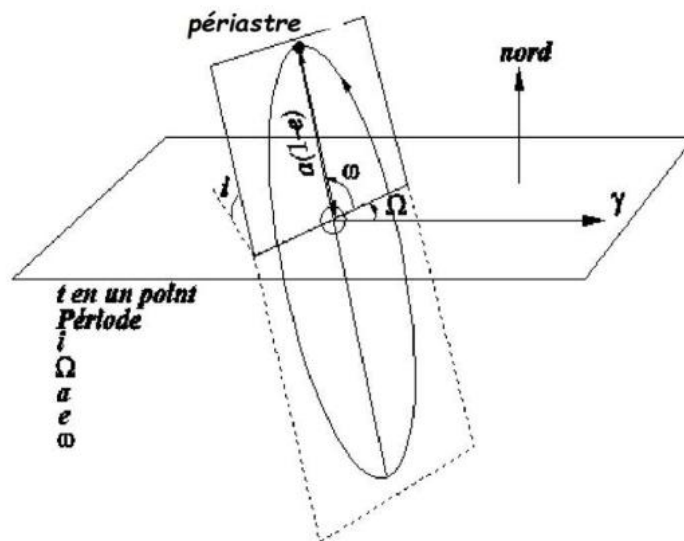
i L'inclinaison entre le plan de l'écliptique et le plan de la planète considérée ;

W Longitude écliptique du nœud ascendant (la direction du nœud ascendant est la direction définie sur la droite d'intersection du plan de l'écliptique et du plan de l'orbite de la planète, dans la direction où la planète passe de l'hémisphère écliptique sud à celui du nord) ;

w L'angle entre la direction du nœud ascendant et la direction du périastre. Cet angle est mesuré dans le plan de l'orbite de la planète et est compté positivement dans le sens du mouvement ;

T Temps de passage au périhélie ;

P Période sidérale de révolution.



NOTES

7 On comprend intuitivement ce qu'est une force par l'effort que l'on fait. Une force possède les mêmes caractéristiques qu'un objet mathématique que l'on nomme un vecteur : direction, sens et longueur (ou norme). Les vecteurs seront notés en caractères gras. 13

8 Toutefois, signalons qu'il y a un petit mouvement de N autour de P. C'est un mouvement de précession. Il en résulte que le point g, qui sert d'origine, fait un tour de l'écliptique, dans le sens rétrograde, en... 26 000 ans (!). Ce qui est remarquable c'est que ce mouvement ait été découvert par Hipparque en l'an -128. Nous négligerons ce phénomène qui oblige à recalculer les coordonnées périodiquement (par exemple, tous les 50 ans). 9 Ce n'est plus le cas aujourd'hui, car nos horloges atomiques sont plus régulières que ne l'est la rotation de la Terre.

10 Mesures rassemblées par l'astronome O. Gingerich L'équation du temps 19

11 NDLR : la Terre étant au plus près du Soleil le 4 janvier, sa vitesse de révolution est plus importante à cette époque. 12 La loi de variation est un peu plus compliquée, mais en première approximation il s'agit effectivement d'une loi sinusoïdale. 20

Une mission pleine de surprises : ce que Polaris

Dawn a vraiment accompli

La mission Polaris Dawn, qui est revenue dimanche après cinq jours d'orbite, constitue une avancée significative dans le domaine de l'exploration spatiale privée. Si la première « sortie » dans l'espace d'astronautes privés est un moment marquant, il convient également de saluer l'expertise technique de SpaceX qui continue d'impressionner. Quant au programme Polaris, découvrons quelles pourraient être les deux prochaines missions.

AU SOMMAIRE

- [La première sortie dans l'espace d'astronautes privés](#)
- [Gestion des risques et du stress](#)
- [Les perspectives du programme Polaris](#)
- [Quels scénarios de missions pour Polaris 2 ?](#)
- [Objectifs Lune pour Jared ?](#)

Après une mission de cinq jours en orbite, [Polaris Dawn](#) et son équipage de quatre astronautes sont rentrés sur Terre dimanche, marquant ainsi une étape importante dans l'histoire de l'exploration spatiale et humaine. Cette mission a été ponctuée par la première « sortie » dans l'espace de deux des membres de l'équipage et a permis la réalisation de 36 expériences scientifiques et technologiques.

La première sortie dans l'espace d'astronautes privés

Jared Isaacman, qui finance le programme [Polaris](#), et Sarah Gillis, employée de [SpaceX](#), ont effectué cette sortie, bien que le bas de leur corps soit resté à l'intérieur du vaisseau. Pendant ce temps, Scott Poteet et Anna Menon étaient maintenus à l'intérieur du Crew Dragon, sanglés à leur siège, tout en étant exposés au vide spatial, car la capsule ne possède pas de sas, mais une trappe.

Cette mission a encore une fois suscité un fort engouement pour SpaceX. Toutefois, bien que certains commentateurs décrivent cet événement comme un « pas de géant » vers la colonisation de Mars, il est essentiel d'adopter une perspective nuancée. La mission démontre avant tout le savoir-faire technique de SpaceX dans l'exploration humaine, tant au niveau du véhicule spatial, des servitudes et du système de survie associé aux [combinaisons spatiales](#). En réalité, le simple fait de « sortir la tête hors de la capsule » ne doit pas être vu comme une avancée significative dans la conquête de Mars. Bien que cette sortie soit un jalon important dans les voyages spatiaux, le contexte technologique de cette réalisation doit rester au premier plan.

Gestion des risques et du stress

Un des aspects qui mérite d'être souligné est la gestion du [stress](#) et des risques durant cette mission. Les membres de l'équipage devaient faire face à divers dangers, notamment liés à la trappe de sortie du Crew Dragon qui pouvait ne pas se refermer correctement. Une telle défaillance aurait eu des conséquences dramatiques, comme des problèmes de répressurisation ou des fuites lors de la rentrée atmosphérique. L'exploit réside donc dans la capacité de l'équipage à surmonter ces défis avec efficacité.

Les perspectives du programme Polaris

Le programme Polaris comporte trois missions au total. Après cette première édition réussie, se pose la question des objectifs des deux missions suivantes. Jared Isaacman a réservé deux vols à bord d'un Crew Dragon et un vol à bord d'un [Starship](#), dont le cinquième est prévu au mieux en novembre.

Pour ce qui est de la troisième mission, nous savons qu'un équipage embarquera à bord d'un Starship pour une mission lunaire qui consistera à survoler la Lune à différentes altitudes. En revanche, la deuxième mission suscite de nombreuses interrogations. On sait qu'elle se déroulera à bord d'un Crew Dragon, ce qui la limitera à l'orbite basse. Initialement envisagée avec sérieux, cette deuxième mission du programme Polaris, qui prévoyait une mission de maintenance visant à rehausser l'orbite du [Télescope Hubble](#), semble désormais avoir été abandonnée.

Quels scénarios de missions pour Polaris 2 ?

Alors quelles sont les options s'offrant au programme Polaris pour éviter de rééditer une mission similaire à celles d'[Inspiration4](#) et de Polaris [Dawn](#) ? En effet, il est peu probable que Jared Isaacman accepte de se contenter d'un simple vol en orbite basse, sauf si une véritable sortie dans l'espace est prévue pour s'éloigner de quelques mètres du Crew Dragon.

Parmi nos scénarios réalistes, une mission vers la [Station spatiale internationale](#) pourrait être envisagée, en partenariat avec Axiom Space, qui doit amarrer le premier module de sa [future station](#) à l'[ISS](#) en 2026. Ce serait une occasion idéale pour un équipage de Polaris de contribuer à la mise en service de ce module, que construit actuellement [Thales Alenia Space](#).

Une autre approche intéressante consisterait à envisager un amarrage simultané d'un Crew Dragon avec un vaisseau cargo Dragon. Cette option aurait du sens pour SpaceX qui souhaitait utiliser la mission vers [Hubble](#) pour amorcer un service de maintenance en orbite.

Objectifs Lune pour Jared ?

Enfin, étant donné ses ressources financières importantes, il n'est pas exclu que Jared Isaacman opte pour deux [vols habités](#) à destination de la Lune à bord d'un Starship. La troisième mission, prévue début 2030, pourrait alors viser un alunissage sur la Lune. Un premier indice allant dans ce sens est que la page d'accueil du site [Internet](#) du programme Polaris a été modifiée et affiche aujourd'hui une illustration d'un Starship...

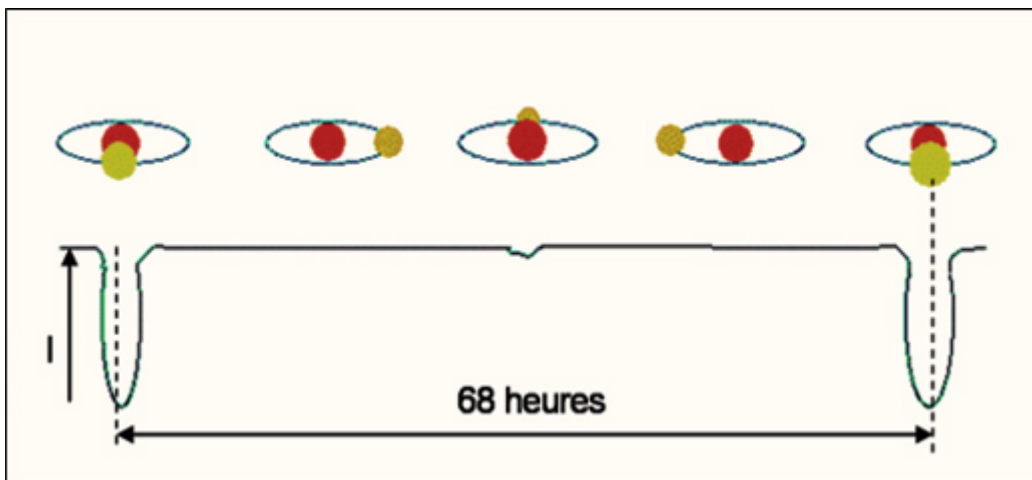
À suivre donc.

John Goodricke (1764-1786)



John Goodricke (1764-1786) est né à Groningen aux Pays Bas, aîné des cinq enfants du diplomate Anglais Henri Goodricke et de Levina Benjamina Sessler, fille d'un commerçant allemand de Namur. John est atteint de surdité un an après sa naissance, probablement des suites d'une scarlatine. Il ne sait pas parler jusqu'à l'âge de huit ans. Ses parents l'envoient à Edinburgh dans une école spécialisée. Après une longue période d'apprentissage, il est capable de se faire comprendre. Il se met à étudier les matières scientifiques. A l'âge de treize ans, il entre à l'académie de Warrington dans le New Yorkshire et se rapproche de son cousin Edward Pigott, astronome amateur dont le père Nathaniel possède un observatoire. Contrairement à Edinburgh, Warrington ne dispose pas de section prenant en charge les élèves ayant un handicap, ce qui n'empêche pas John de devenir un excellent étudiant en mathématiques et chimie. Il s'accommode de sa surdité en lisant sur les lèvres de ses professeurs pendant les cours. On notera que Jean-Paul Marat, le célèbre révolutionnaire français, immortalisé par un tableau qui le représente assassiné dans sa baignoire, a été pendant un temps son professeur de physique. En 1781, Henri Goodricke vient s'installer dans le Yorkshire. Depuis la maison familiale, John effectue l'essentiel de ses observations et découvertes. Pigott, qui a répertorié des étoiles variables, lui remet un jour une liste des plus remarquables d'entre elles. Goodricke étudie alors la périodicité de l'étoile Algol et découvre les variations de Delta de Céphée puis, celles de Béta de la Lyre. A vingt et un ans, son travail lui vaut déjà un titre de « *fellow* » de la Royal Society et la médaille Copley. Depuis la fin du XVI^{ème} siècle, l'apparition des télescopes permet d'effectuer des comparaisons de luminosité de plus en plus précises sur les étoiles. Déjà, à l'époque de Galilée, David Fabricius avait remarqué que l'étoile de la Baleine, Mira Ceti, avait une intensité lumineuse qui variait dans le temps.

Montanari avait fait la même constatation sur l'étoile Algol de Persée. John Goodricke est le premier qui analyse précisément ces phénomènes de variations lumineuses. Il remarque leur caractère périodique et parvient à déterminer la durée des fluctuations. Pour l'étoile Algol, il mesure soixante huit heures et cinquante minutes et note parallèlement que les variations se produisent pendant environ soixante minutes puis, que la luminosité se stabilise durant les soixante sept heures restantes. Il émet deux hypothèses: Dans la première, il attribue à l'étoile des taches comme celles qui se trouvent à la surface du Soleil; mais, il faudrait que ces taches soient fixes, positionnées sur une même face de l'étoile et que cette dernière effectue de plus, sur elle-même, une rotation complète en soixante huit heures. Il rejette cette proposition qui requiert trop de préalables et en fait alors une deuxième. Il imagine une étoile « *secondaire* » en orbite autour d'une étoile « *principale* » plus lumineuse et montre comment cette étoile « *secondaire* », passant devant la principale, peut occasionner brusquement une chute de la luminosité apparente de l'ensemble des deux astres (schéma ci-dessous) L'interaction gravitationnelle, supposée par Goodricke, s'appuie sur les lois de Newton qui justifient sans équivoque la possibilité qu'un tel phénomène puisse se produire.



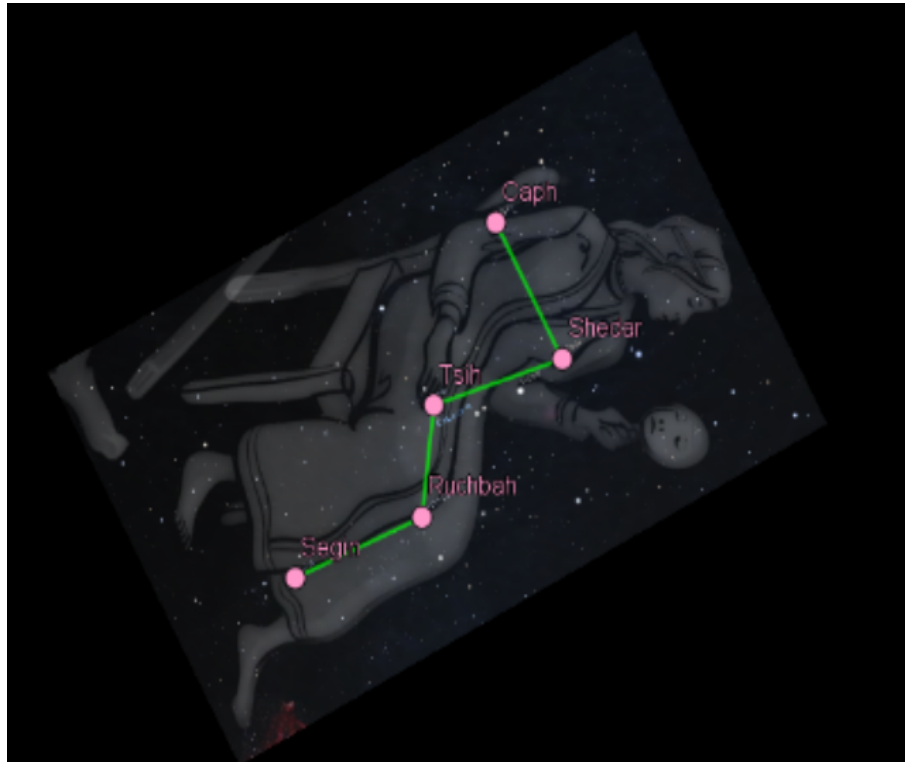
Goodricke mesurera la période d'autres étoiles comme Sheliak (Béta de la Lyre) évaluée à 12 j 20 h ou Altaïs (delta de Céphée) dont le cycle est de 128 h 45 mn. Cette dernière étoile donnera son nom à une classe d'étoiles variables, les céphéides. Malheureusement, Goodricke meurt prématurément à l'âge de vingt et un ans, après avoir contracté une pneumonie au cours de ses longues nuits d'observation. Cette maladie fatale met un terme à une carrière qui s'avérait prometteuse. John Goodricke avait toujours tenu à ne pas être considéré comme un handicapé, du fait de sa surdité. Il disait qu'elle lui avait au contraire donné la force de se surpasser. Il n'aura pas le temps de publier d'ouvrage, ses notes seront simplement insérées dans les *Transactions philosophiques de la Royal Society*.

Auteur : [Philippe Garcelon](#)

La Constellation du mois d'Octobre

Cassiopée,

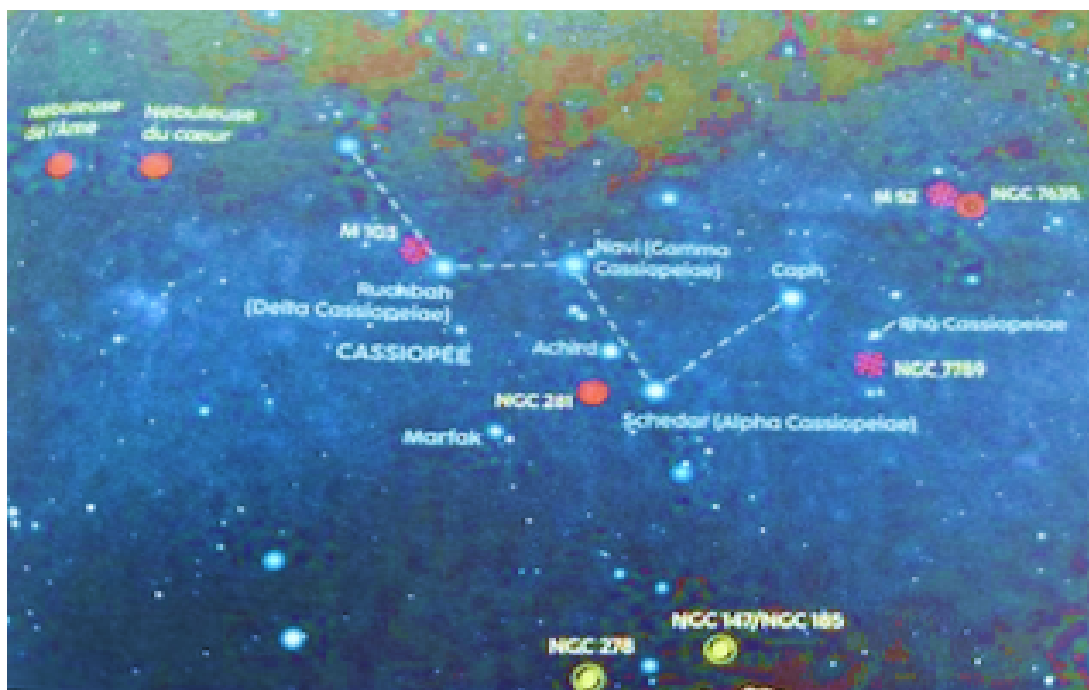
Reine d'Ethiopie représentée sur son Trône



Proche de son mari **Céphée**, roi d'Ethiopie et parents d'**Andromède**



Les objets du ciel :



Sa situation céleste :

Située à l'opposé de la constellation de la Grande Ourse par rapport à la Polaire, **Cassio-pée** est très facile à repérer grâce à sa forme caractéristique en **W** ou en **M** suivant la saison. Cette disposition lui vaut 3 autres noms « Trône de la reine », « Chaise », ou plus ancien « Cerva ».

Elle se trouve en pleine Voie Lactée, et est très riche en étoiles, contrairement aux autres constellations circumpolaires. Elle est visible à une latitude de 45° nord, et la meilleure période pour son observation se situe vers novembre car elle est très haute dans le ciel.

Les objets de la constellation :

Ceux visibles à l'œil nu et aux jumelles :

Les étoiles : **Schedir** (α Cas) de magnitude 2. **Gamma Cas** la dépasse un peu en éclat 1,6 et 3.

A l'est de Cassiopée, un astre remarquable **Rhê Cassiopée**, au-dessus de NGC 7789, situé à 11600 années-lumière de nous est une hyper géante de 6 milliards de KM qui brille un million de fois plus que notre Soleil. C'est l'étoile la plus lointaine visible à l'œil nu dans le ciel boréal, et peut-être la prochaine supernova de la Voie Lactée. Magn : 4,1 à 6,3 sur 320 jours !

Objets visibles à la lunette : à proximité de l'étoile Delta, **M 103** est un amas ouvert qui possède plusieurs étoiles rougeâtres. **NGC 7789** est l'amas le plus beau de l'hémisphère Nord : il comporte plus de 300 étoiles ds un champ de l'ordre de 30'.

Au télescope de 200mm : **NGC 147 et 185** sont deux galaxies naines séparées de 1° ;

distantes de 2,2 millions d'années-lumière, elles font partie du groupe local, l'ensemble des galaxies auquel appartient la Voie Lactée. Liées par la gravitation, ce sont des satellites de la galaxie d'**Andromède M31**. La nébuleuse NGC 281 à 1,5° à l'est de Schédar (Schedir) se repère facilement bien qu'ayant peu d'éclat.

Avec **un télescope de 400mm de diamètre** et une caméra CCD, il est possible de distinguer qq étoiles de la galaxie **NGC185**. De même, proche de M52 la nébuleuse de la Bulle, **NGC 7635**, une coquille de gaz. NGC 278 petite galaxie de magnitude 11.

Mythologie :

Cassiopeé prétendit un jour qu'elle-même ou que sa fille Andromède était plus belle que les Néréides, nymphes de la mer, elles aussi d'une très grande beauté.

Outrées par cette insolence, les nymphes demandèrent à Poséidon, dieu de la mer, de les venger de cette insulte. En colère, le dieu envoya un énorme monstre marin, nommé Cétus, ravager les côtes d'Éthiopie. Les tempêtes furent si violentes que, paniqué, Céphée alla demander conseil auprès de l'oracle d'Ammon de Libye. La cause du malheur provenant de la beauté d'Andromède, l'oracle dit à Céphée que la seule façon de sauver son royaume était de sacrifier sa fille Andromède au monstre. Dans la douleur, Andromède fut attachée à un rocher du rivage et donnée en pâture au dragon.

Venant d'arracher à Céphée la promesse de lui donner la main de sa fille Andromède en échange de sa libération, Persée surgit sur le dos de son cheval ailé, Pégase, ayant dans sa besace la tête d'une des Gorgones, Méduse, fruit de son combat précédent. Il épousa ensuite sa bien-aimée.

(Version Disney, en réalité, Persée se déplaçait avec les sandales ailés que lui avait prêtées Hermès, seul Bellorophon a chevauché sur le dos de Pégasse)

Des amphores corinthiennes du VI^e siècle av. J.-C. montrent Persée tenant Andromède par la main et repoussant le monstre marin à coups de pierre.

Chez Ovide et les peintres sur vase postérieurs, Persée le tue à coup d'épée. Le recours à la tête de Méduse pour pétrifier le monstre n'apparaît pas avant Lucien de Samosate (II^e siècle apr. J.-C.) Plutôt que de lancer contre le monstre d'inefficaces javelots et ainsi risquer de se faire dévorer, Persée se contenta d'agiter la tête de la Méduse devant le dragon, qui se transforma aussitôt en statue de pierre.

Les personnages du mythe que l'on retrouve dans les constellations limitrophes les unes des autres : Céphée, Cassiopeé, Persée, Pégase, Andromède attachée au rocher.



Ganymède

Ganymède est ce bel adolescent qui fut enlevé puis choisi comme échanson de l'Olympe par Zeus.

Légendes



Enlèvement de Ganymède
par [Le CORREGE](#)
© [Kunsthistorisches Museum](#)

Ganymède, fils du roi Tros, qui donna son nom à Troie, et de la Nymphé Callirhoé, fille du Scamandre, était le plus bel adolescent vivant sur la terre; c'est pourquoi il fut choisi par les dieux pour être l'échanson de [Zeus](#). On dit que Zeus prit la forme d'un aigle et l'enleva dans les plaines de Troade.

Ambrosie

Nourriture délicieuse qui donnait aux dieux l'immortalité et leur conservait une éternelle jeunesse. D'après Homère, l'ambrosie était apportée du lointain Occident par des colombes. Plus tard la production fut confiée à Déméter.

L'ambrosie était sans doute assez liquide puisque les dieux s'en oignaient le corps et Héra s'en servait comme cosmétique.

Nectar

Breuvage mythique des dieux

Après cela, pour le dédommager de la perte de son fils, [Hermès](#), au nom de Zeus, fit don à Tros d'un cep de vigne ou d'une coupe en or, œuvre d'Héphaïstos, et de deux belles juments immortelles que Laomédon promettra à Héraclès à condition qu'il sauve sa fille [Hésione](#).

En même temps, il lui assura que Ganymède était devenu immortel, à l'abri des infirmités de la vieillesse et qu'en ce moment même lui dit-il il souriait, une coupe d'or à la main en versant le nectar à Zeus à la place d'[Hébé](#).

Ganymède fut placé dans le ciel sous la forme de la [constellation](#) du verseau à côté de la constellation de l'aigle.

Zeus a promis à Thétis d'avantager les Troyens ce qui déclencha une querelle entre Héra et son époux. Héphaïstos pour détendre l'atmosphère jugea qu'il devait servir à boire et remplaça Ganymède dans son travail d'échanson : voyant le dieu boiteux prendre la place du gracieux jeune homme, tous les dieux éclatent d'un rire homérique.

Arts

Le personnage de Ganymède a été maintes fois représenté sous forme de sculptures qu'on peut voir au musée du Vatican, à la galerie des Offices de Florence et au musée de Naples. Les modernes ont plus été attirés par la représentation de l'enlèvement de Ganymède comme le montrent les œuvres de Michel-Ange, du Titien, de Rembrandt ou de [Rubens](#).



Ganymède par Thorvaldsen

© [Thorvaldsen Museum, Copenhagen](#)



Ganymède par [RUBENS](#) ,
© Palais Schwartzenberg , Vienne



Ganymède
échanson de Zeus

Filiation

GANYMEDE

Epouse* / amante

Enfants

Bibliographie

- Dictionnaires et encyclopédies Britannica, Larousse et Universalis.
 - Encyclopédie de la mythologie d'Arthur COTTERELL; (plusieurs éditions) Oxford 2000
 - Encyclopedia of Ancient Deities de Charles RUSSELL COULTER et Patricia Turner
 - Dictionnaire des mythologies en 2 volumes d'Yves BONNEFOY, Flammarion, Paris, 1999.
 - L'encyclopédie de la mythologie : Dieux, héros et croyances de Neil PHILIP, Editions Rouge et Or, 2010
 - Mythes et légendes; Editions de Lodi, Collectif 2006.
 - Mythes et mythologie de Félix GUIRAND et Joël SCHMIDT, Larousse, 1996.
 - Dictionnaire des symboles de Jean CHEVALIER et Alain GHEERBRANT, 1997
 - Dictionnaire de la fable de François NOEL
 - Dictionnaire critique de mythologie de Jean-Loïc LE QUELLEC et Bernard SERGENT
- Quelques [autres livres](#) pour approfondir ce sujet.

Sources antiques

- [Apollodore](#), Bibliothèque: II,5,9 ; III,12,2
- [Diodore de Sicile](#): IV, 74
- [Homère](#), Iliade: V, 265 ; XX, 232
- [Hygin](#), Fables : 224, 271
- [Ovide](#), Métamorphoses: X,255
- [Pausanias](#), Périégèse: II,22,4
- [Virgile](#), Enéide: I,28 ; V,253

LE SAVIEZ-VOUS ?

1) Le 7 octobre

Le 7 octobre 1959, Luna 3 réalise les premières photos de la face cachée, l'hémisphère de la Lune invisible en permanence depuis la Terre. En tout, elle prend 29 clichés depuis une distance d'environ 65 000 km, mais n'en transmettra que 17 lors de son retour vers notre planète.



2) Le 12 octobre

Le 12 octobre 1964, décolle le premier équipage spatial à bord de la mission soviétique Voskhod1. A bord : Vladimir Komarov, Konstantin Feoktistov et Boris Yegorov. Le vaisseau atteint une altitude de 336 km, avant d'atterrir le lendemain, à quelques centaines de kilomètres du nord-est d'Astana, l'actuelle capitale kazakhe. Côté américain, le vol en équipage ne débutera que l'année suivante avec Gemini 3, qui emporte vers l'espace le tandem Gus Grissom et John Young le 23 mars 1965



3) Le 19 octobre

Le 19 octobre 1784, le britannique John Goodricke (1764-1786) découvre la périodicité lumineuse de Delta Cephei, qui donnera son nom à un type d'étoiles variables : les céphéïdes. Delta Cephei oscille entre les magnitudes 3,6 et 4,3 sur une période d'un peu plus de 5 jours. Ces variations d'éclat sont dues aux pulsations de l'étoile.



Ciel et Espace

ENIGME

Etoiles & Constellations

Mon premier est l'arme qui assassine mon troisième
Mon second est ce que fait mon premier à mon troisième
Mon troisième est un slave victime de mon premier
Mon tout est le gardien d'un gros animal nordique

Envoyez vos solutions à :

andrebourdet@gmail.com

Solution de l'énigme précédente

Quelle heure est-il au pôle Nord ?

Quelle heure est-il au pôle Nord ?

L'heure que vous voulez ! En effet, le point le plus septentrional de la terre est l'endroit où tous les méridiens et tous les fuseaux horaires se rencontrent. Comme ce lieu est situé au milieu d'un océan de glace n'est pas occupé en permanence par des humains, aucune heure officielle n'est attribuée à la zone. En pratique, les expéditions qui s'y rendent choisissent le fuseau de leur base de ravitaillement ou celui de leur pays d'origine.

Petit Nuage de Magellan



Petit Nuage de Magellan, avec l'[amas ouvert NGC 346](#) associé à la [région H II N66](#) dans la partie inférieure du cliché¹

[Époque J2000.0](#)

[Constellation](#)

[Toucan](#)

[Ascension droite](#) (α)

00^h 52^m 38,0^s²

[Déclinaison](#) (δ)

-72° 48' 01" ²

[Coordonnées galactiques](#)

$l = 302,808\ 4 \cdot b = -44,327\ 7$ ²

[Magnitude apparente](#) (V)

2,3³
2,7 dans la [bande B](#)³

[Brillance de surface](#)

14,34 [mag/am](#)²³

Dimensions apparentes (V)

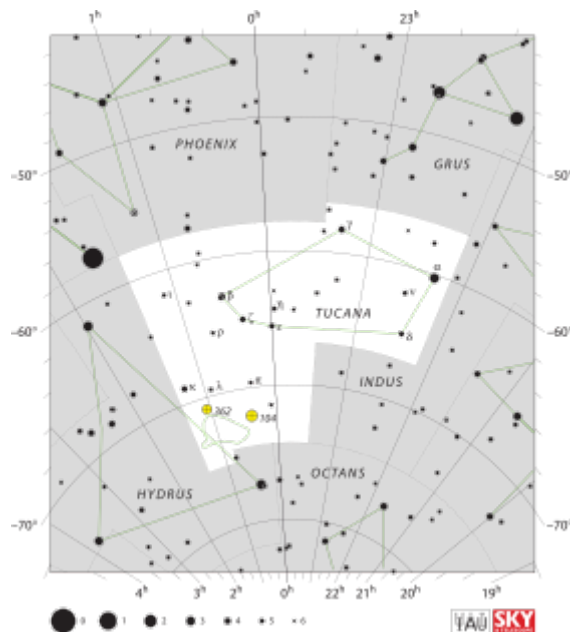
319,10' × 205,1'³

Angle de position

45°³

Localisation dans la constellation : [Toucan](#)





[Vitesse radiale](#)

158 [km/s](#)²

Distance

61 ± 7 [kpc](#) ($199\,000$ [al](#))⁴. [al](#)

Type d'objet

[Galaxie spirale magellanique](#)

[Type de galaxie](#)

SB(s)m⁵

Dimensions

18 kal

Découvreur(s)

[Amerigo Vespucci](#)⁶

Date

[1503](#)⁶

Désignation(s)

[NGC](#) 292

[PGC](#) 3085

[ESO](#) 29-G21

Le **Petit Nuage de Magellan (NGC 292)**, souvent abrégé en **SMC** dans la littérature en référence à l'anglais *Small Magellanic Cloud*, est une [galaxie naine](#) de type SB(s)m appartenant au [Groupe local](#) et située dans la [constellation du Toucan](#). [Satellite](#) de la [Voie lactée](#), il s'agit d'une petite [galaxie irrégulière](#) apparentée à une [galaxie spirale magellanique](#) dont la barre est visible mais dont le bras spiral est très dispersé. La base de données [NASA/IPAC](#) rapporte un échantillon de près de 300 mesures dont la moyenne donne une distance au Soleil de 61 ± 7 [kpc](#) ($199\,000$ [al](#))⁴.

En 2023, une analyse des données du satellite [Gaia](#) et du relevé télescopique [SDSS](#) conforte une hypothèse datant de 1986, selon laquelle le Petit Nuage est en fait constitué de deux galaxies naines situées l'une derrière l'autre, vues depuis la Terre.

Description

Avec une [magnitude apparente](#) visuelle de 2,2, c'est l'un des objets les plus éloignés pouvant être vus à l'[œil nu](#). Compte tenu de sa [déclinaison](#) de près de -73° , il n'est visible aisément que depuis l'[hémisphère sud](#), apparaissant comme une petite tache laiteuse et floue s'étendant sur environ 3° de large. Cependant, en raison de sa très faible [brillance de surface](#), il n'est clairement visible que depuis un lieu éloigné de toute pollution lumineuse. Il a semble-t-il été mentionné pour la première fois par le [navigateur Amerigo Vespucci](#) dans le compte-rendu de son voyage des années [1503-1504](#), mais ce fut l'expédition de [Magellan](#) autour du monde qui le popularisa et qui lui donna son nom.



Le Petit Nuage de Magellan (à gauche) en compagnie du [Grand Nuage de Magellan](#).

Il forme une paire avec le [Grand Nuage de Magellan](#), qui est situé 20° plus à l'est. Comme lui, c'est apparemment une ancienne [galaxie spirale](#) barrée qui a été déformée par les [forces de marée](#) de la Voie Lactée. Le Petit Nuage de Magellan est aussi un membre du [Groupe local](#), le 4^e objet le plus proche de notre galaxie. Le Petit Nuage de Magellan est relié au Grand Nuage par un pont de [gaz](#) et d'[étoiles](#) appelé [pont magellanique](#). Il contribue également au [courant magellanique](#), une structure probablement arrachée aux deux nuages par les forces de [marée galactique](#) de la Voie lactée.

Par sa composition et sa morphologie, il est semblable à la [galaxie de Barnard](#) (NGC 6822), une [galaxie naine irrégulière](#) barrée située à environ 1,6 million d'[années-lumière](#) (500 [kpc](#)) dans la [constellation du Sagittaire](#).

- Objets notables du Petit Nuage de Magellan

-



- [NGC 602](#), un [amas stellaire](#)⁷.

-



- [NGC 265](#), un [amas ouvert](#)⁸.

-



-
- [NGC 371](#), une [région H II](#)⁹.
-



-
- Nébuleuse N81, zone de [formation stellaire](#)¹⁰.
-



-
- [NGC 346](#), autre zone de formation stellaire¹¹.
-



-
- [Rémanent de supernova](#) 1E0102.2-7219 (en bleu) et [région H II](#) N76 (en violet)¹².
-



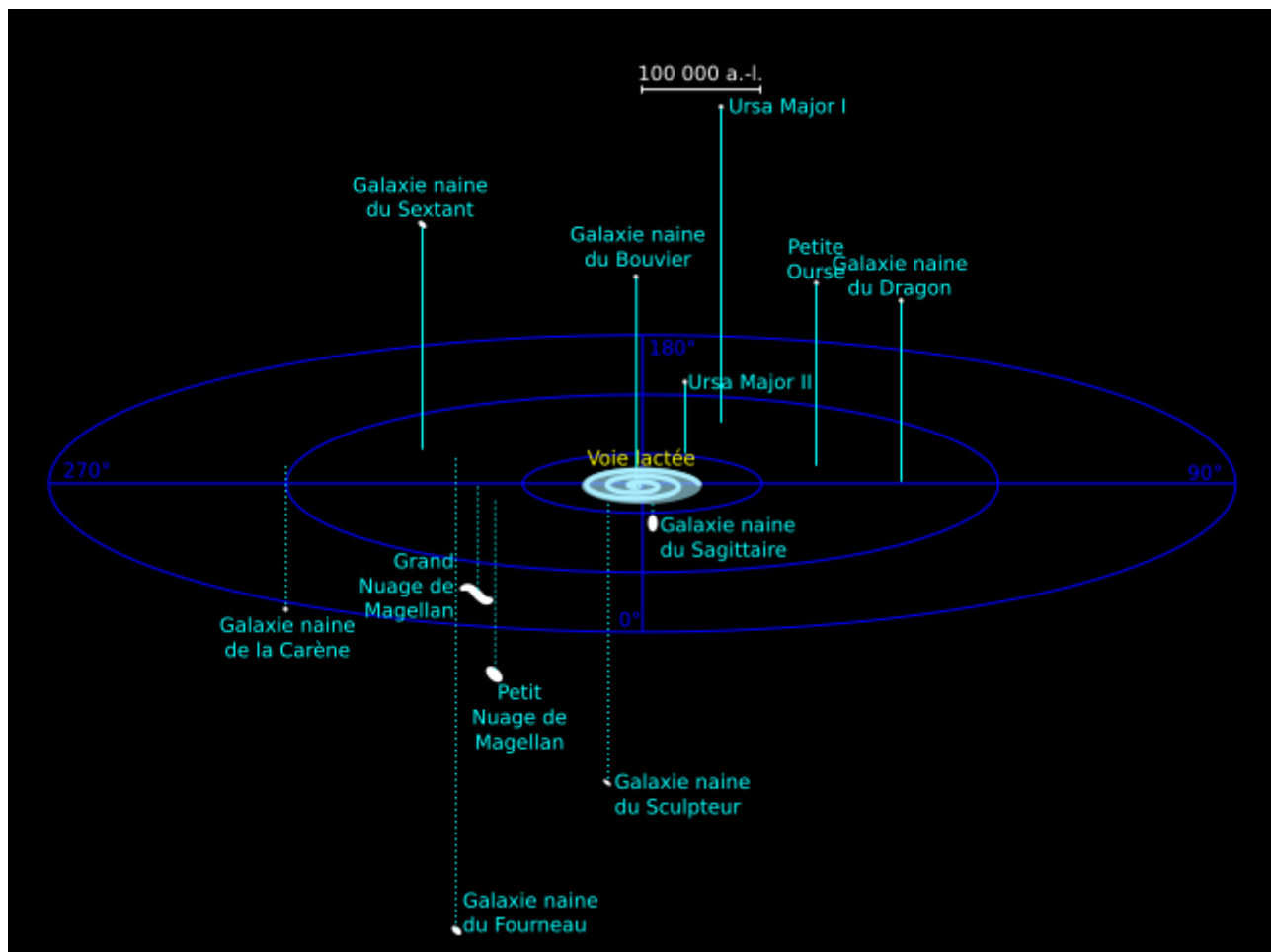
-
- Localisation du rémanent de supernova 1E0102.2-7219 par rapport à la nébuleuse N76¹³.
-

Structure

En 1986 il est suggéré que le Petit Nuage puisse en fait être constitué de deux structures distinctes, alignées du point de vue de la Terre ; cette séparation pourrait être due à une collision passée entre le Petit et le Grand Nuage¹⁴. En 2023, une étude systématique des ondes radio émises par l'hydrogène atomique, basée sur les données du satellite [Gaia](#) et de l'étude APOGEE du [SDSS](#), conforte cette hypothèse et conclut à la présence de deux galaxies aux compositions différentes, séparées d'environ 5 kpc (16 000 al). La différence de composition (un enrichissement différent en éléments lourds) tend à privilégier une origine distincte des deux objets plutôt qu'une disruption d'un objet initial sous l'effet des forces de marée^{15,16}.

Dans la Voie Lactée

Les deux [Nuages de Magellan](#) sont des galaxies satellites de la [voie lactée](#) :



Satellites de la [Voie lactée](#). Cliquer sur les [galaxies](#) ou leur désignation pour accéder à leur page.

Critiques du nom

Depuis le XIX^e siècle, le nom de la galaxie rend hommage au navigateur [Ferdinand de Magellan](#), critiqué pour avoir réduit en [esclavage](#) des populations [autochtones](#)¹⁷ et colonisé violemment des pays du sud. Également, les galaxies n'ont pas été « découvertes » par le Portugais, mais étaient déjà connues des populations locales avant son arrivée. Pour ces deux raisons, en septembre 2023, un collectif d'astronomes appellent l'[Union astronomique internationale](#) à changer les noms des deux galaxies¹⁸.

Notes et références

1er

(en) [Hubble & ESA](#) [[archive](#)] « *Small Magellanic Cloud (ground-based image)* ».

(en) [Petit Nuage de Magellan \[archive\]](#) sur la base de données [Simbad](#) du [Centre de données astronomiques de Strasbourg](#).

« [Les données de «Revised NGC and IC Catalog by Wolfgang Steinicke», NGC 200 à 299 \[archive\]](#) », sur [astrovalleyfield.ca](#) (consulté le 6 janvier 2024)

« [Your NED Search Results \[archive\]](#) », sur [ned.ipac.caltech.edu](#) (consulté le 30 avril 2018)

(en) [NASA/IPAC EXTRAGALACTIC DATABASE \[archive\]](#) « *Small Magellanic Cloud* ».

(en) Courtney Seligman, « [Celestial Atlas Table of Contents, NGC 292 \[archive\]](#) » (consulté le 11 mai 2022)

(en) [HubbleSite – 8 janvier 2007 \[archive\]](#) « *Hubble Observes Infant Stars in Nearby Galaxy* ».

(en) [Hubble & Agence spatiale européenne – 18 avril 2006 \[archive\]](#) « *Magellanic gemstone in the southern sky [NGC 265]* ».

(en) [Observatoire européen austral – 30 mars 2011 \[archive\]](#) « *The star cluster and nebula NGC 371* ».

(en) [NASA Goddard Space Flight Center - Space Telescope Science Institute – 24 septembre 1997 \[archive\]](#) « *N81 in the Small Magellanic Cloud* ».

(en) [Observatoire européen austral – 24 février 2010 \[archive\]](#) « *Star-forming region NGC 346* ».

(en) [Hubble & Agence spatiale européenne – 31 juillet 2006 \[archive\]](#) « *Extraterrestrial Fireworks* ».

(en) [NASA Jet Propulsion Laboratory Caltech – 6 juin 2006 \[archive\]](#) « *Dusty Death of a Massive Star* ».

(en) D. S. Mathewson, V. L. Ford et N. Visvanathan, « *The structure of the Small Magellanic Cloud* », [The Astrophysical Journal](#), vol. 301, février 1986, p. 664 (DOI [10.1086/163932](#), [lire en ligne \[archive\]](#), consulté le 3 janvier 2024).

(en) Daniel Clery, « *Familiar astronomical object may be two galaxies, not one* », [Science](#), 29 décembre 2023 (DOI [10.1126/science.zuv7h92](#) .

(en) Claire E. Murray, Sten Hasselquist, Joshua E. G. Peek, Christina Willecke Lindberg, Andres Almeida et al., « *A Galactic Eclipse: The Small Magellanic Cloud is Forming Stars in Two, Superimposed Systems* », [The Astrophysical Journal](#), décembre 2023 ([arXiv 2312.07750](#)).

L'équipe Ça m'intéresse, « [Des Japonais réduits en esclavage par les Portugais \[archive\]](#) », sur Ça m'intéresse, 14 décembre 2021 (consulté le 16 novembre 2023)

18e Emma Derome, « [Accusations de colonisation et d'esclavagisme : les galaxies Magellan pourraient changer de nom \[archive\]](#) », sur Ça m'intéresse, 13 novembre 2023 (consulté le 16 novembre 2023)

- [Britannica \[archive\]](#)

MICHEL ORY

Préface de **Christian Pollas**

Chasseur de supernovæ



**LES PHARES
DE L'UNIVERS**

B

Les phénomènes les plus impressionnants de l'Univers nous dévoile peu à peu tous leurs secrets.

Les supernovæ ne sont pas seulement des spectacles célestes extraordinaires ; elles jouent aussi un rôle majeur dans l'évolution constante de l'Univers. Comment ces étoiles peuvent-elles arriver, au crépuscule de leur vie, à imploser en une fraction de seconde et libérer une énergie considérable dans l'espace ? Comment les identifier dans le ciel profond, apparemment tranquille et apaisant, alors qu'il crépite en permanence de ces millions de feux stellaires ?

Rédigé avec passion par Michel Ory, ce livre tout en couleurs fourmille de conseils pratiques et d'anecdotes. Il n'oublie pas, non plus, de mettre en valeur les trajectoires humaines de celles et de ceux qui traquent sans relâche les supernovæ. De nombreuses photos et des illustrations réalisées par le dessinateur de presse Pitch Comment viennent enrichir l'ensemble.

La caméra FRIPON



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-répondeur : 09 53 52 85
63

Messagerie :

clubastrorhuys@gmail.com

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