



Vividus ȚȚpus

Volume 1, numéro 18
Hiver 2009

Rédacteur en chef

Richard Fradette

Révision et correction

Sylvain Lachapelle

Impression au laser

Centre collégial de Mont-
Laurier

Photocopie

Centre collégial de Mont-
Laurier

Ont collaboré à ce numéro

Richard Fradette
Sylvain Lachapelle

Vividus ȚȚpus Club d'astronomie du Lièvre zndiablé

4135, ch. Tourdu Lac
Rivière-Rouge
Québec
J0T 1T0

astrosurf.com/cal e
cale@astrosurf.com

Les frais d'adhésion au club sont de 20\$ par année. Ce montant donne droit à toutes les activités ainsi qu'à ce bulletin, publié quatre fois par année (ou presque).

Sommaire

Éditorial.....	3
Mot du président.....	5
Sélénologie : l'étude de la Lune.....	7
Éphémérides mensuelles – Janvier 2009.....	31
Éphémérides mensuelles – Février 2009.....	32
Éphémérides mensuelles – Mars 2009.....	33
Éphémérides mensuelles – Avril 2009.....	34
Éphémérides mensuelles – Mai 2009.....	35
Éphémérides mensuelles – Juin 2009.....	36
Éphémérides mensuelles – Juin 2009.....	37
Éphémérides mensuelles – Juillet 2009.....	38
Éphémérides mensuelles – Août 2009.....	39
Éphémérides mensuelles – Septembre 2009.....	40
Éphémérides mensuelles – Octobre 2009.....	41
Éphémérides mensuelles – Novembre 2009.....	42
Éphémérides mensuelles – Décembre 2009.....	43

En page couverture :

L'une des planches coloriées tirée de l'atlas céleste *Harmonia Macrocosmica* produit par Andreas Cellarius en 1660. Andreas Cellarius (v. 1596 – 1665) était un mathématicien et un cartographe néerlandais-allemand. On y voit la position relative de la Lune par rapport à la Terre et au Soleil qui détermine les différentes figures que prend la Lune vue depuis la Terre durant un cycle de lunaison. Au centre, voit 8 positions de la Lune autour de la Terre et la figure de la face visible depuis la Terre. À droite, on présente 12 phases et le tracé des rayons lumineux qui détermine la surface éclairée. À gauche, on présente la figure de la face visible pour 36 phases et leur nom, description ou symbole.

Crédit photographique :

Les phases de la Lune tirée de l'atlas céleste *Harmonia Macrocosmica* produit par Andreas Cellarius, 1660.

Source : MAURY, Jean-Pierre, *Galilée, le messager des étoiles*, Paris : Gallimard, 1994.



Éditorial

Par Richard Fradette



Depuis que j'écris ce bulletin, j'ai apprécié me documenter sur l'histoire des sciences en commençant par l'astronomie. Le contexte d'une découverte permet de mieux connaître la connaissance. Qui a découvert et comment ont été découvertes nos connaissances fait aussi partie de nos connaissances.

Mon intérêt dans la rédaction du bulletin s'est développé avec la conscience de nos conditions de vie terrestre dans la perspective cosmique. Alors, dans ce bulletin ayant la Lune comme sujet d'études, j'ai ajouté des considérations relatives à sa contribution dans la viabilité de la Terre ainsi que mon interprétation des connaissances nouvelles et des possibilités futures en ce domaine.



Le visage de la Lune change avec le temps ! À juger par les interprétations qui ont évoluées au fur et à mesure que les observations ont permis de formuler de nouvelles théories, je devine qu'il y a à réfléchir aux nouvelles interprétations.

Là où la Science se termine, l'imagination et les interprétations intuitives commencent. Il faut bien incorporer la connaissance scientifique dans le cadre conceptuel élargie des connaissances générales. Mon interprétation des connaissances scientifiques nouvelles me fait voir de plus en plus les nombreuses conditions particulières faisant la rareté de la Terre. Bien qu'il y ait encore des preuves à établir, j'explore les relations entre la conscience des conditions de notre existence dans le Cosmos et la conscience des conditions de notre existence sur Terre dans la perspective où l'interprétation qu'on se fait de la Réalité est basée sur la rareté et la fragilité de la vie.

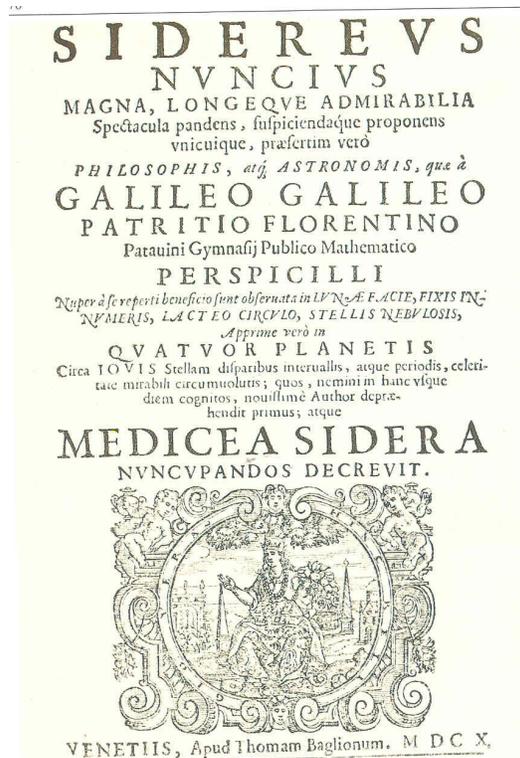
Il n'y a jamais eu autant de nouvelles observations et de nouvelles théories que durant les dernières décennies. Je parie que les nouvelles interprétations toucheront aux questions existentielles du genre d'où on vient, où on va, qui sommes-nous et quelle est notre place dans le Cosmos. Il y a des faits nouveaux découlant de la Réalité qui aident à répondre.

Pourquoi faut-il s'intéresser à l'astronomie ? Kepler dans la préface de son livre *Mysterium Cosmographicum* de 1596 répond à ceux qui voudraient la déclarer sans intérêt :

Mais, me dira-t-on, que sert la connaissance de la nature, et que sert toute l'astronomie lorsqu'on a l'estomac vide ? Les hommes sensés ne prêtent pas oreille à l'ignardise, qui donne cet argument pour crier qu'il faut renoncer à toute étude de cette sorte. On tolère les peintres et les musiciens parce qu'ils réjouissent nos oreilles, bien qu'ils ne soient par ailleurs d'aucune utilité pour nous. La jouissance que nous procurent leurs œuvres passe pour être convenable et même pour honorer l'homme. Quelle ignardise, quelle bêtise que d'envier à l'esprit ce que l'on accorde volontiers aux yeux et aux oreilles ! Celui qui s'élève contre une telle réjouissance s'élève contre la nature même ! (...) Celui qui nous a façonnés a ajouté l'esprit à nos sens, pas seulement pour que l'homme puisse assurer sa subsistance – beaucoup d'espèces vivantes, dont l'âme ignore la raison, le peuvent bien mieux – mais aussi pour nous permettre de passer de l'existence des choses que nos yeux aperçoivent aux causes de leur existence et de leur devenir, même si cette démarche n'a aucune autre utilité. De même que la subsistance des autres êtres vivants et du corps de l'homme exige nourriture et boisson, l'âme de l'homme, qui est différente de l'ensemble de l'homme, se nourrit de cette connaissance qui l'enrichit et encourage pour ainsi dire sa croissance. Aussi l'homme qui ne porte pas en lui le désir de ces choses ressemble davantage à un mort qu'à un vivant. Et, de même que la nature veille à ce que la nourriture ne manque jamais aux êtres vivants, nous pouvons dire à juste titre que les phénomènes naturels sont si variés, les

trésors cachés dans l'édifice céleste si précieux afin que l'esprit humain ne manque jamais de nourriture fraîche, qu'il ne se lasse jamais de l'ancien ni ne trouve le repos, mais trouve toujours en ce monde un atelier ouvert pour l'exercice de son esprit.

Avec plus de modération, je ne considère pas que la plupart de mes concitoyennes et concitoyens sont «bêtes et lâches» comme Kepler le mentionne ailleurs. Aussi, je considère qu'il n'y a pas que les Sciences de la Nature pour développer la conscience de l'existence, il y a aussi les Sciences Humaines, les Sciences de l'Esprit et les Arts et Métiers. «Nous avons l'art pour ne pas mourir de vérité» (NIETZSCHE). La connaissance n'est pas réservée aux scientifiques comme le pouvoir n'est pas réservé à une aristocratie quelconque. C'est mieux ainsi pour éviter toute forme de dictature.



Pas besoin de s'élever très haut dans la région céleste pour alimenter notre esprit, la Lune offre assez de «trésors cachés» pour nous alimenter. Il y a 400 ans, le mathématicien et physicien Galileo Galilei dit Galilée fut le premier à fabriquer des lunettes pour l'observation astronomique.

Ses premières observations permirent beaucoup de découvertes. Ces découvertes furent communiquées l'année suivante dans le livre *Sidereus Nuncius*. Les lunettes permettent de voir des détails de la Lune invisibles pour l'œil seul. Je ne ferai pas ici la liste des découvertes télescopiques de Galilée sauf que je présenterai quelques unes de ses observations de la Lune et des déductions qu'il en tire. Je présenterai aussi les premières observations faites sur le terrain lunaire il y a justement 40 ans. L'année 2009 est l'année de l'astronomie. Est-ce une coïncidence s'il y a des anniversaires ? Il y a 40 ans, un homme mis le pied sur la Lune pour la première fois.

Étrangement, en l'année 2009 de l'astronomie, on parle aussi du 200^e anniversaire de la naissance de Darwin et du 150^e anniversaire de la publication de *l'Origine des espèces*, son œuvre maîtresse. Je fais un lien entre la théorie de l'évolution et mon propos ! L'évolution requiert beaucoup de temps pour donner les résultats actuels à partir de la sélection naturelle et des mutations si lentes. En conséquence, la nouvelle interprétation de l'histoire de la Terre se fait sur une échelle de temps beaucoup plus grande. C'est exactement comme en astronomie où les découvertes poussent toujours vers de nouvelles interprétations sur des échelles de dimension de plus en plus grande. Les deux domaines de recherche s'appuient l'un sur l'autre pour la croissance de nos connaissances.

Les relations entre les différents domaines scientifiques ne sont pas à négliger. Avec la sélénologie, je prends la Lune comme objet d'études pour montrer que le Cosmos n'est généralement pas hospitalier avec la vie. Pour développer une conscience évidente de cette réalité extérieure à nous, il vaut mieux aller à l'extérieur de notre environnement planétaire car tout l'environnement terrestre est empreint de notre présence par la transformation globale de la Nature en cours et par la subjectivité des idées de la Nature.

L'humanité actuelle s'est trop enfermée dans un système fermé d'idées qui sous-estime notre fragilité. C'est une perte de conscience de la Réalité qui ne peut que

produire une grave crise. L'astronomie est moins susceptible d'être empreinte par cette subjectivité humaine. Notre conscience cosmique est plus susceptible de nous faire percevoir la Réalité. L'ouverture d'esprit que je propose sur la Réalité acquise dans le domaine cosmique est bénéfique directement dans le domaine de la crise planétaire actuelle. Plus encore, l'astronomie offre l'occasion de comprendre la relation entre notre conscience et les conditions fondamentales de l'existence plus simplement que la relation entre notre conscience planétaire et les enjeux fondamentaux de notre survie. La conscience planétaire peut s'appuyer sur la conscience cosmique comme modèle pour développer son réalisme.

J'en arrive à une révision de l'ordre d'importance des usages de la Science pour prioriser les études qui aideront l'adaptation à la Nature pour notre viabilité à long terme.



Mot du président



Par Sylvain
Lachapelle

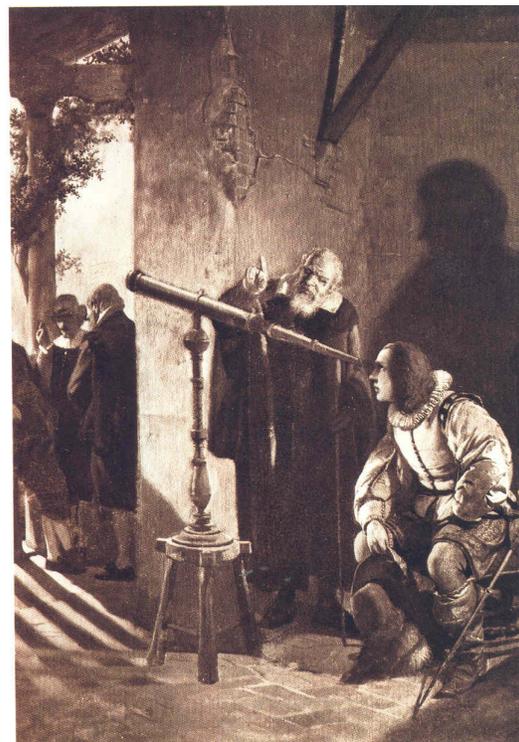
Serons-nous dans la lune?

Il y a 400 ans, exactement aujourd'hui, un savant italien, Galileo Galilei, dit Galilée, inventa l'ancêtre du télescope et l'appela une lunette. Il fut assez curieux pour tourner son instrument vers la nuit étoilée ; ce fut alors le premier Big Bang, au sens où les hommes allaient être étonnés pour des siècles, de ce qu'ils découvrirent dans le ciel semé d'étoiles. Son petit télescope lui permit de voir loin, beaucoup plus loin qu'aucun autre humain avant lui.

En quelques nuits d'observation, au printemps et à l'été 1609, tout en améliorant la résolution de son invention optique, Galilée observa avec intérêt des montagnes et des cratères sur la lune! (lune que l'on croyait lisse avant lui). De nuit en nuit et de mois en mois, il fut le premier humain à

regarder le croissant de la planète Vénus, les satellites de Jupiter et l'anneau de Saturne, entre autre merveilles. C'est pour ces raisons, entre autre, que l'an de grâce 2009 est l'année mondiale de l'astronomie.

Pour sa saison 2009, le Club d'astronomie du lièvre endiablé vous propose de suivre les traces de Galilée; celles du premier observateur optique de l'histoire humaine; l'ancêtre direct des astronomes amateurs que nous sommes. La planète Jupiter sera dans le ciel de nuit tout l'été, de même que ces sœurs Uranus et Neptune et même leur cousine Pluton. Quand à Saturne elle se couche un peu après le soleil de juin. Avec un peu de chance on la verra dans le ciel de juillet. Également au programme les croissants de Vénus et de la Lune, et aussi les mêmes montagnes et cratères qu'a observés Galilée.



Mais revenons un peu en arrière et écoutons les propositions et les recommandations des membres, prononcées et entendues à la dernière assemblée générale annuelle du dub (AGA), tenue en novembre 08:

JV : « Je déclare l'assemblée ouverte...
Vive le dub d'astronomie du Lièvre endiablé... »

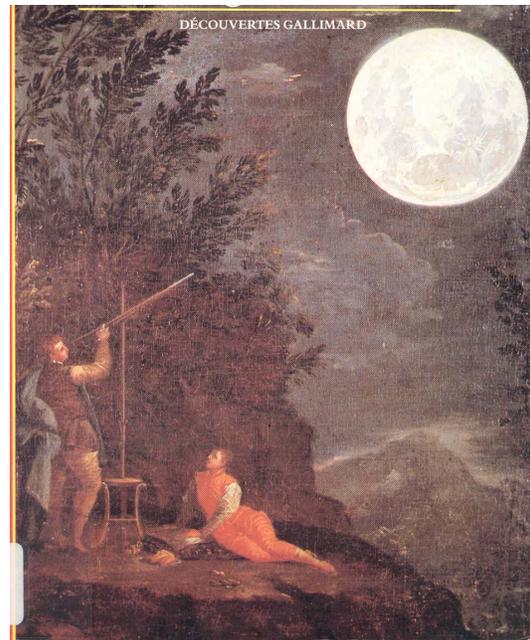
Tous : « Vive Jean Vanier! »

- SL : « ...pour plusieurs membres les mois de mai et de juin sont très occupés et il y a beaucoup d'activités diverses dans la région... »
- DB : « ...faire de l'astronomie au mois de juin c'est très difficile, à cause de la clarté qui dure jusqu'à 9h30-10h le soir... »
- LV : « ...si le club attendait en juillet pour commencer ses observations?...juillet, août et septembre ce serait déjà bien... »
- PD : « ...les samedis c'est des bons soirs, malgré que les nuages s'en sacre ben de savoir quel jour on est rendu...c'est l'un d'avoir le message que vous enregistré pour savoir si on observe ou pas... »
- GL : « ...ce serait bien de faire des mini-conférences entre nous comme au début du dub... »
- RF : « ...on pourrait donner ces mini-conférences dans nos visites des 3 municipalités choisies pour 2009?... »
- ML : « ...si on observait mettons en juillet à Ferme-Neuve,...on aurait assez de temps pour préparer nos mini-conférences je pense... »
- JV : « ...c'est là que le club avait commencé à Ferme-Neuve, ça va faire six ans,...dans la salle en haut de l'aréna Ben Leduc...on pourrait y retourner... »
- SL : « ...en août à Ste-Anne-du Lac?... »
- DB : « ...on pourrait finir en septembre à Mont-Laurier et on offrirait nos soirées d'observation aux élèves du primaire... »
- GL : « ...trois samedis d'observation possible par mois...et une mini-conférence ouvertes aux gens de la municipalité visitée? Ce serait ça notre programme 2009?... »
- JCB : « ...il nous faudrait aussi une ou deux conférences plus importantes...qui pourraient être tenues à Mont-Laurier et à Ferme-Neuve... »
- JV : « ...Si je résume votre pensée, on observerait trois mois cette année (juillet, août et septembre), avec dans chaque municipalité une soirée mini-conférence destinée à madame et monsieur tout le monde (ce qui

servirait à attirer des nouveaux membres). Dans ces mini-conférences on parlerait un peu de notre dub (historique), du système solaire (exercice sur les distances entre les planètes), de Galilée et de ce qu'il a vu dans le ciel (et de ce que nous allons observer ce soir là, avec en vedette les objets galiléens). Si en plus on offre deux conférences majeures dans la saison, je pense que nos membres anciens, actuels et futurs seront contents. »

RF : « En tant que secrétaire du dub j'ai tout noté ces idées... »

Tous : Applaudissement général.



Vous recevrez la programmation 2009 du club vers la St-Jean Baptiste. À partir de ce moment vous aurez accès à notre message enregistré le jour même de la sortie prévue et actualisé au cours de la journée si nécessaire. En composant le (819) 623-1525 (Cégep), puis la boîte vocale #36, vous serez averti si la soirée d'observation à lieu ou annulée à cause des nuages. Vous pouvez même laisser des messages, commentaires ou questions sur la boîte vocale #36.

À bientôt.

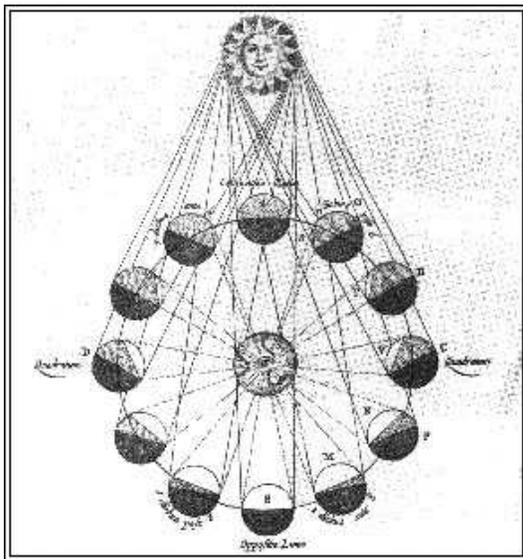


Sélénologie : l'étude de la Lune

Par Richard Fradette

Antiquité

Dans la mythologie grecque, Séléne est la sœur de Hélios; respectivement les personnifications de la Lune et du Soleil. Outre le fait de croire que les astres personnifiaient des divinités, les philosophes grecs se mirent à expliquer naturellement les phénomènes astronomiques au risque d'être perçus comme impies.



Thalès jugea que la Nature est connaissable. Anaximandre décrivait la lumière du Soleil et de la Lune comme celle d'un feu enfermé dans une roue qui tourne autour de la Terre. Pour lui, les phases de la Lune et les éclipses sont produites par le rétrécissement du trou qui laisse échapper la lumière. La différence entre la Lune et le Soleil vient de la lumière dans la roue de la Lune qui brille d'un feu moins intense ! Anaxagore eu l'idée que la Lune est comme une pierre lancée dans les cieux pour expliquer pour la première fois une éclipse solaire. Ce n'était pas qu'une idée lancée en l'air, car il avait eu connaissance qu'une météoroite était tombée du ciel vingt ans

auparavant! Anaxagore fut condamné pour son enseignement des choses célestes.

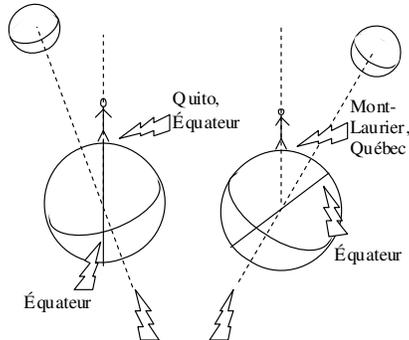
C'est Parménide vers 490 Av. J.-C. qui a conçu l'explication des phases de la Lune à partir de l'idée que la Lune est éclairée par le Soleil. Il a remarqué que la partie lumineuse était du côté du Soleil. C'est donc que la Lune réfléchit la lumière du Soleil. Pendant que la Lune fait le tour de la Terre, elle se retrouve successivement plus proche et plus loin du Soleil que la Terre. La partie visible de la Terre et la partie exposée au Soleil ne coïncident pas. Le pourcentage de la face visible qui se trouve illuminée par le Soleil varie de 0% (Nouvelle Lune) à 100% (Pleine Lune) cycliquement. Ce cycle s'appelle lunaison et correspond à une révolution synodique. La durée pour accomplir une lunaison est d'un mois synodique qui a été estimé à 29½ jours dès la Haute Antiquité.

Aristote a formulé des principes de physique qui ont consacré une séparation du Cosmos en régions céleste «divine» et terrestre «naturelle» avec la sphère portant la Lune sur son orbite comme frontière entre les deux. La région supralunaire contient la Lune, le Soleil, les planètes et les étoiles. La région sublunaire contient l'atmosphère, les continents et les océans. La Lune comme le reste de la région céleste possède toutes les qualités de la perfection. Cette idée de séparation n'est pas propre à Aristote, elle a été partagée par les autres philosophes de la période classique de la Grèce antique et a été maintenue deux millénaires.

Étrangement, les comètes sont interprétées comme des phénomènes atmosphériques parce que leurs manifestations sont trop irrégulières pour appartenir à la région céleste. On voit comment les interprétations peuvent dévier de la rigueur scientifique déjà excellente à plusieurs égards dès cette époque. Le premier à démontrer en 1577 que les comètes n'appartiennent pas à la région sublunaire est Tycho Brahe (1546-1601). Le premier à calculer en 1705 l'orbite elliptique d'une comète est Edmond Halley (1656-1742). L'idée du retour des comètes est celle de Jean-Dominique Cassini (1625-1712) qui offrit en plus le résultat de ces observations à Halley.

Croissant de Lune

Le pourcentage d'illumination de la Lune dépend de la position de l'observateur et de la position du Soleil qui l'illumine. Si l'observateur et la Lune sont à égale distance du Soleil, l'illumination de la Lune est de 50%. Si la Lune est plus près du Soleil que l'observateur, l'illumination lui paraît plus petite que 50% et la partie lumineuse prend la forme d'un croissant.



Les rayons du Soleil sont parallèles à cette droite qui fait entre 0° et $\pm 23,45^\circ$ avec l'équateur (les rayons sont verticaux à $23,45^\circ$ de longitude Sud au solstice d'hiver dans le cas illustré), puis la Lune se trouve dans une direction entre 0° et $\pm 5,15^\circ$ par rapport aux rayons du Soleil selon le mouvement de précession de l'orbite (la Lune est à 0° par rapport à cette droite dans le cas illustré)

Un astronaute qui regarde le croissant Lune depuis une grande distance, verra un croissant de Terre avec la même inclinaison et la même illumination si on suppose que la Terre et la Lune sont à la même distance de lui. Un terrien se tenant verticalement debout dans une position parallèle à l'astronaute et observant la Lune dans la même direction que l'astronaute verra le croissant de Lune avec la même inclinaison que l'astronaute. En général, un observateur de Mont-Laurier à $46,5^\circ$ de latitude Nord ne verra pas l'inclinaison comme un observateur de Quito en Équateur à 0° de latitude. Si la Lune est à l'Est ou à l'Ouest, la différence d'inclinaison de la Lune observée simultanément est aussi la différence entre les latitudes; soit $46,5^\circ$ entre Mont-Laurier et Quito.

Calendrier lunaire

L'observation des phases de la Lune étaient utiles pour la mesure du temps. Il y a longtemps, le calendrier lunaire était d'usage commun. Voici un extrait des

Leçons de cosmographie de 1854 que le Père Noël vient de m'apporter :

Les phases de la Lune sont de véritables signaux, visibles sur le globe entier; elles offrent une division simple et commode du temps, qui dut être exclusivement employée à l'époque où la société se formait de tribus errantes et de peuplades de chasseurs. (...) Les Grecs le gardèrent longtemps [le calendrier lunaire], tout en tâchant de le concilier avec le Soleil: leur division en peuplades indépendantes, privées de communications régulières, les avait forcés de recourir à un phénomène céleste où chacun pût lire le signal des assemblées générales et des fêtes. (...) Rien de plus simple que le calendrier lunaire primitif, tel que les Turcs et les Arabes le conserve encore. (...) C'est une simple collection de 12 mois lunaires de 30 jours et 29 jours, afin de tenir compte de la fraction dans la valeur de la révolution synodique de la Lune. Cette année lunaire a donc $12 \times 29,5 = 354$ jours seulement; en sorte que, si une date arabe ou turc indique fort bien l'âge ou la phase de la Lune, elle ne peut en aucune façon indiquer les saisons. Voici les noms des mois :

Moharrem	30 jours
Safar	29 jours
Rbî el-aouel	30 jours
Rbî el-tsâni	29 jours
Djemâd el-aouel	30 jours
Djemâd el-tsâni	29 jours
Redjeb	30 jours
Chabân	29 jours
Ramdân	30 jours : Mois du jeûne
Chouâl	29 jours
Doûl'-Kada	30 jours
Doûl'-Hadja	29 jours : Le 10 de ce mois est le Aïd-el-Kebir, c'est-à-dire la grande fête.

Le 1^{er} moharrem 1271 répond au 24 septembre 1854.

La longueur de l'année tropique est de $365,242217$ et celle du mois synodique de $29,530589$; leur rapport n'est pas simple; 1 an vaut $12,368265$ lunaisons. (...) Pour établir la concordance désirée, il fallait donc recourir à une intercalation quelconque. (...)

La période de leur intercalation est de 19 ans. Voici comment on a pu la retrouver. Formez les multiples successifs des deux membres de l'équation ci-dessous :

$$1 \text{ an} = 12,368265 \text{ lunaisons,}$$

en commençant par les plus simples, jusqu'à ce que vous ayez trouvé un nombre extrêmement peu différent d'un entier dans le second membre; vous obtiendrez, au 19^e multiple,

$$19 \text{ ans} = 234,997035 \text{ lunaisons,}$$

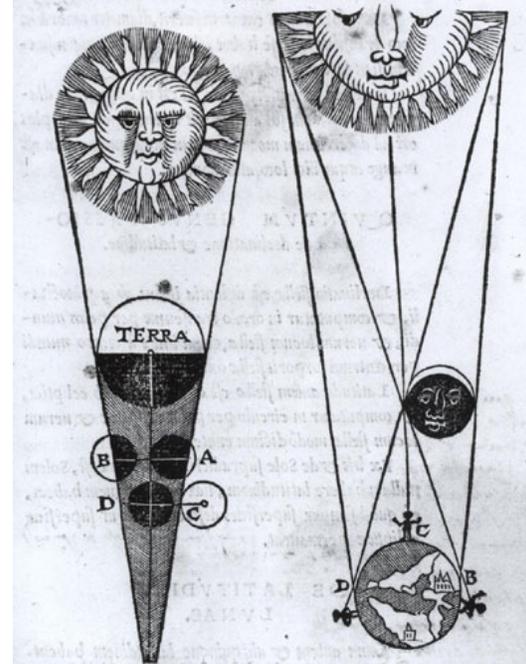
ou, à très-peu près, 235 lunaisons en 19 ans. Si on met en chaque année ordinaire 12 lunaisons, il en restera 7 au bout de 19 ans, qu'il faudra intercaler en faisant 7 années de 13 lunaisons, au lieu de 12.

La concordance de 235 lunaisons (19 années lunaires et 7 mois lunaires) avec 19 années solaires (ou presque) s'appelle le cycle de Méton. À chaque 19 ans les mêmes phases se retrouvent aux mêmes dates dans le calendrier solaire (hormis ± 1 jours de décalage dû aux années bissextiles). Ceci a été découvert par l'athénien Méton en 432 av. J.-C., puis perfectionné par Callipos avec 940 lunaisons concordant avec 76 années solaires (ou presque). Les astres ont leur mouvement propre selon des cycles qui ne concordent pas exactement en général.

Toutefois, le calendrier lunaire grec, depuis les olympiades, a employé une période d'intercalation de 8 ans. Ce calendrier octaétéride intercalait 3 mois de 30 jours dans 8 années lunaires ($8 \times 12 \times 29,5 + 3 \times 30 = 2\,922$ jours). L'erreur après 8 ans entre calendrier octaétéride et le calendrier solaire est plus petite que 0,07 jour ($8 \times 365,242\,217 = 2\,921,937\,74$ jours). L'erreur après 19 ans entre le calendrier lunaire musulman avec le calendrier solaire est plus grande que 3,6 jours ($19 \times 365,242\,217 = 6\,939,602\,12$ jours et $19 \times 12 \times 29,5 + 7 \times 30 = 6\,936$ jours). L'imprécision du cycle de Méton vient de l'approximation du cycle de lunaison à 29,5 jours plutôt que 29,515 jours (avec 8 ans = 2 922 jours = $(8 \times 12 + 3)$ lunaisons = 99 lunaisons d'où $2922 \text{ jours} / 99 = 29,515$ jours) avec le calendrier octaétéride.

Éclipses

La première prédiction d'une éclipse chez les Grecs est due à Thalès. Il prédit l'éclipse du Soleil de 585 av. J.-C. La méthode était déjà connue chez les Chaldéens et les Chinois. Elle fait intervenir un cycle de 223 lunaisons correspondant à 18 ans 10 ± 1 jours et ~ 8 heures appelé cycle du Saros (j'ai considéré qu'il peut y avoir 3, 4 ou 5 années bissextiles présentes dans l'intervalle en induant le ± 1 jour). Avant d'expliquer la méthode et pourquoi elle fonctionne, il vaut mieux continuer d'abord avec des choses plus simples. Les éclipses solaires et lunaires furent d'abord expliquées par Anaxagore vers l'an 450 Av. J.-C. La simple idée que la Lune soit une pierre lancée dans le ciel contribua à le faire accuser d'impiété et condamner à mort. Toutefois, on le laissa s'échapper. La pointe du cône d'ombre de la Lune qui rejoint la Terre explique l'éclipse solaire; le cône d'ombre de la Terre qui enveloppe la Lune explique l'éclipse lunaire.



L'illustration qui présente l'idée générale d'ombrage est charmante mais ne respecte pas les dimensions. On voit à gauche le cône d'ombre de la Terre lors d'une éclipse lunaire totale avec la Lune à différentes positions; puis, à droite, on voit les deux positions extrêmes du cône d'ombre de la Lune se déplaçant d'un bord à l'autre de la

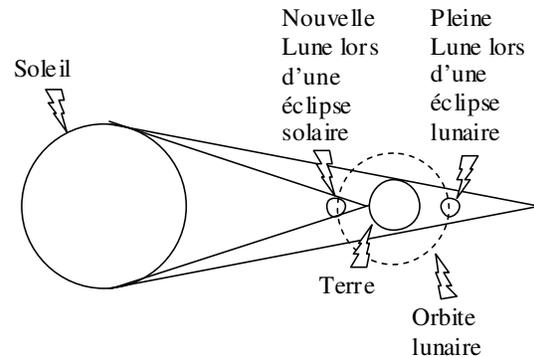
Terre en $\sim 7\frac{1}{2}$ heures au plus à la vitesse de $\sim 1\,700$ km/h lors d'une éclipse solaire totale.

Il ne faut pas croire que les éclipses sont fréquentes à la vue de ces images. La Lune faisant le tour de la Terre ne traverse pas la droite joignant la Terre au Soleil à chaque fois car le plan de l'orbite de la Lune est incliné de $5,15^\circ$ par rapport au plan de l'orbite de la Terre. Les deux plans ne se croisent qu'en deux points de l'orbite de la Lune appelés noeuds. Pour qu'il y ait éclipse, il faut réunir deux conditions : que la Lune soit à la Pleine Lune ou Nouvelle Lune et que la Lune soit à l'un des noeuds de son orbite (ou presque). Rappelons que pour la Pleine Lune ou la Nouvelle Lune, il faut aussi que la Terre et le Soleil soient alignés avec la Lune. Il ne peut pas y avoir plus de 7 éclipses par année dont 4 ou 5 sont des éclipses solaires partielles. En moyenne, une éclipse solaire totale se produit à tous les 18 mois, mais elles ne sont observables depuis un endroit donné qu'à tous les 360 ans en moyenne car elles ne sont observables que d'une région limitée.

L'ombre de la Terre s'étend sur $\sim 1\,380\,000$ km en longueur. La Lune, qui se trouve en moyenne à $\sim 385\,000$ km, met au plus ~ 2 heures à traverser l'ombre de la Terre pendant une éclipse lunaire totale. L'ombre de la Lune s'étend sur $\sim 375\,000$ km en longueur. Si la Lune se trouve au périégée à $\sim 358\,000$ km, le plus près de la Terre, son ombre rejoint la surface terrestre et sa largeur sur la surface de la Terre est de ~ 250 km au plus et met au plus ~ 8 minutes à passer en un endroit donné de la surface de la Terre pendant une telle éclipse solaire totale. Si la Lune est plus loin que les $\sim 375\,000$ km requis pour une éclipse solaire totale, le disque lunaire apparaîtra plus petit que le disque solaire et on assistera plutôt à une éclipse solaire annulaire. La Lune peut se trouver jusqu'à $\sim 406\,000$ km de la Terre à l'apogée. La distance Terre / Lune change comme le prévoit la 1^{er} loi de Kepler découverte en 1609.

Il se produit plus souvent des éclipses solaires que lunaires parce que la portion de l'orbite où doit se trouver la Lune pour satisfaire la condition d'une éclipse solaire est plus grande. Néanmoins, il est plus fréquent d'observer des éclipses lunaires

simplement parce qu'elles sont visibles simultanément depuis un hémisphère terrestre alors que pour une éclipse solaire, il faut être situé dans le corridor restreint de la surface de la Terre où l'ombre se déplace.



Galileo Galilei dit Galilée (1564-1642)



Les plus importantes découvertes suivantes concernant la Lune se produisent dès le début de l'utilisation de la lunette astronomique par Galilée il y a 400 ans. Ses observations de 1609 sont bien documentées et bien présentées dans son livre *Sidereus Nuncius* publié en 1610. La traduction du titre est généralement *Le messager des étoiles* mais devrait plus exactement être *Le message des étoiles*. Le jeu de mots a très bien pu être volontaire. Ce message contredit les enseignements d'Aristote sur la perfection de la Lune. L'impiété de Galilée condamné par l'Inquisition en 1633 provient du fait qu'une attaque à la qualité de perfection de la région céleste est interprétée comme une attaque à la qualité de Dieu aux yeux des chrétiens. Pour sa défense contre les accusations d'impiété, Galilée soutenait que les vérités spirituelles étaient révélées par la l'illumination mais que les vérités naturelles étaient révélées par l'observation. La Bible est le livre de la Révélation et l'Univers est le livre de la Nature. Dans les mots de Galilée lui-même publié en 1623 : «La philosophie [au sens de Sciences de la Nature] est écrite dans ce livre gigantesque qui est continuellement ouvert à nos yeux (je parle de l'Univers), mais on ne peut le comprendre si d'abord on n'apprend pas à en comprendre la langue et à en connaître les caractères dans lesquels il est écrit. Il est

écrit en langage mathématique, et les caractères en sont des triangles, des cercles, et d'autres figures géométriques, sans lesquelles il est impossible d'y comprendre un mot. Dépourvu de ces moyens, on erre vainement dans un labyrinthe obscur.» L'opinion du pape actuel, Benoît XVI, se confond avec celle du «Grand Galilée» et sert de base pour les relations entre l'Église et le monde scientifique. Tout un changement ! Ira-t-on jusqu'à dire que le messager des étoiles a reçu un message des étoiles, voire un «divin» message céleste ? Mais bien avant Galilée, Saint-Thomas d'Aquin voyait l'action d'un législateur divin dans les lois de la Nature en affirmant : «Il est une certaine loi éternelle, à savoir la raison existant dans l'esprit de Dieu et gouvernant l'Univers entier». Par prudence, il vaut mieux ne pas abuser de cette interprétation car il y en a une autre pour dire que la compréhension de la Nature à l'aide de lois mathématiques est due à notre mode de penser et ceci n'implique en rien que la Réalité soit gouvernée par elles.

En utilisant un instrument pour établir un fait vérifiable par l'observation qui contredit une vérité révélée dans la foi chrétienne, il provoqua une crise entre la Science et l'institution religieuse romaine. Cette étape historique marque aussi le début de la science instrumentale (plus encore que l'invention de la boussole). C'est l'observation télescopique du Cosmos qui a ajouté des faits nouveaux forçant à revoir nos interprétations. La Réalité permet de répondre aux questions qu'on pose à propos de la Nature afin de construire notre vision du Cosmos. Les idées de la Nature et du Cosmos sont imprégnées de nos interprétations mais pas la Réalité elle-même. En l'occurrence, l'observation de montagnes plus hautes sur la Lune que sur la Terre par Galilée nous apprend que la région céleste n'est pas le lieu de la perfection puisque la Lune n'est pas un cristal parfait, idée d'Aristote à l'origine. Cette idée reprise par la chrétienté laisse maintenant croire que plus on monte haut dans le ciel, plus on se rapproche de la perfection et du divin ! Je préfère vivre sur la Terre que sur la Lune !!! L'astronomie permet de répondre à ces questions à propos du Cosmos. Encore faut-il d'abord

poser les bonnes questions et savoir lire le livre de la Nature. Galilée, en bon messager des étoiles, a posé beaucoup de questions et a reçu beaucoup de réponses. L'astronome amateur peut faire de même sauf qu'en ce domaine Galilée pouvait dire : «Choses que personne n'a jamais vues et pensées que personne n'a jamais eues». Dans *Sidereus Nuncius*, il ajoute :

Ce sont de grandes choses que, dans ce court traité, je propose aux regards et à la réflexion de tous les observateurs de la nature : grandes, bien sûr, par leur excellence propre et leur nouveauté sans exemple, mais surtout à cause de l'instrument grâce auquel elles se sont manifestées à nous.

Il est certes important d'ajouter à la foule des étoiles fixes que les hommes avaient pu, jusqu'à maintenant, observer à l'œil nu, d'autres étoiles innombrables, et d'offrir au regard leur spectacle, précédemment caché : leur nombre dépasse de plus de dix fois celui des étoiles anciennement connues.

Et c'est une vision magnifique et plaisante que celle du globe de la lune, éloigné de nous d'environ soixante rayons terrestres, et vu néanmoins d'aussi près que s'il n'était distant que de deux de ces unités de longueur.

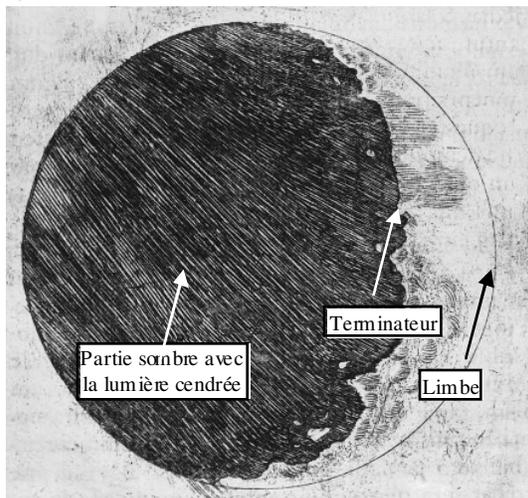
Chacun peut se rendre compte avec la certitude des sens, que la lune est dotée d'une surface non point lisse et polie, mais faite d'aspérités et de rugosités, et que, tout comme la face de la terre elle-même, elle est toute en gros renflements, gouffre profonds et courbures.

(...)Tout cela a été découvert et observé récemment au moyen des perspicilli [des lunettes], que j'avais inventé de par une illumination préalable de mon esprit par la Grâce Divine.

La mesure de la longueur des ombres sur la Lune a permis de calculer la hauteur de montagnes lunaires de 6 km ou 7 km qui sont plus hautes que celles connues sur terre à l'époque. Il en fait la description suivante :

Les apparences qui m'ont conduit à ces conclusions sont les suivantes : quatre ou cinq jours après la nouvelle lune, quand la lune a des cornes brillantes, la limite entre l'ombre et la lumière n'est pas du tout une ligne uniforme, comme sur une sphère parfaite, mais au contraire elle est accidentée, irrégulière et pleine de zigzags.

Sur le dessin de Galilée, on voit des petites taches blanches dans la partie sombre et noires dans la partie lumineuse. Pendant que la Lune croît, la partie lumineuse et les taches blanches s'agrandissent en même temps que la partie sombre et les taches noires rapetissent. Les montagnes, dont les sommets sont mis en évidence par les taches blanches, et vallées, dont les creux sont mis en évidence par les taches noires, sont «comme sur la queue d'un paon» selon lui.



Sur le dessin, on remarque aussi que le limbe, le bord du disque lunaire, est lisse alors que le terminateur, la frontière entre la partie lumineuse et la partie sombre, est accidenté. L'observation du limbe est trompeuse pour confirmer la présence des montagnes et vallées. Galilée explique que les montagnes et vallées se côtoient et que les montagnes du devant cachent les vallées de derrière sur le limbe.

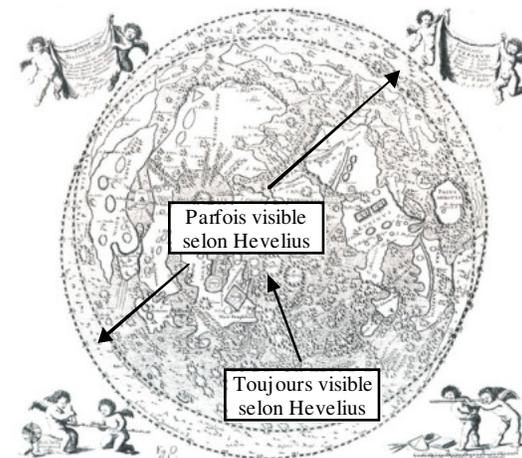
Sa connaissance de la Lune dépasse la description de sa surface; Galilée explique l'origine de la lumière cendrée qui est la faible lumière perceptible qui provient de la partie sombre. On observe mieux la lumière cendrée lorsque le croissant de Lune est mince et que le Soleil est couché. La source

de la lumière cendrée ne peut pas être la Lune elle-même parce qu'elle serait visible lors d'une éclipse lunaire; elle n'est pas le Soleil car cette partie lui est cachée. Galilée explique que la Terre est à l'origine de la lumière cendrée : le Soleil éclaire la Terre qui réfléchit sa lumière vers la face visible de la Lune, induisant la partie sombre, c'est-à-dire pas complètement obscure. La lumière cendrée est «le clair de Terre sur la Lune». Les analogies entre la Terre et la Lune préparent l'interprétation que la Lune et les planètes sont plus semblables à la Terre que l'antique séparation du Cosmos en régions terrestre et céleste ne le laissait croire. Ces analogies sont généralisées hâtivement pour les caractéristiques terrestres hospitalières à la vie afin de les étendre à la région céleste. La généralisation hâtive est une erreur commune.

Johannes Hevelius (1611-1687)



La carte suivante de Johannes Hevelius représente la surface toujours visible ou parfois visible selon lui. Dans son livre *Selenographia* publié en 1647, il présente la meilleure carte topographique lunaire de l'époque et la découverte de la libration en longitude, un mouvement apparent où la Lune, vue depuis la Terre, se balance d'Est en Ouest avec une amplitude de 8° de chaque bord malgré la synchronisation de sa rotation avec sa révolution.



Jean-Dominique Cassini (1625-1712)

Jean-Dominique Cassini est nommé le premier directeur du nouvel observatoire d'astronomie de Paris en 1669. Le projet d'observatoire a été décidé lors de la première réunion de l'Académie royale des Sciences le 22 décembre 1666. L'observatoire a ouvert en 1671. Son fils, son petit-fils et son arrière-petit-fils lui succéderont à la direction de l'observatoire de Paris jusqu'en 1793 où ils auront leur appartement. Jean-Dominique Cassini a fait plusieurs découvertes dont les lois de Cassini qui nous intéressent pour le mouvement de la Lune.

Il y a en même temps que le balancement Ouest / Est découvert par Hevelius, un autre balancement Nord / Sud découvert par Jean-Dominique Cassini. Ce deuxième balancement de $6,7^\circ$ est la libration en latitude. La superposition de ces deux mouvements n'est pas représentée par Hevelius. Les lois de Cassini et les lois de Kepler sont suffisantes pour décrire de façon acceptable pour nous le mouvement de la Lune.

On peut maintenant dire qu'il demeure 41% de la surface lunaire toujours cachée et 41% de la surface lunaire toujours visible à l'observation depuis la surface de la Terre. Il y a donc 59% de la surface de la Lune qui a pu être cartographiée à partir de la Terre (vérifications : $41\% + 18\% = 59\%$ et $59\% + 41\% = 100\%$).

La première loi de Cassini n'est que le fait déjà connu de la synchronisation de sa rotation et sa révolution. La deuxième loi de Cassini indique que le plan de l'orbite de la Lune possède un mouvement (de précession) tout en demeurant à un angle fixe par rapport au plan de l'orbite de la Terre. La troisième loi de Cassini ajoute que l'axe de rotation de la Lune possède le même mouvement (de précession) que celui de son orbite car l'axe de la rotation lunaire ainsi que les axes perpendiculaires aux plans orbitaux lunaire et terrestre sont dans le même plan.

Ces mouvements réels maintiennent un angle constant de $1,55^\circ$ entre l'équateur lunaire et l'écliptique et un angle constant de $6,7^\circ$ entre l'équateur lunaire et le plan orbital lunaire. Ce n'est pas pleinement intelligible maintenant mais je vous prie de croire que la géométrie en est simplifiée.

C'est l'inclinaison à $6,7^\circ$ de l'axe de rotation de la Lune et non son mouvement qui est responsable de la libration en latitude. Le mouvement du plan orbital lunaire servira à l'explication du cycle du *Saros*.

Isaac Newton (1643-1727)

Les siècles qui suivent verront l'étude des lois de la Nature développer les connaissances du mouvement et de ses causes, puis les connaissances des causes de existence des astres et de leur devenir.

Le nouveau départ théorique de cette période est le développement des lois mécaniques du mouvement formulées par Isaac Newton dans son traité *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* de 1687. Malgré son titre, c'est le premier livre de sciences qui ne fait pas référence à la philosophie ou à la religion dans l'explication de la Nature. La Lune a inspiré à Newton sa loi de la gravitation universelle.

Selon la légende, vers 1665, sous un pommier, il aurait eu l'idée que la force qui maintient le mouvement de la Lune est la même que celle qui a fait tomber une pomme. Le raisonnement est le suivant : si on lance une pomme horizontalement à la vitesse de 28 440 km/h, elle ferait le tour de la Terre (s'il n'y avait pas l'air pour faire du frottement et la ralentir) en orbite circulaire comme la Lune. À cette vitesse, la force centrifuge sur la pomme est égale à la force gravitationnelle. La pomme ferait un tour à chaque 1,4066 heure où j'ai pris la circonférence de la Terre divisée par la vitesse $((2\pi \times 6367 \text{ km}) / (28440 \text{ km/h})) = 1,4066 \text{ h}$. La vitesse de la Lune autour de la Terre est de 3683 km/h où j'ai pris la circonférence comme si l'orbite de la Lune était un cercle avec 384 400 km de rayon divisée par la période de 27,3214 jours

$$\left(\frac{2\pi \times 384\,400 \text{ km}}{27,3214 \times 24 \text{ h}} \right) = 3\,683 \text{ km/h}$$

Ces valeurs de périodes et de rayons sont confirmées par la 3^e loi de Kepler découverte en 1619 $((384\,400 \text{ km})^3 / (27,3214 \times 24 \text{ h})^2 \approx (6\,367 \text{ km})^3 / (1,406 \text{ h})^2)$.

Newton explique en 1687 que les lois de Kepler découlent de l'existence de la force gravitationnelle qu'il a découverte inversement proportionnelle à la distance au carré. À cette fin, il emploie sa propre 2^e loi du mouvement qui déclare proportionnelle la force résultante et l'accélération. L'accélération due à la gravité de la Terre est responsable, à chaque seconde, de l'augmentation de la vitesse de 9,8 m/s de tous les objets en chute libre situés près de la surface de la Terre (incluant la pomme).

Pour compléter le raisonnement, l'accélération pour satisfaire l'égalité de la force centrifuge et de la force résultante gravitationnelle doit être égale au rapport de la vitesse carrée et du rayon. Pour la pomme, ceci donne $(28\,440 \text{ km/h})^2 / (6\,368 \text{ km}) = 127\,015 \text{ km/h}^2 = 9,8 \text{ m/s}^2$. Pour l'accélération de la Lune, on a $(3\,683 \text{ km/h})^2 / (384\,400 \text{ km}) = 35,287 \text{ km/h}^2 = 0,002\,723 \text{ m/s}^2$. Comme la Lune se trouve à une distance de ~60 rayons terrestres puisque $(384\,400 \text{ km}) / (6\,368 \text{ km}) = \sim 60$, l'accélération de la Lune doit être 3600 fois plus petite puisque $(9,8 \text{ m/s}^2) / (0,002\,723 \text{ m/s}^2) = \sim 3600$; ce qui démontre que la force gravitationnelle est proportionnelle à l'inverse du carré de la distance.

Au fond, l'histoire de la pomme qui aurait inspiré Newton a d'extraordinaire que les lois du mouvement et la loi de la gravitation dans les régions terrestre et céleste sont les mêmes. Ceci fait l'unification de la physique pour lui donner une caractéristique universelle. C'est bien grâce à la Lune qui est le seul corps en orbite autour de la Terre que cette théorie a été trouvée par Newton. La découverte des principes de la mécanique aura un impact plus immense sur le développement de la Science que je ne peux l'exprimer ici.

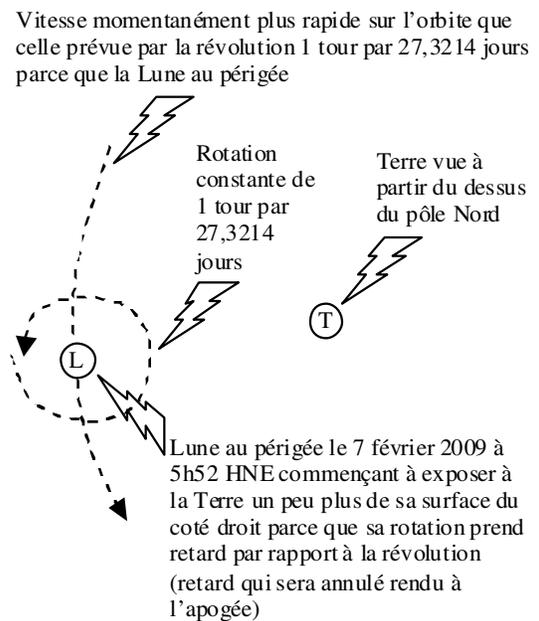
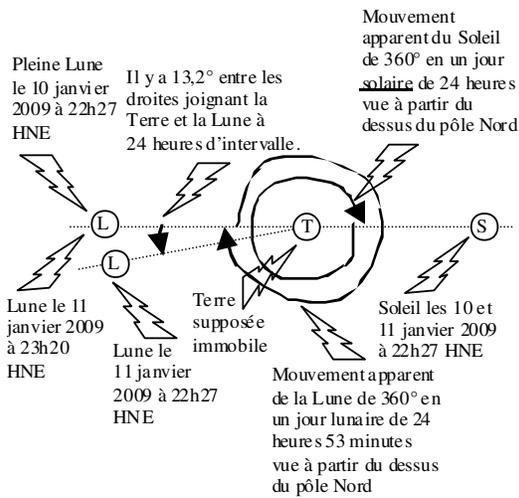
Il semble toutefois que le développement de la Science n'a pu se faire que parce que la façon de penser et parce que la compréhension de la Nature permettait une interprétation objective favorable aux explications sans qu'il n'y ait le recours à la philosophie ou aux croyances religieuses.

Newton exprime l'immensité de la tâche de la recherche en physique et en même temps l'impossibilité de tout connaître dans la citation suivante : «Je me fais seulement l'effet d'un garçon jouant au bord de la mer qui trouve de-ci, de-là un galet plus lisse ou un coquillage plus joli que de coutume, alors que le grand océan de la vérité, entièrement inexploré, s'étend devant mes yeux.»

Malgré tout, Kepler, Galilée et Newton considéraient la Nature comme un livre permettant la révélation des œuvres divines. Ils considéraient que la compréhension mathématique des lois de la Nature rapprochait de la pensée divine. Cependant, ces pionniers éloignaient la Science de plus en plus du besoin de l'intervention divine dans les affaires astronomiques sauf pour la création et la mise en marche du Monde. En même temps qu'il y a unification de la région terrestre et céleste, il y a éloignement de Dieu et de sa création et il y a la Science qui gagne de l'autonomie.

Mouvement apparent de la Lune

La Lune parcourt son orbite pour en faire le tour complet en 27,3214 jours; il s'agit là de la période de révolution sidérale de la Lune. Ce mouvement réel est dans le sens direct, le même sens que ceux de la rotation de la Terre et de la Lune qui tournent réellement d'Ouest en Est (dans le sens contraire des aiguilles d'une montre lorsque que vu par un observateur qui se trouve au dessus du pôle Nord et regardant vers le bas). La Lune est plus lente que la Terre; elle prend bien plus de temps pour faire un tour sur son orbite que la Terre pour faire un tour sur elle-même. C'est pourquoi nous observons le mouvement apparent de la Lune se levant à l'Est et se couchant à l'Ouest. Toutefois, il faut rappeler que la Lune se déplace réellement autour de la Terre d'Ouest en Est d'un jour à l'autre.



À 24 heures d'intervalle, la position de la Lune dans le ciel s'est déplacée d'une fraction de son orbite. Ainsi, le mouvement apparent nous fait voir la Lune se déplacer d'Est en Ouest chaque jour et revenir un peu plus à l'Est de sa position initiale 24 heures plus tôt. Si un tour complet prend 27,3214 jours, alors chaque jour correspond à 1/27,3214 de tour équivalent à 13,2°. Comme la Terre tourne d'Ouest en Est à la vitesse de 360° par 24 heures = 15° par heure = ¼° par minute; la voûte céleste semble tourner d'Est en Ouest de 13,25° en 53 minutes.

À l'exemple du jour solaire de 24 heures qui est défini par l'intervalle de temps qui ramène le Soleil à la même place dans le ciel, on définit le jour lunaire de 24 heures et 53 minutes comme l'intervalle de temps qui ramène la Lune à la même place dans le ciel.

Libration en longitude

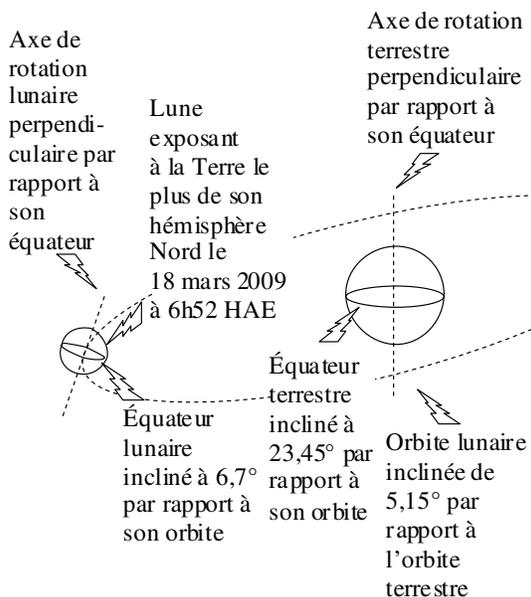
Parce que l'orbite de la Lune autour de la Terre n'est pas un cercle mais une ellipse, la distance entre la Terre et la Lune et la vitesse de la Lune ne sont pas constantes comme le prévoit les 1^{re} et 2^e loi de Kepler découvertes en 1609. La Lune se déplace plus vite lorsqu'elle est plus près de la Terre (le périégée est au plus près) et inversement la Lune se déplace plus lentement lorsqu'elle est plus loin de la Terre (l'apogée est au plus loin).

Au total, il faut 27,3214 jours pour compléter l'orbite. Contrairement à la révolution, la rotation de la Lune sur elle-même s'effectue à vitesse constante en 27,3214 jours. Les vitesses égales en moyenne mais inégales momentanément font qu'on peut voir certaines régions de plus de la surface de la Lune à l'Est ou l'Ouest (à droite ou à gauche de l'axe Nord / Sud lunaire). Autrement dit, parce que la rotation de la Lune est en avance ou en retard sur la révolution, on peut voir plus que la moitié de la surface de la Lune; ce phénomène s'appelle la libration (libration en longitude pour être spécifique).

Au périégée le 7 février 2009, la Lune va à sa plus grande vitesse sur son orbite et elle a fini de combler l'avance que la rotation avait accumulée. À partir du 7 février 2009 et jusqu'à l'apogée au 19 février 2009, une partie de la surface lunaire apparaît temporairement à droite. La partie supplémentaire de surface apparue à droite est maximale le 14 février 2009 à mi-chemin entre le périégée et l'apogée où le retard de la rotation atteint un angle de 8°. Le 27 février 2009, en allant de l'apogée vers le périégée, l'avance de la rotation atteindra un angle de 8°.

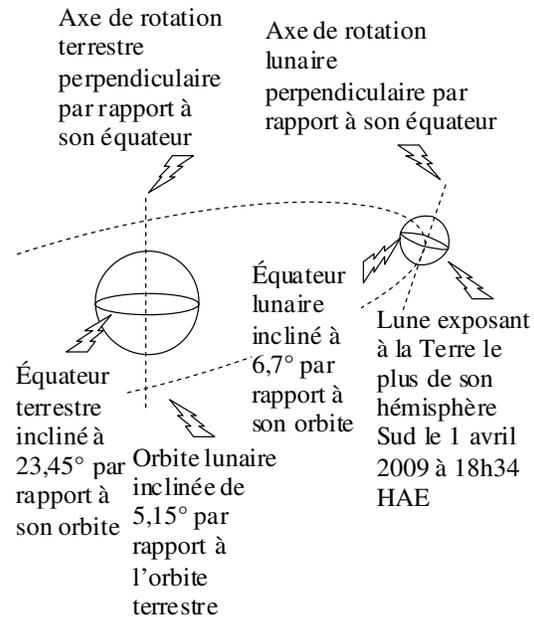
Libration en latitude

Il existe aussi le phénomène de libration en latitude qui fait voir un peu plus de la surface lunaire au Nord ou au Sud qui s'explique par l'axe de rotation lunaire non perpendiculaire au plan de son orbite. Parfois, l'hémisphère Nord de la Lune penche vers la Terre; parfois, l'hémisphère Sud penche vers la Terre.



La libration en latitude s'explique géométriquement. Il y a $6,7^\circ$ entre le plan équatorial lunaire et le plan orbital lunaire. En parcourant son orbite autour de la Terre, l'axe de rotation lunaire penche successivement vers la Terre puis en direction inverse selon un cycle de 27,3214 jours.

Le 18 mars 2009, la Lune se trouve au Sud à une hauteur de $15,5^\circ$ au-dessus de l'horizon à 6h52 HAE. C'est vers ce jour-là que la Lune montre le plus de la surface de son hémisphère Nord avec une indinaison vers la Terre de $6,7^\circ$. En passant au Sud à 6h52 HAE ce jour-là, la Lune nous montre son axe Nord / Sud verticalement vers ce moment-là.



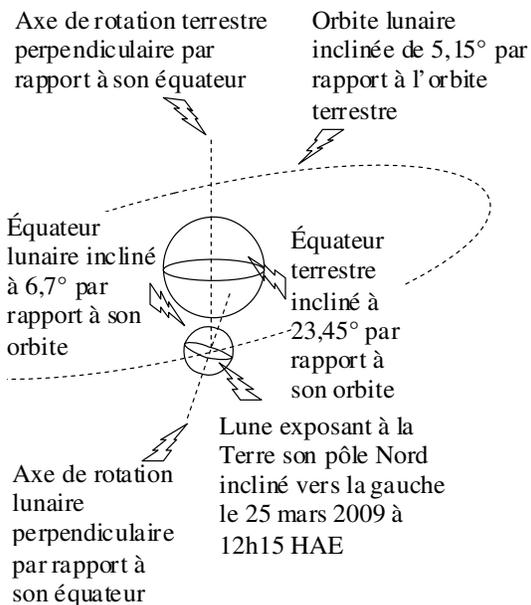
Le 1^{er} avril 2009, la Lune se trouve au Sud à une hauteur de $68,3^\circ$ au-dessus de l'horizon à 18h34 HAE. C'est vers ce jour-là que la Lune montre le plus de la surface de son hémisphère Sud avec une indinaison vers la Terre de $6,7^\circ$. En passant au Sud à 17h34 HAE ce jour-là, la Lune nous montre son axe Nord / Sud verticalement vers ce moment-là.

J'ai choisi les dates du 18 mars et du 1^{er} avril 2009 pour profiter des phases de la Lune ces jours-là. Le 18 mars 2009, c'est le Dernier Quartier qui a lieu exactement à 13h47 HAE. Le 1^{er} avril, c'est un jour avant le Premier Quartier qui a lieu exactement le 2 avril à 10h34 HAE. Ces images sont construites à partir d'un point de vue comme si on regardait la Terre et la Lune depuis une position au dessus du Soleil. Les rayons du Soleil arrivent directement sur l'équateur car nous sommes près de l'époque de l'équinoxe.

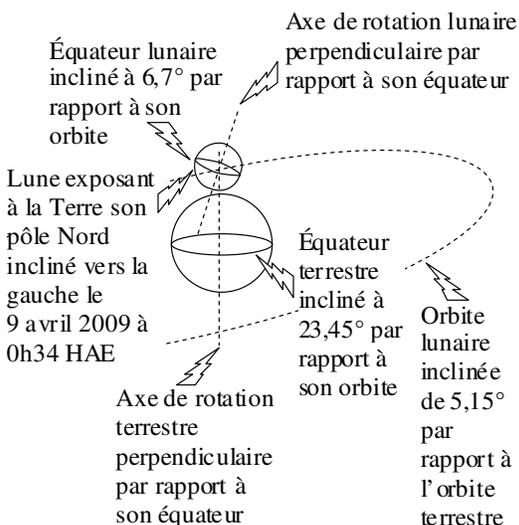
Mouvement apparent du pôle Nord de la Lune

À mi-chemin entre le 18 mars 2009 et le 1^{er} avril 2009, l'axe Nord / Sud de la Lune nous semble incliné par rapport à la verticale lorsqu'on la regarde passer au Sud. La Lune change de position dans l'espace mais son axe de rotation demeure incliné de façon identique dans l'espace

sauf pour un lent mouvement de précession imperceptible sur cette série d'images. C'est par rapport nous et plus précisément par rapport à la direction de notre verticale à Mont-Laurier que la Lune semble inclinée.



Dans le cas du 25 mars 2009 à 12h15 HAE lorsque la Lune passe au Sud à une hauteur de $42,6^\circ$, l'axe Nord / Sud est incliné vers la gauche de $1,55^\circ$ par rapport à la verticale. L'axe Nord / Sud de la Lune semble avoir tourné d'un quart de tour environ durant les 7 jours lunaires qui sépare le 25 mars 2009 et le 18 mars 2009.



Ensuite, 14 jours lunaires plus tard, le 9 avril 2009 vers 0h34 HAE la Lune passe au Sud et l'axe Nord / Sud est incliné vers la droite de $1,55^\circ$ par rapport à la verticale. L'axe Nord / Sud de la Lune semble avoir tourné d'un demi de tour environ durant ces 14 jours lunaires qui séparent le 25 mars 2009 et le 9 avril 2009. Ce cycle du pôle Nord de la Lune se répète à tous les 27,3214 jours.

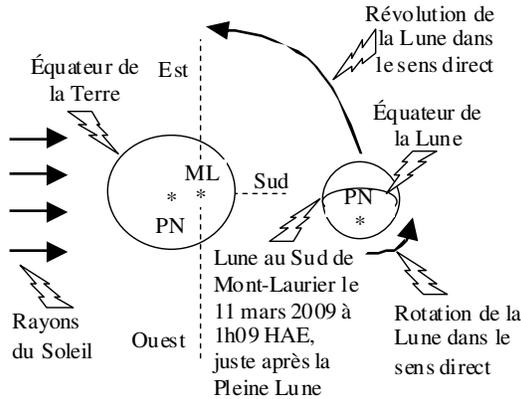
Ce cycle correspond à une révolution sidérale de 27,3214 jours de la Lune autour de la Terre. J'ai pris quatre intervalles de temps de 7 jours lunaires de 24 heures 53 minutes pour simplifier la compréhension des images. En fait, 28 jours lunaires donnent ~29 jours solaires et les quatre illustrations précédentes ne divisent pas en quatre parties égales le cycle du mouvement apparent du pôle Nord de la Lune mais presque. L'axe de la Lune est immobile (ou presque) mais notre point de vue de la surface de la Terre lui donne un mouvement apparent comme une toupie tournant dans le sens rétrograde (voir la vidéo sur internet à l'adresse fr.wikipedia.org/wiki/Libration où on voit en plus que la Lune paraît plus grosse au périgée et moins grosse à l'apogée).

Les lois de Cassini permettent de dire que la Lune penche vers la droite lorsque son orbite penche vers la gauche. Les angles de $6,7^\circ$ et $5,15^\circ$ qui se soustraient demeurent dans le même plan (même en tenant compte de la précession). Si nous avions été en 2006, l'orbite lunaire aurait penché directement vers la gauche du point de vue illustré. Toutefois, le plan de l'orbite lunaire tourne si lentement comme on le verra dans l'explication de la précession lunaire que la différence sur la figure n'est pas apparente. Le point de vue est encore en regardant la Terre et la Lune depuis une position suffisamment éloignée au dessus du Soleil pour voir la Lune derrière la Terre.

Là encore, j'ai choisi les dates du 25 mars et du 9 avril 2009 pour profiter des phases de la Lune ces jours-là. Le 25 mars 2009, c'est le jour avant la Nouvelle Lune qui a lieu exactement le 26 mars à 12h06 HAE. Le 9 avril, c'est le jour de la Pleine Lune qui a lieu exactement à 10h56 HAE.

Figures de la Lune

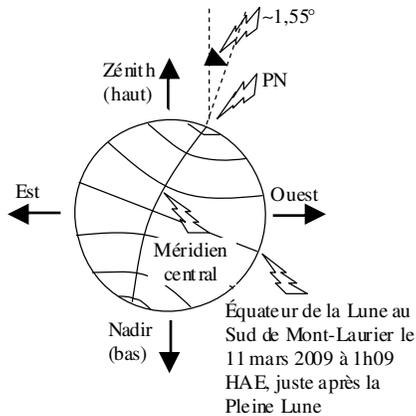
Pour mieux expliquer encore l'effet de ce mouvement apparent et pour d'avantage simplifier la géométrie, je répète les quatre étapes à 7 jours lunaires d'intervalle sur les figures suivantes.



ML signifie Mont-Laurier. PN signifie pôle Nord.

Au mois de mars, les rayons du Soleil arrivent directement sur l'équateur à gauche parce que c'est l'époque de l'équinoxe.

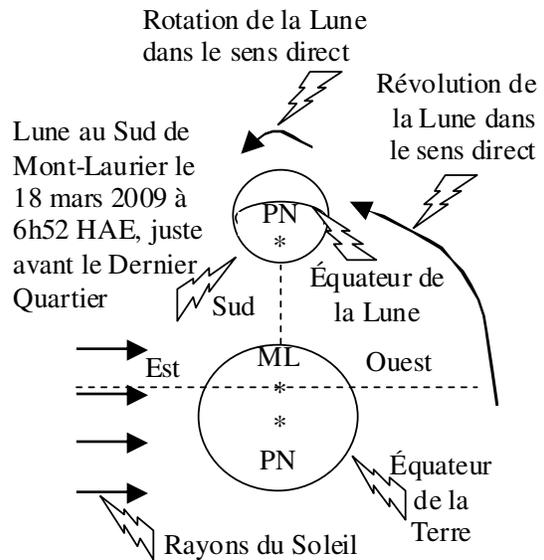
Du point de vue de Mont-Laurier, la Lune est visible au Sud le 11 mars à 1h09 HAE. De ce point de vue, l'Est est à gauche et l'Ouest à droite. La direction du zénith est à la verticale vers le haut. Le nadir est défini comme étant dans la direction verticale vers le bas. On voit alors que le pôle Nord de la Lune est incliné de $1,55^\circ$ vers la droite.



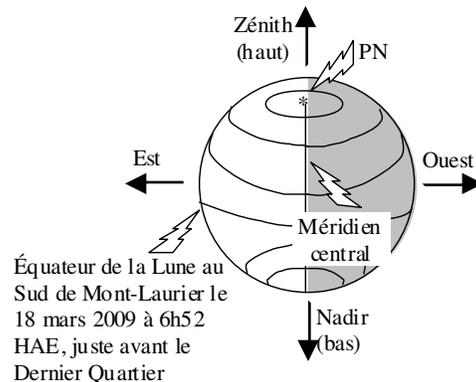
Ce 11 mars, la Lune se déplace du périgée et vers l'apogée d'où l'apparition temporaire

d'un fuseau de 8° de la surface à droite expliquée par la libration en longitude. Elle se trouve à 370 000 km et possède un diamètre apparent de $0,53^\circ$. C'est la Pleine Lune (ou presque); la face visible est 100% illuminée (ou presque).

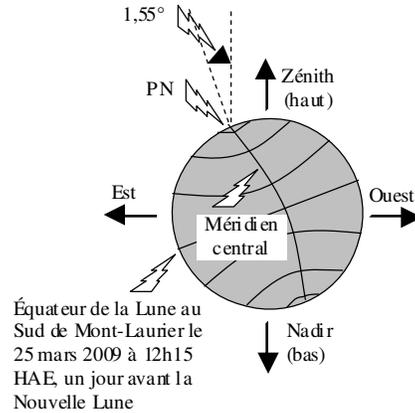
Du point de vue de Mont-Laurier, la Lune est visible au Sud le 18 mars à 6h52 HAE. La Lune s'est déplacée sur son orbite et elle a tourné sur son axe de rotation tout en maintenant son pôle Nord incliné vers le bas de la figure. Cette figure présente la Terre et la Lune vues du dessus du pôle Nord terrestre.



Cette fois, le 18 mars, la Lune vue de Mont-Laurier est avec son pôle Nord incliné de $6,7^\circ$ vers nous. Le mouvement apparent du pôle Nord de la Lune entre le 11 mars et le 18 mars 2009 s'effectue en passant d'une position en haut à droite vers une position en haut et en avant.



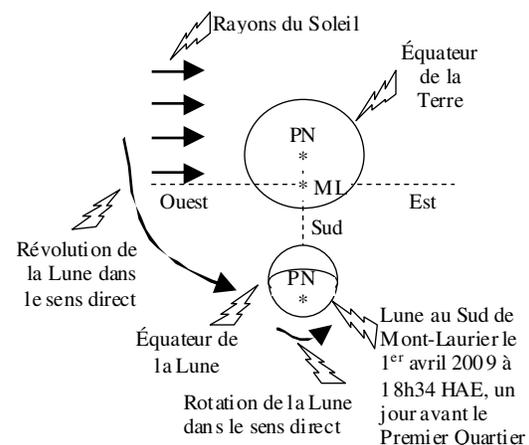
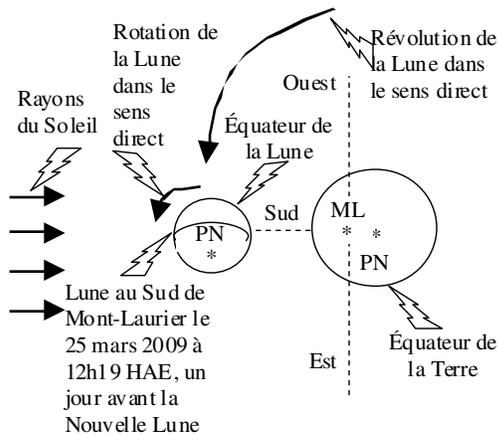
Ce 18 mars, la Lune est à l'apogée (ou presque) où sa vitesse plus lente sur son orbite fait disparaître l'effet de libration en longitude précédent. Elle se trouve à 405 000 km et possède un diamètre apparent de 0,48°. C'est le Dernier Quartier (ou presque); la face visible est 50% illuminée (ou presque). Comme nous sommes près de l'époque de l'équinoxe, le terminateur est vertical au moment où la Lune est au Sud car les rayons du Soleil arrivent directement sur l'équateur par le côté gauche. Le terminateur coïncide avec le méridien central par coïncidence !



Du point de vue de Mont-Laurier, la Lune est visible au Sud le 25 mars à 12h15 HAE. Étant donné qu'il fait jour, la Lune n'est pas visible à ce moment. Je dois prendre ce moment lorsque la Lune est au Sud pour simplifier car son inclinaison par rapport à la verticale se mesure par rapport au plan incluant le centre de la Lune, le centre de la Terre et Mont-Laurier à ce moment-là. La Lune s'est encore déplacée sur son orbite en maintenant son pôle Nord incliné vers le bas de la figure.

Ce 25 mars, la Lune se déplace de l'apogée et vers le périgée d'où l'apparition temporaire d'un fuseau de 8° de la surface à gauche expliquée par la libration en longitude. Elle se trouve à 393 000 km et possède un diamètre apparent de 0,52°. C'est la Nouvelle Lune (ou presque); la face visible est à 0% d'illumination (ou presque).

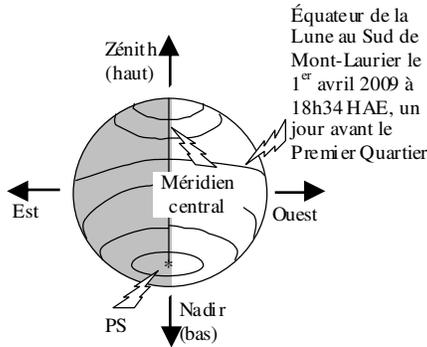
Du point de vue de Mont-Laurier, encore 7 jours lunaires plus tard, la Lune repasse au Sud le 1^{er} avril 2009 à 18h34. Elle est avec son pôle Sud incliné de 6,7° vers nous. On ne voit pas le pôle Sud depuis le point de vue adopté sur la figure montrant la Terre et la Lune mais on voit sur cette figure que le pôle Nord de la Lune est incliné de façon à être éloigné de la Terre.



Cette fois, le 25 mars, la Lune vue de Mont-Laurier est avec son pôle Nord incliné de 1,55° vers la gauche. Le mouvement apparent du pôle Nord de la Lune entre le 18 mars et le 25 mars 2009 s'effectue en passant d'une position en haut en avant vers une position en haut et à gauche.

Cette fois, le 1^{er} avril 2009, on ne peut voir le pôle Nord de la Lune qui est derrière elle du point de vue de Mont-Laurier mais on voit son pôle Sud qui incliné de 6,7° vers nous. Le

mouvement apparent du pôle Nord de la Lune entre le 25 mars et le 1^{er} avril 2009 s'effectue en passant une position en haut à gauche vers une position en haut et en arrière.



PS signifie pôle Sud.

Ce 1^{er} avril, la Lune est au périgée où sa vitesse plus rapide sur son orbite fait disparaître l'effet de libration en longitude précédent. Elle se trouve à 370 000 km et possède un diamètre apparent de 0,54°. C'est le Premier Quartier (ou presque); la face visible est à 50% d'illumination (ou presque). Le terminateur est vertical au moment où la Lune est au Sud car les rayons du Soleil arrivent directement sur l'équateur par le côté droit en ce moment à l'époque de l'équinoxe.

Quelques heures auparavant, l'observant au Sud-Est, le terminateur et le méridien central penchaient à gauche car la direction du zénith se dirigeait plus à droite dans l'espace à ce moment-là. En général, le terminateur et le méridien central ne coïncident pas. Par exemple, pour le Premier Quartier observé au solstice d'hiver lorsque la Lune est au Sud, le terminateur penche vers la droite de 23,45° car les rayons du Soleil arrivent directement à 23,45° au Sud de l'équateur par le côté droit.

Ainsi, les figures des 11 mars, 18 mars, 25 mars et 1^{er} avril 2009 montrent le mouvement du pôle Nord lunaire qui semble tourner dans le sens rétrograde. Le mouvement apparent rétrograde du pôle Nord lunaire est dû au mouvement réel de la

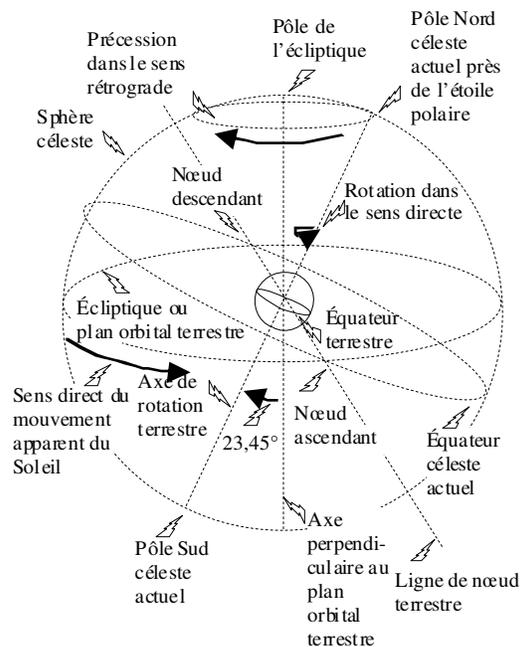
Terre qui tourne dans le sens direct. Pendant qu'on observe la Lune au Sud d'un jour lunaire à l'autre, la Terre a fait 373,2° (360°+13,2°) dans le sens direct et, en conséquence, l'axe de la Lune semble avoir tourné de ~13,2° dans le sens rétrograde.

Précession

Les précessions qu'on va étudier sont celles terrestre et lunaire. On peut mieux visualiser la précession du globe terrestre et du plan orbital lunaire en prenant comme modèle le mouvement d'une toupie. Pour la Terre, la toupie a la forme d'une boule. Pour l'orbite lunaire, la toupie a la forme d'un cerceau. En tournant, l'axe de rotation de la toupie décrit des cercles dans l'espace tout en se déplaçant à la surface d'un cône.

Précession terrestre

Pour la Terre, la ligne de nœud est l'intersection du plan équatorial terrestre et du plan orbital terrestre. Ce plan orbital terrestre définit un grand cercle sur la sphère céleste qu'on appelle écliptique. De même, le plan équatorial terrestre définit un grand cercle sur la sphère céleste qu'on appelle équateur céleste.

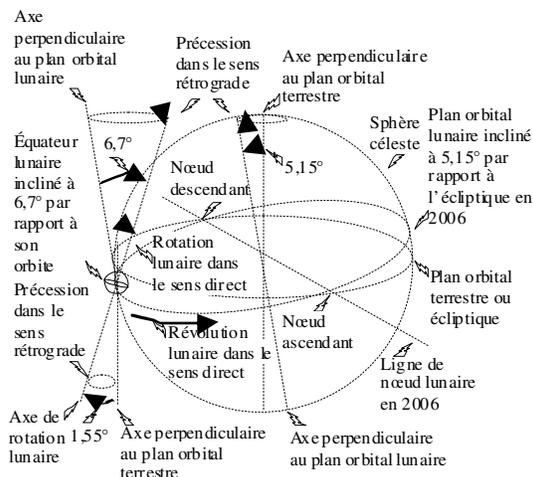


Du point de vue de la Terre considérée comme immobile, il semble que c'est le Soleil qui est en mouvement autour de la Terre en suivant la voie le long de l'écliptique. En même temps que l'axe de rotation terrestre décrit un cercle sur la sphère céleste, la ligne de nœud terrestre fait un tour par ~26 000 ans.

En pratique, pour le besoin de ce texte, on peut considérer l'orientation de l'axe de rotation et du plan équatorial terrestre comme immobiles. Il y a un équinoxe lorsque le Soleil se trouve à la position d'un nœud. À l'équinoxe du printemps, le Soleil se trouve au nœud ascendant, passant de l'hémisphère Sud céleste à l'hémisphère Nord céleste. Il y a un solstice lorsque le Soleil se trouve à mi-chemin entre deux nœuds.

Précession lunaire

Pour la Lune, la ligne de nœud est l'intersection du plan orbital lunaire et du plan orbital terrestre. Elle fait un tour par 18,560286 ans. Pendant la précession du plan orbital lunaire, la ligne de nœud est entraînée dans la précession en même temps que toute la Lune entière selon les deuxième et troisième lois de Cassini.



Les angles de 1,55°, 5,15° et 6,7° sont dans le même plan et sont constants. Lorsque l'orbite est inclinée de 5,15° vers la gauche, la Lune est inclinée de 6,7° vers la droite.

Pendant la précession lunaire, l'inclinaison de la Lune et celle de l'orbite de la Lune sont toujours en direction contraire.

Le 21 juin 2006, la précession a entraîné la ligne de nœud lunaire dans la même position que la ligne de nœud terrestre. Ceci se reproduit le 1^{er} octobre 2015 et le 11 janvier 2025 car les lignes de nœud terrestre et lunaire se superposent périodiquement. En 2006 et en 2025, les angles de 5,15° et 23,45° sont dans le même plan et s'additionnent pour augmenter l'inclinaison de l'orbite lunaire par rapport à l'équateur terrestre.

Entre 2006 et 2015, la ligne de nœud lunaire a fait un demi-tour; en conséquence, ces angles de 5,15° et 23,45° se soustraient en 2015 pour réduire l'inclinaison de l'orbite lunaire par rapport à l'équateur terrestre. La ligne de nœud terrestre est presque immobile pendant ce temps.

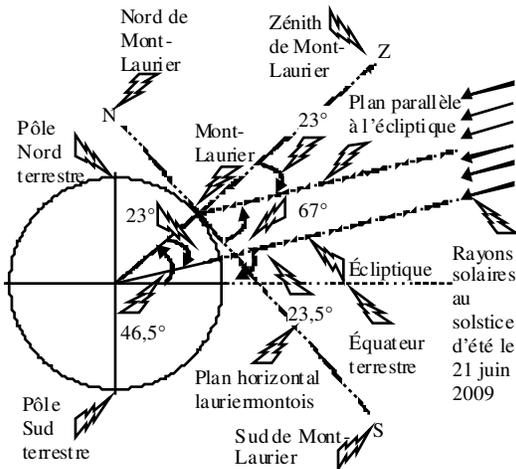
Transit

Tout ceci me mène à l'explication de la hauteur à laquelle culmine la Lune et le Soleil. La hauteur d'un astre est l'angle qu'il fait par rapport à l'horizon. Le Soleil et la Lune se lèvent à l'Est (ou presque) et se couchent à l'Ouest (ou presque) en ayant leur hauteur qui augmente puis diminue en passant par un maximum au Sud. La traversée de la ligne Nord / Sud par un astre se nomme transit. Au moment où le Soleil ou la Lune passe au Sud en atteignant sa hauteur maximum, on dit que l'astre culmine.

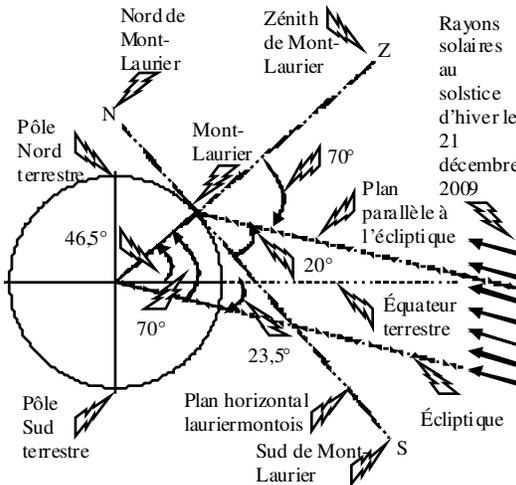
Soleil au transit

D'abord, le Soleil culmine le plus haut à midi heure solaire au solstice d'été et culmine le plus bas à midi heure solaire au solstice d'hiver. Pour nous de Mont-Laurier à 46,5° de latitude Nord, les hauteurs extrêmes auxquelles le Soleil culmine sont 67° au solstice d'été et 20° au solstice d'hiver.

La hauteur du Soleil aux solstices s'explique géométriquement. Ainsi, le 21 juin 2009, le Soleil passe au transit pour culminer à 67° de hauteur ($67^\circ = 90^\circ - 23^\circ = 90^\circ - (46,5^\circ - 23,5^\circ)$), sa valeur la plus haute pour Mont-Laurier à chaque année. Ce fait est à la base de l'explication de notre saison chaude estivale.



Puis, le 21 décembre 2009, le Soleil passe au transit pour culminer à 20° de hauteur ($20^\circ = 90^\circ - 70^\circ = 90^\circ - (46,5^\circ + 23,5^\circ)$), sa valeur la plus faible pour Mont-Laurier à chaque année; c'est aussi à la base de l'explication de notre saison froide hivernale.



Pleine Lune au transit

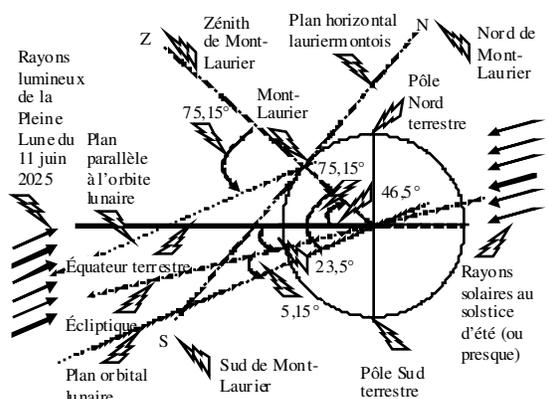
Durant l'année, la Pleine Lune culmine le plus bas à minuit heure solaire au solstice d'été et culmine le plus haut à minuit heure

solaire au solstice d'hiver. L'orbite de la Lune parcourue au moins une fois par mois ne l'amène jamais à plus de 5,15° d'un côté ou l'autre de l'écliptique qui est à la fois le parcours apparent du Soleil dans le ciel terrestre et le plan de l'orbite terrestre du point de vue du Système solaire.

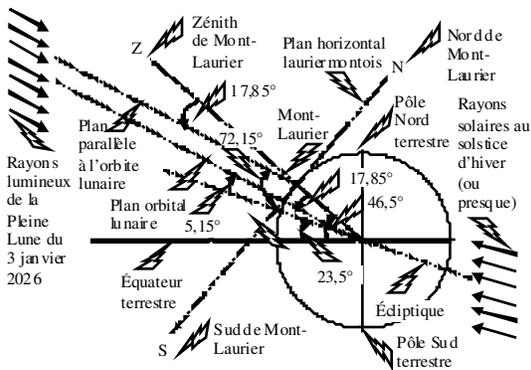
Puisque les hauteurs extrêmes pour le transit du Soleil sont de 20° et 67°, les extrêmes pour la Lune sont 14,85° et 72,15°. J'ai cherché des dates où ces valeurs sont atteintes par la Pleine Lune.

Il m'a d'abord fallu trouvé que le 11 janvier 2025, on a les lignes de nœud lunaire et terrestre qui se superposent afin que les angles de 23,5° et 5,15° s'additionnent. Ensuite, j'ai cherché les Pleines Lunes qui se rapprochent des solstices d'été et d'hiver voisins de la prochaine fois où les lignes de nœud lunaire et terrestre se superposent. J'ai trouvé les Pleines Lunes du 11 juin 2025 et du 3 janvier 2026.

Ainsi, le 11 juin 2025, la Pleine Lune passe au transit pour culminer à 14,85° de hauteur ($14,85^\circ = 20^\circ - 5,15^\circ = 90^\circ - 70^\circ - 5,15^\circ = 90^\circ - 75,15^\circ = 90^\circ - (46,5^\circ + 23,5^\circ + 5,15^\circ)$), sa valeur la plus basse pour Mont-Laurier.



Puis, le 3 janvier 2026, la Pleine Lune passe au transit pour culminer à 72,15° de hauteur ($72,15^\circ = 67^\circ + 5,15^\circ = 90^\circ - 23^\circ + 5,15^\circ = 90^\circ - 17,85^\circ = 90^\circ - (46,5^\circ - 23,5^\circ - 5,15^\circ)$), sa valeur la plus haute pour Mont-Laurier.



Mes calculs ne tiennent pas compte de la parallaxe, c'est-à-dire que de notre point de vue à Mont-Laurier, on ne voit pas la Lune sous le même angle que celui vue depuis le centre de la Terre. Parce que la distance de la Lune n'est pas infinie, les rayons lumineux qui passent par le centre de la Terre et par Mont-Laurier ne sont pas parallèles. La simplification géocentrique que j'ai employé introduit une erreur de ~1°. J'ai vérifié avec mon logiciel d'astronomie et les valeurs topocentriques pour Mont-Laurier sont 14,2° le 11 juin 2025 et 71,2° le 3 janvier 2026 pour la hauteur de la Lune lorsqu'elle culmine. Ça marche, yé !

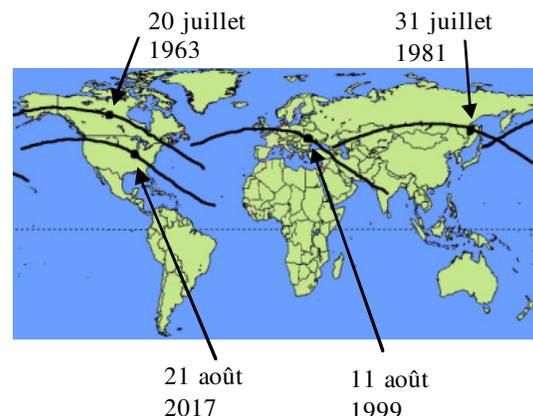
Cycle du Saros

Maintenant que les longues explications géométriques sont terminées, revenons aux éclipses. Quelles que soient les circonstances qui amènent l'alignement du système Terre / Lune / Soleil, celles-ci se répèteront simplement parce qu'elles viennent du résultat de cycles périodiques constants. Il y a principalement le cycle de lunaison, la précession du plan orbital lunaire et le mouvement apparent du Soleil sur l'écliptique. Imaginons une circonstance qui amène la Lune et la Soleil à la position d'un nœud de l'orbite lunaire produisant une éclipse solaire. Si on retrouve cette circonstance à la suite d'un certain nombre de répétitions cycliques du système Terre / Lune / Soleil, toutes les éclipses avec les mêmes circonstances se répèteront avec la même période. S'il n'y avait pas la précession de la Lune, la position du nœud serait fixe et les deux astres (la Lune et le Soleil) reviendraient à la même place (ou presque) à chaque répétition de 235 lunaisons selon le cycle de Méton. Avec

la précession lunaire rétrograde ayant une période cyclique de 18,560286 ans et avec le mouvement direct du Soleil ayant une période cyclique d'un an, on trouve la période de révolution synodique d'un nœud de $1/(1/1+1/18,560286) = 0,948876$ année = 346,56957 jours. Ainsi, le système Soleil / nœud possède un cycle de 346,56957 jours = 11,736027 lunaisons à la suite de laquelle le Soleil revient au même nœud de l'orbite lunaire.

Aussi, le système Soleil / Lune possède un cycle de lunaison dont la période vaut $1/(1/27,3214-1/365,2422) = 29,530589$ jours à la suite de laquelle la même phase de Lune revient. Pour trouver la concordance de ces deux cycles, on calcule les multiples de ceux-ci jusqu'à ce que leur rapport soit proche d'un nombre entier. On trouve au 19^e multiple que $19 \times 346,56957$ jours = $19 \times 11,736027$ lunaisons = 222,98451 lunaisons. Le 19^e retour du Soleil au même nœud correspond (ou presque) à ~223 retours de la Lune à ce nœud. Ainsi, $223 \times 29,530589$ jours = 6585,32 jours = 18 ans 11 jours et 7,7 heures en comptant 3 années bissextiles ou 18 ans 9 jours et 7,7 heures en comptant 5 années bissextiles. C'est le cycle de répétitions des éclipses appelé cycle du Saros.

Les circonstances à l'origine d'une éclipse ne sont pas si exigeantes que durant le cycle du Saros, il n'y aurait qu'une éclipse lunaire ou solaire. La grosseur de la Terre, de la Lune et du Soleil permet la survenue de plusieurs circonstances qui se rapprochent suffisamment de la situation de parfait alignement pour avoir une éclipse. Pendant un cycle du Saros, il y a environ 29 éclipses de Lune et 41 éclipses du Soleil.



L'éclipse solaire totale qui s'est produite ici alors que j'étais bébé (samedi le 20 juillet 1963 à 16h par un ciel dégagé) s'est reproduite dans les mêmes circonstances astronomiques en Russie (31 juillet 1981) et en Europe (11 août 1999) à 6585 jours et ~8 heures d'intervalle. Le point noir sur le corridor indiqué par la flèche est la position d'où on voit le disque lunaire se trouvant au milieu du disque solaire au maximum de l'éclipse à midi heure solaire locale avec le Soleil qui culmine dans le ciel au Sud offrant le meilleur spectacle de l'éclipse solaire totale.

En 8 heures, la Terre fait $\frac{1}{3}$ de tour d'Ouest en Est; le corridor d'éclipse (le trajet de la pointe du cône d'ombre) est déplacé de $\frac{1}{3}$ de tour vers l'Ouest à chaque répétition. La prochaine répétition (2017) sera la 3^e répétition qui aurait dû se reproduire ici mais l'axe de rotation de la Terre étant moins incliné vers le Soleil en août qu'en juillet place malheureusement le corridor d'éclipse au centre des États-Unis.

On a ici l'exemple de trois éclipses du passé qui permettent de prédire une éclipse future. Cette méthode «vieux style» est commentée dans mon livre de *Leçons de cosmographie* de 1854 :

Si donc on a noté toutes les éclipses d'une période de 18 ans 11 jours, on sera en état de prédire les éclipses pour les périodes suivantes. C'est ainsi Halley prédit l'éclipse du 2 juillet 1684 (vieux style), au moyen de celle qu'on avait observé le 22 juin 1666. C'est ainsi sans doute que Thalès pu prédire la fameuse éclipse de l'an 603 avant J. C., qui mit fin à la longue guerre des Mèdes et des Perses, en jetant la terreur dans les deux armées. Cette période est d'origine Chaldéenne; les Chaldéens observaient et notaient les éclipses avec soin; il leur a suffi de continuer ce travail pendant une longue série d'années, pour reconnaître les retours réguliers de ces phénomènes et y démêler la durée de leur période. Les annales chinoises, qui nous ont été conservées, montrent bien que telle a été en effet la marche suivie par les anciens.

Il est facile de trouver d'autres périodes un peu plus exactes que la période chaldéenne, par exemple celle de

549 révolutions du nœud, qui valent à très-peu près 6444 lunaisons. Mais ces périodes sont tombées en désuétude, depuis que la découverte des lois mécaniques qui régissent les mouvements célestes a permis de supprimer tout empirisme dans la construction des Tables astronomiques. Aujourd'hui on peut prédire les éclipses dans tous leurs détails, à quelques secondes de temps près, tandis que les anciens ne se hasardaient guère à désigner le jour du phénomène, et moins encore le lieu, quand il s'agissait des éclipses de Soleil. On voit d'ailleurs que ces périodes reposent exclusivement sur l'hypothèse de mouvements uniformes pour la Lune et le Soleil; elles ne tiennent pas compte des inégalités très-considérables qui affectent le mouvement réel de la Lune, et par la suite les époques des éclipses.

Je dois corriger une erreur dans ce vieux texte : l'éclipse prédite par Thalès est celle de 585 Av. J.-C.

Description d'une éclipse solaire totale

Vraiment, se trouver au bon endroit au bon moment pour voir une éclipse totale du Soleil est un événement rare. J'ai une autre description dans une 2^e édition des *Leçons de cosmographie* que Père Noël m'a apporté. Merci Jean-Pierre. Tiré des *Leçons nouvelles de cosmographie* de 1873, voici :

Rien n'est plus curieux à examiner qu'un pareil phénomène. L'observateur voit d'abord le bord occidental du soleil échancre par la lune; puis la partie lumineuse diminue progressivement, le jour baisse, les objets prennent une teinte blafarde. Au moment où le soleil disparaît complètement, la nuit remplace immédiatement le jour; les étoiles brillent au firmament; les planètes sont visibles; la rosée annonce le refroidissement subit de la terre; les animaux, l'homme lui-même, éprouve une sensation d'effroi. Il se forme autour du disque de la lune, une couronne de lumière pâle, dont la cause n'est pas connue. Enfin, un rayon solaire échappe à l'occident de la lune, et le jour réapparaît subitement. Bientôt le disque du soleil se dégage de l'ombre lunaire, et la lumière qu'il nous envoie reprend tout son éclat.

Pour compléter la description, je peux dire que la couronne de lumière pâle, dont la cause était inconnue, est la couronne solaire constituée de gaz ténu et chauffé à des millions de degrés qu'on pourrait considérer comme l'atmosphère du Soleil. Pour expliquer la rosée qui apparaît, j'ai trouvé l'explication ailleurs où il est dit que la température peut diminuer de 10°C; si l'air est très humide et que la température baisse suffisamment, il se forme naturellement de la rosée.

Effroi produit par les éclipses

Nos vies sont si tranquilles pour la plupart que le mystère, le doute, la crainte ne sont guère présents. Difficile alors de comprendre l'effroi devant le spectacle de phénomènes puissants, incontrôlés et inexpliqués. Voici des récits tirés des *Leçons de cosmographie* de 1854 :

À toutes les époques, ces phénomènes ont eu le privilège d'attirer l'attention générale. Rien de plus frappant que de voir le Soleil, source unique de lumière pour ce monde, s'éteindre peu à peu, disparaître en plein ciel sans cause apparente, et laisser succéder à l'édat du jour des ténèbres livides. Les éclipses qui excitaient autrefois la terreur panique, produisent encore aujourd'hui une impression profonde sur tous les spectateurs; mais le sentiment désormais prédominant, c'est l'intérêt qui s'attache aux grands phénomènes naturels dont l'esprit humain a compris et expliqué les moindres détails, et qu'il a su faire rentrer à jamais dans le cercle des prévisions. Quand on lit dans les anciens auteurs, les récits des paniques causées par les éclipses, il semble que l'humanité encore jeune et conservant le vague souvenir d'effroyables catastrophes, redoutât à chaque signe imprévu, de nouveaux bouleversements.

Plus tard la mythologie prêta à ces phénomènes des causes absurdes: les éclipses de Lune étaient la lutte de la Lune contre un grand dragon qui cherchait à l'engloutir chaque fois qu'elle passait à sa portée. Pour effrayer ce dragon et le forcer à lâcher prise, on faisait un grand bruit de

chaudrons et de trompettes, témoins ces vers, où Juvénal dit d'une femme bavarde :

*...jam nemo tubas, nemo aera fatiget,
Una laboranti poterit succurere Lunea.*

Nos soldats ont assisté plus d'une fois en Afrique aux charivaris que les Mauresques exécutent sur les terrasses de leurs maisons pendant les éclipses de Lune.

La traduction des vers qu'en a fait ma collègue au cégep est :

«Que personne ne fatigue les trompettes et
les cuivres;
elle pourra à elle seule secourir la Lune en
éclipse.»

Merci Francine. Encore d'autres récits tirés des *Leçons nouvelles de cosmographie* de 1873 :

Les éclipses ont été l'objet de la frayeur des hommes dans les temps d'ignorance. Alexandre, près d'Arbèle, fut obligé d'user de toute son adresse pour calmer l'effroi qu'une éclipse avait jeté parmi ses troupes. Sulpicius Gallus apaisa une sédition dans son armée, dans la guerre de Paul-Émile contre Persée, en prédisant une éclipse de lune. Christophe Colomb, près de périr de faim dans les contrées sauvages qu'il avait découvertes, annonça aux Indiens qu'il allait les priver de la lumière de la lune; et ceux-ci, effrayés en voyant la menace se réaliser, vinrent lui apporter leurs tributs ordinaires, et le supplier de rendre à cet astre son édat accoutumé.

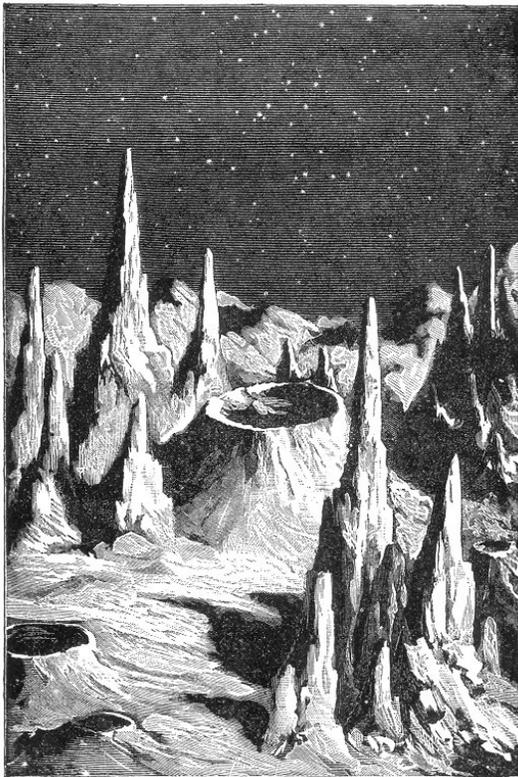
Origine de la Lune

Plus que la compréhension du mouvement, il y a la compréhension de son origine. C'est dans ce domaine que les plus importantes découvertes suivantes concernant la Lune se produisent dès lors que des échantillons ont commencé à être rapportés par les missions Apollo il y a 40 ans. L'analyse des échantillons de roche lunaire a révélé que la Lune s'est probablement formée à la suite d'une collision entre la Terre et un astre de taille de Mars au tout début de l'histoire du Système solaire. La composition chimique et

la grosseur de la Lune plaident pour cette thèse. Il est très rare qu'une planète soit accompagnée d'un satellite naturel aussi gros en comparaison de sa taille. Dans le Système solaire, les satellites sont tous plus petits que 0,0025% de la taille de la planète à laquelle il appartient sauf pour la Terre avec la Lune qui compte pour 1,23% de sa masse et Charon qui compte pour 14,7 % de la masse de Pluton. Il demeure toujours des questions d'interprétation du rôle de la Lune dans l'origine et le développement de la vie sur la Terre.

Interprétations du paysage lunaire

L'interprétation des paysages lunaires était encore loin d'être certaine après 3 siècles d'observations télescopiques. L'observation de la Lune et les connaissances de la physique de l'époque permettaient une excellente compréhension de son mouvement.



Nos connaissances ont un grand impact sur la conscience de notre place dans le Cosmos et elles sont empreintes

d'interprétations. L'article de 1905 ci-joint donne un exemple :

UNE NOUVELLE THÉORIE DES CRATÈRES DE LA LUNE

Les cratères de la lune ne seraient pas des bouches de volcans ! Ainsi s'exprime un savant allemand, le professeur Voigt, qui donne une théorie nouvelle absolument originale. D'après ce système, ce que nous avons pris jusqu'ici pour l'indice de terribles révolutions volcaniques, serait l'œuvre pacifique et lentement accumulée par les siècles, des animaux coralliens qui vivaient dans les mers lunaires aujourd'hui disparues.

Ce bouleversement dans les théories acceptées jusqu'à ce jour, fera l'objet d'un rapport que le professeur Voigt communiquera probablement au monde savant.

Malgré tout, la croyance à l'existence d'habitants de la Lune, de Séléniens, était populaire à l'époque. Le monde savant de l'époque aussi se trompait lourdement sur l'interprétation de la surface lunaire comme le montre l'extrait suivant tiré des *Leçons nouvelles de cosmographie* de 1873 contenant par ailleurs une charmante description :

Les montagnes de la lune sont de deux sortes : les unes se présentent comme des cônes ou pics terminés en pointe; les autres, plus nombreuses, offrent l'aspect des cratères de volcan, ayant des ouvertures de douze à quinze lieues de diamètre. On peut citer, parmi ces dernières, Tycho et Archimède, qui ont, la première 91200 mètres et la seconde 87500 mètres de diamètre. Ces montagnes sont les cirques dont nous avons parlé : ils sont souvent très-profonds. Sur le contour d'une large ouverture, on en voit quelques fois d'autres plus petites. À l'exception de quelques grandes plaines grisâtres, moins

brillantes que le reste du disque, on n'y voit qu'accidents de terrain considérables : le sol paraît avoir été profondément tourmenté par les actions volcaniques; et il n'offre pas les traces du nivellement, que les eaux et l'atmosphère ont lentement produit à la surface de la terre.

Avec l'interprétation du paysage lunaire apparue au 20^e siècle, on convient que les cratères sont produits par les impacts anciens de météorites, d'astéroïdes, de comètes, ... Les impacts les plus gros ont eu lieu dans un passé plus reculé. Lorsque le manteau de lave sous la croûte n'était pas solidifié, les plus gros impacts ont provoqué l'épanchement de lave qui a rempli les parties basses qui forme les mers sur la Lune. Les parties plus sombres de la surface lunaires sont justement les mers qui sont plus jeunes et moins cratérisées.

L'évolution de la connaissance de la Lune, du Monde et de l'Univers, a progressé par les découvertes qui prouvent que la Terre, la Lune, le Soleil, les étoiles, ... sont âgées de plusieurs milliards d'années. Les découvertes dans les autres domaines qui confirment la très longue existence de la Terre et la Lune ont aidé à interpréter les paysages lunaires. La Terre et la Lune étant aussi vieilles, elles avaient pu subir l'assaut des impacts catadysmiques nombreux que les cratères lunaires nous montrent. Contrairement à la Lune, l'atmosphère, l'hydrosphère et la tectonique des plaques ont pratiquement effacé les très anciens cratères d'impact terrestres. Sur Terre, là aussi, l'interprétation de l'origine de plusieurs cratères a été l'explication volcanique avant d'en arriver à l'interprétation correcte de l'origine astronomique.

L'autre domaine de connaissance qui a contribué en premier à l'idée de vieillesse de la Terre est en biologie. Il y a 150 ans, la théorie de l'évolution de Darwin force à revoir l'idée de la création tirée de l'interprétation de la Genèse selon la Bible. L'âge de la Terre est alors évalué en milliards d'années plutôt qu'en milliers d'années. Ensuite, la tectonique des plaques qui explique la dérive des continents confirme cette échelle de mesure de l'âge de la Terre.

Par exemple, prenons le cratère Barringer en Arizona maintenant connu sous le nom de *Meteor Crater* : il a été formé il n'y a que 50 000 ans par un météorite de 45 mètres de diamètre et de 300 000 tonnes de roches, de fer et de nickel qui a frappé l'endroit presque verticalement à la vitesse de ~15km/s produisant une explosion 150 fois plus puissante que la bombe d'Hiroshima. L'hypothèse de l'impact d'une météorite n'a été formulée par Daniel Moreau Barringer qu'en 1906 puis confirmé qu'en 1960.



Relations entre la Lune et la vie

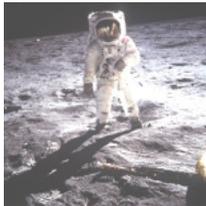
En ce début de 21^e siècle, il y a bien des découvertes qui poussent à réinterpréter notre Monde du point de vue cosmique. L'espoir de trouver de la vie sur la Lune est terminé et l'optimisme d'en trouver sur Mars diminue rapidement. Les particularités de nature astronomique relatives à la Terre apparaissent de plus en plus exceptionnelles. Voici une revue des circonstances favorables à la vie propre au système Terre / Lune :

1. L'origine de la Lune est issue d'une collision entre la Terre et un autre astre de la grosseur de Mars nommé Théia (mère de Hélios, Éos et Séléné). Cette collision a eu lieu ~40 millions d'années après la formation de la Terre qui s'est formée il y a 4,56 milliards d'années. On suppose que cette collision est responsable de la rotation du noyau de la Terre, de l'augmentation de la masse de la Terre, de l'augmentation des mouvements dans le magma sous

- la croûte terrestre et de l'augmentation de la densité de l'atmosphère. En conséquence de la collision, il y a :
- a. la collision en soi qui est responsable de l'expulsion de la première atmosphère qui est responsable de la modification de la composition chimique de l'atmosphère favorable à l'apparition de la vie,
 - b. la rotation du noyau qui produit ainsi le champ magnétique terrestre qui nous protège du rayonnement solaire,
 - c. l'augmentation de la masse qui fournit une plus grande force de gravitation pour retenir l'atmosphère dense en soi favorable à la vie,
 - d. l'augmentation des mouvements dans le magma qui favorise l'activité volcanique à l'origine de l'atmosphère qui est responsable d'une part de l'augmentation de la densité de l'atmosphère,
 - e. l'augmentation des mouvements dans le magma qui favorise la dérive des continents qui est favorable à l'évolution de la vie,
 - f. la densité de l'atmosphère qui est aussi responsable de la désintégration dans l'atmosphère des comètes responsables d'une part de l'eau sur Terre,
 - g. la densité de l'atmosphère responsable du réchauffement par l'effet de serre (naturel) et des conditions météorologiques (par le biais de la coexistence de l'eau sous forme solide, liquide et gazeuse notamment).
2. Le Système Terre / Lune dans lequel la Lune est relativement grosse aide à la stabilité de la rotation de la Terre (venant d'un moment d'inertie plus élevé). La présence de la Lune réduit les variations de l'obliquité terrestre (inclinaison du plan équatorial terrestre par rapport au plan orbital terrestre) comprise entre $21,8^\circ$ et $24,4^\circ$ sur une période de $\sim 41\,000$ ans. Sans elle, l'axe de rotation terrestre oscillerait de façon chaotique entre 0° et 90° . En conséquence, la Lune stabilise le climat. Pour comparaison, l'obliquité de Mars varie entre 15° et 35° sur une période de $\sim 120\,000$ ans.
 3. La Lune est la principale responsable des marées qui produisent le brassage de l'eau sur les rives des continents. Ce brassage sur les rives est profitable à la vie qui y prolifère. Ceci a particulièrement aidé l'évolution de la vie à l'étape du passage du milieu aquatique au milieu terrestre.
 4. Le rayonnement lumineux lunaire de la Pleine Lune notamment favorise les activités nocturnes vitales à plusieurs espèces qui ont évolué de façon à en tirer un avantage.
 5. Un astéroïde que le hasard a mis sur la route de la Terre a très bien pu frapper la Lune plutôt que de provoquer un cataclysme majeur sur la Terre ne serait-ce qu'une fois.
- Il ne faut pas croire que l'influence de la Lune sur les cycles biologiques agit par le biais de la force gravitationnelle ou de la puissance calorifique. La variation force gravitationnelle résultante sur notre corps (~ 50 kg) due au mouvement de la Lune correspond à une variation de notre masse de seulement ~ 1 milligramme. Puis, le rayonnement de la Pleine Lune dont la magnitude est de $-12,6$ fournit seulement ~ 1 milliwatt par mètre carré (à comparer avec le Soleil dont la magnitude est de $-26,7$ et dont le rayonnement est de ~ 1365 watts par mètre carré).
- L'influence de la Lune sur les cycles biologiques agit plutôt par le biais de l'éclairement qui est de $\sim 0,5$ lux à la Pleine Lune (à comparer avec $\sim 75\,000$ lux par un jour ensoleillé ou ~ 15 lux pour l'éclairage de rue).

Conscience cosmique

La sélénologie peut servir à recevoir une réponse à la question : y a-t-il une séparation entre la région terrestre et la région céleste ? Pour avoir la réponse, la réalité lunaire toute proche offre le premier terrain d'exploration.



Le caractère inhospitalier à la vie de l'environnement lunaire est un fait à retenir quant à la réalité de la région céleste. Ce fait est observable à la vue du costume d'astronaute de Buzz Aldrin (1969) et des cratères de toutes les grosseurs autour de lui. Depuis la révolution copernicienne, la place de la Terre se retrouve de plus en plus banalisée : n'est plus le centre de l'Univers, n'est plus le lieu d'une région distincte ayant bénéficié de sa création propre (selon la religion chrétienne), ayant ses propres lois physiques (selon la physique d'Aristote), ... Depuis Galilée, selon moi, on voit la Lune avec des caractéristiques terrestres (montagnes, vallées, ...) qui ont laissées trop facilement présumer qu'il y a d'autres caractéristiques analogues à celles terrestres comme les volcans, la vie, l'habitabilité, ...

Depuis Darwin, la théorie de l'évolution (de la vie) est considérée comme trop facilement généralisable à d'autres planètes selon moi. C'est une contradiction d'imaginer la Terre comme un grain de sable dans l'Univers et d'extrapoler les caractéristiques de viabilité terrestre à l'ensemble de l'Univers sachant qu'à partir de la Lune et au-delà, les caractéristiques connues sont si différentes. Depuis que l'exploration de l'espace ne révèle pas de trace de vie malgré les performances de la technologie, c'est bien plus la réalité lunaire que la réalité terrestre qui doit être prise comme représentative de l'ensemble de la région céleste. La Lune est alors le premier exemple de caractéristiques inhospitalières à la vie qui s'appliquent à la région céleste. Comme la région terrestre est minuscule en comparaison de la région céleste, c'est bien plus les caractéristiques inhospitalières du Cosmos qui s'appliquent à la région

terrestre que l'inverse ! Les faits de ce genre sont à la source d'une conscience cosmique qui perçoit la vie terrestre comme rare et fragile.

Perspectives futures

On voit que les observations sont à l'origine de nos connaissances comme avec Parménide et Anaxagore pour les phases de la Lune et les éclipses. On voit que les connaissances sont à l'origine de nos interprétations comme avec Aristote et Galilée pour la séparation en régions terrestre et céleste. Ces changements d'interprétation nourrissent une conscience cosmique nouvelle. Maintenant que les technologies récentes permettent plus d'observations que toutes celles du passé et que nos connaissances augmentent tout autant, on peut s'attendre à ce que l'interprétation du Cosmos s'adapte lentement avec les nouveaux faits scientifiques établis.



Il y a 40 ans que l'humanité a mis le pied sur la Lune. Ce fait va continuer pour longtemps d'être à l'origine d'un changement de la conscience cosmique collective de l'humanité. C'est maintenant que les hypothèses nouvelles se confrontent aux observations du Cosmos. Les hypothèses que je vous ai soumises soutiennent la thèse que la Lune a des caractéristiques exceptionnelles favorables à la viabilité de la Terre. Beaucoup d'observations soutiennent cette thèse, mais il en faut plus pour être validé scientifiquement. Il y a tout de même suffisamment de faits pour commencer à réfléchir aux interprétations possibles, à ce qu'on va faire de nos nouvelles connaissances.

L'exploration de la Lune n'a pas que l'utilité de contribuer à mieux connaître le Cosmos, elle offre un défi pour les technologies du futur et possiblement des possibilités pour l'exploitation de ressources naturelles. La conquête de la Lune s'est faite dans le contexte politique de la guerre froide avec pour but de montrer sa supériorité. Maintenant, la course est d'avantage

commerciale dans le but d'obtenir une plus grande part du marché pour les industries nationales dans le domaine spatial. Il est vrai que les investissements massifs pour la conquête de la Lune permettent le progrès de technologies utiles sur Terre.

Je vois plus d'avantages à connaître le Cosmos pour notre émancipation et pour notre adaptation à la Réalité plutôt que pour la course à la technologie ou pour la course à l'exploitation des ressources naturelles. N'est-ce pas l'objectif initial de la Science que de développer la sagesse qui fait apprécier la vie ? La région céleste a été l'objet d'études dans le but d'observer les signes d'un message céleste confondu avec un message divin. Au fur et à mesure que les lois mathématiques décrivaient la mécanique céleste, les progrès scientifiques favorisaient les progrès technologiques. L'objectif de la Science est alors devenu le progrès pour la maîtrise de la Nature par le biais de la technologie. Malheureusement, le progrès est confondu avec la croissance; ensuite, la maîtrise (à court terme) de la Nature est confondue avec la croissance de l'exploitation (à court terme) de la Nature. Dans cette voie de développement, nous perdrons la maîtrise de la Nature, les progrès accomplis par le biais de la technologie et notre sagesse assurant une qualité de vie découlant de notre adaptation à la Nature. Il y a là un motif pour revoir l'objectif de la Science. Je propose comme critère d'évaluation d'un projet scientifique (Sciences de la Nature, Sciences Humaines et Sciences de l'Esprit) le rendement en terme de viabilité globale à long terme.

Dans le contexte où certaines ressources naturelles deviennent rares et coûteuses, il peut être envisagé d'exploiter des gisements sur la Lune pour s'approvisionner. Mais alors, il faut bien évaluer la rentabilité du projet en termes dépenses en ressources naturelles terrestres afin de récolter une quantité de ressources lunaires sûrement modeste. Pour les objets de consommation courants, il faut souvent 300 kg de ressources naturelles pour produire 1 kg de produits finis. Les produits de hautes technologies sont plus coûteux encore à cet égard. Il y a aussi le rendement scientifique qu'on évalue par la récolte de savoirs nouveaux pour une somme financière

investie. À cet égard, l'exploration lunaire n'est plus très rentable scientifiquement. Il y a eu près de 400 kg de roches lunaires récoltées par les missions Apollo. Ce programme a coûté 135 000 000 000 \$ (en dollars de 2005) et mobilisé jusqu'à 400 000 personnes. Cela fait beaucoup de ressources investies et de gros impacts environnementaux pour la connaissance de la réalité lunaire. La répétition d'une telle aventure (comme la conquête de Mars) serait la démonstration des mauvais choix de priorité qui ruinent la viabilité terrestre. Il faut être conscient que l'exploitation industrielle (l'exploitation minière par exemple) ruine une partie du paysage terrestre au point qu'on se croirait en plein paysage lunaire.

Ici, la conscience cosmique est un contact avec la Réalité. Je tente d'expliquer que la commune réalité cosmique est bien plus susceptible d'exister que la fragile réalité terrestre actuelle. Je suis tombé sur un conte d'enfant qui illustre la différence entre avoir conscience d'une réalité et ne pas en avoir conscience. L'histoire s'intitule *Les dragons, ça n'existent pas*. Voici :

Un matin, Sébastien se réveilla avec un petit dragon de la grosseur d'un chat au pied de son lit. Il descendit à la cuisine pour le dire à sa maman. Elle lui dit : les dragons, ça n'existent pas. Le dragon vint s'asseoir à la table et mangea toutes les crêpes. Il avait grossi et il avait maintenant la taille d'un chien. Lorsque Sébastien demanda d'autres crêpes parce que le dragon avait mangé les siennes, la maman dit encore : les dragons, ça n'existent pas. Ensuite, le dragon grandit au point que la tête sortait par la porte avant et la queue par la porte arrière. En voyant passer le camion du boulanger, le dragon se leva et le suivit avec la maison sur le dos comme un escargot. Le papa revenant du travail demanda ce qui se passe. Sébastien expliqua qu'un grand dragon l'avait emporté. Son papa le crut, et la maman reconnut enfin l'existence du grand dragon qui redevint petit comme un chat !

La fantasmagorie est une étrange façon de faire un appel au réalisme. J'aurai tout essayé!



Éphémérides mensuelles – Janvier 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 janvier, 2009	7 h 46	16 h 26	---	A 3,23° de Mercure le 20 à 10h59 dans CAP. A 0,44° de Jupiter le 24 à 0h44 dans CAP. À 0,26° de la Lune le 26 à 2h55 dans CAP. Éclipse solaire annulaire le 26 à 2h59.
	11 janvier, 2009	7 h 44	16 h 37	---	
	21 janvier, 2009	7 h 37	16 h 50	---	
♃ Jupiter	1 janvier, 2009	8 h 52	17 h 50	-1,92	A 3,3° de Mercure le 18 à 14h06 dans CAP. En conjonction à 0,44° le 24 à 0h44 dans CAP. À 0,03° de la Lune le 25 à 23h36 dans CAP.
	11 janvier, 2009	8 h 20	17 h 23	-1,91	
	21 janvier, 2009	7 h 48	16 h 56	-1,91	
♄ Mercure	1 janvier, 2009	9 h 02	17 h 54	-0,74	A 3,3° de Jupiter le 18 à 14h06 dans CAP. A 4,83° de la Lune le 25 à 4h08 dans SGR. À 4,32° de Mars le 27 à 1h12 dans SGR.
	11 janvier, 2009	8 h 32	18 h 01	0,26	
	21 janvier, 2009	7 h 14	16 h 47	2,63	
♆ Neptune	1 janvier, 2009	9 h 55	19 h 55	7,96	À 1,65° de la Lune le 27 à 12h12 dans CAP.
	11 janvier, 2009	9 h 17	19 h 18	7,97	
	21 janvier, 2009	8 h 38	18 h 40	7,97	
♀ Vénus	1 janvier, 2009	10 h 14	20 h 24	-4,32	A 1,22° de Uranus le 22 à 20h01 dans AQR. A 2,52° de la Lune le 30 à 4h23 dans PSC. Plus grande élongation à 47,1° E le 14 à 18h dans SGR.
	11 janvier, 2009	9 h 54	20 h 45	-4,40	
	21 janvier, 2009	9 h 30	21 h 02	-4,47	
♅ Uranus	1 janvier, 2009	10 h 56	22 h 18	5,88	A 4,12° de la Lune le 2 à 8h41 dans AQR. A 1,22° de Vénus le 22 à 20h01 dans AQR. À 4,22° de la Lune le 29 à 16h15 dans AQR.
	11 janvier, 2009	10 h 17	21 h 41	5,89	
	21 janvier, 2009	9 h 38	21 h 04	5,91	
♄ Saturne	1 janvier, 2009	22 h 22	11 h 14	1,82	À 5,67° de la Lune le 15 à 2h32 dans LEO.
	11 janvier, 2009	21 h 42	10 h 35	1,76	
	21 janvier, 2009	21 h 01	9 h 55	1,69	
♂ Mars	1 janvier, 2009	7 h 23	15 h 45	1,45	À 0,7° de la Lune le 24 à 21h35 dans SGR. À 4,32° de Mercure le 27 à 1h12 dans SGR.
	11 janvier, 2009	7 h 14	15 h 41	1,48	
	21 janvier, 2009	7 h 04	15 h 39	1,51	
☾ Lune	4 janvier, 2009	11 h 12	0 h 13	---	Premier Quartier le 4 à 6h56. Pleine Lune le 10 à 22h27. Dernier Quartier le 17 à 21h46. Nouvelle Lune le 26 à 2h55.
	10 janvier, 2009	16 h 02	7 h 32	---	
	17 janvier, 2009	n/a	10 h 29	---	
	26 janvier, 2009	7 h 45	17 h 29	---	

Autres : **Mercure** en **conjonction** à 3,23° le 20 à 10h59 dans CAP. **Plus grande élongation** de **Mercure** à 19,3°E le 4 à 12h dans SGR. Il y a 120 étoiles filantes à l'heure au maximum (dans les meilleures conditions) lors de la pluie d'étoiles filantes **Quadrantides** le 3 à 4h59 (début le 1 et se termine le 5). Il y a la **Terre** à son **périhélie** (distance au Soleil=0,98327UA) le 4 à 11h. Il y a **Lune** au **périgée** (distance=357497km) le 10 à 5h52. Il y a **l'opposition** de l'astéroïde 40 **Harmonia** avec le Soleil (distance au Soleil=2,297UA; magn.=9,9) le 12 à 2h20. Il y a **Mercure** à son **périhélie** (distance au Soleil=0,30750UA) le 13 à 10h. Il y a **Lune** à **l'apogée** (distance=406118km) le 22 à 19h11. L'heure indiquée sur cette page est l'heure normale de l'est (**HNE**).

Éphémérides mensuelles – Février 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 février, 2009	7 h 26	17 h 06	---	À 0,36° de Neptune le 12 à 7h41 dans CAP.
	11 février, 2009	7 h 12	17 h 21	---	
	21 février, 2009	6 h 55	17 h 37	---	
♆ Neptune	1 février, 2009	7 h 56	17 h 59	7,97	En conjonction à 0,36° le 12 à 7h41 dans CAP. À 1,73° de la Lune le 23 à 21h08 dans CAP.
	11 février, 2009	7 h 18	17 h 22	7,98	
	21 février, 2009	6 h 39	16 h 45	7,98	
♅ Uranus	1 février, 2009	8 h 56	20 h 23	5,92	À 4,27° de la Lune le 26 à 1h09 dans AQR.
	11 février, 2009	8 h 18	19 h 47	5,93	
	21 février, 2009	7 h 40	19 h 10	5,94	
♀ Vénus	1 février, 2009	8 h 59	21 h 15	-4,56	À 1,17° de la Lune le 27 à 18h57 dans PSC.
	11 février, 2009	8 h 27	21 h 20	-4,63	
	21 février, 2009	7 h 50	21 h 16	-4,67	
♄ Saturne	1 février, 2009	20 h 15	9 h 11	1,62	À 5,69° de la Lune le 11 à 10h43 dans LEO.
	11 février, 2009	19 h 33	8 h 31	1,55	
	21 février, 2009	18 h 49	7 h 51	1,47	
☿ Mercure	1 février, 2009	6 h 09	15 h 24	0,57	À 0,99° de la Lune le 22 à 16h33 dans CAP. À 0,62° de Jupiter le 24 à 1h52 dans CAP. Plus grande élongation à 26,1° O le 13 à 18h dans CAP.
	11 février, 2009	5 h 57	15 h 04	0,06	
	21 février, 2009	5 h 59	15 h 17	-0,12	
♂ Mars	1 février, 2009	6 h 49	15 h 39	1,53	À 0,56° de Jupiter le 17 à 11h26 dans CAP. À 1,55° de la Lune le 23 à 1h48 dans CAP.
	11 février, 2009	6 h 33	15 h 41	1,54	
	21 février, 2009	6 h 16	15 h 43	1,55	
♃ Jupiter	1 février, 2009	7 h 12	16 h 27	-1,91	À 0,56° de Mars le 17 à 11h26 dans CAP. À 0,62° de Mercure le 24 à 1h52 dans CAP.
	11 février, 2009	6 h 40	15 h 59	-1,92	
	21 février, 2009	6 h 07	15 h 33	-1,94	
☾ Lune	2 février, 2009	10 h 04	0 h 31	---	Éclipse lunaire pénombre le 9 à 9h38. Premier Quartier le 2 à 18h13. Pleine Lune le 9 à 9h49. Dernier Quartier le 16 à 16h37. Nouvelle Lune le 24 à 20h35.
	9 février, 2009	17 h 43	7 h 10	---	
	16 février, 2009	1 h 09	9 h 48	---	
	24 février, 2009	6 h 31	17 h 33	---	

Autres : Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 27 **Euterpe** avec le Soleil (distance au Soleil=2,028UA; magn.=9,1) le 4 à 0h32. Il y a **Lune** au **périgée** (distance=361488km) le 7 à 15h08. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 13 **Egeria** avec le Soleil (distance au Soleil=2,374UA; magn.=10,1) le 17 à 15h37. Il y a **Lune** à l'**apogée** (distance=405129km) le 19 à 11h59. Il y a **Vénus** à son **périhélie** (distance au Soleil=0,71843UA) le 21 à 9h. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 1 **Ceres** avec le Soleil (distance au Soleil=2,546UA; magn.=6,9) le 24 à 21h11. Il y a **Mercure** à son **aphélie** (distance au Soleil=0,46670UA) le 26 à 10h. Il y a **Uranus** à son **aphélie** (distance au Soleil=20,09881 UA) le 27 à 0h. L'heure indiquée sur cette page est l'heure normale de l'est (HNE).

Éphémérides mensuelles – Mars 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 mars, 2009	6 h 41 HNE	17 h 48 HNE	---	À 0,73° de Uranus le 12 à 21h28 HAE dans PSC.
	11 mars, 2009	7 h 22 HAE	19 h 02 HAE	---	
	21 mars, 2009	7 h 03 HAE	19 h 16 HAE	---	
♅ Uranus	1 mars, 2009	7 h 09 HNE	18 h 41 HNE	5,94	En conjonction à 0,73° le 12 à 21h28 HAE dans AQR. A 1,27° de Mercure le 22 à 1h02 HAE dans AQR. À 4,36° de la Lune le 25 à 12h53 HAE dans AQR.
	11 mars, 2009	7 h 31 HAE	19 h 05 HAE	5,95	
	21 mars, 2009	6 h 53 HAE	18 h 28 HAE	5,95	
♀ Vénus	1 mars, 2009	7 h 16 HNE	21 h 01 HNE	-4,63	A 3,84° de la Lune le 26 à 15h14 HAE dans PSC. En conjonction à 8,17° le 27 à 15h23 HAE dans PSC. À 9,41° de Mercure le 28 à 22h31 HAE dans PSC.
	11 mars, 2009	7 h 28 HAE	21 h 25 HAE	-4,4	
	21 mars, 2009	6 h 37 HAE	20 h 25 HAE	-4	
♄ Saturne	1 mars, 2009	18 h 15 HNE	7 h 18 HNE	1,42	À 5,56° de la Lune le 10 à 18h26 HAE dans LEO. Opposition le 8 à 15h52 HAE dans LEO.
	11 mars, 2009	18 h 31 HAE	7 h 37 HAE	1,37	
	21 mars, 2009	17 h 47 HAE	6 h 56 HAE	1,4	
♃ Jupiter	1 mars, 2009	5 h 40 HNE	15 h 11 HNE	-1,96	À 1,38° de la Lune le 22 à 16h32 HAE dans CAP.
	11 mars, 2009	6 h 07 HAE	15 h 43 HAE	-2	
	21 mars, 2009	5 h 33 HAE	15 h 15 HAE	-2,04	
☿ Mercure	1 mars, 2009	6 h 02 HNE	15 h 43 HNE	-0,27	A 0,6° de Mars le 1 à 22h06 HNE dans CAP. A 1,57° de Neptune le 5 à 4h40 HNE dans CAP. À 1,27° de Uranus le 22 à 1h02 HAE dans AQR. À 5,74° de la Lune le 26 à 2h36 HAE dans PSC. À 9,41° de Vénus le 28 à 22h31 HAE dans PSC.
	11 mars, 2009	7 h 01 HAE	17 h 27 HAE	-0,59	
	21 mars, 2009	6 h 57 HAE	18 h 23 HAE	-1,14	
♂ Mars	1 mars, 2009	6 h 00 HNE	15 h 46 HNE	1,56	A 0,6° de Mercure le 1 à 22h06 HNE dans CAP. A 0,76° de Neptune le 8 à 8h50 HAE dans CAP. À 3,67° de la Lune le 24 à 7h02 HAE dans AQR.
	11 mars, 2009	6 h 39 HAE	16 h 49 HAE	1,56	
	21 mars, 2009	6 h 18 HAE	16 h 52 HAE	1,56	
♆ Neptune	1 mars, 2009	6 h 09 HNE	16 h 15 HNE	7,97	A 1,57° de Mercure le 5 à 4h40 HNE dans CAP. A 0,76° de Mars le 8 à 8h50 HAE dans CAP. À 1,89° de la Lune le 23 à 8h09 HAE dans CAP.
	11 mars, 2009	6 h 30 HAE	16 h 37 HAE	7,97	
	21 mars, 2009	5 h 52 HAE	15 h 59 HAE	7,96	
☾ Lune	4 mars, 2009	10 h 11 HNE	2 h 06 HNE	---	Premier Quartier le 4 à 2h46 HNE. Pleine Lune le 10 à 22h38 HAE. Dernier Quartier le 18 à 13h47 HAE. Nouvelle Lune le 26 à 12h06 HAE.
	10 mars, 2009	18 h 54 HAE	6 h 55 HAE	---	
	18 mars, 2009	2 h 56 HAE	10 h 53 HAE	---	
	26 mars, 2009	6 h 30 HAE	19 h 50 HAE	---	

Autres : **Mercure** en **conjonction** à 1,1° le 30 à 23h29 HAE dans PSC. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 704 **Interamnia** avec le Soleil (distance au Soleil=3,424UA; magn.=9,8) le 2 à 15h20 HNE. Il y a la **Lune** au **périgée** (distance=367017km) le 7 à 10h06 HNE. Il y a le **PASSAGE À L'HEURE AVANCÉE** le 8 à 2h HNE. Il y a la **Lune** à l'**apogée** (distance=404299km) le 19 à 9h16 HAE. Il y a l'**ÉQUINOXE DE PRINTEMPS** le 20 à 7h44 HAE. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 29 **Amphitrite** avec le Soleil (distance au Soleil=2,641UA; magn.=9,3) le 21 à 5h06 HAE. Il y a l'indication de l'avance ou non de l'heure partout sur cette page.

Éphémérides mensuelles – Avril 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 avril, 2009	6 h 41	19 h 31	---	À 5,01° de la Lune le 24 à 23h22 dans ARI.
	11 avril, 2009	6 h 22	19 h 45	---	
	21 avril, 2009	6 h 04	19 h 58	---	
☿ Mercure	1 avril, 2009	6 h 51	19 h 38	-1,97	À 1,89° de la Lune le 26 à 11h41 dans TAU. Plus grande élongation à 20,2° E le 26 à 1h dans ARI.
	11 avril, 2009	6 h 45	20 h 54	-1,49	
	21 avril, 2009	6 h 38	21 h 52	-0,38	
♄ Saturne	1 avril, 2009	16 h 59	6 h 11	1,45	À 5,48° de la Lune le 6 à 23h11 dans LEO.
	11 avril, 2009	16 h 17	5 h 31	1,5	
	21 avril, 2009	15 h 35	4 h 50	1,55	
♃ Jupiter	1 avril, 2009	4 h 55	14 h 43	-2,09	À 2,1° de la Lune le 19 à 10h53 dans CAP.
	11 avril, 2009	4 h 20	14 h 14	-2,14	
	21 avril, 2009	3 h 45	13 h 43	-2,2	
♆ Neptune	1 avril, 2009	5 h 09	15 h 18	7,95	À 2,16° de la Lune le 19 à 18h15 dans CAP.
	11 avril, 2009	4 h 30	14 h 41	7,95	
	21 avril, 2009	3 h 52	14 h 02	7,94	
♂ Mars	1 avril, 2009	5 h 52	16 h 55	1,55	À 0,43° de Uranus le 15 à 5h59 dans AQR. À 4,41° de Vénus le 21 à 19h18 dans PSC. À 5,26° de la Lune le 22 à 10h10 dans PSC.
	11 avril, 2009	5 h 29	16 h 57	1,55	
	21 avril, 2009	5 h 05	16 h 59	1,54	
♅ Uranus	1 avril, 2009	6 h 11	17 h 49	5,94	À 0,43° de Mars le 15 à 5h59 dans PSC. À 4,56° de la Lune le 21 à 0h38 (+1J) dans PSC.
	11 avril, 2009	5 h 32	17 h 12	5,94	
	21 avril, 2009	4 h 54	16 h 35	5,93	
♀ Vénus	1 avril, 2009	5 h 46	19 h 03	-3,9	À 4,41° de Mars le 21 à 19h18 dans PSC. À 0,95° de la Lune le 22 à 9h29 dans PSC.
	11 avril, 2009	5 h 09	17 h 56	-4,25	
	21 avril, 2009	4 h 41	17 h 10	-4,51	
☾ Lune	2 avril, 2009	11 h 21	2 h 57	---	Premier Quartier le 2 à 10h34. Pleine Lune le 9 à 10h56. Dernier Quartier le 17 à 9h36. Nouvelle Lune le 24 à 23h22.
	9 avril, 2009	20 h 17	5 h 58	---	
	17 avril, 2009	2 h 48	11 h 46	---	
	24 avril, 2009	5 h 15	20 h 01	---	

Autres : Il y a 18 étoiles filantes à l'heure au maximum (dans les meilleures conditions) lors de la pluie d'étoiles filantes **Lyrides** le 22 à 5h30 (début le 16 et se termine le 25). Il y a **Lune** au **périgée** le 1 à 22h31. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 15 **Eunomia** avec le Soleil (magn.=9,8) le 7 à 20h36. Il y a **Mercure** à son **périhélie** le 11 à 10h. Il y a **Lune** à l'**apogée** le 16 à 5h15. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 8 **Flora** avec le Soleil (magn.=9,7) le 19 à 5h38. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 14 **Irene** avec le Soleil (magn.=8,8) le 20 à 13h33. Il y a **Mars** à son **périhélie** (distance au Soleil=1,38133UA) le 21 à 6h. Il y a **Lune** au **périgée** le 28 à 2h26. L'heure indiquée sur cette page est l'heure avancée de l'Est (**HAE**).

Éphémérides mensuelles – Mai 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 mai, 2009	5 h 47	20 h 12	---	À 0,93° de Mercure le 18 à 6h02 dans TAU.
	11 mai, 2009	5 h 33	20 h 25	---	
	21 mai, 2009	5 h 21	20 h 37	---	
☿ Mercure	1 mai, 2009	6 h 25	22 h 02	0,88	En conjonction à 0,93° le 18 à 6h02 dans TAU. À 7,11° de la Lune le 23 à 17h46 dans TAU.
	11 mai, 2009	5 h 58	21 h 17	2,29	
	21 mai, 2009	5 h 20	19 h 58	3,05	
♄ Saturne	1 mai, 2009	14 h 54	4 h 10	1,6	À 5,52° de la Lune le 4 à 3h08 dans LEO. À 5,67° de la Lune le 31 à 8h38 dans LEO.
	11 mai, 2009	14 h 14	3 h 30	1,66	
	21 mai, 2009	13 h 35	2 h 51	1,71	
♃ Jupiter	1 mai, 2009	3 h 09	13 h 11	-2,26	À 2,74° de la Lune le 17 à 1h47 dans CAP.
	11 mai, 2009	2 h 33	12 h 38	-2,33	
	21 mai, 2009	1 h 56	12 h 03	-2,4	
♆ Neptune	1 mai, 2009	3 h 13	13 h 24	7,92	À 2,45° de la Lune le 17 à 3h15 dans CAP. À 0,39° de Jupiter le 27 à 16h21 dans CAP.
	11 mai, 2009	2 h 34	12 h 45	7,91	
	21 mai, 2009	1 h 55	12 h 06	7,9	
♅ Uranus	1 mai, 2009	4 h 16	15 h 59	5,91	À 4,83° de la Lune le 19 à 11h55 dans PSC.
	11 mai, 2009	3 h 37	15 h 21	5,9	
	21 mai, 2009	2 h 59	14 h 44	5,89	
♀ Vénus	1 mai, 2009	4 h 18	16 h 43	-4,56	À 6,14° de la Lune le 20 à 23h22 dans PSC.
	11 mai, 2009	3 h 59	16 h 31	-4,52	
	21 mai, 2009	3 h 41	16 h 30	-4,44	
♂ Mars	1 mai, 2009	4 h 41	17 h 01	1,52	À 6,03° de la Lune le 21 à 11h22 dans PSC.
	11 mai, 2009	4 h 17	17 h 03	1,51	
	21 mai, 2009	3 h 53	17 h 05	1,49	
☾ Lune	1 mai, 2009	11 h 50	2 h 14	---	Premier Quartier le 1 à 16h44. Pleine Lune le 8 à 0h01 (+1J). Dernier Quartier le 17 à 3h26. Nouvelle Lune le 24 à 8h11. Premier Quartier le 30 à 23h22.
	8 mai, 2009	20 h 25	4 h 48	---	
	17 mai, 2009	1 h 59	12 h 52	---	
	24 mai, 2009	4 h 52	21 h 32	---	
	30 mai, 2009	12 h 14	1 h 08	---	

Autres : Il y a 60 étoiles filantes à l'heure au maximum (dans les meilleures conditions) lors de la pluie d'étoiles filantes **Éta Aquarides** le 5 à 19h07 (début le 19/4 et se termine le 28). Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 6 **Hebe** avec le Soleil (magn.=9,8) le 2 à 1h47. Il y a **Lune** à l'**apogée** le 13 à 22h57. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 26 **Proserpina** avec le Soleil (magn.=10,2) le 18 à 0h46 (+1J). Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 39 **Laetitia** avec le Soleil (magn.=10,2) le 21 à 13h47. Il y a **Mercure** à son **aphélie** le 25 à 10h. Il y a **Lune** au **périgée** le 25 à 23h44. L'heure indiquée sur cette page est l'heure avancée de l'Est (**HAE**).

Éphémérides mensuelles – Juin 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 juin, 2009	5 h 13	20 h 48	---	À 2,53° de la Lune le 22 à 15h35 dans GEM.
	11 juin, 2009	5 h 09	20 h 55	---	
	21 juin, 2009	5 h 09	20 h 59	---	
♄ Saturne	1 juin, 2009	12 h 53	2 h 08	1,77	À 5,84° de la Lune le 27 à 17h34 dans LEO. À 5,97° de la Lune le 25 à 6h12 dans LEO.
	11 juin, 2009	12 h 15	1 h 29	1,82	
	21 juin, 2009	11 h 39	0 h 47 (+1J)	1,86	
♃ Jupiter	1 juin, 2009	1 h 14	11 h 23	-2,48	À 3,17° de la Lune le 13 à 11h34 dans CAP.
	11 juin, 2009	0 h 32 (+1J)	10 h 45	-2,55	
	21 juin, 2009	23 h 53	10 h 06	-2,62	
♆ Neptune	1 juin, 2009	1 h 11	11 h 23	7,89	À 2,66° de la Lune le 13 à 10h22 dans CAP.
	11 juin, 2009	0 h 28 (+1J)	10 h 44	7,87	
	21 juin, 2009	23 h 49	10 h 04	7,86	
♅ Uranus	1 juin, 2009	2 h 16	14 h 02	5,87	À 5,07° de la Lune le 15 à 21h17 dans PSC.
	11 juin, 2009	1 h 37	13 h 24	5,85	
	21 juin, 2009	0 h 54 (+1J)	12 h 45	5,83	
♀ Vénus	1 juin, 2009	3 h 23	16 h 36	-4,34	A 7,82° de la Lune le 19 à 8h59 dans ARI. A 1,98° de Mars le 21 à 9h10 dans ARI. Plus grande élongation à 45,8° O le 5 à 13h dans TAU.
	11 juin, 2009	3 h 07	16 h 47	-4,26	
	21 juin, 2009	2 h 54	17 h 01	-4,2	
♂ Mars	1 juin, 2009	3 h 27	17 h 06	1,47	À 5,87° de la Lune le 19 à 10h06 dans ARI. À 1,98° de Vénus le 21 à 9h10 dans ARI.
	11 juin, 2009	3 h 05	17 h 07	1,45	
	21 juin, 2009	2 h 43	17 h 07	1,43	
☿ Mercure	1 juin, 2009	4 h 40	18 h 55	1,57	À 6,55° de la Lune le 21 à 2h51 dans TAU. Plus grande élongation à 23,2° O le 13 à 13h dans TAU.
	11 juin, 2009	4 h 14	18 h 42	0,72	
	21 juin, 2009	4 h 02	19 h 06	-0,1	
☾ Lune	7 juin, 2009	21 h 22	4 h 34	---	Pleine Lune le 7 à 14h12. Dernier Quartier le 15 à 18h15. Nouvelle Lune le 22 à 15h35. Premier Quartier le 29 à 7h28.
	15 juin, 2009	0 h 57 (+1J)	12 h 52	---	
	21 juin, 2009	3 h 28	20 h 19	---	
	28 juin, 2009	12 h 31	0 h 13 (+1J)	---	

Autres : Il y a la pluie d'étoiles filantes **Bootides** de juin le 27 à 2h55 (début le 26 et se termine le 27). Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite le 2 à 4h. Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux ombres de satellites le 9 à 4h07. Il y a **Lune** à **l'apogée** (distance=405787km) le 10 à 12h04. Il y a **Vénus** à son **aphélie** (distance au Soleil=0,72825UA) le 13 à 16h. Il y a le **SOLSTICE D'ÉTÉ** le 21 à 1h46. Il y a **l'opposition** de **Pluton** avec le Soleil le 23 à 3h40. Il y a **Lune** au **périgée** (distance=358014km) le 23 à 6h39. L'heure indiquée sur cette page est l'heure avancée de l'Est (**HAE**).

Éphémérides mensuelles – Juin 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 juin, 2009	5 h 13	20 h 48	---	À 2,53° de la Lune le 22 à 15h35 dans GEM.
	11 juin, 2009	5 h 09	20 h 55	---	
	21 juin, 2009	5 h 09	20 h 59	---	
♄ Saturne	1 juin, 2009	12 h 53	2 h 08	1,77	À 5,84° de la Lune le 27 à 17h34 dans LEO. À 5,97° de la Lune le 25 à 6h12 dans LEO.
	11 juin, 2009	12 h 15	1 h 29	1,82	
	21 juin, 2009	11 h 39	0 h 47 (+1J)	1,86	
♃ Jupiter	1 juin, 2009	1 h 14	11 h 23	-2,48	À 3,17° de la Lune le 13 à 11h34 dans CAP.
	11 juin, 2009	0 h 32 (+1J)	10 h 45	-2,55	
	21 juin, 2009	23 h 53	10 h 06	-2,62	
♆ Neptune	1 juin, 2009	1 h 11	11 h 23	7,89	À 2,66° de la Lune le 13 à 10h22 dans CAP.
	11 juin, 2009	0 h 28 (+1J)	10 h 44	7,87	
	21 juin, 2009	23 h 49	10 h 04	7,86	
♅ Uranus	1 juin, 2009	2 h 16	14 h 02	5,87	À 5,07° de la Lune le 15 à 21h17 dans PSC.
	11 juin, 2009	1 h 37	13 h 24	5,85	
	21 juin, 2009	0 h 54 (+1J)	12 h 45	5,83	
♀ Vénus	1 juin, 2009	3 h 23	16 h 36	-4,34	À 7,82° de la Lune le 19 à 8h59 dans ARI. À 1,98° de Mars le 21 à 9h10 dans ARI. Plus grande élongation à 45,8° O le 5 à 13h dans TAU.
	11 juin, 2009	3 h 07	16 h 47	-4,26	
	21 juin, 2009	2 h 54	17 h 01	-4,2	
♂ Mars	1 juin, 2009	3 h 27	17 h 06	1,47	À 5,87° de la Lune le 19 à 10h06 dans ARI. À 1,98° de Vénus le 21 à 9h10 dans ARI.
	11 juin, 2009	3 h 05	17 h 07	1,45	
	21 juin, 2009	2 h 43	17 h 07	1,43	
☿ Mercure	1 juin, 2009	4 h 40	18 h 55	1,57	À 6,55° de la Lune le 21 à 2h51 dans TAU. Plus grande élongation à 23,2° O le 13 à 13h dans TAU.
	11 juin, 2009	4 h 14	18 h 42	0,72	
	21 juin, 2009	4 h 02	19 h 06	-0,1	
☾ Lune	7 juin, 2009	21 h 22	4 h 34	---	Pleine Lune le 7 à 14h12. Dernier Quartier le 15 à 18h15. Nouvelle Lune le 22 à 15h35. Premier Quartier le 29 à 7h28.
	15 juin, 2009	0 h 57 (+1J)	12 h 52	---	
	21 juin, 2009	3 h 28	20 h 19	---	
	28 juin, 2009	12 h 31	0 h 13 (+1J)	---	

Autres : Il y a la pluie d'étoiles filantes **Bootides** de juin le 27 à 2h55 (début le 26 et se termine le 27). Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite le 2 à 4h. Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux ombres de satellites le 9 à 4h07. Il y a **Lune** à **l'apogée** (distance=405787km) le 10 à 12h04. Il y a **Vénus** à son **aphélie** (distance au Soleil=0,72825UA) le 13 à 16h. Il y a le **SOLSTICE D'ÉTÉ** le 21 à 1h46. Il y a **l'opposition** de **Pluton** avec le Soleil le 23 à 3h40. Il y a **Lune** au **périgée** (distance=358014km) le 23 à 6h39. L'heure indiquée sur cette page est l'heure avancée de l'Est (HAE).

Éphémérides mensuelles – Juillet 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 juillet, 2009	5 h 13	20 h 59	---	À 1,49° de Mercure le 13 à 22h16 dans GEM. Éclipse solaire totale le 21 à 22h35.
	11 juillet, 2009	5 h 20	20 h 54	---	
	21 juillet, 2009	5 h 30	20 h 46	---	
♄ Saturne	1 juillet, 2009	11 h 03	0 h 09 (+1J)	1,9	À 2,97° de Mercure le 17 à 11h14 dans LEO. À 6,07° de la Lune le 21 à 21h24 dans LEO.
	11 juillet, 2009	10 h 28	23 h 31	1,93	
	21 juillet, 2009	9 h 54	22 h 53	1,96	
♃ Jupiter	1 juillet, 2009	23 h 13	9 h 24	-2,68	À 0,56° de Neptune le 10 à 4h55 dans CAP.
	11 juillet, 2009	22 h 32	8 h 41	-2,74	
	21 juillet, 2009	21 h 51	7 h 57	-2,78	
♆ Neptune	1 juillet, 2009	23 h 09	9 h 24	7,85	À 0,56° de Jupiter le 10 à 4h55 dans CAP. À 2,72° de la Lune le 10 à 15h45 dans CAP.
	11 juillet, 2009	22 h 29	8 h 43	7,85	
	21 juillet, 2009	21 h 49	8 h 03	7,84	
♅ Uranus	1 juillet, 2009	0 h 15 (+1J)	12 h 06	5,81	À 5,19° de la Lune le 13 à 4h03 dans PSC. À 5,16° de la Lune le 9 à 8h44 dans PSC.
	11 juillet, 2009	23 h 36	11 h 27	5,8	
	21 juillet, 2009	22 h 56	10 h 47	5,78	
♂ Mars	1 juillet, 2009	2 h 22	17 h 07	1,4	À 4,86° de la Lune le 18 à 6h04 dans TAU.
	11 juillet, 2009	2 h 03	17 h 05	1,37	
	21 juillet, 2009	1 h 45	17 h 03	1,33	
♀ Vénus	1 juillet, 2009	2 h 43	17 h 18	-4,14	À 5,96° de la Lune le 18 à 0h06 (+1J) dans TAU.
	11 juillet, 2009	2 h 37	17 h 35	-4,09	
	21 juillet, 2009	2 h 35	17 h 52	-4,05	
☿ Mercure	1 juillet, 2009	4 h 13	19 h 56	-1,13	En conjonction à 1,49° le 13 à 22h16 dans GEM. À 2,68° de la Lune le 22 à 14h58 dans CNC.
	11 juillet, 2009	4 h 59	20 h 52	-2,03	
	21 juillet, 2009	6 h 09	21 h 21	-1,47	
☾ Lune	7 juillet, 2009	21 h 20	5 h 15	---	Éclipse lunaire pénombre le 7 à 5h39. Pleine Lune le 7 à 5h21. Dernier Quartier le 15 à 5h53. Nouvelle Lune le 21 à 22h34. Premier Quartier le 28 à 17h59.
	15 juillet, 2009	0 h 05 (+1J)	14 h 09	---	
	21 juillet, 2009	4 h 37	20 h 37	---	
	28 juillet, 2009	13 h 54	23 h 25	---	

Autres : Il y a 20 étoiles filantes à l'heure au maximum (dans les meilleures conditions) lors de la pluie d'étoiles filantes **Delta Aquarides S.** le 27 à 20h05 (début le 11 et se termine le 18/8). Il y a la **Terre** à son **aphélie** (distance au Soleil=1,01667UA) le 3 à 22h. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 7 **Iris** avec le Soleil (distance au Soleil=2,581UA; magn.=8,5) le 4 à 2h28. Il y a **Lune** à l'**apogée** (distance=406232km) le 7 à 17h39. Il y a **Mercure** à son **périhélie** (distance au Soleil=0,30750UA) le 8 à 9h. Il y a **Lune** au **périgée** (distance=357463km) le 21 à 16h16. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 33 **Polyhymnia** avec le Soleil (distance au Soleil=2,025UA; magn.=10,1) le 28 à 16h57. L'heure indiquée sur cette page est l'heure avancée de l'Est (**HAE**).

Éphémérides mensuelles – Août 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 août, 2009	5 h 43	20 h 33	---	À 2,42° de la Lune le 20 à 6h02 dans LEO.
	11 août, 2009	5 h 55	20 h 18	---	
	21 août, 2009	6 h 08	20 h 01	---	
☿ Mercure	1 août, 2009	7 h 20	21 h 23	-0,6	A 2,97° de Saturne le 17 à 11h14 dans LEO. A 2,58° de la Lune le 22 à 5h34 dans VIR. Plus grande élongation à 27,3° E le 24 à 7h dans LEO.
	11 août, 2009	8 h 08	21 h 10	-0,11	
	21 août, 2009	8 h 40	20 h 47	0,2	
♄ Saturne	1 août, 2009	9 h 16	22 h 12	1,99	En conjonction à 1,97° le 17 à 14h22 dans VIR. À 6,21° de la Lune le 18 à 13h17 dans VIR.
	11 août, 2009	8 h 43	21 h 35	2	
	21 août, 2009	8 h 10	20 h 58	2,01	
♃ Jupiter	1 août, 2009	21 h 05	7 h 07	-2,82	À 3,12° de la Lune le 6 à 15h46 dans CAP. Opposition le 14 à 13h52 dans CAP.
	11 août, 2009	20 h 23	6 h 20	-2,83	
	21 août, 2009	19 h 40	5 h 34	-2,83	
♆ Neptune	1 août, 2009	21 h 05	7 h 18	7,83	À 2,66° de la Lune le 6 à 20h19 dans CAP. Opposition le 17 à 16h54 dans CAP.
	11 août, 2009	20 h 26	6 h 37	7,83	
	21 août, 2009	19 h 46	5 h 57	7,83	
♅ Uranus	1 août, 2009	22 h 12	10 h 02	5,76	À 5,05° de la Lune le 5 à 12h53 dans PSC.
	11 août, 2009	21 h 33	9 h 21	5,75	
	21 août, 2009	20 h 53	8 h 40	5,74	
♂ Mars	1 août, 2009	1 h 27	16 h 58	1,28	À 3,18° de la Lune le 15 à 22h55 dans TAU.
	11 août, 2009	1 h 12	16 h 52	1,23	
	21 août, 2009	0 h 57 (+1J)	16 h 43	1,17	
♀ Vénus	1 août, 2009	2 h 39	18 h 08	-4,02	À 1,69° de la Lune le 17 à 17h11 dans GEM.
	11 août, 2009	2 h 50	18 h 18	-4	
	21 août, 2009	3 h 06	18 h 23	-3,98	
☾ Lune	5 août, 2009	20 h 15	5 h 17	---	Éclipse lunaire pénombre le 5 à 20h39. Pleine Lune le 5 à 20h55. Dernier Quartier le 13 à 14h55. Nouvelle Lune le 20 à 6h01. Premier Quartier le 27 à 7h42.
	13 août, 2009	23 h 10	14 h 25	---	
	20 août, 2009	6 h 21	19 h 57	---	
	27 août, 2009	15 h 03	23 h 12	---	

Autres : Il y a 100 étoiles filantes à l'heure au maximum (dans les meilleures conditions) lors de la pluie d'étoiles filantes **Perséides** le 12 à 13h40 (début le 17/7 et se termine le 24). Il y a **Lune** à l'**apogée** le 3 à 20h42. Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite le 9 à 4h13. Il y a **Lune** au **périgée** le 18 à 0h53 (+1J). Il y a **Mercure** à son **aphélie** le 21 à 9h. Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux satellites le 26 à 21h47. Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite le 26 à 22h24. Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux satellites et deux ombres de satellites le 26 à 22h45. Il y a **Lune** à l'**apogée** le 31 à 7h03. L'heure indiquée sur cette page est l'heure avancée de l'Est (**HAE**).

Éphémérides mensuelles – Septembre 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 septembre, 20 09	6 h 22	19 h 41	---	À 1,97° de Saturne le 17 à 14h22 dans VIR.
	11 septembre, 2009	6 h 35	19 h 21	---	
	21 septembre, 2009	6 h 48	19 h 01	---	
☿ Mercure	1 septembre, 20 09	8 h 49	20 h 11	0,56	A 1,07° de la Lune le 18 à 19h56 dans VIR. En conjonction à 3° le 20 à 6h05 dans VIR. À 4,41° de Saturne le 22 à 5h08 dans VIR.
	11 septembre, 2009	8 h 14	19 h 28	1,34	
	21 septembre, 2009	6 h 45	18 h 40	2,88	
♄ Saturne	1 septembre, 20 09	7 h 34	20 h 17	2,02	A 4,41° de Mercure le 22 à 5h08 dans VIR. A 0,3° de Mercure le 8 à 2h34 dans VIR. À 0,51° de Vénus le 13 à 6h52 dans VIR.
	11 septembre, 2009	7 h 01	19 h 40	1,98	
	21 septembre, 2009	6 h 28	19 h 03	1,93	
♃ Jupiter	1 septembre, 20 09	18 h 54	4 h 43	-2,81	À 2,87° de la Lune le 2 à 15h25 dans CAP.
	11 septembre, 2009	18 h 12	3 h 58	-2,78	
	21 septembre, 2009	17 h 31	3 h 14	-2,73	
♆ Neptune	1 septembre, 20 09	19 h 02	5 h 12	7,83	À 2,6° de la Lune le 3 à 1h19 dans CAP. À 2,66° de la Lune le 30 à 7h34 dans CAP.
	11 septembre, 2009	18 h 22	4 h 31	7,84	
	21 septembre, 2009	17 h 42	3 h 50	7,84	
♅ Uranus	1 septembre, 20 09	20 h 09	7 h 55	5,73	À 5° de la Lune le 2 à 18h02 dans PSC. Opposition le 17 à 5h40 dans PSC.
	11 septembre, 2009	19 h 28	7 h 14	5,73	
	21 septembre, 2009	18 h 48	6 h 32	5,73	
♂ Mars	1 septembre, 20 09	0 h 43 (+1J)	16 h 31	1,09	À 1,11° de la Lune le 13 à 12h10 dans GEM.
	11 septembre, 2009	0 h 31 (+1J)	16 h 17	1,01	
	21 septembre, 2009	0 h 20 (+1J)	16 h 01	0,92	
♀ Vénus	1 septembre, 20 09	3 h 29	18 h 23	-3,97	À 3,04° de la Lune le 16 à 12h11 dans LEO.
	11 septembre, 2009	3 h 53	18 h 18	-3,97	
	21 septembre, 2009	4 h 19	18 h 09	-3,96	
☾ Lune	3 septembre, 20 09	19 h 17	6 h 24	---	Pleine Lune le 4 à 12h02. Dernier Quartier le 11 à 22h16. Nouvelle Lune le 18 à 14h44. Premier Quartier le 25 à 0h49 (+1J).
	11 septembre, 2009	22 h 47	14 h 35	---	
	19 septembre, 2009	6 h 35	18 h 42	---	
	26 septembre, 2009	14 h 39	22 h 49	---	

Autres : Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux satellites le 2 à 0h47 (+1J). Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite le 2 à 0h59 (+1J). Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux satellites et deux ombres de satellites le 3 à 2h46. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 42 **Isis** avec le Soleil (distance au Soleil=1,932UA; magn.=9,4) le 8 à 13h53. Il y a **Lune** au **périgée** (distance=364053km) le 16 à 3 h 55. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 3 **Juno** avec le Soleil (distance au Soleil=2,200UA; magn.=7,4) le 21 à 8h08. Il y a l'**ÉQUINOXE D'AUTOMNE** le 22 à 17h19. Il y a **Lune** à l'**apogée** (distance=404432km) le 27 à 23h33. L'heure indiquée sur cette page est l'heure avancée de l'Est (**HAE**).

Éphémérides mensuelles – Octobre 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 octobre, 2009	7 h 01	18 h 41	---	À 5° de la Lune le 18 à 1h33 dans VIR.
	11 octobre, 2009	7 h 14	18 h 22	---	
	21 octobre, 2009	7 h 28	18 h 04	---	
♃ Jupiter	1 octobre, 2009	16 h 50	2 h 32	-2,68	À 2,98° de la Lune le 27 à 2h39 dans CAP.
	11 octobre, 2009	16 h 10	1 h 52	-2,62	
	21 octobre, 2009	15 h 31	1 h 13	-2,55	
♆ Neptune	1 octobre, 2009	17 h 02	3 h 10	7,85	À 2,86° de la Lune le 27 à 15h10 dans CAP.
	11 octobre, 2009	16 h 23	2 h 30	7,86	
	21 octobre, 2009	15 h 43	1 h 50	7,87	
♅ Uranus	1 octobre, 2009	18 h 08	5 h 51	5,73	A 5° de la Lune le 2 à 18h02 dans PSC. A 5,08° de la Lune le 29 à 0h56 (+1J) dans AQR. Opposition le 17 à 5h40 dans PSC.
	11 octobre, 2009	17 h 28	5 h 09	5,74	
	21 octobre, 2009	16 h 48	4 h 28	5,75	
♂ Mars	1 octobre, 2009	0 h 08 (+1J)	15 h 43	0,81	À 1,11° de la Lune le 11 à 21h03 dans GEM.
	11 octobre, 2009	23 h 56	15 h 22	0,69	
	21 octobre, 2009	23 h 42	14 h 59	0,56	
♀ Vénus	1 octobre, 2009	4 h 45	17 h 57	-3,96	À 0,51° de Saturne le 13 à 6h52 dans VIR. À 6,1° de la Lune le 16 à 9h56 dans VIR.
	11 octobre, 2009	5 h 11	17 h 43	-3,96	
	21 octobre, 2009	5 h 38	17 h 29	-3,96	
☿ Mercure	1 octobre, 2009	5 h 33	18 h 09	0,35	A 0,3° de Saturne le 8 à 2h34 dans VIR. A 6,77° de la Lune le 17 à 1h22 dans VIR. Plus grande élongation à 17,9° O le 5 à 19h dans VIR.
	11 octobre, 2009	5 h 43	17 h 58	-0,96	
	21 octobre, 2009	6 h 32	17 h 51	-1,26	
♄ Saturne	1 octobre, 2009	5 h 55	18 h 27	1,94	A 0,3° de Mercure le 8 à 2h34 dans VIR. A 0,51° de Vénus le 13 à 6h52 dans VIR. À 6,45° de la Lune le 16 à 3h55 dans VIR.
	11 octobre, 2009	5 h 23	17 h 50	1,94	
	21 octobre, 2009	4 h 49	17 h 13	1,94	
☾ Lune	4 octobre, 2009	18 h 20	7 h 36	---	Pleine Lune le 4 à 2h10. Dernier Quartier le 11 à 4h56. Nouvelle Lune le 18 à 1h33. Premier Quartier le 25 à 20h42.
	11 octobre, 2009	0 h 16 (+1J)	15 h 01	---	
	18 octobre, 2009	8 h 03	17 h 54	---	
	25 octobre, 2009	14 h 22	23 h 46	---	

Autres : Il y a 23 étoiles filantes à l'heure au maximum (dans les meilleures conditions) lors de la pluie d'étoiles filantes **Orionides** le 21 à 4h25 (début le 2 et se termine le 7/11). Il y a **Vénus** à son **périhélie** (distance au Soleil=0,71840UA) le 3 à 0h (+1J). Il y a **Mercure** à son **périhélie** (distance au Soleil=0,30750UA) le 4 à 9h. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 18 **Melpomene** avec le Soleil (distance au Soleil=1,794UA; magn.=7,9) le 10 à 10h22. Il y a l'**opposition** de l'astéroïde 89 **Julia** avec le Soleil (distance au Soleil=2,105UA; magn.=9,3) le 10 à 12h38. Il y a **Lune** au **périgée** (distance=369067km) le 13 à 8h28. Il y a **Lune** à l'**apogée** (distance=404166km) le 25 à 19h18. L'heure indiquée sur cette page est l'heure avancée de l'Est (**HAE**).

Éphémérides mensuelles – Novembre 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 novembre, 2009	6 h 44 HNE	16 h 46 HNE	---	À 0,21° de Mercure le 5 à 3h02 HNE dans LIB.
	11 novembre, 2009	6 h 59 HNE	16 h 33 HNE	---	
	21 novembre, 2009	7 h 13 HNE	16 h 23 HNE	---	
♃ Jupiter	1 novembre, 2009	13 h 49 HNE	23 h 29 HNE	-2,47	À 3,38° de la Lune le 23 à 14h45 HNE dans CAP.
	11 novembre, 2009	13 h 11 HNE	22 h 54 HNE	-2,41	
	21 novembre, 2009	12 h 35 HNE	22 h 21 HNE	-2,34	
♆ Neptune	1 novembre, 2009	13 h 59 HNE	1 h 06 HAE	7,89	À 3,12° de la Lune le 23 à 22h35 HNE dans CAP.
	11 novembre, 2009	13 h 20 HNE	23 h 23 HNE	7,9	
	21 novembre, 2009	12 h 41 HNE	22 h 44 HNE	7,91	
♅ Uranus	1 novembre, 2009	15 h 04 HNE	2 h 44 HNE	5,76	À 5,4° de la Lune le 23 à 16h43 HNE dans AQR.
	11 novembre, 2009	14 h 25 HNE	2 h 03 HNE	5,78	
	21 novembre, 2009	13 h 45 HNE	1 h 23 HNE	5,8	
♂ Mars	1 novembre, 2009	22 h 25 HNE	13 h 32 HNE	0,39	À 3,24° de la Lune le 8 à 23h21 HNE dans CNC.
	11 novembre, 2009	22 h 06 HNE	13 h 06 HNE	0,22	
	21 novembre, 2009	21 h 44 HNE	12 h 37 HNE	0,03	
♄ Saturne	1 novembre, 2009	3 h 13 HNE	15 h 32 HNE	1,93	À 7,14° de la Lune le 10 à 0h07 HNE dans VIR.
	11 novembre, 2009	2 h 39 HNE	14 h 55 HNE	1,91	
	21 novembre, 2009	2 h 04 HNE	14 h 18 HNE	1,89	
♀ Vénus	1 novembre, 2009	5 h 08 HNE	16 h 14 HNE	-3,95	À 6,1° de la Lune le 15 à 10h41 HNE dans LIB.
	11 novembre, 2009	5 h 36 HNE	16 h 02 HNE	-3,95	
	21 novembre, 2009	6 h 05 HNE	15 h 52 HNE	-3,94	
☿ Mercure	1 novembre, 2009	6 h 31 HNE	16 h 43 HNE	-1,28	En conjonction à 0,21° le 5 à 3h02 HNE dans LIB. À 2,83° de la Lune le 17 à 4h22 HNE dans SCO.
	11 novembre, 2009	7 h 22 HNE	16 h 39 HNE	-1,06	
	21 novembre, 2009	8 h 09 HNE	16 h 42 HNE	-0,83	
☾ Lune	2 novembre, 2009	16 h 15 HNE	6 h 44 HNE	---	Pleine Lune le 2 à 14h14 HNE. Dernier Quartier le 9 à 10h56 HNE. Nouvelle Lune le 16 à 14h14 HNE. Premier Quartier le 24 à 16h39 HNE.
	9 novembre, 2009	23 h 44 HNE	13 h 04 HNE	---	
	16 novembre, 2009	7 h 11 HNE	15 h 57 HNE	---	
	24 novembre, 2009	12 h 29 HNE	23 h 47 HNE	---	

Autres : Il y a >20 étoiles filantes à l'heure au maximum (dans les meilleures conditions) lors de la pluie d'étoiles filantes **Léonides** le 17 à 8h49 HNE (début le 14 et se termine le 21). Il y a le **PASSAGE À L'HEURE NORMALE** le 1 à 2h HNE. Il y a **Lune** au **périgée** (distance=368903km) le 7 à 2h30 HNE. Il y a **Mercure** à son **aphélie** (distance au Soleil=0,46670UA) le 17 à 7h HNE. Il y a un **transit multiple** sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite le 20 à 17h43 HNE. Il y a **Lune** à l'**apogée** (distance=404733km) le 22 à 15h07 HNE. Il y a l'indication de l'avance ou non de l'heure partout sur cette page.

Éphémérides mensuelles – Décembre 2009

Planète ou astre	Date	Lever	Coucher	Magnitude	Événement
☉ Soleil	1 décembre, 2009	7 h 26	16 h 16	---	À 2,34° de la Lune le 16 à 7 h 02 dans OPH.
	11 décembre, 2009	7 h 36	16 h 14	---	
	21 décembre, 2009	7 h 43	16 h 17	---	
☿ Mercure	1 décembre, 2009	8 h 49	16 h 56	-0,74	À 1,37° de la Lune le 18 à 2h52 dans SGR. Plus grande élongation à 20,2° E le 18 à 18h dans SGR.
	11 décembre, 2009	9 h 14	17 h 22	-0,70	
	21 décembre, 2009	9 h 11	17 h 44	-0,35	
♃ Jupiter	1 décembre, 2009	11 h 58	21 h 49	-2,28	À 0,53° de Neptune le 21 à 3 h 56 dans CAP.
	11 décembre, 2009	11 h 23	21 h 18	-2,22	
	21 décembre, 2009	10 h 48	20 h 48	-2,17	
♆ Neptune	1 décembre, 2009	12 h 02	22 h 06	7,92	À 0,53° de Jupiter le 21 à 3 h 56 dans CAP. À 3,31° de la Lune le 21 à 7 h 06 dans CAP.
	11 décembre, 2009	11 h 23	21 h 27	7,93	
	21 décembre, 2009	10 h 44	20 h 49	7,94	
♅ Uranus	1 décembre, 2009	13 h 06	0 h 44	5,81	À 5,4° de la Lune le 23 à 16 h 43 dans AQR.
	11 décembre, 2009	12 h 26	0 h 04	5,83	
	21 décembre, 2009	11 h 47	23 h 22	5,85	
♂ Mars	1 décembre, 2009	21 h 18	12 h 06	-0,18	À 5,08° de la Lune le 6 à 18h51 dans LEO.
	11 décembre, 2009	20 h 46	11 h 33	-0,40	
	21 décembre, 2009	20 h 08	10 h 58	-0,62	
♄ Saturne	1 décembre, 2009	1 h 29	13 h 40	1,86	À 7,14° de la Lune le 10 à 0 h 07 dans VIR.
	11 décembre, 2009	0 h 53	13 h 02	1,83	
	21 décembre, 2009	0 h 16	12 h 24	1,80	
♀ Vénus	1 décembre, 2009	6 h 33	15 h 47	-3,94	À 3,1° de la Lune le 15 à 17h17 dans OPH. À 5,4° de Pluton le 28 à 1h48 dans SGR.
	11 décembre, 2009	6 h 59	15 h 47	-3,93	
	21 décembre, 2009	7 h 22	15 h 54	-3,93	
☾ Lune	2 décembre, 2009	16 h 23	8 h 03	---	Éclipse lunaire partielle le 31 à 14h23. Pleine Lune le 2 à 2h30. Dernier Quartier le 8 à 19h13. Nouvelle Lune le 16 à 7h02. Premier Quartier le 24 à 12h36. Pleine Lune le 31 à 14h13.
	8 décembre, 2009	n/a	11 h 54	---	
	16 décembre, 2009	8 h 02	16 h 16	---	
	24 décembre, 2009	11 h 27	n/a	---	
	31 décembre, 2009	16 h 21	7 h 44	---	

Autres : Il y a 120 étoiles filantes à l'heure au maximum (dans les meilleures conditions) lors de la pluie d'étoiles filantes **Géminides** le 13 à 23h02 (début le 6 et se termine le 17). Il y a **Lune** au **périgée** (distance=363480km) le 4 à 9h12. Il y a **l'opposition** de l'astéroïde 19 **Fortuna** avec le **Soleil** (distance au **Soleil**=2,137UA; magn.=9,6) le 9 à 22h31. Il y a **Lune** à **l'apogée** (distance=405731km) le 20 à 9h54. Il y a le **SOLSTICE D'HIVER** le 21 à 12h47. Il y a **Mercure** à son **périhélie** (distance au **Soleil**=0,30750 UA) le 31 à 7h. L'heure indiquée sur cette page est l'heure normale de l'est (**HNE**).

