

# Le ciel en 2020

par **Jean DERVIEUX**

Lycée Blaise Pascal - 63000 Clermont-Ferrand

[jean.dervieux@ac-clermont.fr](mailto:jean.dervieux@ac-clermont.fr)

**A** PRÈS UN RETOUR sur quelques événements marquants de l'année écoulée, sont discutées comme à l'habitude la visibilité des planètes en 2020, leurs situations héliocentriques et leurs conditions d'observation ainsi que les données nécessaires à la réalisation d'un planétaire et à sa mise à jour tout au long de l'année. Suit la mise à l'heure des cadrans solaires et un recensement des éclipses qui se produiront cette année. Ce sont là des informations de base pour suivre l'essentiel de ce qui se passe dans le ciel visible à l'œil nu (mis à part les phases de la Lune qui figurent dans tous les calendriers !) et les données fournies se prêtent le cas échéant à un travail pédagogique. Pour plus d'informations on pourra consulter des sites Internet du type « Ciel du mois », des revues comme « L'Astronomie » ou « Ciel & Espace », et des ouvrages comme le « Guide du ciel » de Guillaume Cannat ou le « Guide de données astronomiques » de l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides (IMCCE), publié chaque année (par EDP Sciences) et présenté dans la rubrique « Nous avons lu ».

## 1. RETOUR SUR 2019

### 1.1. Passage de Mercure devant le Soleil le 11 novembre 2019

En novembre dernier, le passage de Mercure en conjonction inférieure (entre la Terre et le Soleil) s'est accompagné du phénomène de « transit », c'est-à-dire que depuis la Terre, on a pu observer en ombre chinoise le passage de la planète devant le disque solaire<sup>(1)</sup>. Les orbites n'étant pas exactement coplanaires, ces transits, qui se produisent en mai ou novembre, sont peu fréquents, et le prochain n'aura lieu que le 13 novembre 2032 (il sera visible en partie en France le matin). En attendant, de nombreuses images et films sont disponibles sur le site dédié de la NASA<sup>(2)</sup>, illustrant magnifiquement la variété des observations faites dans différents domaines spectraux par le satellite SDO (*Solar Dynamics Observatory*, lancé en 2010, pour une fin de mission prévue en 2020).

La sonde européenne *Proba-2 a*, elle aussi, obtenu de belles images dans l'ultraviolet lointain, et on peut retrouver sur le site de l'ESA une animation dont est extraite

(1) <https://www.obspm.fr/passage-de-mercure-devant-le.html>

(2) <https://mercurytransit.gsfc.nasa.gov/2019/>, films téléchargeables au format mp4.

l'image suivante<sup>(3)</sup> (cf. figure 1). Distinguez-vous Mercure ? On mesure à quel point notre étoile est gigantesque par rapport aux planètes telluriques !

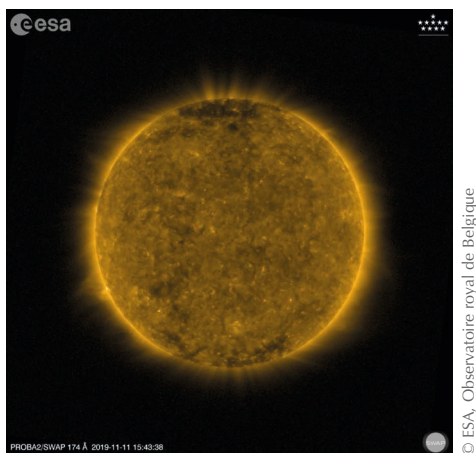


Figure 1 - Transit de Mercure du 11 novembre 2019.

## 1.2. Le prix Nobel de physique<sup>(4)</sup>

Le prix de physique 2019 a été attribué par le Comité Nobel pour moitié à James Peebles, considéré comme rien moins que « le père de la cosmologie moderne », et pour moitié aux astrophysiciens suisses Michel Mayor et Didier Queloz, célèbres pour la découverte en 1995 de 51 Pegasi b, un « Jupiter chaud », première planète découverte en orbite autour d'une étoile de la séquence principale<sup>(5)</sup>.

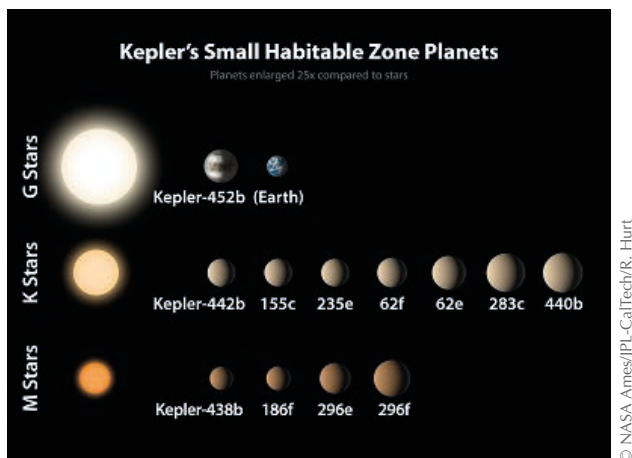
On connaît aujourd'hui environ quatre mille de ces « autres mondes » pressentis par Fontenelle ou Giordano Bruno... mais en fait ces « exoplanètes » se comptent sans doute en centaines de milliards rien que dans notre galaxie !

Les premières détectées, très grosses et proches de leur étoile, provoquèrent bien des interrogations. Les progrès matériels aidant, on a détecté depuis des exoplanètes très variées, et au mois d'août 2019 on annonçait que GJ357d, à 31 années-lumière (a.l.) de la Terre, serait susceptible de conserver de l'eau liquide, milieu *a priori* propice à la vie... (cf. figure 2, page ci-contre).

(3) [http://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Videos/2019/11/Proba-2\\_watches\\_Mercury\\_transit](http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2019/11/Proba-2_watches_Mercury_transit)

(4) <https://www.sfpnet.fr/laureats-du-prix-nobel-de-physique-2019>

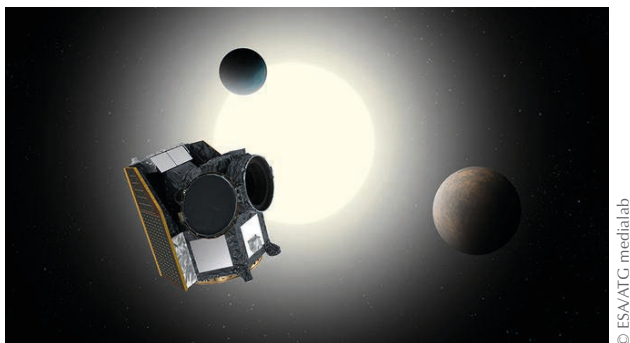
(5) Dans l'absolu, les premières exoplanètes découvertes le furent en 1992, orbitant à la surprise générale autour d'un pulsar, c'est-à-dire un résidu de supernova.



**Figure 2** - Vue d'artiste de la douzaine de planètes, découvertes par le satellite Kepler, aux caractéristiques relativement proches de celles de la Terre.

Et puis, dans une autre catégorie, les médias titraient fin septembre 2019 : « *GJ 3512b, la planète qui ne devrait pas exister* » : planète géante en orbite autour d'une étoile naine, elle remet en cause les modèles de formation admis et opérationnels jusque-là !

En décembre 2019 a été lancé CHEOPS (*CHaracterising ExOPlanet Satellite*), projet mené sous la direction de Didier Queloz (cf. figure 3). Il ne s'agit pas pour ce télescope spatial de découvrir de nouvelles exoplanètes, rôle actuellement dévolu à TESS (*Transiting Exoplanet Survey Satellite*), successeur de COROT (2006-2012) et de



**Figure 3** - Vue d'artiste du satellite CHEOPS, avec en arrière-plan un système d'exoplanètes.

KEPLER<sup>(6)</sup> (2009-2018). CHEOPS va plutôt se consacrer à la mesure plus précise de la taille de planètes déjà répertoriées, afin de permettre de mieux évaluer leur densité et donc leur composition possible.

Pour en savoir plus : <http://exoplanet.eu/>, une encyclopédie des planètes extrasolaires.

### 1.3. La planète X

Planète X... « X » comme « 10 » en chiffres romains, pour désigner la dixième planète d'un système solaire à préciser ? ou « X » ([iks]), comme en mathématiques on désigne une grandeur inconnue ? planète hypothétique, porteuse de vie ou de mort ? révélatrice de quels mystères ? promesse de catastrophes ou de connaissance ?

Dans les années suivant la Deuxième Guerre mondiale, les astronomes se sont convaincus de l'existence de nombreux petits astres lointains dans le système solaire : ceinture de Kuiper au-delà de l'orbite de Pluton, et beaucoup plus lointain, le nuage de Oort, réservoir de noyaux cométaires situé aux limites de l'influence gravitationnelle du Soleil... À la fin du xx<sup>e</sup> siècle, on découvrit les KBO (*Kuiper Belt Object*), et des objets dits « épars » : QB1 (15760 *Albion*) en 1992, puis *Varuna*, *Quaoar*, *Orcus*... *Sedna* en 2003, et en 2005 *Eris* qui fit beaucoup parler d'elle. Ses découvreurs californiens<sup>(7)</sup> la pensaient nettement plus grosse que Pluton et annoncèrent la découverte de la planète X ! Mais finalement, bien qu'elle soit d'un quart plus massive, les mesures lui donnèrent une taille un poil (1 à 2 %) plus petite que celle de Pluton, et après toutes ces disputes cette planète naine fut baptisée *Eris*, du nom de la déesse grecque de la discorde, et son satellite *Dysnomia*, c'est-à-dire l'anarchie !

C'était bien le cas, puisque les découvertes s'accumulaient, que Pluton n'était le plus gros transneptunien qu'à quelques dizaines de kilomètres près, et n'était que le deuxième en masse... d'où la création du statut de « planète naine » évoqué plus loin.

Mais malgré cette situation confuse, une planète « X » est plus que jamais recherchée aux confins du système solaire... sauf que c'est aujourd'hui la « *Planet Nine* » qu'il convient de traquer ! Nous savons avec Neptune et Pluton (cf. infra) qu'une nouvelle planète peut être identifiée de deux façons : par détection de son mouvement par rapport aux étoiles fixes sur des photographies ou, si elle est suffisamment massive, par son influence gravitationnelle sur les mouvements de corps bien connus, comme les mouvements d'un troupeau indiqueraient la présence d'un chien de berger.

(6) <https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/astronomie-kepler-retour-plus-belles-decouvertes-ce-grand-chasseur-exoplanetes-73413/>

(7) M. Brown, C. Trujillo et D. Rabinowith, du CalTech, à l'aide d'un télescope de l'observatoire du Mont Palomar.

Et justement, l'étude des orbites des principaux objets connus de la ceinture de Kuiper suggère actuellement à plusieurs astronomes<sup>(8)</sup> l'existence d'une grosse planète qui pourrait être entre cinq et dix fois plus massive que la Terre<sup>(9)</sup>, serait environ vingt fois plus loin que Neptune et parcourrait son orbite en cent fois plus de temps, soit 15 à 20 000 ans... Ce pourrait être aussi un anneau de petits corps glacés... mais l'hypothèse d'une planète est plus excitante ! Si elle existe, elle ne sera pas facile à trouver à une telle distance... Compte tenu de l'évolution des moyens d'observation, nous devrions être fixés dans quelques années, et au moins une chose est sûre : il ne faudra pas l'appeler Nibiru<sup>(10)</sup>, car, habitée ou non, jamais son orbite ne la rapprochera de la Terre !

Enfin – *last but not least* – l'hypothèse de deux physiciens américains (Jakub Scholtz et James Unwin), publiée par divers médias<sup>(11)</sup> lundi 30 septembre 2019 : ils expliquent qu'un trou noir de la taille d'une boule de bowling aurait les mêmes effets sur les transneptuniens que la *Planet Nine* évoquée ! De tels trous noirs dits « primordiaux », encore hypothétiques, se seraient formés dans l'Univers jeune et très dense. Si l'un d'eux gravite autour de notre système, il devrait provoquer des émissions de rayons gamma détectables... à suivre donc !

De l'hypothétique planète X complétant une série familière, à un possible trou noir en maraude aux confins obscurs de notre petit système solaire... quelle aventure !

## 2. LES PLANÈTES

### 2.1. L'observation des planètes en 2020

#### 2.1.1. Comment repérer une planète dans le ciel

À l'œil nu, l'apparence des planètes ressemble à première vue à celle des étoiles : ce sont des points plus ou moins brillants dans le fourmillement céleste. Mais une observation attentive permet de constater plusieurs particularités :

- ◆ les planètes visibles à l'œil nu sont parmi les astres les plus brillants du ciel ;
- ◆ elles ne scintillent pas ;
- ◆ leur éclat varie lentement en fonction de leur position par rapport à la Terre et au Soleil ;
- ◆ avec des jumelles ou un petit télescope, une planète présente un diamètre apparent

(8) En particulier Konstantin Batygin et Mike Brown, CalTech.

(9) Le rapport à la masse de la Terre est de  $17\times$  pour Neptune,  $95\times$  pour Saturne,  $318\times$  pour Jupiter.

(10) <https://fr.wikipedia.org/wiki/Nibiru>

(11) <https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/systeme-solaire-externe-si-planete-9-introuvable-cest-peut-etre-parce-que-cest-trou-noir-61322/>

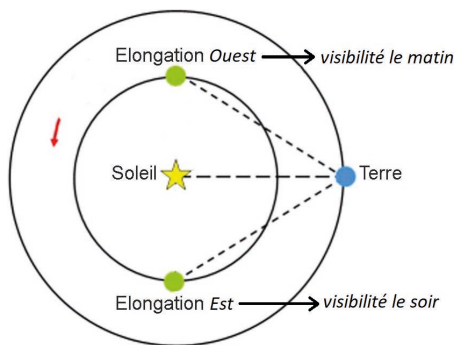
alors que les étoiles n'apparaissent toujours que sous l'aspect d'un point ;

- ◆ les planètes vues de la Terre se déplacent sur le fond d'étoiles fixes ; les orbites des autres planètes étant peu inclinées par rapport au plan de l'écliptique (plan contenant l'orbite terrestre), elles passent comme le Soleil devant les constellations du zodiaque.

La visibilité d'une planète à un instant donné, hors considérations météorologiques, est conditionnée par sa position relative à celles de la Terre et du Soleil, ce dernier pouvant parfois être un obstacle à leur observation.

Les configurations des planètes les plus proches changent très rapidement, alors que les plus lointaines (Jupiter, Saturne) se déplacent lentement ; en conséquence, il y a chaque année plusieurs périodes de visibilité de Mercure et de Vénus, tandis que Jupiter et Saturne peuvent être visibles ou invisibles de longs mois.

Mercure et Vénus ne sont visibles qu'en soirée ou en fin de nuit (cf. figure 4), mais jamais la nuit entière. Toutes les autres planètes peuvent être observées à différentes heures de la nuit selon leur période de visibilité.



© IMCCE/Observatoire de Paris

Figure 4 - Élongation d'une planète inférieure.

### 2.1.2. Positions relatives de la Terre, du Soleil et d'une planète

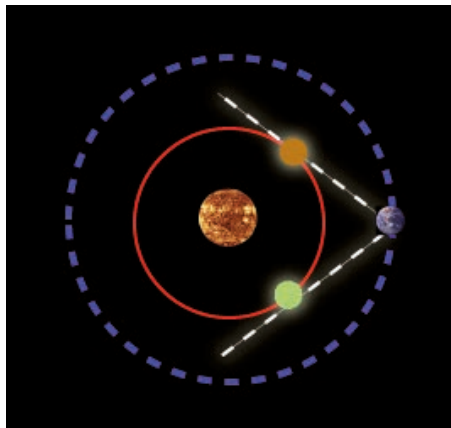
Les planètes dites *inférieures* sont plus proches du Soleil que la Terre ; ce sont Mercure et Vénus. L'écart angulaire par rapport au Soleil de ces planètes, nommé élongation, oscille périodiquement entre un maximum vers l'Est et un maximum symétrique vers l'Ouest : environ  $28^\circ$  pour Mercure et  $47^\circ$  pour Vénus.

Sachant que la rotation propre de la Terre se fait à raison de  $15^\circ$  par heure, ces planètes ne sont observables que dans un intervalle de quelques heures autour du lever (si élongation Ouest) ou du coucher du Soleil (si élongation Est). L'observation est naturellement meilleure en situation d'élongation maximale.

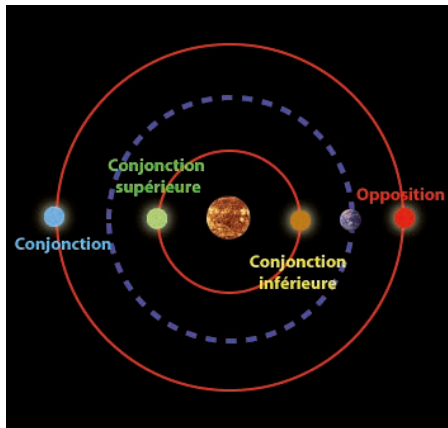
D'autres configurations remarquables sont les rapprochements apparents d'astres

vis dans des directions proches par un observateur donné : les conjonctions.

On présentera dans la partie 2 les conjonctions de planètes. Commençons par la conjonction d'une planète avec le Soleil pour un observateur terrestre, ce qui signifie que la Terre, le Soleil et la planète considérée sont approximativement alignés.



**Figure 5** - Élongations maximales d'une planète inférieure.



**Figure 6** - Conjonctions - Opposition.

Pour Mercure et Vénus, il y a *conjonction supérieure* lorsque la planète est à l'opposé de la Terre par rapport au Soleil (elle est donc invisible) et *conjonction inférieure* lorsque la planète est entre le Soleil et la Terre. Elle est donc *a priori* invisible, mais selon la précision de l'alignement, il y a ou non passage apparent de la planète devant le Soleil, ce qu'on appelle un transit (cf. supra).

Enfin, pour une planète supérieure (c'est-à-dire à partir de Mars), il y a une conjonction lorsque la planète est à l'opposé de la Terre par rapport au Soleil (elle est donc invisible), et une opposition lorsque la planète est à l'opposé du Soleil par rapport à la Terre (c'est-à-dire que, vue de la planète, la Terre serait en conjonction inférieure). L'opposition est la meilleure configuration d'observation puisque la planète est alors bien éclairée durant la nuit terrestre, et qu'elle se trouve au plus près de la Terre (la distance précise varie d'une opposition à l'autre selon l'excentricité de l'orbite).

### 2.1.3. Période synodique

La période synodique  $T_{p/T}$  d'une planète observée depuis la Terre est la durée séparant deux configurations Terre-Soleil-Planète identiques, par exemple deux oppositions. Un planétaire ou un simple schéma permettent de comprendre que, pendant cette durée, la planète la plus proche du Soleil accomplit une révolution de plus que

l'autre, d'où la relation avec les périodes orbitales  $T_T$  et  $T_P$  :

$$\frac{T_{P/T}}{T_T} = \frac{T_{P/T}}{T_P} \pm 1 \Leftrightarrow \frac{1}{T_{P/T}} = \pm \left( \frac{1}{T_T} - \frac{1}{T_P} \right).$$

On peut ainsi calculer les valeurs (arrondies) suivantes pour les cinq planètes facilement visibles (cf. tableau 1).

	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
$T_{P/T}$ (unités terrestres)	4 mois	1 an 7 mois	2 ans 2 mois	1 an 1 mois	1 an 13 jours

Tableau 1

Comme nous le verrons dans la suite, les configurations de Mercure changent très rapidement étant donnée la rapidité de sa révolution héliocentrique, ce qui permet plusieurs périodes de visibilité, mais courtes, chaque année.

Les planètes Vénus et Mars ayant les périodes les plus proches de celle de la Terre, c'est elles qui auront les périodes synodiques les plus longues. C'est pourquoi en 2020, nous retrouverons comme en 2018 de belles conditions d'observation de Mars, mais avec une opposition mi-octobre au lieu de fin juillet.

On comprend que pour les planètes les plus éloignées,  $T_P \gg T_T \Rightarrow T_{P/T} \cong T_T$ , soit en pratique un peu plus d'un an : c'est ainsi que nous retrouverons Jupiter en opposition à mi-juillet en 2020, alors que c'était mi-juin en 2019.

2.1.4. Diagramme de visibilité

En se plaçant figure 7 (cf. page ci-contre) au niveau d'un jour donné, on visualise l'élongation entre la planète considérée et le Soleil, convertie en décalage temporel sur la base de quatre minutes par degré, correspondant à la rotation de la Terre sur son axe :

- ◆ *décalage nul* : conjonction, l'astre est invisible car son mouvement apparent est en phase avec celui du Soleil et il traverse le ciel de jour ;
- ◆ *décalage de douze heures (planètes supérieures seulement)* : opposition, passage au méridien à minuit, visibilité optimale ;
- ◆ *décalage négatif* : l'astre se lève plus tôt que le Soleil, il sera visible le matin ; décalage positif : l'astre se couche plus tard que le Soleil, il sera visible le soir.

Par exemple, on observe pour cette année que :

- ◆ Jusqu'au milieu du mois de mai (jour 135), Vénus sera bien visible dans le ciel du soir, avec plus de 2h de retard sur le Soleil.
- ◆ Mercure étant plus proche du Soleil se déplace beaucoup plus rapidement et change de configuration plus rapidement aussi ; en début d'année, la période d'observation la plus favorable s'étendra du 10 mars (jour 70) au 10 avril (jour 100), le matin puisque Mercure aura presque 2h d'avance sur le Soleil.



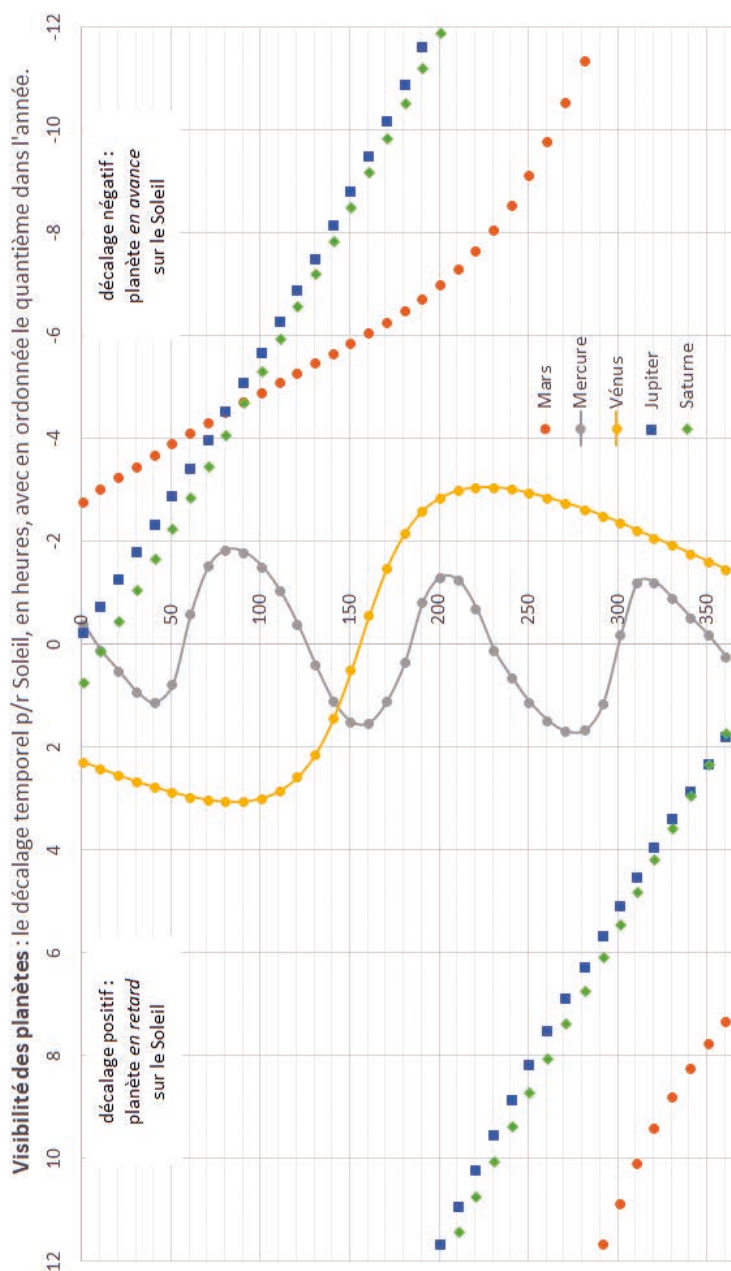


Figure 7 - Diagramme de visibilité des planètes (d'après données NASA).

- ◆ Les courbes de Mercure et Vénus se croisent vers la fin du mois de mai (21/22), ce qui signifie que les deux planètes apparaîtront très proches dans le ciel du coucher du Soleil. Il en sera de même pour Jupiter et Saturne fin décembre (le 21).
- ◆ En automne, la planète Mars sera en opposition de phase avec le Soleil et sera donc visible toute la nuit, passant au méridien en milieu de nuit.
- ◆ etc.

Les principales observations déduites de ce diagramme (cf. figure 7, page ci-précédente) sont présentées ci-après. Pour plus de précision et pour visualiser les phénomènes, on pourra utiliser le logiciel libre *Stellarium*.

### Mercury

Il est toujours assez difficile d'observer la planète la plus proche du Soleil et on doit la rechercher à proximité de l'astre du jour juste après son coucher ou juste avant son lever. On ne peut donc repérer Mercure que le soir dans les lueurs du couchant ou le matin dans la luminosité de l'aube naissante, et toujours assez basse sur l'horizon. Les jumelles sont alors des outils appréciables et il faut choisir les périodes où la planète est la plus écartée possible du Soleil (élongations maximales) pour l'observer dans les meilleures conditions. L'orbite de Mercure étant fortement excentrée, certaines élongations maximales peuvent être plus intéressantes que d'autres et atteindre presque  $28^\circ$ , mais, même dans ces conditions, il ne faut pas espérer observer Mercure beaucoup plus d'une heure, soit le soir, soit le matin. La période de visibilité de la planète s'étale sur environ une semaine autour de chaque date d'élongation maximale. Le graphique met en évidence les plus grandes élongations :

- ◆ *du soir* : 10 février ( $18,2^\circ$  E) ; 4 juin ( $23,6^\circ$  E) ; 1<sup>er</sup> octobre ( $25,8^\circ$  E) ;
- ◆ *du matin* : 24 mars ( $27,8^\circ$  O) ; 22 juillet ( $20,1^\circ$  O) ; 10 novembre ( $19,1^\circ$  O).

Un autre élément doit également être pris en compte : l'inclinaison de l'écliptique par rapport à l'horizon qui est variable en fonction de la période de l'année. Pour ce dernier critère, les élongations de mars à septembre sont à privilégier, l'éclat de la petite planète est alors moins atténué par l'absorption atmosphérique.

### Vénus

Astre le plus brillant du ciel après le Soleil et la Lune, Vénus se remarque facilement dans ses périodes de visibilité, apparaissant ou persistant seule dans le ciel clair de l'aube ou du crépuscule ; on peut s'aider de jumelles pour chercher à la repérer le plus tôt ou le plus tard possible dans le ciel encore – ou déjà – bleu. C'est elle qui a été surnommée « l'étoile du berger ».

En ce début d'année, elle sera bien visible le soir, culminant à son élongation maximale le 24 mars ( $46,6^\circ$  O) ; à la mi-mai, elle amorcera un mouvement apparent rétrograde puis sera invisible pendant quelques semaines (conjonction inférieure le

4 juin) ; elle reviendra avec l'été et sera bien visible, le matin, pour la suite de l'année (élongation maximale de  $45,8^\circ$  le 13 août).

### Mars

Après une année 2019 bien peu propice à l'observation de la planète rouge, les choses s'arrangent spectaculairement en 2020 ! La courbe de visibilité montre que Mars sera visible tout d'abord à l'aube, puis se lèvera de plus en plus tôt, la configuration optimale – l'opposition – ayant lieu le 13 octobre. Tout en se couchant de plus en plus tôt, la planète sera encore visible une grande partie de la nuit pour la fin de l'année.

Les oppositions sont *a priori* les meilleures périodes d'observation, cependant toutes ne se valent pas : en raison des excentricités des orbites, la distance de Mars à la Terre lors d'une opposition peut varier de 56 à 101 millions de kilomètres ! Le 13 octobre prochain, Mars n'apparaîtra pas aussi grosse que lors de la précédente et remarquable opposition, le 27 juillet 2018, mais elle sera nettement plus haute dans le ciel et son rayonnement sera donc moins absorbé par l'atmosphère terrestre. Elle sera alors plus brillante que Jupiter.

Pendant que nous admirerons l'éclat croissant de Mars dans le ciel d'été (elle aura une magnitude apparente négative dès le début du mois de juin), la mission spatiale « Mars 2020 » prendra son envol ! La fenêtre de lancement s'étendra du 17 juillet au 5 août, pour une arrivée en février 2021<sup>(12)</sup>. Ses objectifs sont ambitieux : approfondir l'étude du climat et de la géologie, déterminer s'il y a jamais eu de la vie sur Mars, et préparer l'exploration humaine. Le rover 2020, s'il est basé sur la technique éprouvée de *Curiosity*, se déplacera davantage et aura de meilleures capacités de collecte d'échantillons. On le voit ci-dessus (cf. figure 8) à l'essai en Islande, en juillet 2019.



**Figure 8 - Sand-e (Semi-Autonomous Navigation for Detrital Environments) à l'épreuve en Islande.**

### Jupiter et Saturne

Le graphique montre bien le rapprochement qui s'opère entre ces deux planètes vues de la Terre, et qui conduira à une conjonction – très serrée – le 21 décembre 2020.

(12) <https://mars.nasa.gov/mars2020/>

Avec un peu d'avance sur sa commère, Jupiter commencera à apparaître à l'aube dès janvier, mais bien basse sur l'horizon, et il faudra attendre un mois de plus pour voir Saturne à sa suite. Au mois de mars, ces deux astres prendront de la hauteur dans le ciel du petit matin. Au printemps, ces planètes se lèveront de plus en plus tôt, pour être admirées toute la nuit en juillet, avec des oppositions le 14 pour Jupiter, le 20 pour Saturne. Se couchant de plus en plus tôt dans les mois suivants, elles seront observables en première partie de nuit, puis au crépuscule, se rapprochant de plus en plus l'une de l'autre... jusqu'à la conjonction décrite plus loin.

### Uranus

Peu de changement d'une année sur l'autre au vu de la longue période orbitale (84 ans). En conjonction avec le Soleil le 26 avril et en opposition le 31 octobre.

Uranus est théoriquement visible à l'œil nu puisque sa magnitude apparente varie entre 5,3 et 6, valeur considérée comme la limite accessible, mais il faut de très bonnes conditions d'observation : ciel bien noir (pas de Lune, pas de pollution lumineuse) et hauteur suffisante au-dessus de l'horizon.

Si l'on reprend les critères énoncés au début de cette section, on comprend que malgré cette visibilité plus facile sous un ciel préindustriel, cette planète n'ait pas été répertoriée par les anciens : son éclat est très faible, son diamètre apparent imperceptible sans un télescope d'un certain diamètre, et elle se déplace très lentement devant les étoiles fixes. Elle avait d'ailleurs été repérée, mais notée comme une étoile (34 Tauri) par le célèbre astronome anglais John Flamsteed en 1690 ! C'est seulement le 26 avril 1781 que l'astronome William Herschel annonça sa découverte, faite chez lui à Bath, le 13 mars, grâce à un télescope de sa fabrication, celui « de sept pieds » (distance focale du miroir primaire) grossissant deux cent vingt-sept fois. L'observation de la septième planète du système solaire est aujourd'hui à la portée de tout un chacun, encore fallait-il l'identifier !

On pourra essayer de l'observer plus simplement, avec des jumelles, le 8 mars 2020 : en effet, ce jour-là, la brillante et immanquable Vénus ne sera qu'à 2,2° à droite d'Uranus, dans une zone du ciel peu étoilée, ce qui permettra de repérer facilement notre discrète héroïne (2° : à peu près la largeur de l'index, bras tendu). Quelques jours plus tard, Vénus s'étant éloignée, et Uranus n'ayant pas bougé par rapport aux étoiles, on pourra tenter de la retrouver à l'œil nu, avant bien sûr le lever de la Lune.

William Herschel s'est fait connaître par la qualité des instruments qu'il fabriquait, et c'est un bel hommage que d'avoir baptisé de son nom un télescope spatial doté du plus grand miroir mis en orbite à ce jour (3,5 m), et qui a accumulé plus de 25 000 heures d'observations infrarouges et submillimétriques entre 2009 et 2013, avant d'être contraint à l'arrêt par l'épuisement de ses réserves d'hélium liquide, fluide indispensable au maintien de ses détecteurs à leur très basse température de fonctionnement.

Remarquons enfin que non seulement ce rapprochement Vénus-Uranus aura lieu à quelques jours de l'anniversaire de la découverte, mais que ce sera le 8 mars, la « Journée internationale des femmes »<sup>(13)</sup>. Ce sera ainsi l'occasion de rendre hommage à Caroline Herschel, sœur de William, qui après avoir travaillé à ses côtés, et découvert des comètes et des objets du ciel profond, fut comme lui pensionnée par le roi George III. Ce fut sans doute la première femme rétribuée pour son travail scientifique ! Elle eut une vie longue et fructueuse et travailla également avec son neveu John, fils de William et lui aussi astronome réputé (et qui soutint le projet de construction d'un observatoire météorologique et astronomique au sommet du pic du Midi à Bagnères-de-Bigorre).

### Neptune

Invisible à l'œil nu, il faut un télescope d'au moins 200 mm de diamètre pour apprécier son diamètre apparent et sa couleur bleutée.

Pour cette planète dont la période de révolution atteint 165 ans, faible décalage également par rapport à l'année dernière ; elle sera en conjonction avec le Soleil le 8 mars et en opposition le 11 septembre.

À noter que le 27 janvier, Vénus toujours aussi facilement repérable passera à moins de 0,1° de Neptune dans le ciel du soir, ce qui facilitera grandement la détection de celle-ci !

### Pluton : sic transit gloria mundi...

Pourquoi en parler ici ? Avec une magnitude apparente de l'ordre de 14, Pluton est naturellement invisible à l'œil nu, et peut tout juste être distinguée, sous un aspect stellaire, dans un sérieux instrument d'amateur... Et de plus, depuis 2006, elle ne figure plus au rang des planètes principales !

Mais ce début d'année 2020, outre le fait qu'il accueille un rapprochement apparent à moins de 1° de Pluton et de Saturne la première semaine de janvier (conjonction qui ne laisse pas d'inquiéter les astrologues !), offre l'occasion d'évoquer l'histoire de la découverte de Pluton, car c'en sera le 90<sup>e</sup> anniversaire le 18 février.

L'astronomie antique, géocentrée, considérait sept astres errants (Soleil, Lune et cinq planètes) dans les cieux entourant la Terre. Au tournant du XVII<sup>e</sup> siècle, la Terre a pris place dans le manège héliocentrique des planètes, complété aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles grâce aux progrès techniques (télescopes, photographie) et mathématiques (calculs perturbatifs).

C'est ainsi qu'Uranus s'y est ajoutée en 1781 et Neptune en 1846 ; le XIX<sup>e</sup> siècle a

(13) <https://www.un.org/fr/events/womensday/history.shtml>

vu aussi la découverte de la ceinture d'astéroïdes entre les orbites de Mars et Jupiter<sup>(14)</sup>.

Ensuite plus rien pendant des décennies... mais la planète X pointa le bout de son nez au début du <sup>xx</sup>e siècle, et sa quête obséda Percival Lowell, diplômé en mathématiques, homme d'affaires, et passionné par la planète Mars... après avoir lu notre Camille Flammarion national ! Il fit construire un observatoire à Flagstaff (AZ) et entreprit d'abord l'étude des fantomatiques canaux martiens... canaux dont l'existence discutée fut formellement démentie par d'excellentes observations d'Eugène Antoniadi dans la grande lunette de l'observatoire de Meudon, le 20 septembre 1909<sup>(15)</sup>, et des photographies obtenues la même année par Fernand Baldet et Aymar de La Baume Pluvinel au pic du Midi (que Lowell avait visité et admiré en 1903 !). En conséquence, Lowell – qui découvrit tout de même un astéroïde au passage – changea d'objectif et s'inspira de la découverte de Neptune pour chercher une autre planète perturbatrice en utilisant les ressources de la photographie. Il mourut en 1916 sans l'avoir trouvée, mais son observatoire continua les recherches, et au début de 1930 Clyde W. Tombaugh identifia enfin cet « astre errant » tant attendu : il fut nommé Pluton (ça tombe bien, les deux premières lettres du nom sont les initiales de P. Lowell !). Son éclat est plusieurs milliers de fois plus faibles que celui d'Uranus, dernière planète découverte visuellement. Avec de la persévérance et de la technique, avait-on découvert une cinquième planète géante, perturbant le système solaire externe ? En fait non, car les données de départ sur les irrégularités des mouvements d'Uranus et Neptune étaient mal interprétées (par la mauvaise connaissance de leurs masses). Pluton était certes le neuvième plus gros astre tournant autour du Soleil, mais avec un diamètre des deux tiers de celui de notre Lune seulement (soit un peu moins de 2 400 km), et une masse presque six fois plus petite que celle-ci ! Cela n'empêcha pas Pluton de prendre la neuvième place dans la famille des planètes astronomiques et astrologiques, à la grande fierté des Étatsuniens qui avaient ainsi « leur » planète !

Mais à partir de 1992, les découverts de nombreux objets trans-neptuniens de dimensions et masses comparables à celles de Pluton ont conduit l'Union astronomique internationale (UAI) à adopter en 2006 une nouvelle classification des corps en orbite autour du Soleil, et à rétrograder de fait Pluton au rang de « planète naine »<sup>(16), (17)</sup> !

(14) Observation de (1) Cérès par Piazzi le 1<sup>er</sup> janvier 1801, premier jour de ce siècle si fécond !

(15) Antoniadi télégraphia avec humour à Lowell : « *Lunette de Meudon trop puissante pour montrer les canaux* » !

(16) L'Union astronomique internationale, dont le secrétariat est situé à l'Institut d'astrophysique de Paris, est l'organisme habilité à nommer les corps célestes.

(17) [https://www.iau.org/static/resolutions/Resolution\\_GA26-5-6\\_French.pdf](https://www.iau.org/static/resolutions/Resolution_GA26-5-6_French.pdf)

## 2.2. Phénomènes remarquables en 2020

### 2.2.1. Un jour de plus

Le 29 février bien sûr, puisque 2020 est une année « bissextile », qui compte 366 jours.

Si le temps s'y prête, environ une heure et demie avant le lever du Soleil, on pourra ce jour-là admirer Mars, Jupiter et Saturne alignés au-dessus de l'horizon Sud-Est, sur une vingtaine de degrés, soit une main bien écartée.

Cette date particulière est aussi l'occasion de résumer l'évolution de notre calendrier : l'alternance jour-nuit due à la rotation de la Terre s'impose pour rythmer la vie quotidienne (c'est d'ailleurs le sens du mot !) ; ensuite, nos ancêtres purent s'appuyer sur les phases et cycles lunaires pour définir la semaine et le mois ; à plus grande échelle, les définitions des saisons dépendent fortement des zones climatiques, mais l'année solaire s'impose à la plupart des peuples. Comment la définir précisément ?

La lunaison valant à peu près 29 jours et demi, on peut définir des mois de 29 et 30 jours, et une année lunaire de 12 mois... soit 354 ou 355 jours, ce qui ne fait pas le compte pour être en phase avec le Soleil ! Cet écart, s'il n'est pas corrigé, provoque une dérive notable d'une année à l'autre, comme l'illustre le calendrier lunaire musulman.

Le problème de synchronisation des calendriers lunaires et solaires est apparu avec le développement de civilisations stables, utilisant écriture et calcul, et cherchant à structurer le cours du temps en tenant compte des saisons conditionnant les pratiques agricoles (Mésopotamie, Égypte). Dans cette situation, un calendrier solaire est nécessaire, mais la difficulté de sa mise en place est de trouver comment approcher la durée de la révolution de la Terre autour du Soleil (l'année tropique) : 365,2422 jours. Si l'on privilégie la cohérence astronomique à la stricte logique arithmétique, il faut accepter d'insérer de temps en temps des jours supplémentaires pour approcher – en moyenne – cette durée.

Le premier calendrier solaire fut sans doute le calendrier égyptien : 12 mois de 30 jours plus cinq jours dits « épagomènes » pour une année de 365 jours. À long terme, l'écart de 0,2422 jour avait des conséquences évidentes, puisqu'il conduisait en gros à un jour d'avance tous les quatre ans, un mois tous les 120 ans... Au bout de 740 ans, l'année commençait donc avec six mois d'avance sur le moment prévu (le lever héliaque de Sirius, aux alentours du solstice d'été)... Les Égyptiens s'en sont pourtant accommodés pendant quelque 4 500 ans !

De leur côté, les Romains utilisaient un calendrier de 11 mois de 29 ou 31 jours, un mois de 28 jours (février) et un mois intercalaire, d'abord tous les quatre ans, avec en plus des jours additionnels, puis tous les deux ans, le nombre de jours de février servant de variable d'ajustement... ce n'était pas simple ! L'année moyenne s'établissait à

366,25 jours, avec des règles correctives fluctuantes au gré des manœuvres politiques... En 46 avant notre ère, Jules César, conseillé par l'astronome Sosigène d'Alexandrie, fixa le calendrier qui porte son nom : des mois de durées fixes, formant une année de 365 jours, et un jour de plus tous les quatre ans pour une durée moyenne de 365,25 jours. Ce jour était obtenu en doublant le sixième jour précédant les Calendes de Mars, d'où son nom de *bis-septe* qui a donné bien sûr le qualificatif bissextile.

Le remède était bon, et le petit excès (un peu plus de onze minutes) ne se manifestait qu'à raison de trois jours de retard tous les quatre siècles. C'était encore trop, au <sup>xvi</sup><sup>e</sup> siècle l'équinoxe de printemps (lié à la date de Pâques) arrivait le 10 mars au lieu du 21, et le 24 février 1582, le pape Grégoire XIII proclama la mise en place d'un ajustement : le lendemain du jeudi 4 octobre de cette année serait le vendredi 15, et les années correspondant à un nombre entier de siècles ne seraient bissextiles que pour un nombre de siècles multiple de quatre : ainsi 1600 et 2000 furent bissextiles, mais pas 1700, 1800, ni 1900.

La durée moyenne de l'année grégorienne étant de  $365 + 97/400$  soit 365,2425, le décalage n'est plus que de vingt-six secondes par an, soit un jour de retard au bout de 3333 ans... de quoi voir venir<sup>(18)</sup> !

Cette réforme papale ne fut pas acceptée partout, c'est ainsi que Shakespeare et Cervantes sont morts à la même date (23 avril 1616), mais pas le même jour, que le grand Newton est né le 25 décembre 1642 ou le 4 janvier 1643, et que les Soviétiques ayant imposé le calendrier grégorien à la Russie devaient du coup commémorer « la Révolution d'Octobre » le 7 novembre<sup>(19)</sup>.

Terminons par un clin d'œil à la famille Herschel décidément à l'honneur cette année : c'est Sir John qui introduisit en astronomie l'usage des « jours juliens », un système de numérotation des jours<sup>(20)</sup> dont l'origine est fixée au 1<sup>er</sup> janvier 4713 avant notre ère, à douze heures au méridien de Greenwich.

### 2.2.2. Les conjonctions entre planètes ou planètes-étoiles

Les planètes se déplaçant le long de l'écliptique avec des périodes de révolution différentes, leurs positions apparentes sur le fond du ciel peuvent occasionnellement se rapprocher (conjonction), ce qui peut être intéressant à observer et pourquoi pas à

(18) On pourrait certes affiner facilement l'ajustement, en décrétant que les multiples de 3000 ne seront pas bissextiles, pour arriver à un jour de retard au bout de 30 000 ans... mais notre civilisation atteindra-t-elle seulement l'an 3000 ?

(19) Le calendrier julien est toujours utilisé par des églises orthodoxes (dont celle de Russie), et quelques pays utilisent encore d'autres calendriers : Afghanistan, Iran, Éthiopie, Népal, Viêt Nam...

(20) Mis au point par l'érudit français Joseph Juste Scaliger (1540-1609).



photographier. Les heures sont données pour Paris en heure locale. Seuls sont mentionnés les rapprochements concernant les planètes visibles à l'œil nu et se produisant à plus de  $10^\circ$  du Soleil.

### Mars-Antarès les 20-21 janvier – À l'aube vers le Sud-Est

Pourquoi présenter ici le rapprochement d'une planète et d'une étoile, en l'occurrence Alpha Scorpii, alias Antarès ? C'est qu'en grec Mars est Arès, et que « Antarès » signifie « comme Arès », ou « la rivale d'Arès ». Cette étoile apparaît en effet d'un rouge voisin de celui de la planète ; pour ce qui est de l'éclat, la magnitude apparente d'Antarès varie entre 1 et 2, tandis que celle de Mars à l'opposition peut atteindre  $-2,9$  ; elle est alors beaucoup plus brillante que sa rivale, mais ce n'est pas toujours le cas tant l'éclat perçu de la planète dépend de sa position relative par rapport à la Terre. Ainsi, aux dates évoquées, c'est Antarès qui l'emportera, et on pourra faire la comparaison, car ces deux astres seront proches dans le ciel, à environ  $5^\circ$  (le pouce tendu), et la Lune sera discrète avec un fin croissant (NL le 24). Comme la configuration Soleil-Terre-Mars évolue vers l'opposition (en octobre), l'éclat de Mars augmentera notablement dans les mois qui suivent, mais Antarès ne sera plus à côté pour permettre la comparaison... Détail amusant : Antarès est une supergéante rouge qui, si elle était à la place du Soleil, engloberait largement l'orbite de sa rivale !

### Mars-Jupiter le 20 mars – À l'aube vers le Sud-Est

Depuis le début du mois, Jupiter et Saturne s'élèvent de plus en plus le matin au-dessus de l'horizon Sud-Est, tandis que Mars se rapproche d'elles rapidement ; cela commence par d'esthétiques alignements puis, le 18 et le 19, Mars sera très proche de Jupiter, avec un croissant de lune qui s'invite. Enfin à l'aube du vendredi 20, autour de 6h du matin, la Lune se sera éloignée, et les deux planètes seront distantes de moins de  $1^\circ$  ; à l'œil nu ce sera assez spectaculaire, l'éclat de Jupiter l'emportera largement, mais la différence de couleur sera cependant bien visible. Avec un petit instrument (des jumelles suffisent si l'on est bien stable), on aura dans le même champ : Mars, Jupiter et trois satellites galiléens (Europe étant caché derrière sa planète à ce moment-là). Pendant toute cette période, on pourra observer à droite des planètes la constellation zodiacale du Sagittaire, que la tradition associe à un centaure, mais qui se reconnaît plutôt à un astérisme en forme caractéristique de théière (*the teapot* pour les anglais) !

### Mars-Saturne les 31 mars et 1<sup>er</sup> avril – À l'aube, vers le Sud-Est

Après une dizaine de jours, c'est de Saturne que Mars se rapproche, mais l'observation (visuelle ou avec un petit instrument) nécessitera un bon site et une atmosphère propre et calme pour être gratifiante, car les deux planètes seront basses sur l'horizon : une dizaine de degrés, soit le poing fermé. Les deux astres sont moins brillants que Jupiter (à  $6^\circ$  à leur droite), mais on devrait bien percevoir la différence de teinte puisque Saturne présente un éclat jaune pâle.

### Vénus-Pléiades le 3 avril – En début de soirée, à l'Ouest

Les Pléiades sont un joli amas ouvert d'étoiles jeunes, dans la constellation zodiacale du Taureau, et Vénus passe chaque année à proximité plus ou moins immédiate. Cette année, comme tous les huit ans, sa trajectoire vue depuis la Terre coupe carrément l'astérisme. Un joli spectacle !

### Alignement Mars-Saturne-Jupiter les 9 et 10 avril – À l'aube, vers le Sud-Est

Loi des aires oblige, Mars est beaucoup plus véloce que Jupiter et Saturne. En voici l'illustration : il y a un mois, les trois planètes étaient alignées, de bas en haut et de gauche à droite, dans l'ordre Saturne-Jupiter-Mars ; maintenant, les positions relatives de Saturne et Jupiter n'ont guère changé, mais Mars est passé plus à l'Est, et, toujours sur une étendue d'une vingtaine de degrés (une main bien écartée), c'est elle qui est en bas à gauche.

### Mercury-Vénus les 21-22 mai – Dans le crépuscule, Ouest-Nord-Ouest

Comme le montre le diagramme de visibilité, c'est le début d'une belle période de visibilité pour Mercure qui monte au-dessus de l'horizon, au contraire de Vénus qui redescend et va bientôt disparaître pour quelques semaines. Les deux planètes se croiseront pendant ces deux jours, à un peu plus d'un degré d'écart (largeur du petit doigt à bout de bras). À observer environ une heure après le coucher du Soleil, avant que les planètes soient noyées dans la basse atmosphère rarement limpide.

### Vénus-Hyades (Aldébaran) le 12 juillet – Un peu avant le lever du Soleil, Est-Nord-Est

Après avoir disparu au crépuscule, Vénus revient à l'aube, et dans un site propice (horizon bien dégagé), on pourra l'admirer au plus près de l'étoile rouge Aldébaran, l'œil du Taureau, pratiquement à la verticale des Pléiades qu'elle traversait trois mois plus tôt. En fait, Vénus sera visible dans « la gueule du Taureau » environ du 5 au 20 juillet, de plus en plus haut dans le ciel.

### Vénus-Amas de la Crèche du 10 au 17 septembre – 2h avant le lever du Soleil, Est-Nord-Est

L'amas de la Crèche est un jeune amas ouvert, à la limite de visibilité à l'œil nu, c'est donc un bon test de la qualité du ciel. Vénus va passer à quelques degrés (minimum 2,5° le 12) ; le 16 et le 17, la planète sera pratiquement à la verticale sous l'amas, et la Lune ne sera plus gênante.

### Vénus-Régulus le 3 octobre – 2h avant le lever du Soleil, à l'Est

Ce matin, le Lion se dresse fièrement sur l'horizon Est, et la toujours brillante Vénus croise son étoile principale, Régulus, à 0,2°.

### Jupiter-Saturne autour du 21 décembre – Après le coucher du Soleil, au Sud-Ouest

La conjonction de l'année ! Entre le 19 et le 23, il y aura moins de  $0,3^\circ$  d'écart entre ces deux planètes majeures, et le 21,  $1/10^\circ$  de degré seulement ! Elles peuvent être admirées dès que le ciel s'est suffisamment assombri, vers 18 h, à une dizaine de degrés au-dessus de l'horizon. Elles descendent au fur et à mesure que le ciel s'assombrit, pour un spectacle qui devrait être splendide, à l'œil nu, mais aussi dans un instrument grossissant quelques dizaines de fois, pour observer les bandes nuageuses de Jupiter et ses satellites galiléens, les anneaux de Saturne, et son fascinant satellite Titan... À ne pas manquer, car pour la prochaine fois il faudra attendre mars 2080 !

#### **2.2.3. Les rapprochements Lune-planète**

En raison de son déplacement très rapide (un tour en 27,32 jours), la Lune peut être amenée à « croiser » les planètes, ce qui peut faciliter leur repérage. Si elle est trop « grosse », elle gêne par sa luminosité les observations des autres planètes, mais si elle est sous forme d'un fin croissant, elle peut participer à d'esthétiques compositions, avec l'intérêt supplémentaire de la « lumière cendrée », la partie sombre de la Lune révélée par la lumière du clair de Terre sur Séléné.

Dans ce domaine, le fin du fin consiste en l'observation d'une « occultation », c'est-à-dire le passage de la Lune, en perspective, devant la planète. Cela se produira cette année :

#### Occultation de Vénus le 19 juin – de 9h30 à 10h30 environ, au Sud-Est

Une fois n'est pas coutume, ce sera une observation diurne, possible à l'œil nu, mais plus facile avec des jumelles sur pied (un trépied photo suffit). En effet, le croissant lunaire sera fin donc peu visible dans le ciel clair, et il est également difficile de repérer Vénus en plein jour ; pourtant, si on regarde exactement où il faut, on la voit ! Le « truc », c'est de la viser aux jumelles lorsqu'elle est encore bien visible au petit matin, puis de changer régulièrement l'orientation des jumelles pour la maintenir dans le champ. Le phénomène se produira à une bonne hauteur (environ  $45^\circ$ ) et suffisamment loin du Soleil pour éviter *a priori* de la viser par inadvertance, mais il sera plus sûr (et plus confortable) de se placer à l'ombre pour supprimer tout risque.

Voici quelques autres rapprochements intéressants à noter pour l'année 2020. Le matin, il s'agit de la « vieille lune », un fin croissant qui se couche quand le Soleil se lève, les jours précédant la nouvelle ; le soir, il s'agit de la « jeune lune », fin croissant (dans l'autre sens !) suivant la nouvelle lune. Dans les deux cas, on observera que la Terre bien éclairée projette sur son satellite une belle lumière cendrée.

- ◆ 20/21 janvier (matin) : croissant lunaire en triangle avec Mars et Antarès (cf. *supra*) ;
- ◆ 23 janvier : une heure avant le lever du Soleil, avec un bon ciel et un horizon Sud-Est très dégagé : la Lune « mourante » à  $3^\circ$  de Jupiter, mais très basse sur l'horizon ;

- ◆ du 26 au 28 janvier (soir), le croissant de la Lune « renaissante » monte vers Vénus ; avec de bonnes conditions, on pourra détecter Mercure au ras de l'horizon ;
- ◆ 18 février (soir) : la Lune « vieillissante » retrouve Mars dont l'éclat a crû, mais qui s'est éloignée ; sous les deux astres éloignés de quelques degrés, le Sagittaire (la théière !) émerge des brumes de l'horizon ;
- ◆ 19/20 février (soir) : comme le 23 janvier, mais Jupiter a progressé et sera plus facilement observable ; le défi cette fois sera de repérer Saturne qui « décolle » un peu plus à l'Est ;
- ◆ 27 février (matin) : jeune lune proche de Vénus, pendant plusieurs heures après le coucher du Soleil, entre deux constellations « aquatiques » peu spectaculaires : Poissons (Pisces) et Baleine (Cetus) ;
- ◆ 18 mars (matin) et dans une moindre mesure le 19 : joli groupement avec Mars et Jupiter très proches et Saturne un peu à la traîne ;
- ◆ 15 avril (matin) : le dernier quartier forme avec Jupiter et Saturne un triangle immanquable qui devrait être intéressant à observer aux jumelles, pour les satellites joviens ;
- ◆ 16 avril (matin) : le dernier quartier a été un peu creusé et a rattrapé Mars dans le Capricorne ;
- ◆ 25/26 avril (soir) : le 25, la Lune « renaît » entre Aldébaran et les Pléiades, à l'aplomb de Vénus ; le lendemain, elle croisera celle-ci en montant entre les cornes du Taureau ;
- ◆ 12-15 mai, *bis repetita* (par rapport au mois précédent) : la Lune (cette fois gibbeuse) croise Jupiter et Saturne le 12 et le 13, puis Mars le 15 ;
- ◆ 24 mai (soir) : un très fin croissant dans le crépuscule, avec Mercure et Vénus à proximité ;
- ◆ 8/9 juin (soir) : Jupiter, Saturne, et une grosse lune commençant sa décroissance éclaireront vivement au Sud-Est ;
- ◆ 19 juin (matin) : environ une heure avant le Soleil, la vieille lune se lève, suivie de près par Vénus ; les deux astres montent dans le ciel qui s'éclaircit rapidement, en se rapprochant... jusqu'à l'occultation présentée ci-avant !
- ◆ 5/6 juillet (nuit) : la Lune pratiquement pleine (PL le 5) formera avec Jupiter et Saturne un triangle des plus lumineux qui s'élèvera au Sud-Est deux heures après le coucher du Soleil ;
- ◆ 12 juillet (matin) : la Lune au dernier quartier se rapproche d'une planète Mars de plus en plus brillante ; à repérer sans problème, même en ville, à une trentaine de degrés au-dessus de l'horizon, deux heures avant le lever du Soleil (en cette saison, ça fait tôt !) ;
- ◆ 16/18 juillet (matin) : là encore il faudra se lever tôt pour admirer la Lune descendant (et décroissant) dans le Taureau, où elle retrouve Vénus qui rend visite à Aldébaran ;
- ◆ 19 juillet (matin) : c'est la toute fin de cette lunaïson (NL le 20) ; avec un bon ciel

et un horizon dégagé, le fin croissant (direction Est-Nord-Est) peut aider à repérer Mercure, un plus bas et à droite ; à environ 5 h 15, on pourra, pratiquement à l'opposé (Sud-Ouest), observer le coucher de Jupiter et Saturne ; Vénus quant à elle observera ce ballet d'assez haut à l'Est ; ce sera donc l'occasion de voir dans le même ciel les cinq planètes visibles à l'œil nu (on ne compte pas Uranus), ce qui n'est pas si fréquent !

- ◆ 1<sup>er</sup> et 2 août (soir) : la Lune pratiquement pleine (PL le 3) se lèvera en compagnie de Jupiter et Saturne, qui auront fort à faire pour soutenir l'éclat de Séléné ! Avec un site bien dégagé, on profitera en « fond d'écran » de la Ceinture de Vénus, cette bande délicatement rosée au-dessus de l'ombre de la Terre ;
- ◆ 8 août (soir) et 9 août (matin) : deux observations intéressantes à comparer ; d'abord, vers minuit, le lever à l'Est de Mars et de la lune gibbeuse ; les deux astres sont alors séparés d'environ 5° (le pouce tendu) ; quelques heures plus tard en fin de nuit (avant 6 h), on pourra les observer presque beaucoup plus haut dans le ciel et surtout deux fois plus proches, ce qui illustre bien le rapide mouvement apparent de la Lune devant la voûte céleste, d'environ 13° par heure ;
- ◆ 15/16 août (matin) : deux heures avant le lever du Soleil, le croissant de la vieille lune et Vénus se croiseront au-dessus de l'horizon Est, entre la magnifique constellation d'Orion (côté Sud) et les Dioscures Castor et Pollux ; peu avant 6 h on surveillera à l'aplomb de Vénus le lever de Sirius, l'étoile associée à la déesse Sothis des anciens Égyptiens ;
- ◆ 28/29 août (soir) : pour la deuxième fois dans le mois civil, peu avant la pleine lune (le 2 septembre), Séléné bien bossue croise Jupiter et Saturne au-dessus de l'horizon Sud (juste à côté du « teapot ») ;
- ◆ 6 septembre (matin) : comme avec Vénus un mois plus tôt, on pourra voir au cours de la nuit du 5 au 6 la lune gibbeuse se rapprocher de Mars, pour la frôler à 0,1 degré en début de matinée ; à suivre à l'œil nu en fin de nuit (lever du Soleil à 7 h 30 à Paris), puis aux jumelles dans le ciel bleu du jour commençant ;
- ◆ 14 septembre (matin) : Vénus en dessous, le croissant lunaire au-dessus, encadreront l'amas de la Crèche au-dessus de l'horizon Est, vers 5 h ; le lendemain, la Lune aura filé se jeter dans les pattes du Lion !
- ◆ 25 septembre (soir) : encore un rapprochement de la Lune, alors gibbeuse croissante, avec Jupiter et Saturne, au Sud ;
- ◆ 3 octobre (matin) : la Lune encore pratiquement pleine (PL le 1<sup>er</sup>) croise Mars, qui se rapproche à grands pas de son opposition (le 13) et est maintenant plus brillante que Jupiter !
- ◆ 13/14 octobre (matin) : vers 6 h, à l'Est, Vénus et le croissant lunaire dans les pattes du Lion...
- ◆ 22/23 octobre (soir) : la Lune au premier quartier sera à nouveau proche de Jupiter

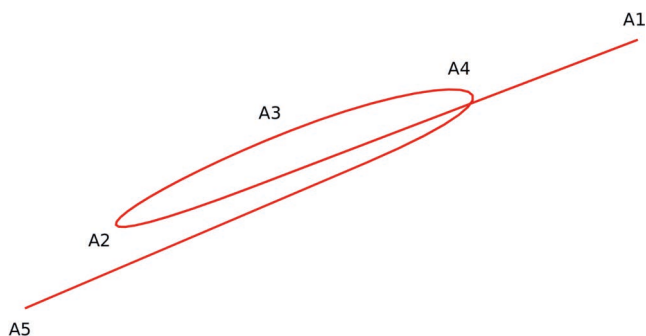
et Saturne, mais moins éblouissante que les mois précédents ;

- ◆ 29 octobre au coucher du Soleil : la Lune et Mars se lèvent à l'Est dans un ciel qui s'assombrit progressivement ; encore une occasion d'admirer la Ceinture de Vénus ;
- ◆ 13/14 novembre (matin) : le croissant lunaire descendant croise Vénus, proche de Spica (« l'Épi de la Vierge ») ; avec un horizon dégagé, on apercevra en dessous Mercure bien brillante ;
- ◆ 19 novembre (soir) : entre 18 h et 20 h 30, toujours le brillant rendez-vous Lune-Jupiter-Saturne, avec cette fois un croissant lunaire relativement discret, laissant la vedette aux planètes qui se sont bien rapprochées ; on aura une pensée pour Pluton, invisible à 1,5° (3 diamètres lunaires), « à 5 h » par rapport à Jupiter ;
- ◆ 25 au 26 novembre (nuit) : la lune gibbeuse, levée vers 15 h 30, traversera le ciel nocturne en compagnie de Mars, qui bien qu'elle s'éloigne rapidement de son opposition est encore très brillante ; coucher commun vers 3 h du matin ;
- ◆ 12/13 décembre (matin) : Vénus, qui se rapproche progressivement du Soleil depuis fin août, est maintenant assez basse sur l'horizon, et son rapprochement avec la lune finissante est le dernier avant le mois de mai 2021, il faut donc en profiter à l'aube au Sud-Est ;
- ◆ 16/17 décembre (crépuscule) : dernier rendez-vous de l'année entre la Lune et le couple Jupiter-Saturne ; le croissant de la toute jeune lune ne fera pas d'ombre aux deux planètes qui sont maintenant très proches, à quelques jours seulement du prometteur rapprochement du 21 évoqué précédemment ;
- ◆ 23 au 24 décembre (nuit) : comme le mois précédent, la lune gibbeuse voyage en compagnie de Mars, elles seront visibles d'environ 18 h à 2 h du matin.

### 2.2.4. *Rétrogradations*

Lorsqu'on fait abstraction de la rotation propre de la Terre, en regardant le ciel à intervalle d'un jour sidéral, on perçoit le mouvement apparent des astres proches devant les étoiles fixes. Dans le cas des autres planètes du système solaire, ce mouvement apparent résulte de la combinaison de leur mouvement orbital et de celui de notre planète, d'où nous les observons.

Il en résulte qu'à certaines périodes, les planètes peuvent présenter un comportement rétrograde, c'est-à-dire reculer par rapport à leur mouvement apparent habituel sur le fond d'étoiles ; les orbites n'étant pas exactement coplanaires, la trajectoire de la planète concernée décrit alors une boucle, comme illustré figure 9 (cf. page ci-contre). Des animations illustratives pour les planètes inférieures et supérieures sont proposées sur la page <https://fr.wikipedia.org/wiki/Rétrogradation> .



**Figure 9** - Par W!B : pour Wikipédia, domaine public.

Il est curieux de voir comme ce phénomène purement cinématique est pris au sérieux et doctement interprété par les astrologues ! À les en croire, Mercure/Hermès étant le dieu messager, il faudrait s'attendre à des coupures de téléphone lors des phases de rétrogradation de la planète du même nom... Faut-il en rire ou en pleurer ?

Quoi qu'il en soit, voici les périodes de rétrogradation des planètes les plus facilement observables en 2020 : Vénus du 13 mai au 25 juin ; Mars du 9 septembre au 14 novembre ; Jupiter du 14 mai au 13 septembre ; Saturne du 11 mai au 29 septembre.

Ces phases de rétrogradation peuvent être mises en évidence à l'aide d'un logiciel ou simplement d'une maquette montrant les mouvements orbitaux des planètes : un planétaire.

### 3. EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE : RÉALISATION DE PLANÉAIRES

Un planétaire, ou *orrery* du nom de son dédicataire Charles Boyle, comte d'Orrery (1674–1731) est un système permettant de visualiser le mouvement des planètes autour du Soleil. Il peut être animé par un mécanisme ou plus modestement par déplacement manuel.

Le système solaire intérieur (avant la première ceinture d'astéroïdes) peut facilement être représenté à l'échelle ; la prise en compte des planètes extérieures nécessitera beau-



**Figure 10** - Montre Van Cleef & Arpels « Midnight Planetarium » (221 k€)

coup plus de place si on veut respecter les tailles respectives des orbites, surtout pour Uranus et Neptune !

Plus abordable (!) que la montre de la figure 10 (cf. page précédente) et néanmoins élégante, une réalisation sur Plexiglas a été présentée dans l'article « Le ciel en 2018 » [1].

Pour repérer les planètes dans leur mouvement de révolution, on indique leur longitude héliocentrique  $L$  dans le plan de l'écliptique selon la figure 11, l'origine angulaire étant prise à la position qu'occupe la Terre sur son orbite lors de l'équinoxe d'automne (22 septembre 2020 à 13 h 31 UTC). À cette date, le sens Soleil-Terre sur la droite portant ces deux corps indique un point du ciel profond que l'on nomme *point vernal* (point «  $\gamma$  », dans la constellation des Poissons). Ce point répond aussi à une autre définition, celle qui justifie la dénomination : c'est le point devant lequel passe le Soleil lors de l'équinoxe de printemps (20 mars 2020 à 03 h 50 UTC), si l'on prend cette fois la Terre comme solide de référence.

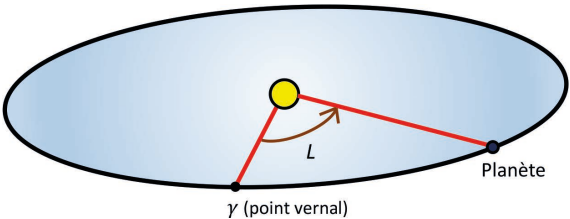


Figure 11 - Longitude héliocentrique écliptique.

Les trois premières lignes du tableau 2 (cf. permettent de réaliser une maquette approximative dans lesquelles les orbites sont coplanaires, circulaires, centrées sur le Soleil. Dans ces conditions, les mouvements sont uniformes; il suffit alors de connaître une position initiale (première ligne du tableau 3, page ci-contre) et la durée de l'année pour en déduire n'importe quelle position par une « règle de trois ».

Planètes	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Demi grand axe (ua)	0,39	0,72	1,00	1,52	5,20	9,54	19,2	30,1
Période de révolution	88 (j)	225 (j)	365 (j)	687 (j) 1,9 (a)	11,9 (a)	29,5 (a)	84 (a)	165 (a)
Excentricité	0,206	0,0068	0,017	0,093	0,048	0,054	0,047	0,0086
Distance entre les foyers (ua)	0,16	0,01	0,03	0,28	0,50	1,03	1,80	0,52
Direction du second foyer (°)	257	312	283	156	195	272	350	225

Tableau 2 - Caractéristiques des orbites.

Pour plus de réalisme, les trois lignes suivantes du tableau 2 permettent de placer les deux foyers des orbites elliptiques et de tracer celles-ci par la méthode du jardinier ;



Planètes	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
1 <sup>er</sup> janvier 2020	262,5	4,4	100	214	276,0	292,5	35,3	348,0
1 <sup>er</sup> février 2020	12	52	132	229,3	278,5	293,5	35,7	348,2
1 <sup>er</sup> mars 2020	174,5	101	161	244,2	281,0	294,3	36,0	348,4
1 <sup>er</sup> avril 2020	271	151	192	261	283,5	295,3	36,3	348,6
1 <sup>er</sup> mai 2020	22,5	200	221	278,1	286,0	296,2	36,6	348,7
1 <sup>er</sup> juin 2020	190,5	249	251	296,7	288,5	297,1	37,0	348,9
1 <sup>er</sup> juillet 2020	279,5	294	280	315,3	291,0	298,0	37,3	349,1
1 <sup>er</sup> août 2020	45,5	346	309	334,9	294,0	299,0	37,7	349,3
1 <sup>er</sup> septembre 2020	204,5	35	339	354,5	296,5	299,9	38,0	349,5
1 <sup>er</sup> octobre 2020	291	83	8,5	13,2	299,0	300,8	38,3	349,7
1 <sup>er</sup> novembre 2020	70,5	134	39	31,8	301,5	301,8	38,7	349,8
1 <sup>er</sup> décembre 2020	214,5	183	69	49,1	304,0	302,7	39,0	350,0
1 <sup>er</sup> janvier 2021	304	232	101	66	307,0	303,7	39,4	350,2

**Tableau 3** - Longitudes héliocentriques (en °) des huit planètes du système solaire en 2020.

cela permettra de visualiser en particulier pourquoi les oppositions de Mars n'ont pas toutes le même intérêt. Dans ce cas, le mouvement n'étant plus circulaire uniforme, on se reportera aux informations livrées dans les tableaux 3 et 4 (page ci-après). Ce dernier tableau, plus précis pour les planètes se déplaçant le plus rapidement, indique également les latitudes par rapport à l'écliptique, informations qu'on n'utilisera pas pour un planétaire plan, mais qui montrent la plus grande inclinaison de l'orbite de Mercure par comparaison avec celles des autres planètes telluriques.

Le tableau 5 (cf. pages ci-après) permet si on le souhaite de faire figurer en périphérie du planétaire les constellations zodiacales devant lesquelles passe le Soleil – et en général les planètes – vus depuis la Terre.

#### 4. LECTURE DE L'HEURE LÉGALE SUR UN CADRAN SOLAIRE

L'article « Le ciel en 2018 » [1] proposait la réalisation d'un cadran solaire équatorial, on pourra le retrouver avec profit. Pour en savoir plus sur la réalisation de cadrans solaires, on se reportera au livre de Denis Savoie (ancien président de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France) édité chez Belin.

Un cadran solaire indique une heure locale : ceci est dû à la rotation de la Terre autour de l'axe des pôles, à raison de 15° par heure. La première correction, constante en un lieu donné, est donc la *correction en longitude* pour tenir compte de la rotation

Année 2020		Mercure		Vénus		Terre		Mars	
Jours	Mois	Lat.°	Long.°	Lat.°	Long.°	Lat.°	Long.°	Lat.°	Long.°
1	Janvier	-3,9	262,5	-3,2	4,4	0	100,0	0,5	214,1
11		-6,2	291,0	-2,8	20,4	0	110,2	0,4	219,0
21		-7,0	324,1	-2,2	36,3	0	120,4	0,2	223,9
31		-4,7	6,9	-1,4	52,4	0	130,6	0,0	228,8
10	Février	1,8	63,7	-0,5	68,4	0	140,7	-0,1	233,9
20		6,8	125,2	0,4	84,6	0	150,8	-0,3	239,0
1		5,7	174,4	1,4	100,7	0	160,9	-0,5	244,2
11	Mars	2,2	210,8	2,2	116,9	0	170,9	-0,6	249,6
21		-1,4	240,5	2,8	133,2	0	180,8	-0,8	255,0
31		-4,5	268,1	3,2	149,4	0	190,7	-0,9	260,5
10		-6,5	297,2	3,4	165,7	0	200,6	-1,1	266,1
20	Avril	-6,8	331,8	3,3	181,9	0	210,4	-1,2	271,8
30		-3,7	17,3	2,9	198,0	0	220,1	-1,4	277,6
10		3,3	76,4	2,3	214,1	0	229,8	-1,5	283,4
20	Mai	7,0	136,5	1,5	230,1	0	239,4	-1,6	289,4
30		5,0	182,6	0,6	246,1	0	249,1	-1,7	295,5
9		1,4	217,2	-0,3	261,9	0	258,0	-1,8	301,6
19	Juin	-2,1	246,1	-1,2	277,8	0	268,2	-1,8	307,8
29		-5,0	273,7	-2,0	293,6	0	277,7	-1,8	314,0
9		-6,8	303,6	-2,7	309,4	0	287,3	-1,8	320,3
19	Juillet	-6,5	340,0	-3,2	325,2	0	296,8	-1,8	326,6
29		-2,4	28,3	-3,4	341,1	0	306,4	-1,8	333,0
8		4,6	89,3	-3,3	357,0	0	315,9	-1,7	339,3
18	Août	6,9	147,1	-3,1	12,9	0	325,5	-1,7	345,7
28		4,3	190,4	-2,5	28,9	0	335,2	-1,6	352,0
7		0,6	223,4	-1,8	44,8	0	344,8	-1,4	358,3
17	Septembre	-2,8	251,7	-0,9	60,9	0	354,6	-1,3	4,1
27		-5,4	279,5	0,0	77,0	0	4,3	-1,2	10,7
7		-6,9	310,3	0,9	93,1	0	14,2	-1,0	16,8
17	Octobre	-6,1	348,6	1,8	109,3	0	24,1	-0,8	22,9
27		-1,1	39,9	2,5	125,5	0	34,0	-0,7	28,9
6		5,6	100,9	3,1	141,8	0	44,0	-0,5	34,7
16	Novembre	6,6	157,0	3,4	158,0	0	54,1	-0,3	40,5
26		3,6	197,7	3,4	174,3	0	64,2	-0,1	46,2
6		-0,1	229,3	3,1	190,4	0	74,3	0,1	51,8
16	Décembre	-3,4	257,3	2,6	206,6	0	84,5	0,2	57,4
26		-5,0	285,4	1,9	22,6	0	94,7	0,4	62,8
5		-7,0	317,3	1,1	238,6	0	104,9	0,6	68,1
15	Janvier	-5,4	357,9	0,1	254,5	0	115,1	0,7	73,4

**Tableau 4 - Positions héliocentriques (en °) des quatre planètes intérieures, tous les dix jours.**

Constellations	Début (°)	Fin (°)	Étendue angulaire (°)
Poissons	- 8	27	35
Bélier	27	52,5	25,5
Taureau	52,5	90	37,5
Gémeaux	90	120	30
Cancer	120	141	21
Lion	141	175	34
Vierge	175	215	40
Balance	215	240	25
Scorpion	240	246,5	6,5
Ophiuchus	246,5	265	18,5
Sagittaire	265	302,5	37,5
Capricorne	302,5	330	27,5
Verseau	330	352	22

Tableau 5 - Constellations zodiacales.

propre de la Terre : en retranchant quatre minutes par degré de longitude Est ou en ajoutant quatre minutes par degré de longitude Ouest, on se ramène ainsi à l'heure du méridien de Greenwich, origine des longitudes.

À l'échelle de la France métropolitaine, cela correspond à un décalage (par rapport à Greenwich) de trente minutes d'avance en Alsace et de vingt minutes de retard à la pointe de la Bretagne. Cette différence de presque une heure d'une extrémité à l'autre du territoire ne posait pas de problèmes au temps des transports lents, mais le développement des chemins de fers a rendu nécessaire l'introduction à l'échelle nationale d'une heure commune moyenne : l'*heure légale*. À l'échelle internationale, cela se traduit par la délimitation de *fuseaux horaires*. De plus, les heures légales introduisent éventuellement un décalage saisonnier fixe : heure d'été, heure d'hiver. On remarque sur la figure 12 (cf. page ci-après) que les pays d'Europe de l'Ouest sont largement en avance sur l'heure solaire !

Pour la petite (?) histoire, on notera que l'appartenance de la France métropolitaine au fuseau « Greenwich + 1 h » résulte de l'occupation allemande<sup>(21)</sup>...

Enfin, pour une correction précise, il faut tenir compte du fait que cette heure légale correspond au *jour solaire moyen* de durée fixe (24 h soit 86 400 s), alors que le *jour solaire vrai* varie tout au long de l'année. Cette variation résulte de deux facteurs : l'ellip-

(21) [https://fr.wikipedia.org/wiki/Heure\\_en\\_France](https://fr.wikipedia.org/wiki/Heure_en_France)

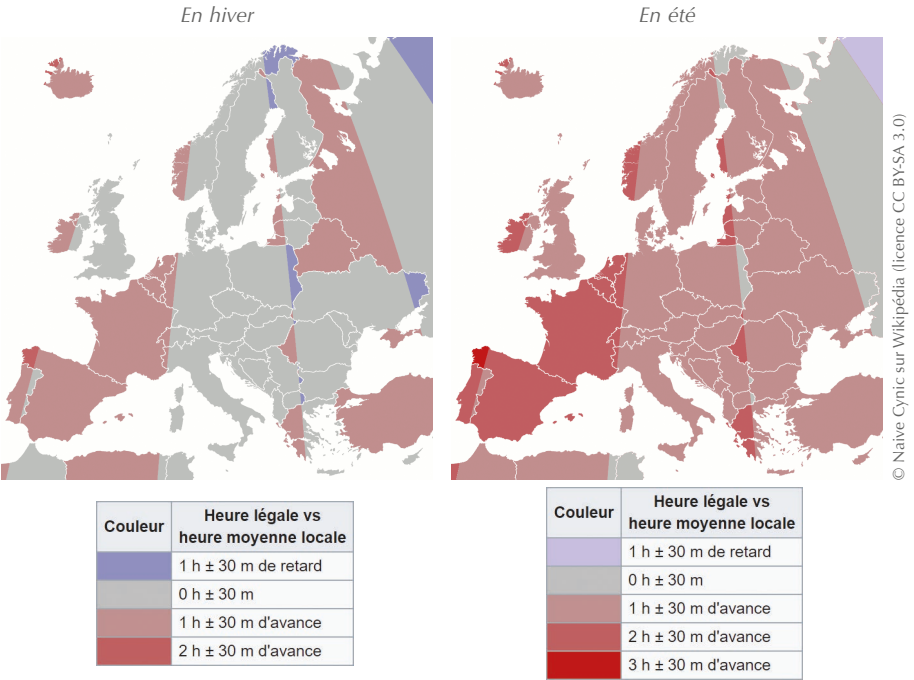


Figure 12 - Fuseaux horaires en Europe.

ticité de l'orbite terrestre (excentricité faible, mais non nulle :  $e \approx 0,0167$ ) et l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre (obliquité :  $23^{\circ}27'$  par rapport à la normale à son plan orbital). La correction de ces deux effets se fait par l'intermédiaire de l'équation du temps, illustrée

par la courbe de la figure 13 : les valeurs positives sont à ajouter à l'heure lue, et les valeurs négatives sont à soustraire. Le Soleil est « à l'heure » à mi-avril et mi-juin, de même que le 1<sup>er</sup> septembre et pour Noël. Son

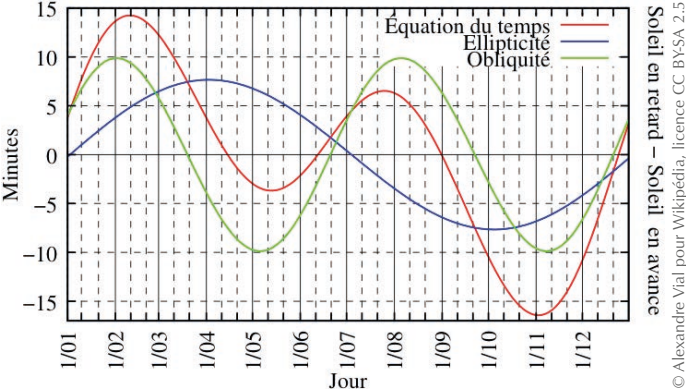


Figure 13 - L'équation du temps.

retard sur le temps moyen est maximal vers le 11 février (14 min 15 s), et son avance est maximale vers le 3 novembre (16 min 25 s). Signalons que la convention de signe (représenter « temps solaire moyen – temps solaire vrai » ou « temps solaire vrai – temps solaire moyen ») dépend du pays... c'est à savoir pour les touristes !

En récapitulant ces effets, on comprend qu'il faut corriger de la façon suivante la lecture faite sur un cadran donné pour en déduire l'heure légale (donnée par l'Observatoire de Paris au 3699) :

$$\begin{aligned} & \text{Heure légale} = \text{Heure solaire locale (donnée par le cadran)} \\ & + \text{Correction de la longitude du lieu} + \text{Équation du temps} \\ & + \text{Correction du fuseau horaire (+ 1 h en France métropolitaine) + 1 h en été} \end{aligned}$$

Certains (bien rares !) auront la chance de posséder une montre « à complication » telle la récente et magnifique *Astronomic* de François Paul Journe<sup>(22)</sup>, une montre d'exception qui, parmi dix-huit fonctions dédiées à l'astronomie, indique sur son cadran inférieur l'avance ou le retard du Soleil sur l'heure moyenne (cf. figure 14), mais à un prix... astronomique bien sûr (le prototype en a été vendu aux enchères 1 800 000 CHF) ! Une autre approche, beaucoup plus économique, consiste à projeter sur le cadran solaire l'analemmes, qui est la courbe « en 8 » tracée dans le ciel par les différentes positions du soleil relevées à une même heure et depuis un même lieu au cours de l'année (voir l'article Le ciel en 2019). Une fois cette courbe figurée sur un cadran solaire, l'utilisateur peut estimer la correction qu'il faut apporter à l'heure lue pour retrouver l'heure légale, mais cela n'a de sens que si le cadran est très soigneusement réalisé ! (cf. figure 15, page ci-après).



**Figure 14** - Montre « à grande complication », le modèle *Astronomic* de François Paul Journe.

(22) <https://www.fpjourn.com/evenement/evenements/astronomic-souveraine>



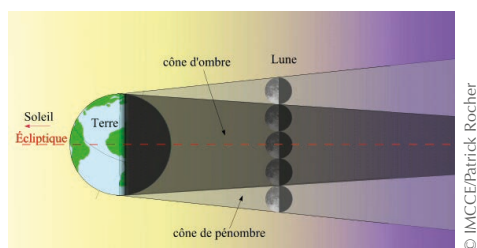
© Delerere pour Wikipédia, licence CC BY-SA 3.0

**Figure 15** - Cadran solaire vertical de l'observatoire de Camille Flammarion à Juvisy-sur-Orge (Essonne).

## 5. ÉCLIPSES

### 5.1. Éclipses de Lune

L'année 2020 sera bien peu propice à l'observation de ce phénomène : aucune éclipse totale, ni même partielle, seulement quatre éclipses par la pénombre (cf. figure 16).

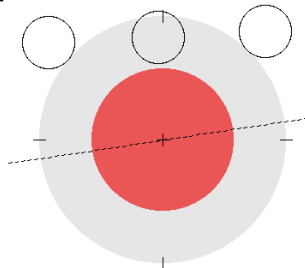


**Figure 16** - Ombre et pénombre de la Terre.

Elles auront lieu le 10 janvier, le 5 juin, le 5 juillet et le 30 novembre, et seule la première sera observable en Europe, en début de soirée, avec un maximum à 19h10 UTC (soit une heure plus tard en France métropolitaine). La pleine lune, s'élevant au-dessus de l'horizon Est, sera à ce moment à 90 % dans la pénombre terrestre, et la différence de luminosité entre ses pôles devrait être nettement perceptible (cf. figure 17, page ci-contre).

## Penumbral Saros 144

**2020 Jan 10**  
**19:11 TD**



Thousand Year Canon of Lunar Eclipses  
© Fred Espenak - <http://www.eclipsewise.com/>

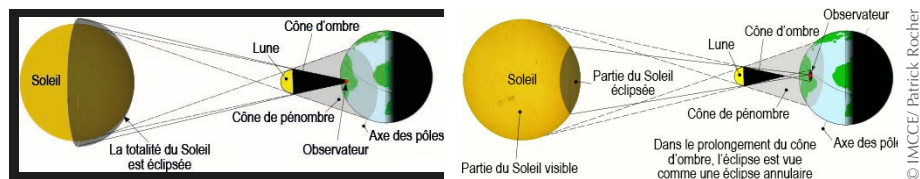
**Figure 17** - L'éclipse lunaire du 10 janvier 2020.

Pour les lecteurs d'outremer, l'éclipse du 5 juin sera visible (en longitude) de l'Afrique à l'Indonésie, celle du 5 juillet sur l'Atlantique, l'Amérique centrale, l'Est des USA et du Canada, celle du 30 novembre sur l'Ouest américain et le Pacifique.

Mais attention, ces éclipses seront d'une visibilité toute théorique, car le passage de la Lune dans la pénombre de la Terre sera partiel et ne provoquera sans doute pas un assombrissement suffisant pour la perception visuelle.

## 5.2. Éclipses de Soleil

Comme en 2019, nous aurons droit à une éclipse d'été et une d'hiver ! Le 21 juin d'abord, une éclipse annulaire, puis une totale le 14 décembre.



**Figure 18** - Éclipses totale et annulaire.

Rappelons que des données précises sont accessibles sur les sites Internet de l'IMCCE (Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides) et de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Mais autant profiter du gros travail de synthèse et de présentation – qui plus est en français – de Xavier Jubier sur le site <http://xjubier.free.fr/index.html> : « calculatrice solaire », cartes, données météorologiques, conseils d'observation...

L'éclipse annulaire du 21 juin sera très courte (38s maximum !), observable à Oman par exemple, ou depuis le plateau tibétain pour les voyageurs. Une telle éclipse,



