Ciel&espace

EN CADEAU LES LUNETTES POUR VOIR L'ÉCLIPSE DE SOLEIL



12 AOÛT 2026

Ciel&espace HORS-SÉRIE



TOUT POUR DÉBUTER EN ASTRO

OBSERVER LE SYSTÈME SOLAIRE

- COMPRENDRE LA RONDE DES ASTRES
- LES CONSEILS POUR OBSERVER LES ÉCLIPSES
- QUEL TÉLESCOPE POUR VOIR LES PLANÈTES
- LE GUIDE D'OBSERVATION DE LA LUNE

ÉTÉ 2026 - HS 55

DOM 10,90€ - BEL 10,90€ - CH 15,90CHF - CAN 16,99CAD - ESP/GRC/ITA/PRT 10,90€ - LUX 11,50€ - MAR 112MAD - NCL 1340XPF - TUN 27,70TND

L 13492 - 55 H - F: 9,90 € - RD

Également **en kiosque** un hors-série spécial Soleil



CADEAU
Les lunettes spéciales éclipse

Boutique en ligne
sur **www.cieletespace.fr**

Ciel&espace

Magazine édité par l'Association française d'astronomie
17, rue Émile-Deutsch-de-la-Meurthe,
75014 Paris — Tél. : 01 45 89 81 44
— www.cieletespace.fr

Directeur de la publication :
le président de l'AFA,
Olivier Las Vergnas

Directeur de la rédaction : Alain Cirou
alain.cirou@cieletespace.fr

Rédacteur en chef : Philippe Henarejos
philippe.henarejos@cieletespace.fr

Rédacteur en chef adjoint :
David Fossé, d.fosse@cieletespace.fr

Chefs de rubrique :
Jean-Luc Dauvergne,
jl.dauvergne@cieletespace.fr et
Émilie Martin, e.martin@cieletespace.fr

Rédacteur : Guillaume Langin,
guillaume.langin@cieletespace.fr

Ont collaboré à ce numéro :
Emmanuel Beaudoin

Secrétaire de rédaction :
Emmanuelle Lancel

Conception graphique
Olivier Hodasava
assisté de Florence Can

Responsable de la publicité, de la communication et du développement :
Pauline Alcouffe
pauline.alcouffe@afastronomie.fr

Comptabilité : Sandrine Dorbais
s.dorbais@cieletespace.fr - 1

Contact diffuseurs de presse :
Destination média : 01 56 82 12 04

Service abonnement :
Ciel & espace c/o Opper Services
CS 60003, 31242 L'Union Cedex
Tél. : 05 34 56 35 60 (10 h-12 h/14 h-17 h)
— www.cieletespace.fr/abonnement

Abonnements Canada :
Express Mag, 3339 rue Griffith
Saint-Laurent, QC H4T 1W5
Tél. : 1(800) 363 -1310 ou (514) 355-3333
expsmag@expressmag.com

Abonnements États-Unis :
Tél. : 1(800) 363-1310 or (877) 363 1310
expsmag@expressmag.com

ISSN n° 1255-2828

CPPAP n° 1028 G 83672

Impression : Agir Graphic (53), France

Dépôt légal : juillet 2026
Distribué par les MLP. © 2026 AFA
Encart : une paire de lunettes « éclipse » pour les abonnés papier (routage) et les exemplaires vendus en kiosques

Papier certifié FEPC.
Origine : Autriche et Finlande.
Fibres recyclées : 0.
P tot. : 0,01 kg/t (couverture) et 0,1 kg/t (intérieur).



Philippe Henarejos
Rédacteur en chef

AU SPECTACLE DE LA MÉCANIQUE CÉLESTE

Dans l'Univers, tout tourne. Les galaxies les unes autour des autres, les étoiles dans les galaxies, les planètes autour des étoiles… Et tous les corps célestes tournent sur eux-mêmes. De l'addition de tous ces mouvements est né le spectacle que nous avons le loisir d'observer sur Terre. C'est d'abord l'alternance du jour et de la nuit. Ensuite, le déplacement de deux astres qui dominent tous les autres : le Soleil et la Lune. Enfin, c'est la rotation du ciel. En prenant des repères, il est aisé de constater qu'en à peine une heure, les étoiles se sont décalées dans le ciel nocturne. Tout cela parce que notre planète a tourné sur elle-même. Sur plusieurs heures, on peut aussi remarquer le déplacement de la Lune, pour peu que celle-ci soit entourée d'étoiles brillantes formant des repères faciles.

En une seule nuit, ce seront les seuls mouvements qu'il sera possible de noter à l'œil nu. Mais sur deux ou trois nuits, d'autres astres révèlent leur ronde : les planètes. Elles nous apparaissent ponctuelles comme des étoiles, mais au fil des jours, elles dérivent parmi les constellations. Parce que, comme nous, elles tournent autour du Soleil. Tous ces mouvements découverts depuis l'Antiquité constituent ce que les astronomes appellent la mécanique céleste. Parce que la ronde des planètes ressemble à une horlogerie géante. Celle-ci a un nom : le Système solaire.

Il ponctue le temps de spectacles célestes d'une grande beauté naturelle. Les plus impressionnants de ces rendez-vous étant sans aucun doute les éclipses totales de Lune et de Soleil. Les prochaines ne doivent pas être manquées. Et d'ailleurs, nous fournissons avec ce numéro une paire de lunettes de protection pour admirer sans danger celles de Soleil !

Ces rendez-vous sont aussi l'occasion d'aller plus loin. Et de faire son premier pas dans l'Univers. Les corps du Système solaire sont les plus proches et les plus brillants. Ils sont donc les premiers à observer quand on débute en astronomie. Que ce soit à l'œil nu, aux jumelles ou dans un télescope, ce premier pas vous réserve d'autres beaux spectacles. Ce numéro est conçu pour vous les faire découvrir. Bonnes éclipses et bons ciels étoilés.

vaonis

HESTIA

Votre compagnon pour immortaliser l'éclipse

Pack ultime: filtre et pointeur solaires, trépied et coque de transport inclus

---

Adopté par des milliers d'utilisateurs pour immortaliser l'éclipse de 2024 aux États-Unis



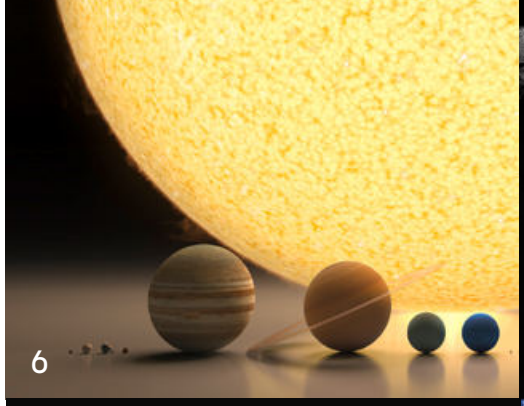
- composition faite avec Hestia et un iPhone 15, Avril 2024 -

Offre Éclipse

-50€

Jusqu'au 2 août

Voir l'offre :

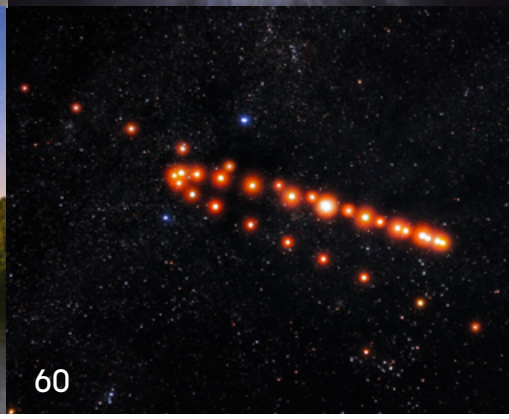












SOMMAIRE

3 Éditorial

NOTRE CIEL

6 Le Soleil, une simple étoile

12 Le ciel étoilé, la sphère des fixes

18 Orbites et mouvements apparents

22 Le Système solaire et la Voie lactée

LA LUNE

24 Cap sur la Lune

LES ÉCLIPSES

32 Comment observer le Soleil sans danger

34 Quand le Soleil disparaît

42 Soleil noir sur l'Espagne en 2026

44 En 2027, Râ se cache au-dessus des temples égyptiens

46 Les éclipses de Lune

LES PLANÈTES

48 Comment reconnaître les planètes

50 Jupiter, la plus belle des planètes

56 Vénus, la belle immaculée

60 Mars, la planète rouge

66 Saturne, la planète aux anneaux

70 Mercure, l'élusive

72 Uranus et Neptune, les deux billes bleues

74 Lancez-vous dans la photographie des planètes !

78 Conjonctions planétaires et occultations

82 La nuée des planétoïdes

84 Les comètes, surprenantes visiteuses

86 Les étoiles filantes et les satellites artificiels

LE MATÉRIEL

90 Choisir son instrument pour observer les planètes

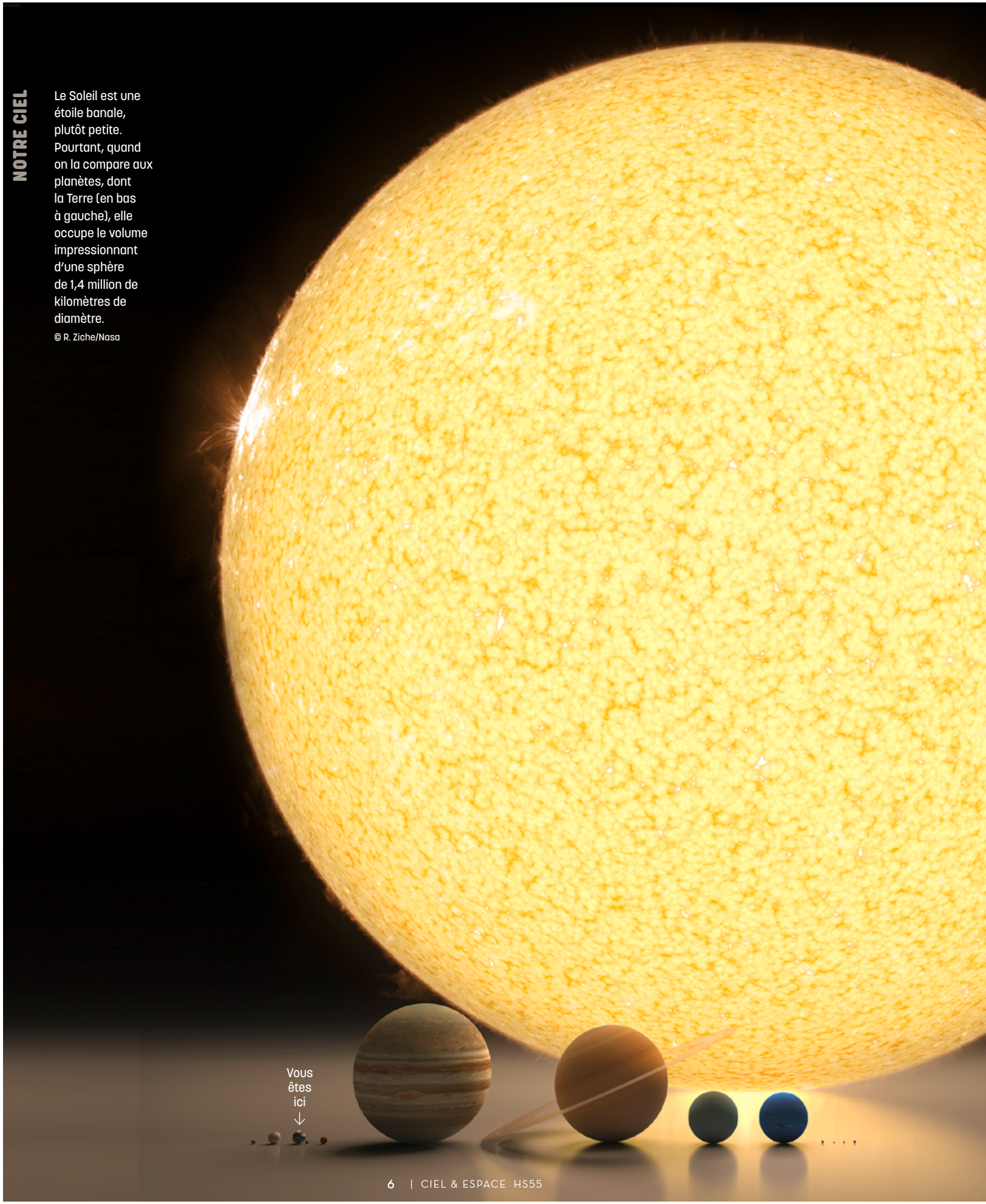
98 Ressources

COMMENT UTILISER LES LUNETTES ÉCLIPSE



Vérifiez d'abord qu'elles ne comportent aucun trou, aucune rayure. Au besoin, mettez-les devant une lampe puissante (mais pas le Soleil !) pour en être certain. Chaussez-les ensuite et regardez le Soleil. Une fois votre observation terminée, détournez-vous du Soleil avant de les enlever.

Couverture : © NASA/JPL-Caltech/SSI



Le Soleil est une étoile banale, plutôt petite. Pourtant, quand on la compare aux planètes, dont la Terre (en bas à gauche), elle occupe le volume impressionnant d'une sphère de 1,4 million de kilomètres de diamètre.

© R. Ziche/Nasa



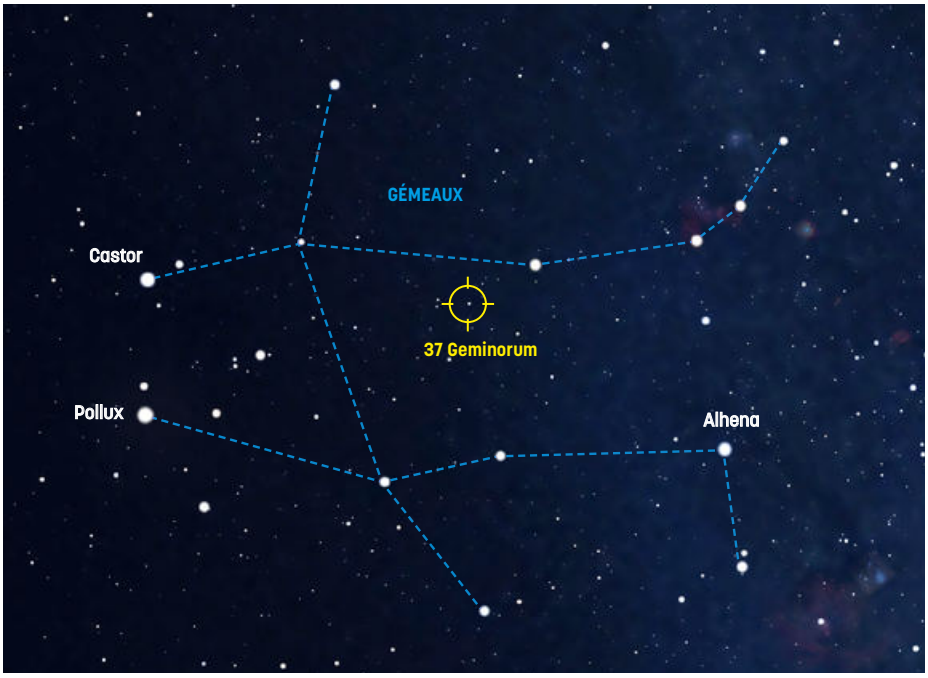
LE SOLEIL, UNE SIMPLE ÉTOILE

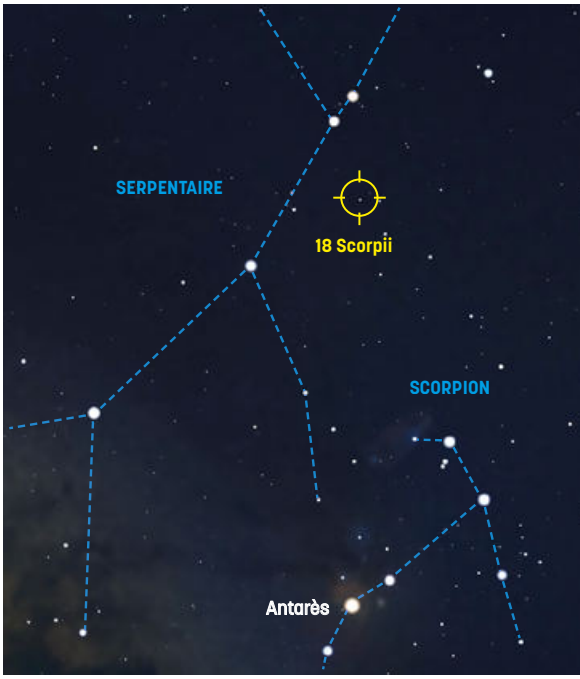
Le Soleil est l'astre principal du Système solaire. Les planètes qui lui tournent autour, comme la Terre, sont très proches de lui. Les distances jusqu'aux autres étoiles sont incommensurables.

Philippe Henarejos

Quelle est l'étoile la plus proche de la Terre ? Si l'on n'y prend pas garde, on peut facilement répondre de façon erronée à cette question. Par exemple, en citant Proxima Centauri, qui est bien l'étoile la plus proche du Système solaire, mais pas de la Terre… La bonne réponse, évidemment, c'est : le Soleil ! C'est notre étoile. Elle est si proche qu'elle illumine notre atmosphère et éteint toutes les autres étoiles. Elle est si proche qu'elle ne nous apparaît pas sous la forme d'un point, mais comme un disque éblouissant. Elle est si proche, enfin, qu'on peut sentir aisément la chaleur de ses rayonnements sur notre peau, que ce soit en été ou en hiver.

Le Soleil se trouve à environ 150 millions de kilomètres. Notre planète, la Terre, lui tourne autour en restant peu ou prou à cette distance tout au long de l'année qui correspond à la durée nécessaire pour boucler un tour (on dit aussi une révolution). Si nous voyons le Soleil comme une sphère, c'est parce qu'il est énorme. Pour s'en rendre compte, il suffit de le comparer à la Terre, un globe d'un peu plus de 12 000 km de diamètre. Le Soleil, lui, a un diamètre de 1,4 million de kilomètres. C'est 116 fois plus. Si l'on aborde les choses par le biais du volume, la différence est encore plus impressionnante : celui de l'étoile équivaut à 1,3 million de fois celui de la Terre !



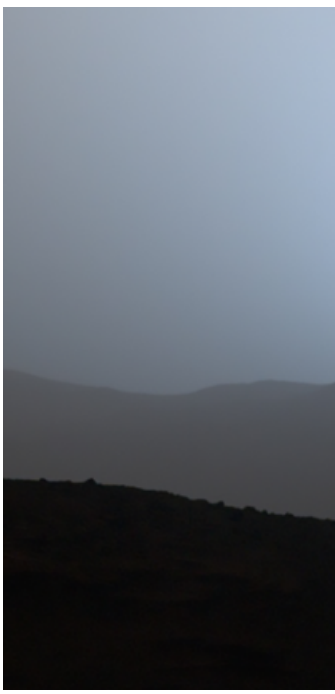


Prenons des objets du quotidien pour appréhender facilement ces chiffres. Si le Soleil était un ballon de basket (25 cm de diamètre), la taille de la Terre ne dépasserait pas 2 mm ; à peine plus que la pointe d'un Bic. Plaçons notre petite bille terrestre au bord d'un terrain de basket ; notre ballon-Soleil se trouverait à l'autre extrémité, à cette échelle.

Une étoile assez modeste, en fait

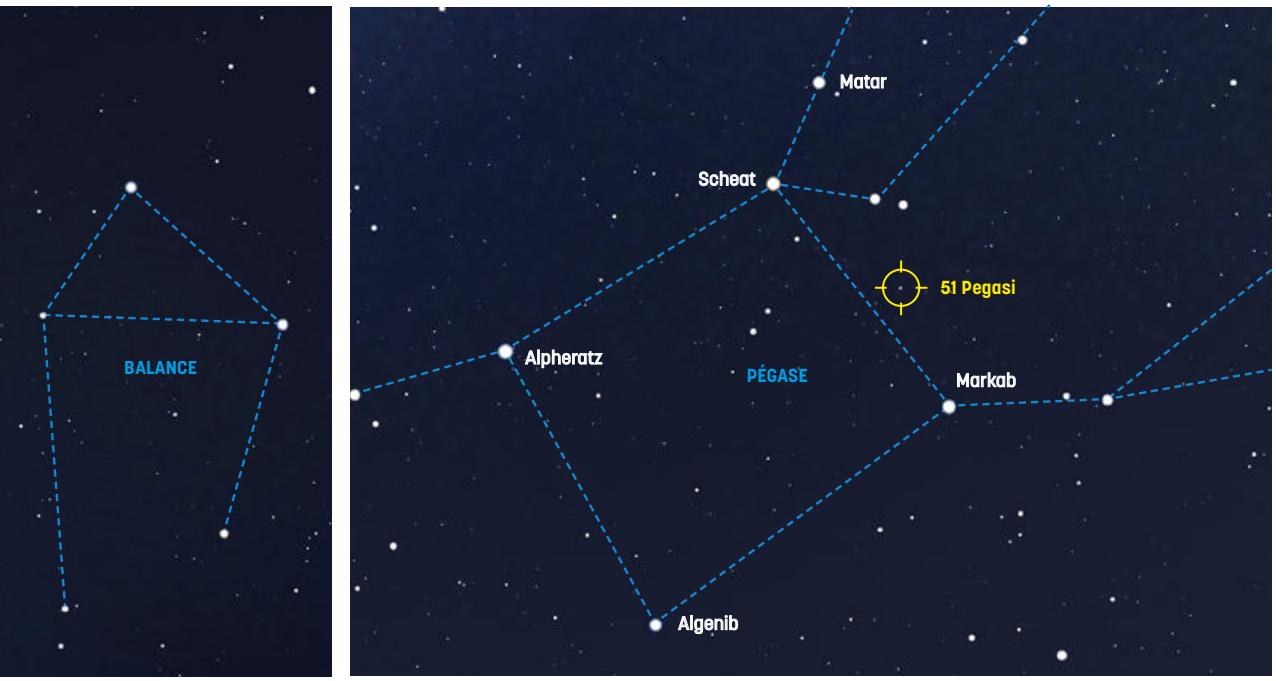
Le Soleil a l'apparence d'une sphère parce que nous en sommes proches. À quelle distance





Le Soleil vu de la Terre (ci-contre) est un disque de 0,5° de diamètre apparent. Depuis Mars, il apparaît un tiers plus petit (photo prise par le rover Curiosity). Et depuis Pluton, à 5 milliards de kilomètres, il n'est plus qu'un point éblouissant (vue d'artiste).

© C. Denison/Pexels et Nasa

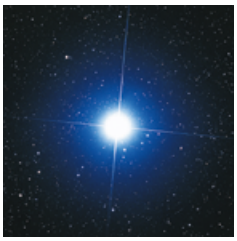


Si vous voulez voir à quoi ressemble le Soleil à 50 années-lumière de distance, trois étoiles de la voûte céleste en sont des exemples presque parfaits : 37 Geminorum (en hiver), 18 Scorpii et 51 Pegasi (en été et en automne).

faudrait-il se trouver pour qu'il ne soit qu'un point ? En imaginant qu'on l'observe à l'œil nu depuis la surface de Pluton, qui est une planète naine actuellement située à 5,3 milliards de kilomètres, notre étoile aurait déjà l'apparence d'un point ! Son diamètre apparent vaut moins d'une minute d'arc. C'est équivalent à celui de Vénus lorsqu'elle est au plus près de la Terre. En revanche, de Pluton, le Soleil brille nettement plus que Vénus. Sa magnitude est de – 19 (contre – 4 pour Vénus depuis la Terre). Qu'est-ce que cela signifie ? Que l'astre du jour, vu de Pluton, est encore très brillant ! Sa luminosité apparente équivaut à 250 fois celle de la Pleine Lune sur Terre. Concrètement,







QU'EST-CE QU'UNE ÉTOILE ?

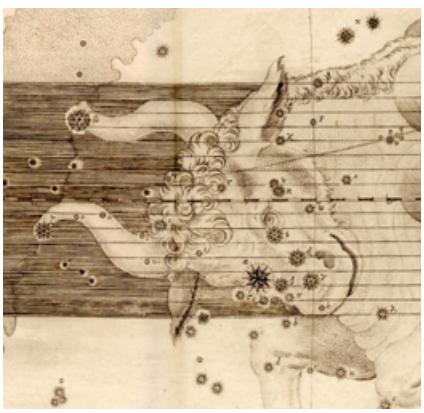
Une étoile est un astre si massif que sa propre gravité le comprime au point de faire fusionner ses atomes. Ces réactions nucléaires produisent une puissante lumière qui la fait briller plus ou moins en fonction de sa masse et de son degré d'évolution. Les étoiles sont essentiellement formées de gaz : beaucoup d'hydrogène et d'un peu d'hélium. Si un corps n'est pas assez massif pour produire sa propre lumière, ce n'est pas une étoile. Par exemple, la Terre, qui est une planète.



Voici une comparaison des tailles réelles pour quelques étoiles. Le Soleil, si imposant à côté de la Terre, n'est qu'un grain de sable par rapport aux plus grosses étoiles connues. © C&E

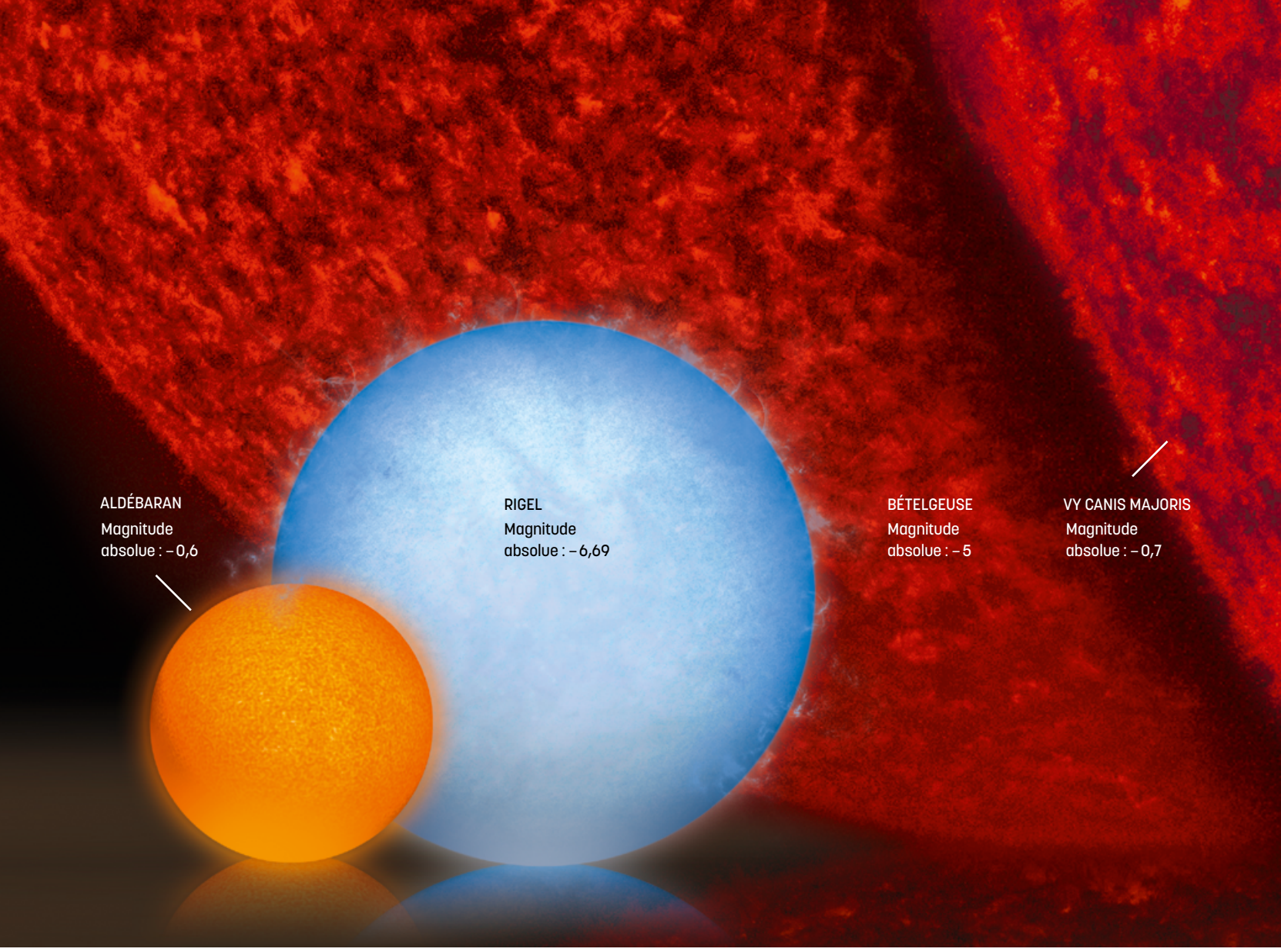
à quoi cela ressemble-t-il ? Probablement à la lumière diffusée par un spot de stade…

Et depuis les autres étoiles ? Comment voit-on le Soleil ? La réponse à cette question est facilitée par le fait que l'une des étoiles les plus proches est à peu de choses près du même gabarit. Alpha du Centaure, distante de 4,37 années-lumière, brille comme 1,5 fois le Soleil. Elle fait partie des étoiles les plus brillantes de toute la voûte céleste, avec une magnitude voisine de 0. Mais elle n'est visible que depuis les tropiques et l'hémisphère Sud. Cherchons plutôt dans l'hémisphère Nord. En hiver, 37 Geminorum peut être aperçue assez haut dans le ciel. En été, il faut viser 18 Scorpii ou 51 Pegasi. Ces trois étoiles ont une magnitude comparable, entre 5,4 et 5,7. Autrement dit, elles sont tout juste assez brillantes pour être perçues à l'œil nu sous un ciel exempt de gênes lumineuses [voir encadré « Les magnitudes »]. Ces « jumelles » du Soleil se situent grossièrement à 50 années-lumière. Si nous étions sur une planète tournant autour de l'une d'elles, nous verrions donc le Soleil comme une étoile des plus modestes. Cela signifie une chose : il ne s'agit pas d'un astre parmi les plus gros. Par exemple, Deneb, dans la



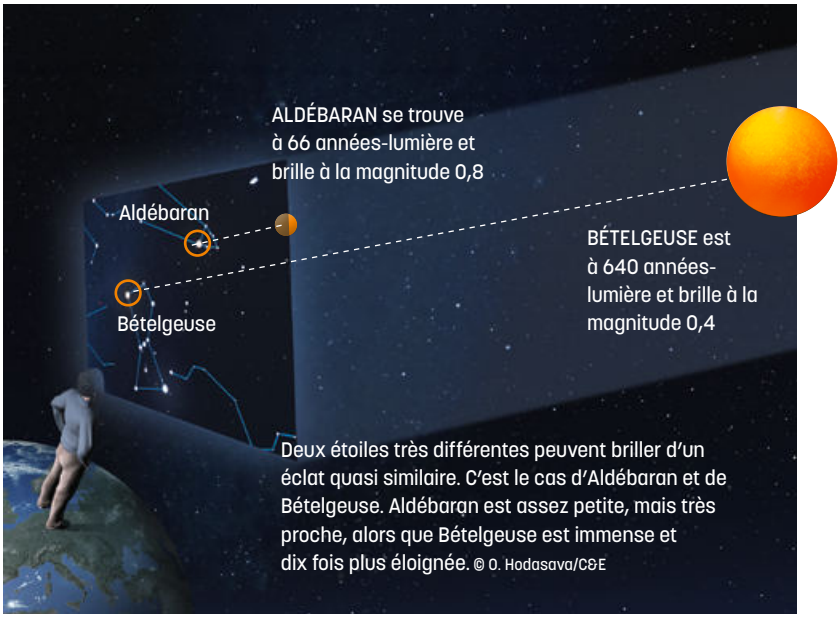
LES MAGNITUDES

L'échelle des magnitudes sert à classer les astres selon leur éclat apparent dans le ciel. Elle a été établie par le Grec Hipparque au IIe siècle av. J.-C. et a été affinée depuis. Attention, son ordre est inversé : plus la valeur de la magnitude est basse, plus l'astre est brillant. Et l'écart de luminosité entre deux degrés est d'un facteur 2,5. Ainsi, une étoile de magnitude 4 est 2,5 fois plus lumineuse qu'une étoile de magnitude 5. De même, une étoile de magnitude 1 brille 100 fois plus qu'une étoile de magnitude 6. Petite subtilité : à partir de 0 (zéro), l'échelle se poursuit avec des valeurs négatives. Ainsi, la magnitude de Vénus est –4, celle de la Pleine Lune est de –13 et le Soleil atteint –27.



constellation du Cygne, et qui est la 19e plus brillante de tout le ciel (magnitude 1,2), se trouve à 1400 années-lumière ! Son diamètre vaut 200 fois celui du Soleil. Si elle était à sa place, sa surface ne serait qu'à 10 millions de kilomètres de la Terre ! En d'autres termes, elle occuperait quasiment tout le ciel, de sa surface éblouissante. Et il existe des étoiles encore bien plus grosses que cela…

Ces petites réflexions à propos des étoiles nous enseignent une chose : les distances dans l'Univers sont incroyablement grandes. Il est difficile de se les représenter. Surtout dans une unité familière, comme le kilomètre. Par exemple, Alpha du Centaure est à plus de 40 000 milliards de kilomètres. Le Soleil est juste à un dixième de milliard de kilomètres… Voilà pourquoi, en dehors du Soleil, toutes les étoiles, quelle que soit leur taille, nous apparaissent comme des points plus ou moins brillants.



Deux étoiles très différentes peuvent briller d'un éclat quasi similaire. C'est le cas d'Aldébaran et de Bételgeuse. Aldébaran est assez petite, mais très proche, alors que Bételgeuse est immense et dix fois plus éloignée. © O. Hodasava/C&E



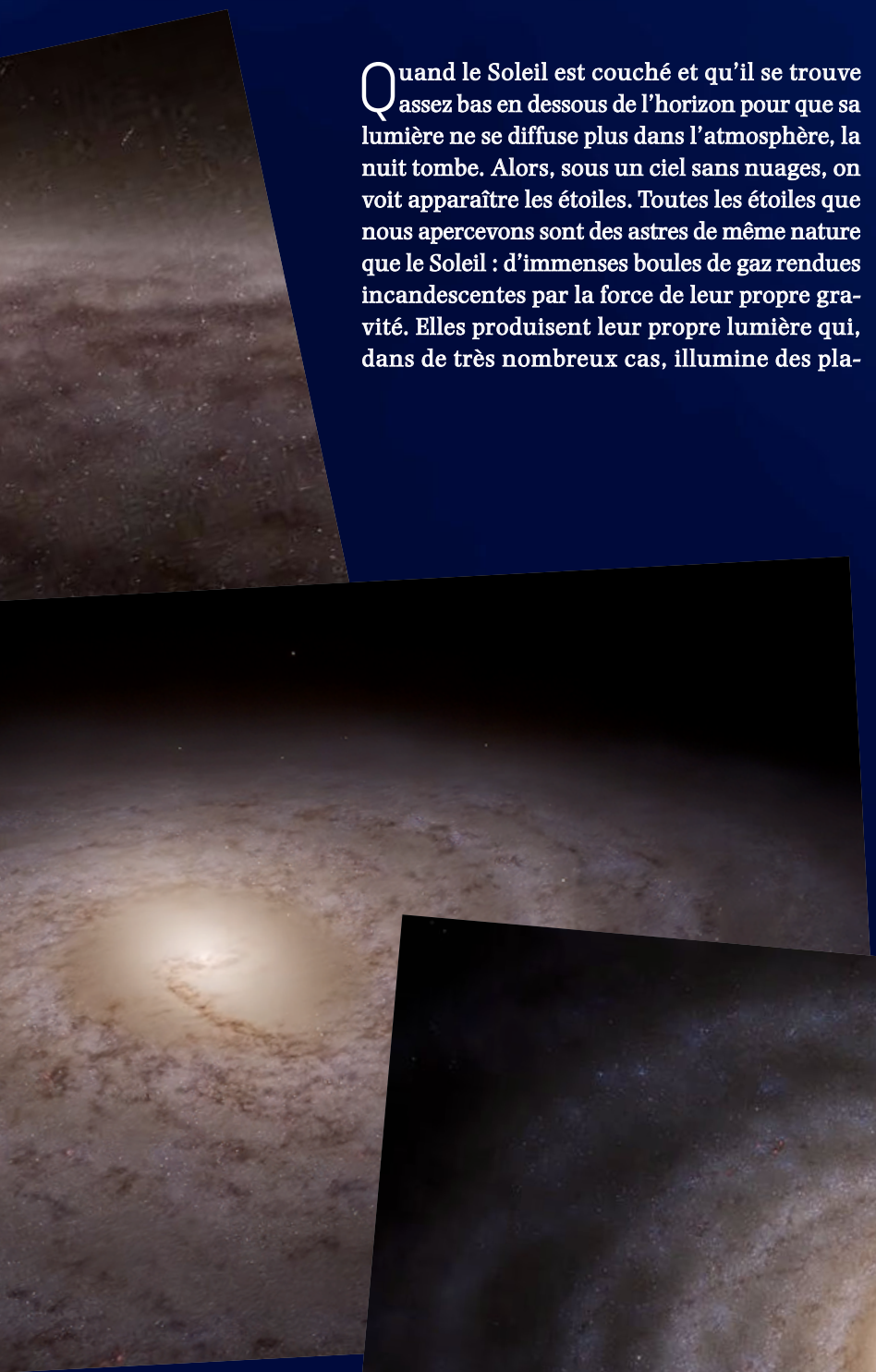
LE CIEL ÉTOILÉ, LA SPHÈRE DES FIXES

Le ciel nocturne nous apparaît immuable au fil des siècles. Le dessin des constellations ne change pas avec le temps, à l'échelle humaine. Mais parmi ces étoiles, qui appartiennent toutes à notre galaxie, la Voie lactée, cinq astres se déplacent en permanence : ce sont les planètes du Système solaire.

Philippe Henarejos

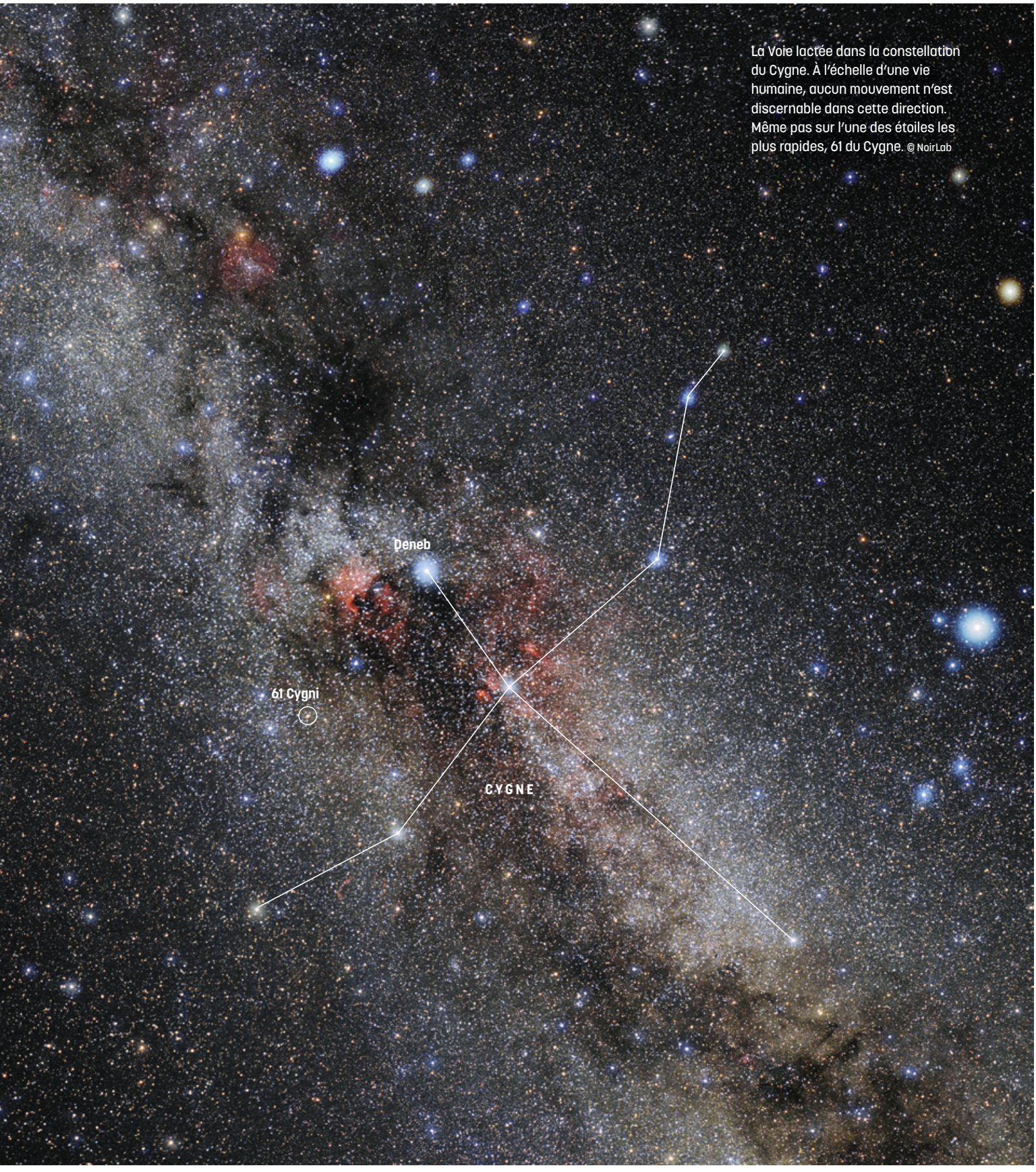
Quand le Soleil est couché et qu'il se trouve assez bas en dessous de l'horizon pour que sa lumière ne se diffuse plus dans l'atmosphère, la nuit tombe. Alors, sous un ciel sans nuages, on voit apparaître les étoiles. Toutes les étoiles que nous apercevons sont des astres de même nature que le Soleil : d'immenses boules de gaz rendues incandescentes par la force de leur propre gravité. Elles produisent leur propre lumière qui, dans de très nombreux cas, illumine des planètes qui leur tournent autour. Les astronomes appellent ces mondes les exoplanètes.

Il faut prendre conscience d'une chose : toutes les étoiles visibles à l'œil nu au cours d'une belle nuit d'été se trouvent au voisinage proche du Soleil. Elles sont, pour la plupart, à quelques dizaines ou quelques centaines d'années-lumière. Quelques-unes se situent à des milliers d'années-lumière. Toutes les autres, à savoir environ 200 milliards d'étoiles, sont trop loin pour être discernées à l'œil nu. Nous percevons toutefois leur faible lueur : c'est la traînée laiteuse qui traverse la voûte céleste et qu'on appelle la Voie lactée. Pour vous en convaincre, pointez une paire de jumelles dans sa direction. Vous verrez alors des tas d'étoiles de faible magnitude qui fourmillent dans le champ visé.

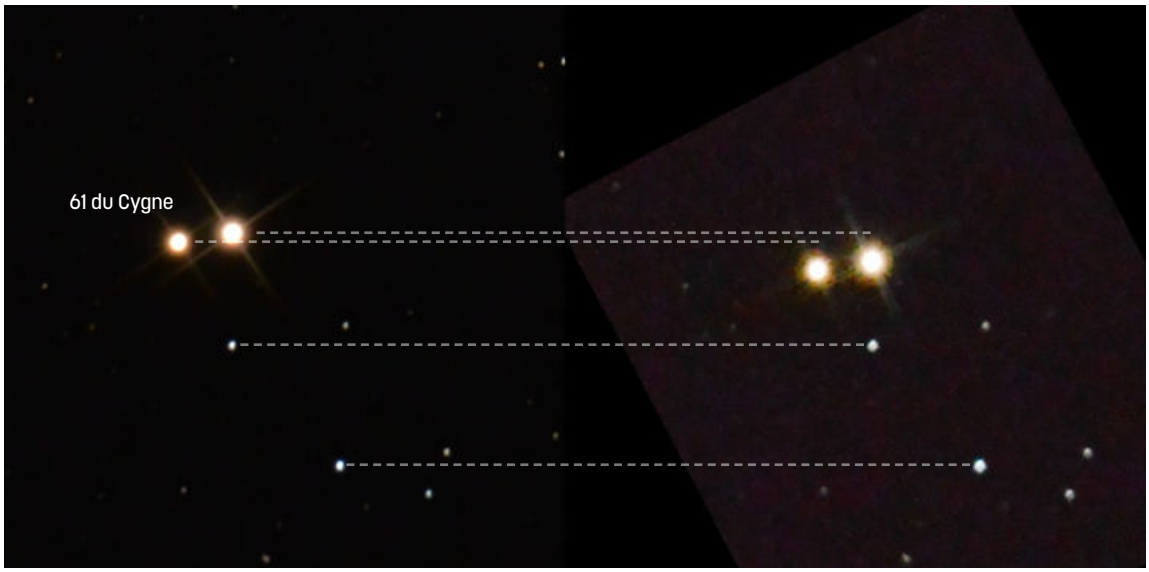




D'un point de vue situé à quelques années-lumière du Soleil, l'aspect de la Voie lactée est le même que depuis la Terre (1). En reculant encore plus et en montant au-dessus du plan de notre galaxie (2), les choses changent. On réalise que la plupart des étoiles visibles dans le ciel nocturne sont toutes proches (cercle blanc). À plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines d'années-lumière, l'ensemble de la Galaxie est visible (3 et 4). Toutes les étoiles qui la composent et qui nous semblent fixes tournent autour de son centre. © ESA



La Voie lactée dans la constellation du Cygne. À l'échelle d'une vie humaine, aucun mouvement n'est discernable dans cette direction. Même pas sur l'une des étoiles les plus rapides, 61 du Cygne. © NoirLab



Ci-contre : l'étoile double 61 du Cygne vue à un an d'intervalle au télescope. On note son déplacement par rapport aux étoiles bien plus lointaines et qui nous semblent fixes.
© Stargazers Lounge

Des étoiles en orbite autour du centre galactique

Cette simple observation aboutit à une conclusion : les étoiles ne sont pas réparties uniformément dans toutes les directions jusqu'à l'infini. Elles sont regroupées dans une structure, la Voie lactée, qui a la forme d'un vaste disque épais d'environ 10 000 années-lumière et large de 100 000 années-lumière. Les astronomes appellent cela une galaxie. La Voie lactée n'est que l'une des innombrables galaxies présentes dans l'Univers.

Comme tous les corps célestes, les galaxies sont régies par les lois de la gravitation. Cela signifie que l'ensemble des étoiles qui les composent sont liées entre elles par cette force attractive. Dans le cas de la Voie lactée, la conséquence est la suivante : toutes les étoiles tournent autour de son centre, où s'accumule le maximum de la masse, car très riche en étoiles (il y a même un trou noir de 4 millions de masses solaires). Ce centre, vu de la Terre, se localise dans le Sagittaire, une constellation présente en été au-dessus de l'horizon sud.

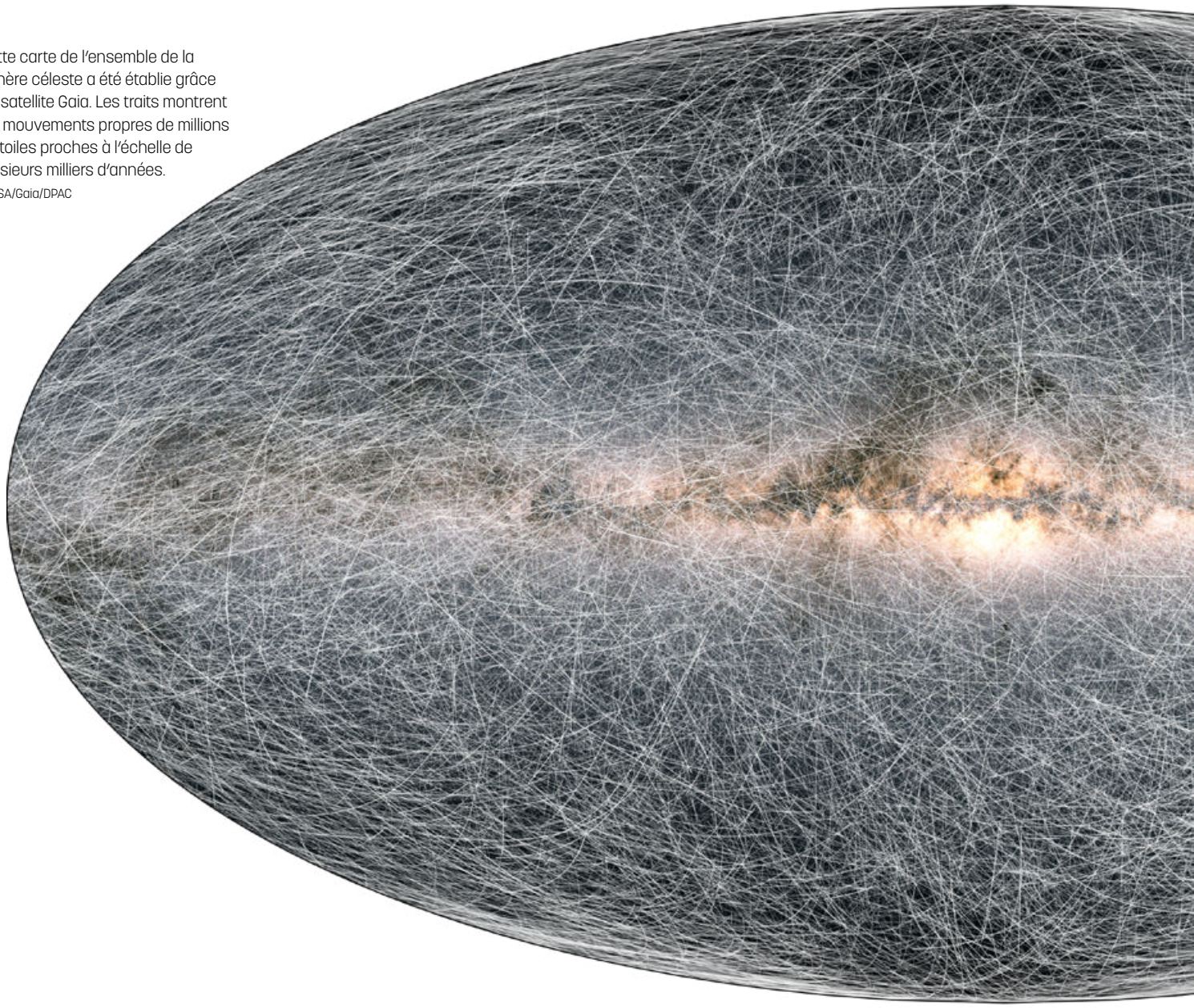
Toutes les étoiles visibles à l'œil nu décrivent donc une orbite autour du cœur de la Voie lactée, situé à 26 000 années-lumière de nous, en direction du Sagittaire. Dit autrement : toutes les étoiles bougent. Or, si vous observez une région du ciel à une date et une heure données, et que vous revenez cinq ans, dix ans ou vingt ans plus tard, vous retrouverez toutes les étoiles exactement à la même place. Le ciel semble bel et bien figé. C'est d'ailleurs pour cela que les Anciens l'ont appelé la sphère des fixes (les fixes étant les étoiles).

Un mouvement des étoiles bien réel, mais difficile à percevoir

Il a fallu attendre l'avènement des instruments d'optique, à partir de 1610, pour que les astronomes notent d'infimes changements dans la position de certaines étoiles au fil des ans. En réalité, les mouvements des étoiles se font à des vitesses très élevées : des dizaines, voire des centaines de kilomètres par seconde ! Mais comme elles sont très loin, leur mouvement apparent depuis la Terre est imperceptible sans télescope à l'échelle d'une vie humaine. Pour mieux comprendre, on

DES DISTANCES INCOMMENSURABLES

Quand on dit que les étoiles sont loin, elles sont vraiment très, très loin. Si l'on reprend l'exemple de 61 du Cygne, convertir sa distance de 11,3 années-lumière en kilomètres donne un résultat difficile à appréhender : 106 909 milliards de kilomètres… C'est 278 millions de fois plus loin que la Lune. À la vitesse d'un vaisseau Apollo ou Artemis (4 jours de voyage de la Terre à la Lune), il faudrait 3 milions d'années pour l'atteindre.

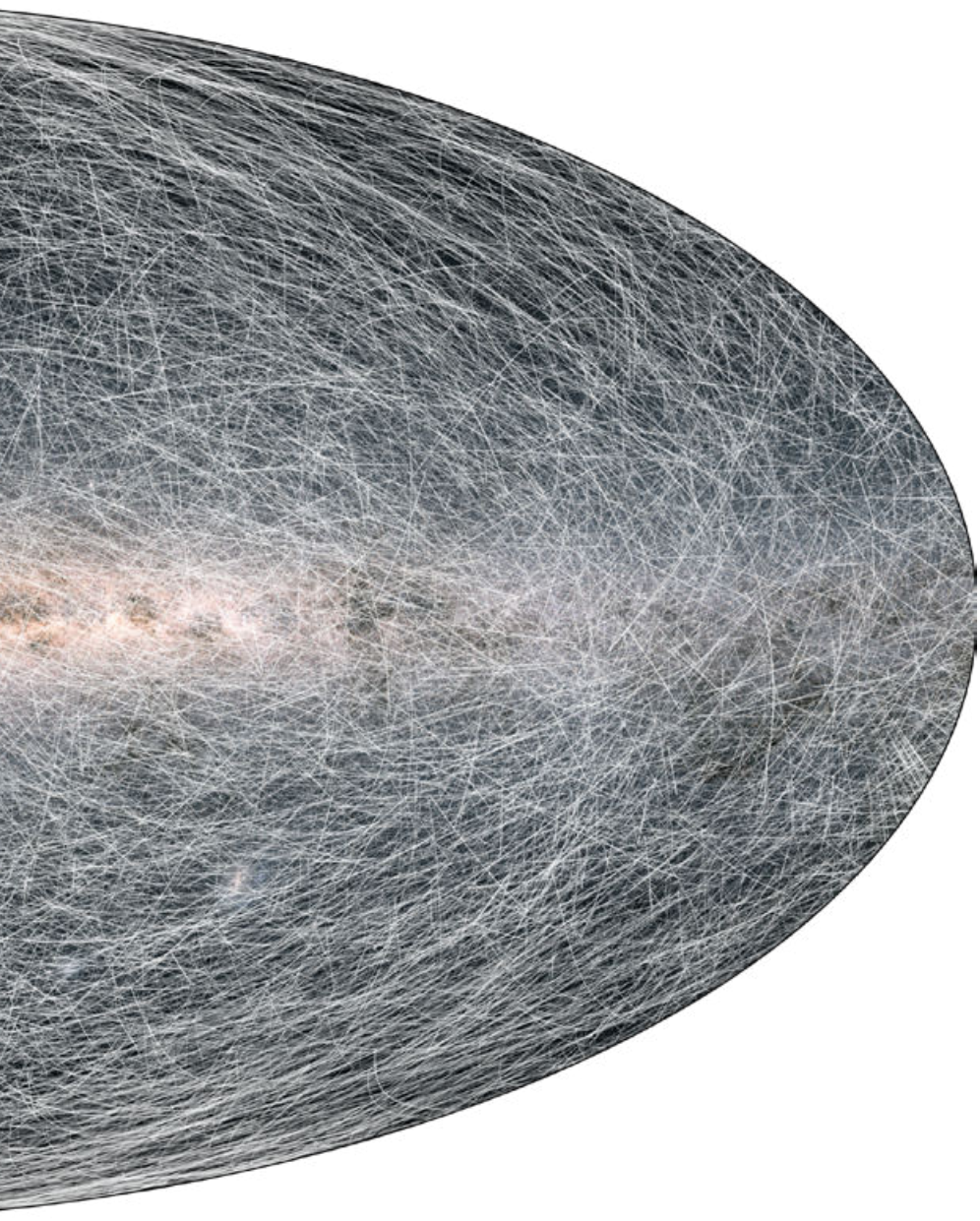


Cette carte de l'ensemble de la sphère céleste a été établie grâce au satellite Gaia. Les traits montrent les mouvements propres de millions d'étoiles proches à l'échelle de plusieurs milliers d'années.
© ESA/Gaia/DPAC

peut faire une analogie avec un avion de ligne en vitesse de croisière à haute altitude : quand il passe exactement au-dessus de nous, il est proche et son déplacement à 800 km/h est facile à voir ; quand il se trouve loin, à l'horizon, alors qu'il vole à la même vitesse, il semble bouger de façon infiniment plus lente.

Il en va de même pour les étoiles. Celles qui sont les plus proches, quelle que soit leur vitesse, sont celles qui ont le mouvement apparent le plus rapide. C'est par exemple le cas de 61 du Cygne, une étoile double distante de 11,3 années-lumière, visible dans le ciel estival, et qui se décale chaque année de 5,2". Cela signifie qu'en 11,5 ans, sa position change d'environ 1', ce qui est imperceptible à l'œil nu. Et en 380 ans, elle parcourt l'équivalent du diamètre apparent de la Lune… Ce qui resterait extrêmement difficile à remarquer avec des observations à l'œil nu.

Mais la grande majorité des étoiles sont bien plus lointaines que 61 du Cygne. De sorte que le ciel étoilé reste le même sur plusieurs générations. Il faut des millénaires pour que le dessin d'une constellation se trouve sérieusement modifié du fait du mouvement des étoiles.



Des astres errants

Sur cette « sphère des fixes », les astronomes de l'Antiquité n'ont eu aucun mal à repérer cinq astres qui, eux, avaient littéralement la bougeotte ! Ils les ont appelés « astres errants », ou *planètes* en grec ancien. Leurs noms : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. Ainsi, le sens premier du mot *planète* n'indique pas un corps qui tourne autour du Soleil, mais un astre qui se déplace parmi les étoiles fixes. Avec la Lune et le Soleil, les planètes visibles à l'œil nu sont les corps célestes les plus faciles à observer au télescope quand on débute.

Chaque étoile se déplace à plusieurs dizaines de kilomètres par seconde, mais ce mouvement nous est imperceptible

ET SI VOUS PROLONGIEZ L'EXPÉRIENCE ?

Retrouvez *Ciel & espace* partout, tout le temps.

Accédez au dernier numéro en version numérique dès sa parution et profitez de tous les contenus réservés aux abonnés sur notre site.

OFFRE DÉCOUVERTE
6,50 € / mois
Sans engagement

- Le dernier numéro paru en numérique
- L'accès aux contenus web (podcast, articles, vidéos)
- Toute l'actualité de l'astronomie et de l'exploration spatiale

SCANNEZ ET EMBARQUEZ POUR L'UNIVERS

ORBITES ET MOUVEMENTS APPARENTS

Les planètes sont, avec la Lune et le Soleil, les seuls astres visibles à l'œil nu qui se déplacent sur la voûte étoilée au fil du temps. Leur mouvement est toutefois restreint à certaines constellations : celles du zodiaque.

Philippe Henarejos

Certains astres se déplacent sur la sphère céleste d'une nuit sur l'autre. Ce sont les planètes du Système solaire. Visuellement, elles sont ponctuelles et ressemblent à des étoiles. La seule différence qui permet de les distinguer en un clin d'œil, c'est qu'elles ne scintillent pas, ou presque pas (lire p. 49), alors que toutes les étoiles scintillent.

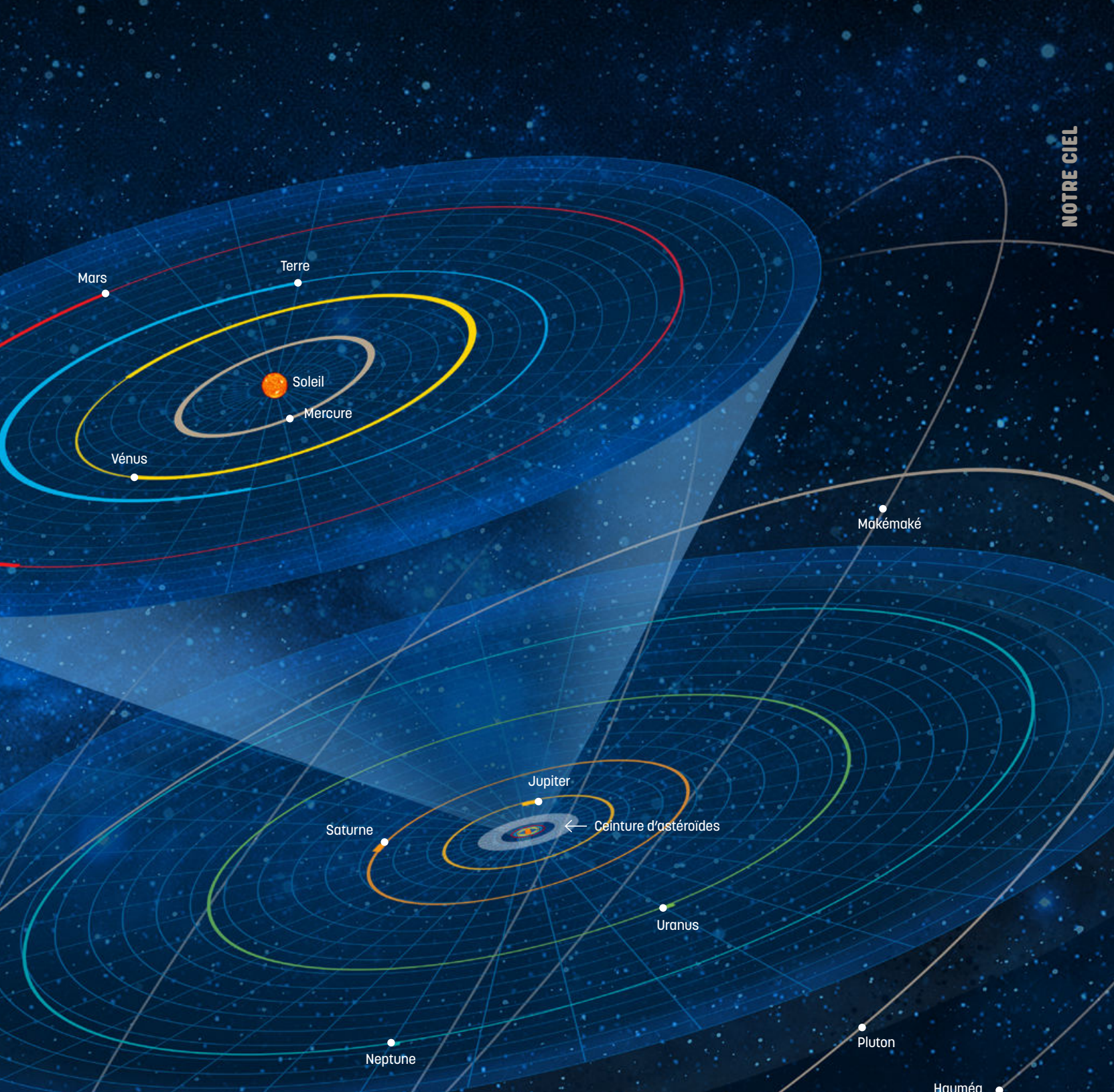
Contrairement à celles-ci, les planètes ne produisent pas elles-mêmes la lumière qui les fait briller. Elles ne font que réfléchir celle du Soleil. Ce sont des sphères gazeuses ou solides dont la surface renvoie les rayons du Soleil dans l'espace. Pour voir les planètes comme des sphères, il faut dans certains cas des jumelles et, dans la majorité des cas, un instrument d'astronomie qui grossit leur image de manière conséquente (plus de 30x).

Plus loin, plus lent

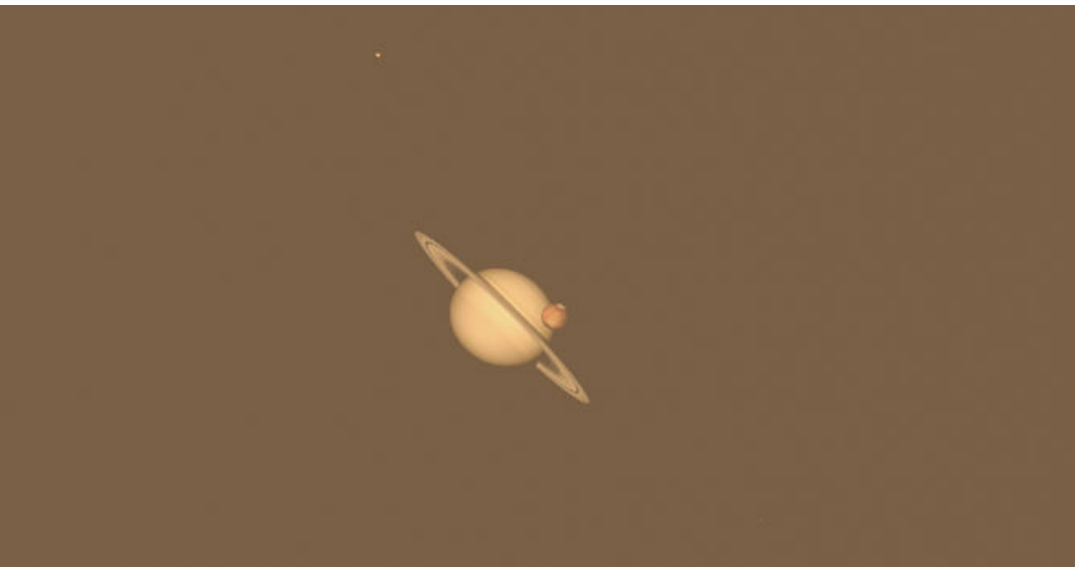
Toutes les planètes tournent autour du Soleil. La Terre fait partie du lot (voir schéma ci-contre). Plus une planète est proche du Soleil, plus elle se

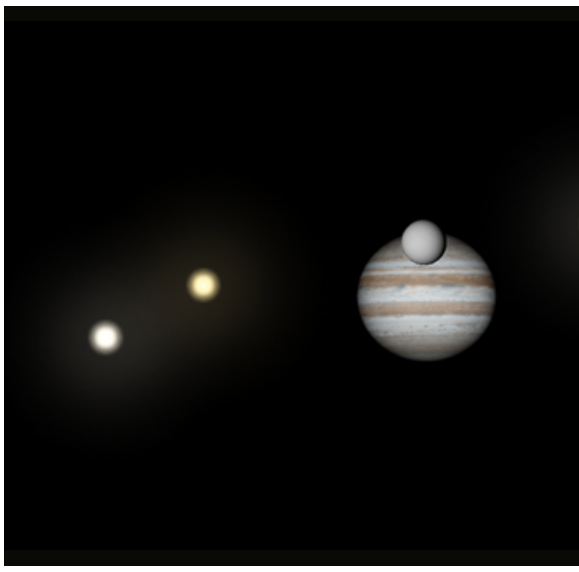


Ci-contre, les planètes du Système solaire à l'échelle : les quatre planètes telluriques (ou rocheuses) en haut, et les quatre planètes géantes gazeuses en bas. © O. Hodasava/C&E



Cette représentation du Système solaire respecte les échelles de distance. Un zoom (en haut) est nécessaire pour discerner les orbites des quatre planètes telluriques. Au-delà de Neptune, quelques objets glacés emblématiques ont été représentés, dont Pluton considérée comme une planète jusqu'en 2006 et désormais classée parmi les planètes naines avec Hauméa et Makémaké. © O. Hodasava/C&E





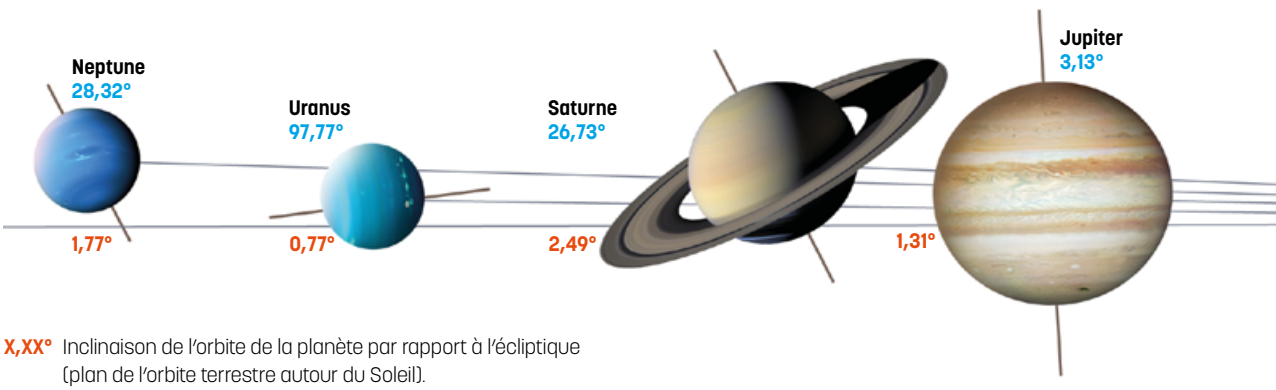
Les illustrations ci-dessus montrent trois événements rarissimes : Mars devant Saturne le 9 octobre 1477, Vénus devant Jupiter le 4 janvier 1818 et le prochain à observer, Vénus occultant partiellement Jupiter le 22 novembre 2065…

déplace vite et boucle sa révolution rapidement. Par exemple, Mercure, située à environ 58 millions de kilomètres du Soleil, met un peu moins de 88 jours à en effectuer un tour complet à la vitesse de 47 km/s. La Terre, qui est un peu plus loin (150 millions de kilomètres), effectue une révolution en un peu plus de 365 jours et sa vitesse dans l'espace est de 30 km/s. À l'autre bout, Neptune, distante de 4,5 milliards de kilomètres, prend plus de 164 ans pour boucler une seule orbite, à la vitesse de 5,4 km/s.

Ces différences se remarquent sur le ciel : alors que les planètes proches du Soleil, comme Mercure, Vénus et Mars, changent de constellation en quelques semaines ou mois, Jupiter demeure dans chaque constellation environ un an. Saturne, autour de deux ans et demi. Cette lenteur lui a d'ailleurs valu son nom, qui est celui du dieu romain du temps. Ces vitesses et les périodes qui en découlent autour du Soleil sont décrites par la troisième loi de Kepler.

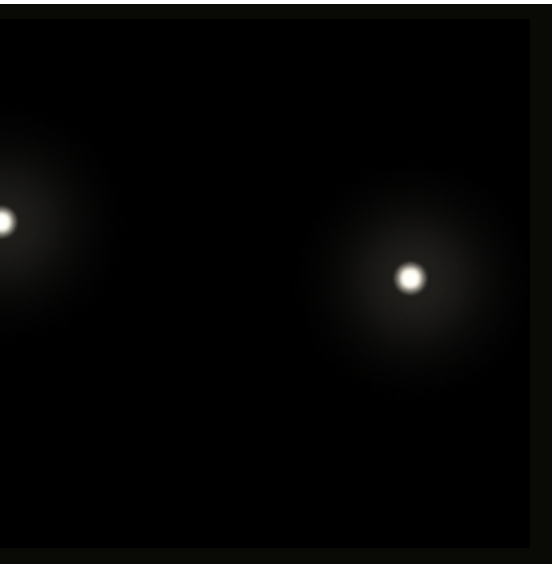
Des planètes sur un disque

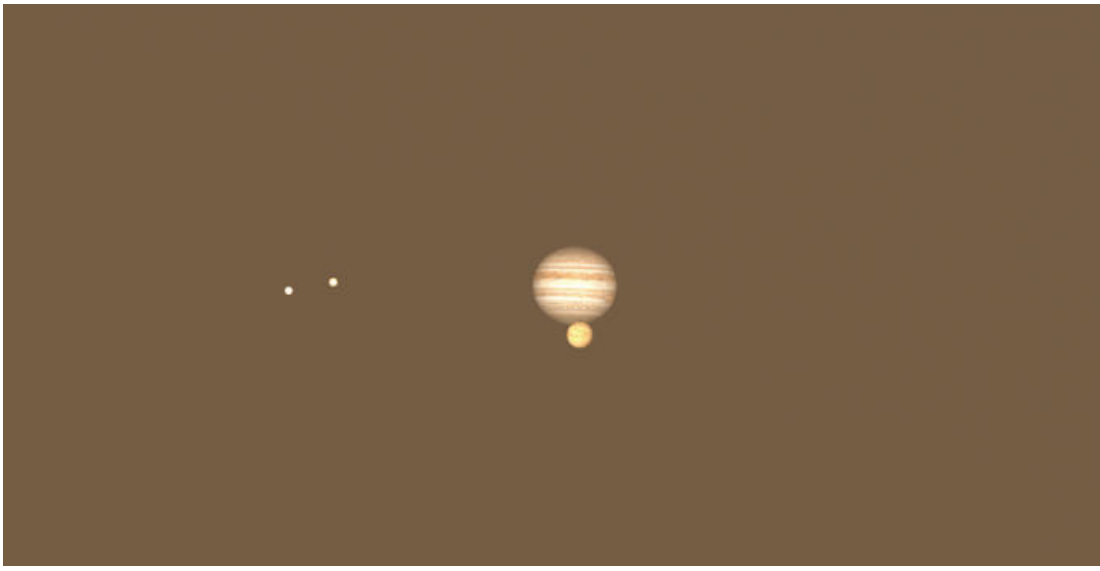
Toutes les planètes tournent autour du Soleil, mais pas n'importe comment. Un plan préférentiel de révolution s'est établi par le jeu complexe des mouvements et des collisions au sein de la nébuleuse primitive dans laquelle le Soleil est né, il y a 4,6 milliards d'années. De ce fait, les planètes décrivent leur orbite quasiment sur un même plan. C'est comme si elles effectuaient leur ronde autour du Soleil sur un disque invisible. Voici



X,XX° Inclinaison de l'orbite de la planète par rapport à l'écliptique (plan de l'orbite terrestre autour du Soleil).

X,XX° Inclinaison de l'axe de rotation par rapport à la perpendiculaire de l'écliptique.





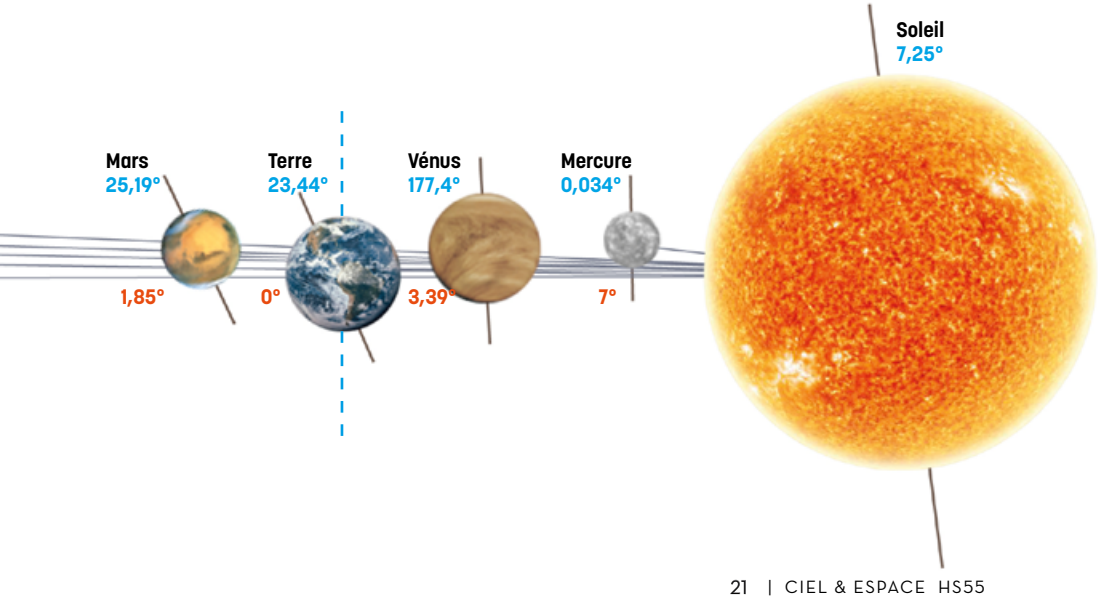
pourquoi, vues depuis la Terre, toutes les planètes semblent se déplacer sur une même ligne à travers certaines constellations.

En toute rigueur, le plan orbital de chaque planète diffère légèrement de celui de la Terre, nommé l'écliptique, pris comme référence. Mais ces écarts n'excèdent pas quelques degrés (voir ci-dessous). La plus « rebelle » est Mercure : 7° d'écart avec le plan orbital de la Terre. La plus sage est Uranus : seulement 0,77°. Voilà pourquoi, dans leur course autour du Soleil, les planètes semblent se rattraper, se distancer, se frôler et, de manière rarissime, s'occulter. L'une des plus récentes occultations entre planètes remonte au 9 octobre 1477, avant l'invention de la lunette et du télescope, quand Mars est passée devant Saturne (observable au crépuscule depuis les Amériques). La prochaine sera le 22 novembre 2065, hélas en plein jour, quand Vénus occultera partiellement Jupiter. Patience…

L'écliptique, sillon des planètes

La ronde des planètes du Système solaire se déroule donc le long d'une même ligne : l'écliptique. Cette ligne correspond à la projection sur la sphère céleste du plan de l'orbite terrestre. De notre point de vue à la surface de la Terre, elle est matérialisée par le trajet annuel du Soleil dans les constellations. L'écliptique traverse toujours les mêmes constellations, celles du zodiaque. Pour cette raison, les planètes ne peuvent se trouver que dans une de ces constellations, et aucune autre. Inutile de chercher une planète dans la Grande Ourse (lire p. 48) !

Vues depuis la Terre, les planètes se jouent une course incessante



Les planètes ne décrivent pas leur orbite tout à fait dans le plan de l'orbite terrestre, l'écliptique. Mais l'inclinaison de leur trajectoire avec celui-ci est faible.

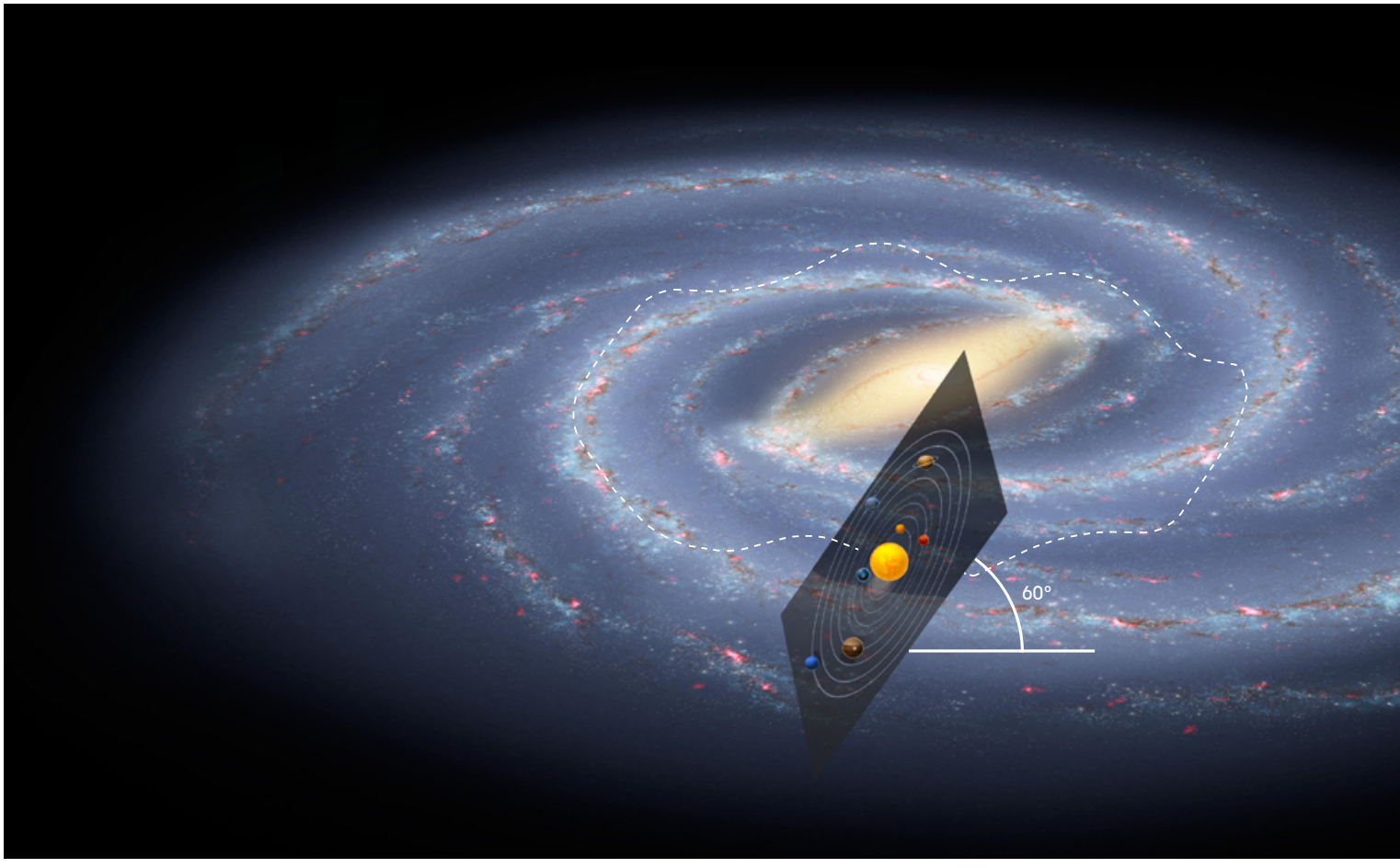
© O. Hodasava/C&E

LE SYSTÈME SOLAIRE ET LA VOIE LACTÉE

Vue de la Terre, notre galaxie apparaît inclinée. Une conséquence de l'orientation aléatoire de l'axe de rotation du Soleil par rapport au disque de la Voie lactée.

Philippe Henarejos

Comme toutes les étoiles, le Soleil, accompagné de son cortège de planètes, tourne autour du centre de notre galaxie, la Voie lactée. Il se situe à 26 000 années-lumière de ce point et met environ 250 millions d'années à boucler un seul tour. Notre galaxie étant un disque mince, il est tentant de penser que son plan et celui de l'écliptique se confondent. Et qu'il en est de même pour tous les systèmes stellaires contenant des planètes. Mais non… L'axe de rotation des étoiles sur elles-mêmes est orienté de manière aléatoire. Le plan de révolution de leurs planètes, perpendiculaire à cet axe, fait donc de même.



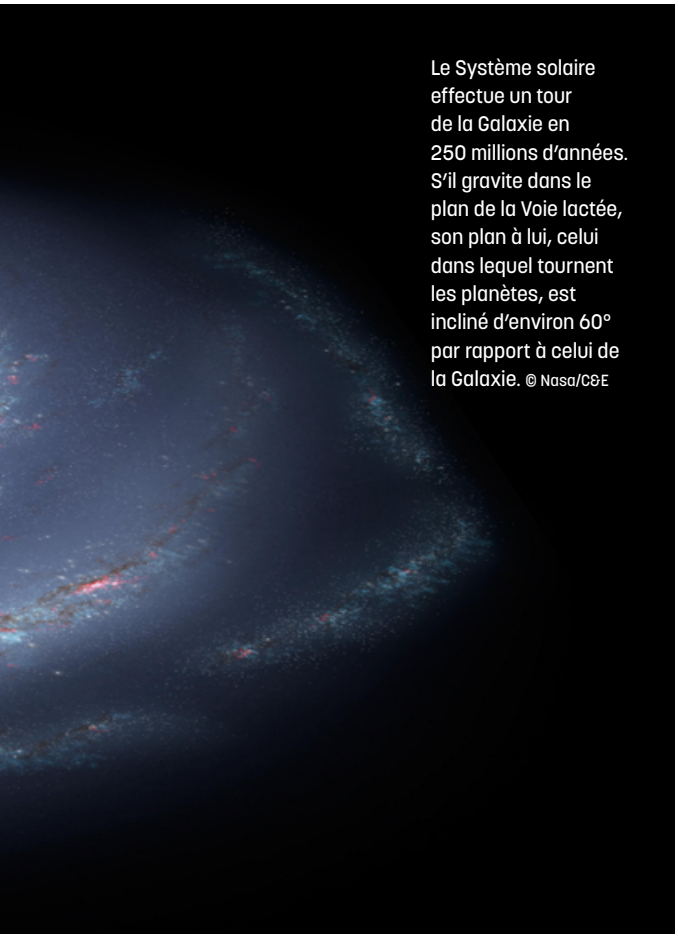
Un Système solaire incliné par rapport à la Voie lactée

Si le Système solaire tournait dans le même plan que la Galaxie, les planètes se déplaceraient le long de la traînée laiteuse de la Voie lactée. Or, ce n'est clairement pas le cas. En réalité, le plan dans lequel gravitent les planètes est incliné d'environ 60° par rapport à l'équateur galactique. Les deux plans se coupent en deux endroits de la sphère céleste séparés par 180°. L'un est visible en été, car il se trouve dans la constellation du Sagittaire, non loin de la direction du centre galactique. Cette intersection se trouve à peine à 1° de la belle nébuleuse M 8 et à quelques minutes d'arc d'une autre nébuleuse connue, M 20, alias Trifide. Cela signifie donc que des planètes peuvent passer près de ces objets galactiques ou même devant eux.

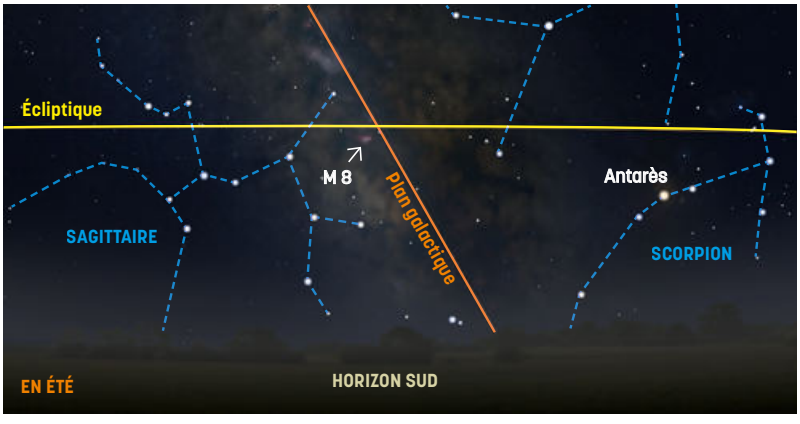
L'autre intersection se trouve dans le Taureau, à seulement 5° d'une autre nébuleuse moins lumineuse, mais encore fascinante : M 1, qui est un vestige d'étoile dont l'explosion en supernova a été observée en l'an 1054. Cette inclinaison de l'écliptique (et en même temps de l'axe de rotation de la Terre sur elle-même) par rapport au plan de la Voie lactée explique pourquoi la Voie lactée tourne dans le ciel au cours de la nuit et au cours des saisons.

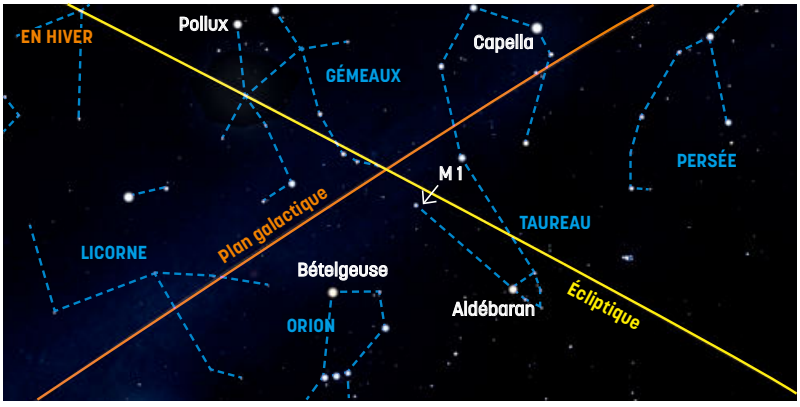
DES COORDONNÉES BIEN TERRESTRES

Le système de coordonnées célestes utilisé par les astronomes pour localiser les astres ne repose ni sur le repère de l'écliptique, ni sur celui de l'équateur galactique. Il découle tout simplement de la projection du système de coordonnées terrestres sur la sphère céleste ; la latitude et la longitude projetées sur le ciel deviennent la déclinaison et l'ascension droite. L'équateur céleste défini par ce système de coordonnées est incliné de 23,4° par rapport à l'écliptique.



Le Système solaire effectue un tour de la Galaxie en 250 millions d'années. S'il gravite dans le plan de la Voie lactée, son plan à lui, celui dans lequel tournent les planètes, est incliné d'environ 60° par rapport à celui de la Galaxie. © Nasa/C&E





Ces deux cartes indiquent les deux points, sur la sphère céleste, où le plan du Système solaire (matérialisé par l'écliptique) coupe celui de la Voie lactée. © C&E

CAP SUR LA LUNE

La surface cratérisée de la Lune est un véritable univers ! Avec les phases changeantes et les conditions d'éclairage qui ne sont jamais les mêmes d'une lunaison à une autre, l'observation de ses reliefs au télescope est à chaque fois une découverte.

Philippe Henarejos

La Lune est le corps céleste le plus proche de la Terre. Satellite naturel de notre planète, elle gravite en moyenne à 384 000 km. Avec ses 3 476 km de diamètre, elle apparaît grosse et brillante dans le ciel. C'est tout naturellement vers elle que les astronomes amateurs tournent leurs regards et leurs instruments à leurs débuts.

À l'œil nu déjà, la Lune ne se montre pas uniforme, mais faite de régions claires et de régions sombres. Les premières, criblées de cratères d'impacts, sont des vestiges de sa croûte primitive. Les secondes, d'aspect bien plus lisse, sont des « mers » de lave solidifiée qui se sont majoritairement constituées par remplissage de grands bassins d'impact, au cours d'épisodes volcaniques successifs. Un coup d'œil dans des jumelles permet de bien voir la différence entre ces deux catégories de terrains, notamment parce que de nombreux cratères sont déjà discernables.

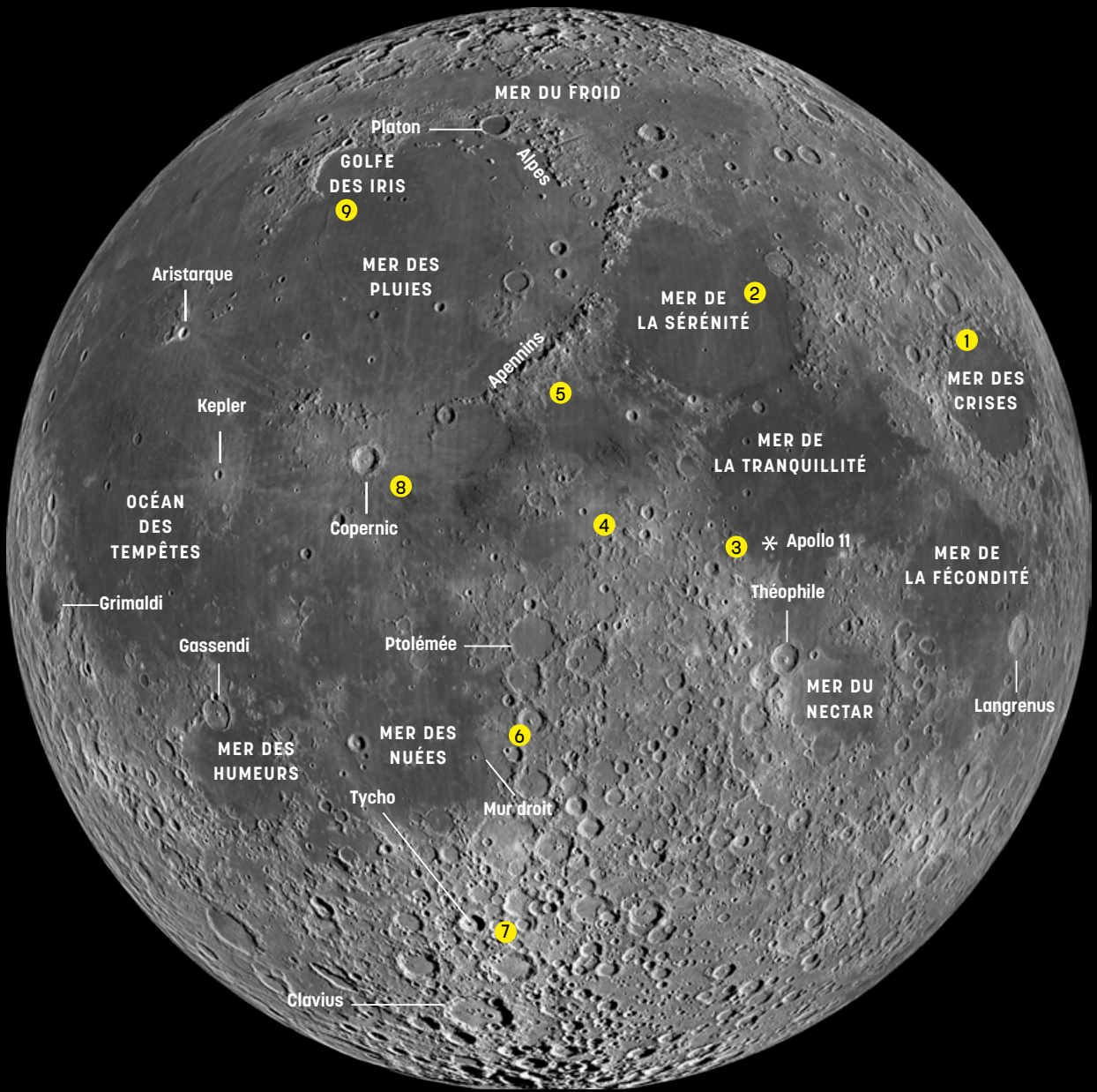


La Lune en premier quartier, avec ses mers sombres et ses nombreux cratères, est à découvrir aux jumelles. © M. Denis

Mais pour bien étudier la surface de la Lune, il faut une lunette ou un télescope. Comme il s'agit d'un astre très brillant et très contrasté (avec des zones très claires et d'autres très sombres), le but ici est de pousser les grossissements. En théorie, le pouvoir de résolution d'un instrument est atteint avec un grossissement égal à son diamètre exprimé en millimètres (par exemple, 100x pour un télescope de 100 mm). En fait, si l'optique est de bonne qualité et que l'atmosphère est stable, on peut s'aventurer jusqu'à 1,5x ou 2x le diamètre. Cela donne 400x pour un télescope de 200 m. L'image est alors plus grosse et il est plus facile de percevoir les petits détails.

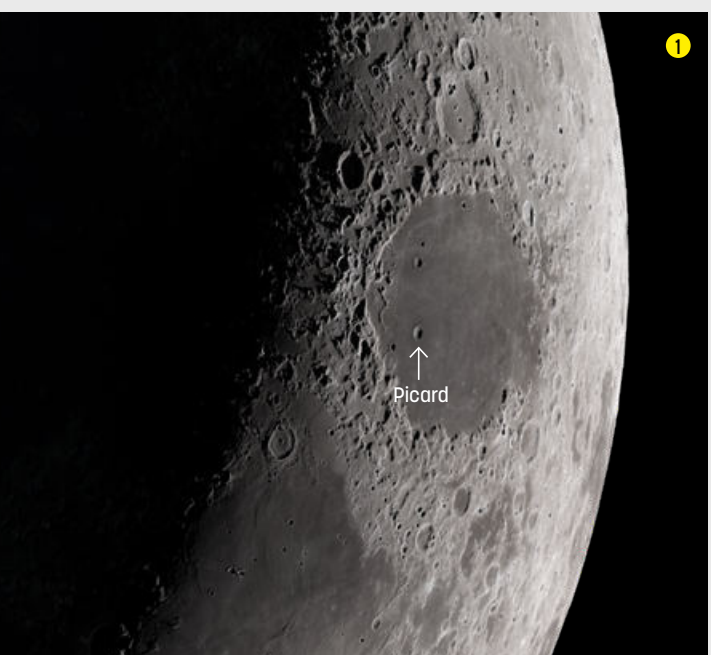
Des phases toujours différentes

La Lune met 27,3 jours à effectuer une révolution autour de la Terre. Mais pendant ce temps, notre planète parcourt une partie de son orbite autour du Soleil. Résultat, au bout d'une révolution lunaire, la phase visible depuis la Terre n'est pas identique. Il faut laisser s'écouler 29,53 jours pour qu'elle le soit. Dans tous les cas, ces chiffres ne sont pas ronds. Cela signifie que, soir après soir, dans le ciel, vous aurez en face de vous une phase sans cesse légèrement différente que le mois précédent. C'est bien visible dans un instrument d'astronomie : sur la limite qui sépare l'hémisphère diurne de l'hémisphère nocturne (et qu'on appelle le terminateur), les ombres et les parties éclairées n'ont pas le même aspect.



Carte globale de la Lune

Cette carte vous permet d'effectuer vos premières explorations de la Lune à la lunette ou au télescope. Dans les pages qui suivent, nous vous proposerons quelques formations lunaires intéressantes à observer.



LA MER DES CRISES

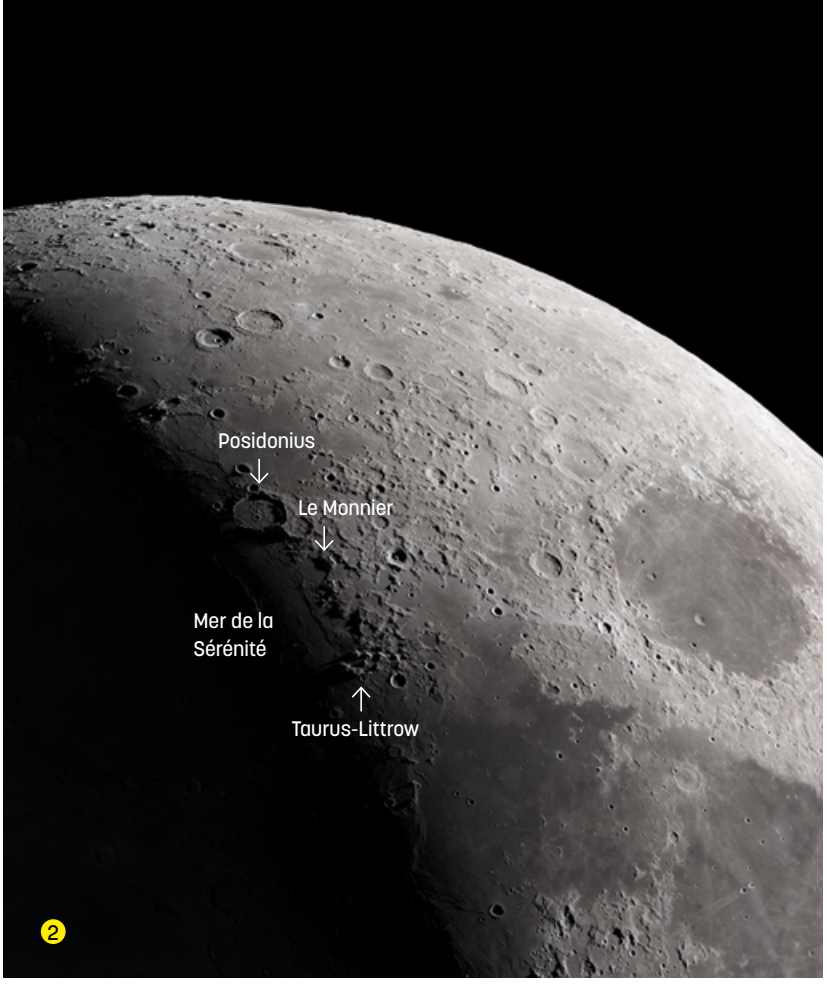
Périodes d'observation :
2 à 4 jours après la Nouvelle Lune ou la Pleine Lune

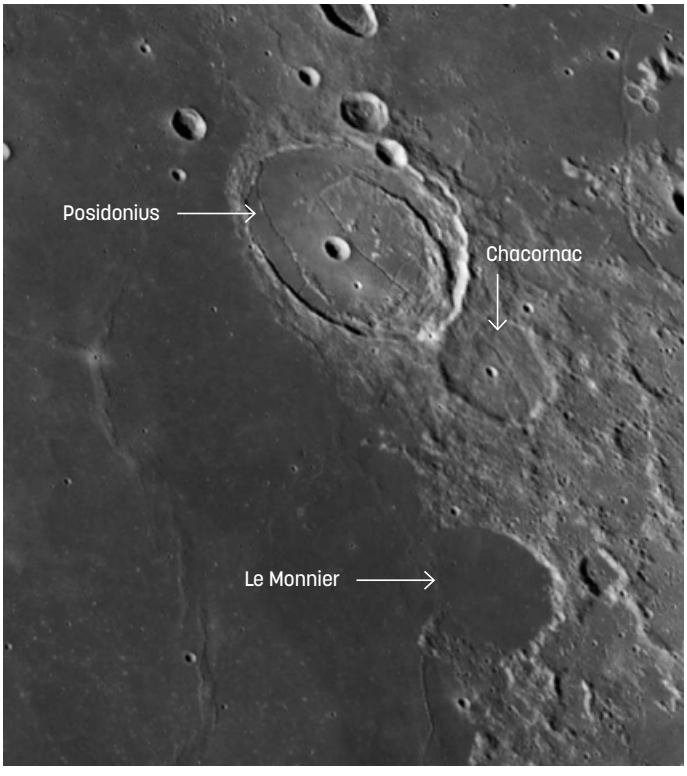
Discernable à l'œil nu au bord oriental de la Lune, la mer des Crises est un bassin d'impact ovale rempli de lave solidifiée de 570 km de diamètre. De nombreuses dorsales (ce sont des failles) sont visibles avec une petite lunette de de 60 à 80 mm de diamètre. Près de son rivage ouest, un cratère à demi-submergé par la lave prend l'aspect étonnant d'un oiseau en vol. On le surnomme l'Albatros. Enfin, toujours dans la même zone, le cratère Picard, de 22 km de diamètre, est souvent le seul relief illuminé par le Soleil quand le reste de la mer est encore ou déjà dans l'ombre.

BORD EST DE LA MER DE LA SÉRÉNITÉ

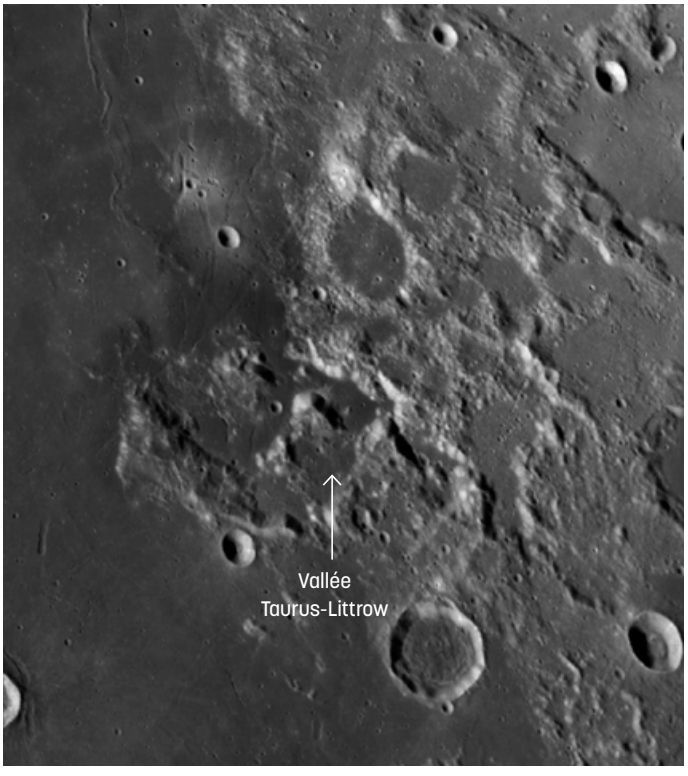
Périodes d'observation :
4 à 5 jours avant le Premier Quartier ou le Dernier Quartier

Le rivage oriental de la mer de la Sérénité est d'une grande richesse. Au nord, le cratère Posidonius (95 km de diamètre) est remarquable à son fond quadrillé de rainures profondes. Celles-ci sont visibles avec une petite lunette. Plus au sud, le cratère Le Monnier, inondé par les laves de la mer, est intéressant, car c'est dans sa partie sud que s'est posé le deuxième rover russe Lunokhod 2 en 1976. L'engin a parcouru plus de 35 km jusqu'à une faille étroite discernable uniquement dans un télescope de 200 m ou plus. Enfin, au sud de Le Monnier, se niche la vallée de Taurus-Littrow, où se sont posés les astronautes de la mission Apollo 17, en 1972.

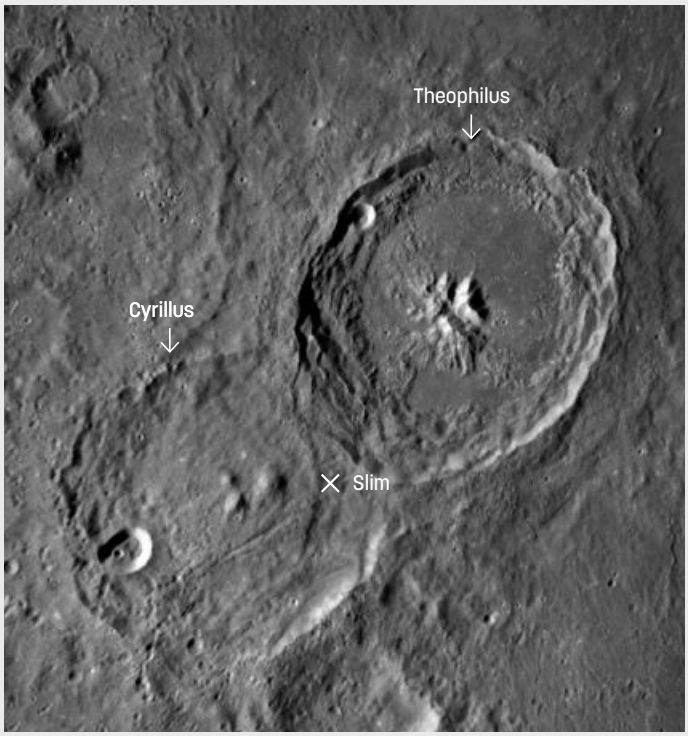




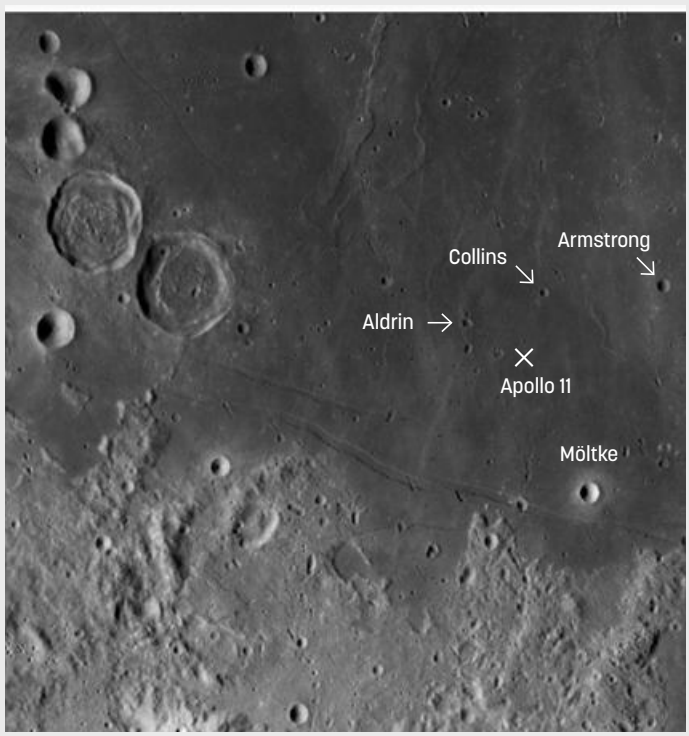
Les cratères Posidonius et Chacornac sont parcourus de failles intéressantes à observer au télescope. Le cratère Le Monnier est rempli par la lave de la mer de la Sérénité.



La vallée de Taurus-Littrow est le site où s'est posée la dernière mission Apollo. Quelques détails des zones explorées par les astronautes peuvent être discernés au télescope.



Le cratère Theophilus, 98 km de diamètre, a été creusé après son voisin Cyrillus. Ses éjectas ont recouvert et adouci les formes de Cyrillus où s'est posée la sonde japonaise Slim.

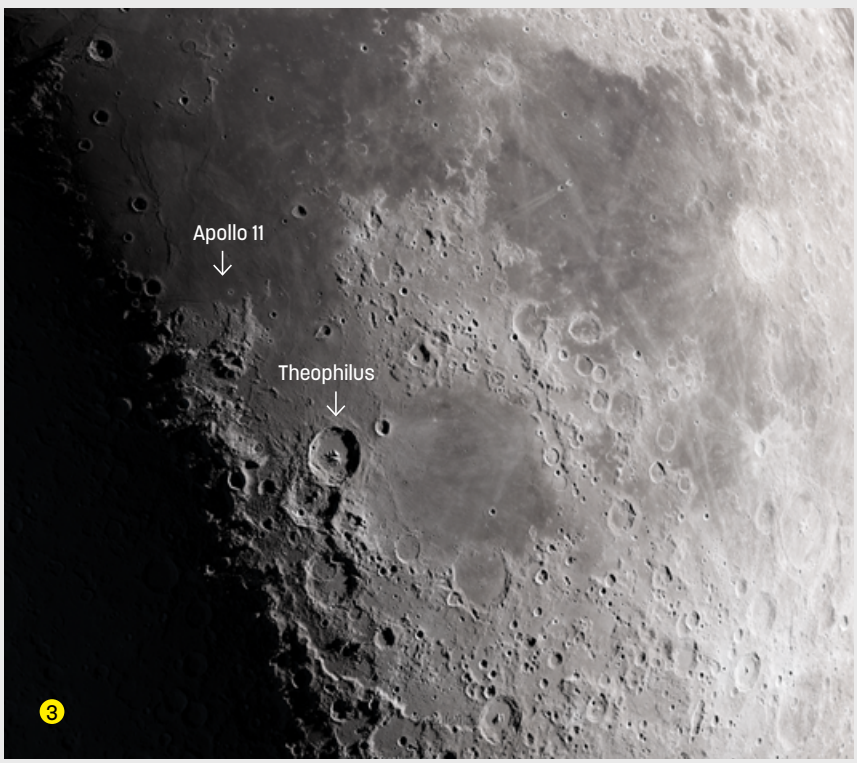


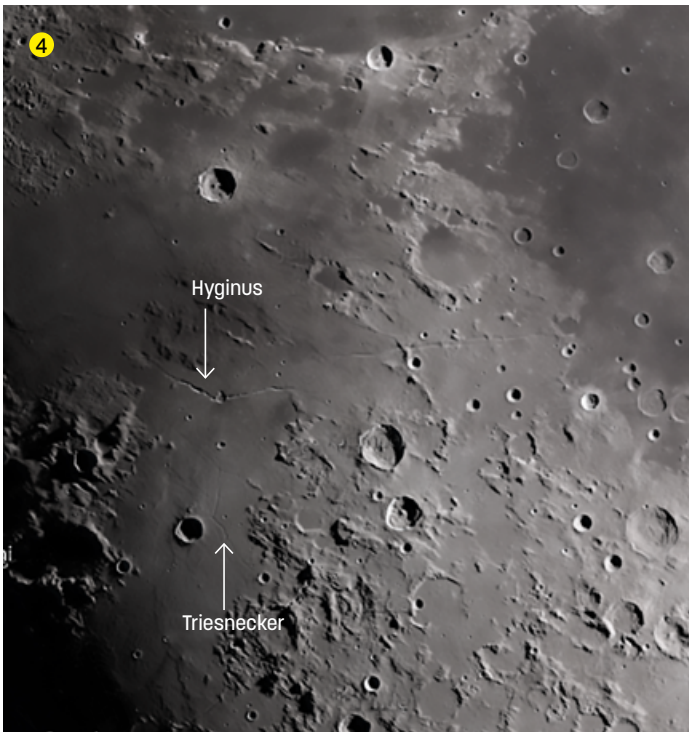
Impossible de voir le site d'Apollo 11 au télescope ! Mais on peut tout de même apercevoir de petits cratères qui en sont proches, dont les trois qui ont été baptisés des noms des astronautes.

THEOPHILUS ET APOLLO 11

Périodes d'observation :
2 à 3 jours avant le Premier Quartier ou après la Pleine Lune

Le cratère Theophilus est l'un des plus beaux de la Lune. Large de 100 km, il est profond de plus de 4 km. En son centre se trouve un pic composé de quatre sommets groupés, hauts de 1400 m. Il a été créé par la chute d'une grosse météorite voici 1 à 3 milliards d'années. Il est imbriqué avec le cratère voisin Cyrillus. La proximité de Catharina, un autre cratère de même taille, fait de cette région l'une des plus remarquables. Au nord du trio, sur le bord sud de la mer de la Tranquillité, se trouve le site d'atterrissage d'Apollo 11. Il se cache juste au nord du petit cratère Moltke, reconnaissable à sa couronne blanche.



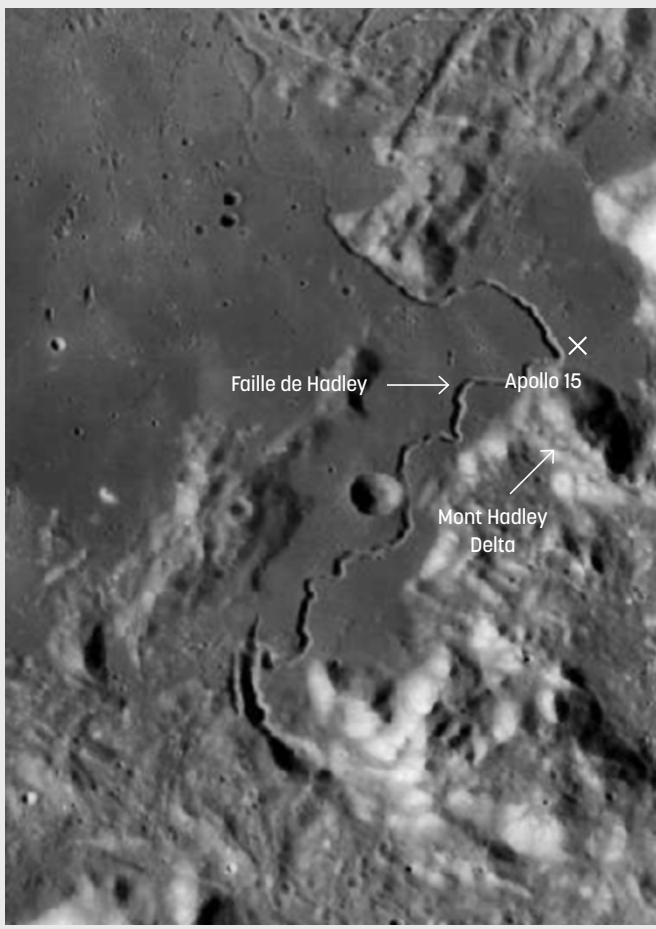


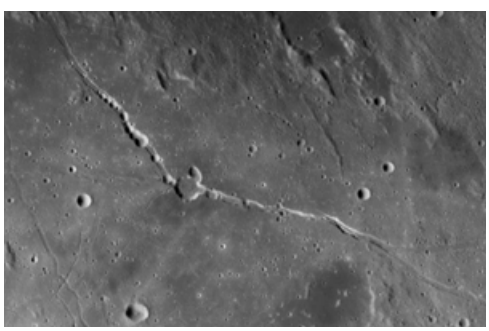


LES RAINURES D'HYGINUS ET DE TRIESNECKER

Périodes d'observation :
Premier Quartier et Dernier Quartier

Parmi les nombreuses rainures qui parcourent la surface de la Lune, celle d'Hyginus, située presque au centre de la face visible, est l'une des plus spectaculaires. Visible dans de petits instruments, elle est divisée en deux par un cratère de 10 km de diamètre appelé Hyginus. Celui-ci n'est pas dû à un impact, mais à du volcanisme. La sonde Lunar Reconnaissance Orbiter a d'ailleurs permis d'identifier en son fond des épanchements de lave. Au sud-ouest d'Hyginus se trouve un réseau de rainures plus fines : Triesnecker. Visibles avec une lunette de 80 mm, elles sont observables confortablement avec un télescope de 200 mm.



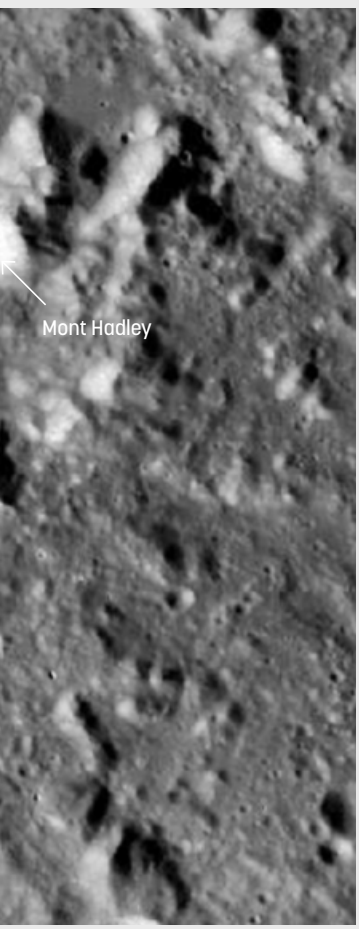


Presque en plein centre de la Lune, les failles d'Hyginus et de Triesnecker sont à observer autour du Premier ou du Dernier Quartier. Un puissant télescope révèle des détails dans Hyginus.

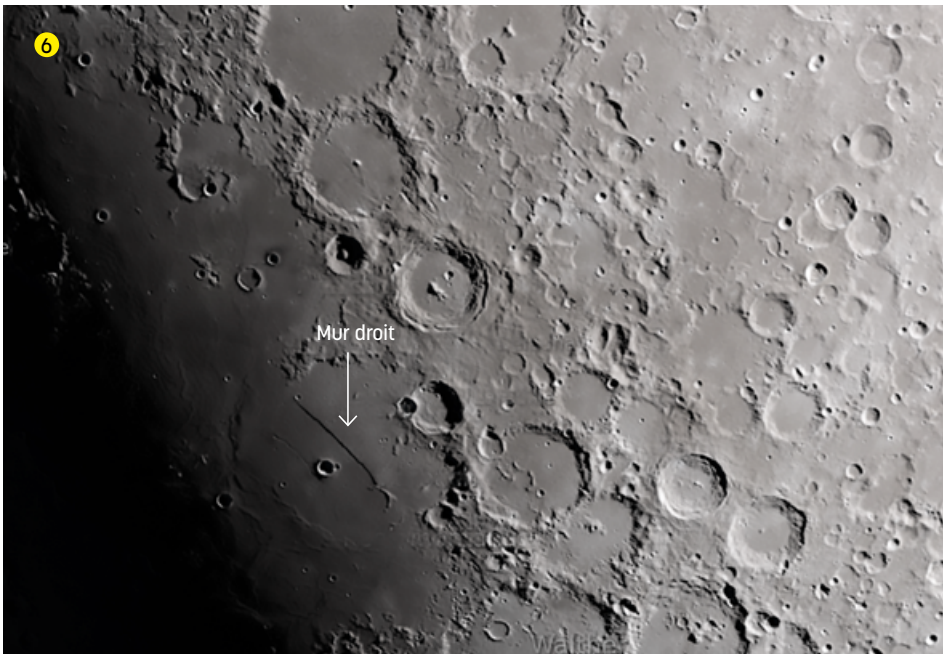
LES APENNINS

Périodes d'observation :
1 jour après le Premier Quartier ou le Dernier Quartier

Cette chaîne de montagnes en arc de cercle est en réalité le bord du gigantesque bassin d'impact qu'est la mer des Pluies. Ses sommets comptent parmi les plus hauts de la Lune. En 1971, la mission Apollo 15 s'est posée au pied de l'un d'eux, le mont Hadley Delta. On peut repérer l'endroit avec une petite lunette. Une rainure étroite (seulement 1 km de large), qui a été explorée par les astronautes, est discernable avec un instrument de plus de 150 mm. Toute la chaîne de montagnes offre une sensation de relief impressionnante.



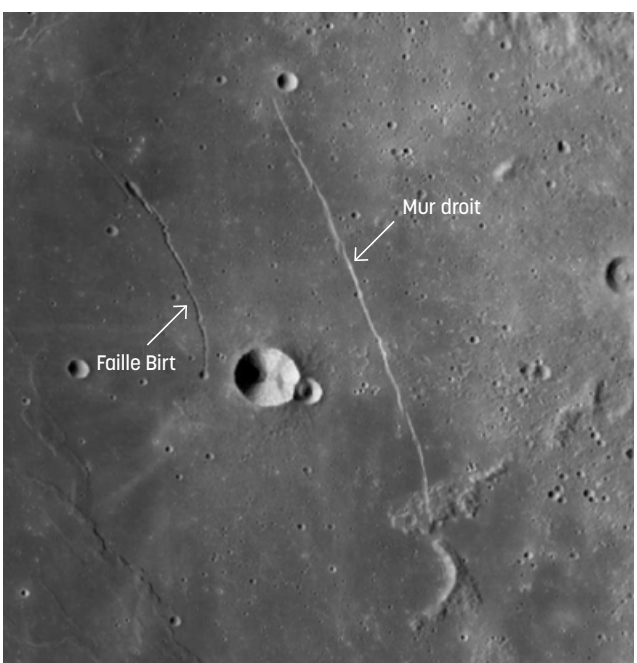
Dans la chaîne des Apennins, se trouve le spectaculaire site de la mission Apollo 15. La faille de Hadley, visitée par les astronautes, peut être vue dans un instrument de moyenne puissance.



LE MUR DROIT

Périodes d'observation :
1 jour après le Premier Quartier ou le Dernier Quartier

Le Mur Droit est une formation étonnante. Il s'agit d'un dénivelé de 250 à 300 m qui court selon un axe nord-sud, sur plus de 110 km sur la surface de la mer des Nuées. Il pourrait résulter d'une faille de contraction formée lorsque la Lune, en se refroidissant, s'est légèrement rétrécie. Large de 2,5 km, elle est observable dans tout instrument d'astronomie et donne l'impression, lorsque l'éclairage du Soleil est rasant, qu'il s'agit d'une falaise. En réalité, la pente est inclinée de 7° seulement.

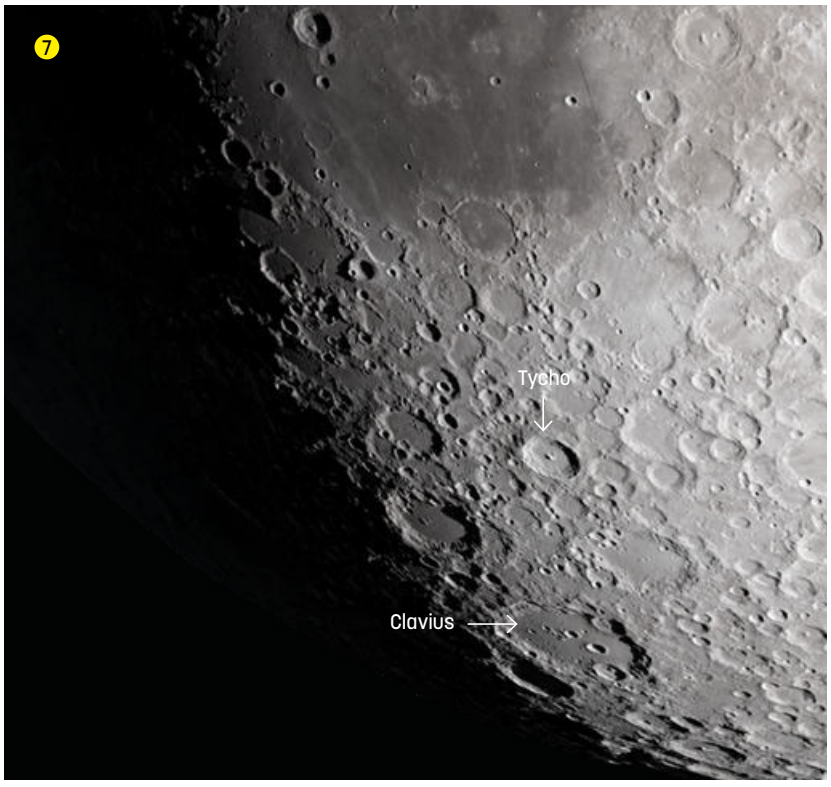


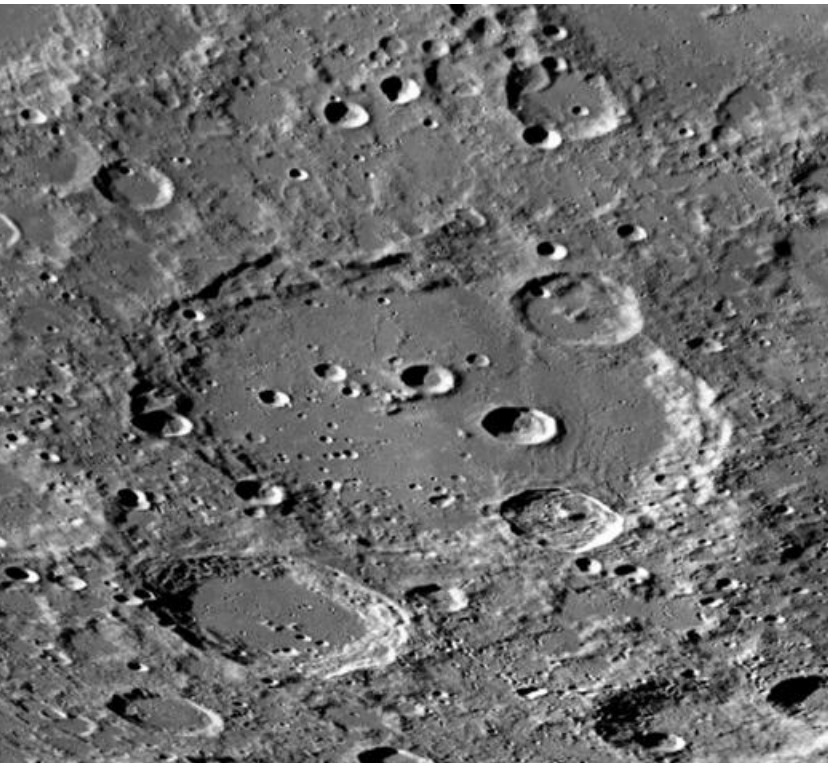
Le Mur Droit n'est pas une falaise abrupte. Cette faille est une pente assez douce qu'il faut observer à deux phases opposées : au Premier Quartier (en haut) et au Dernier Quartier (zoom ci-contre).

CLAVIUS ET TYCHO

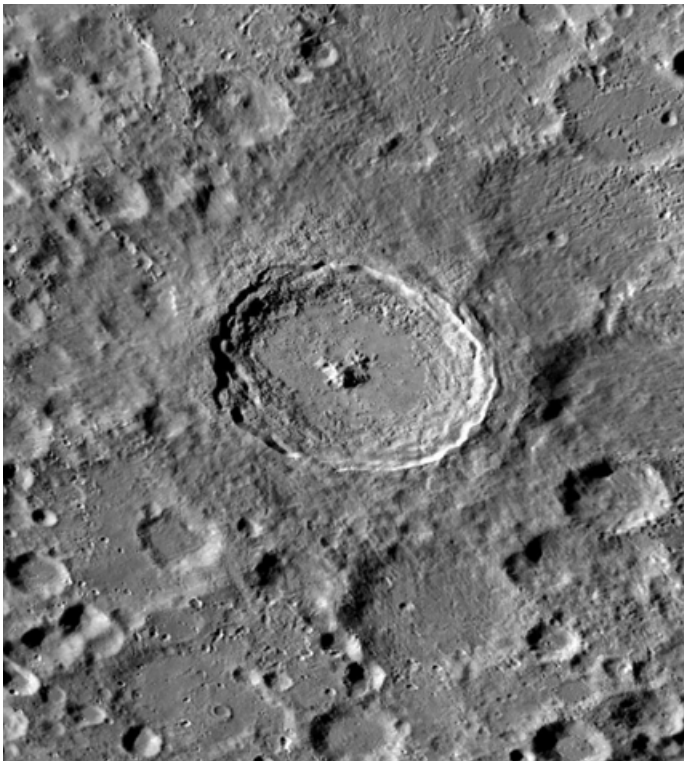
Périodes d'observation :
1 jour après le Premier Quartier ou le Dernier Quartier

Le cratère Tycho, 85 km de diamètre, résulte de l'un des gros impacts les plus récents : environ 100 millions d'années. À la lunette ou au télescope, lorsque l'éclairage solaire est oblique, explorez son intérieur tourmenté et ses alentours adoucis par une pluie de roches fondues éjectées lors du cataclysme. Autour de la Pleine Lune, admirez ses longs rayons brillants dessinés par ses éjectas.
À deux pas de là, se trouve l'un des plus gros cratères lunaires : Clavius, 225 km de diamètre. Son sol en apparence plat est constellé de petits impacts. Cette arène s'est formée voici près de 4 milliards d'années.

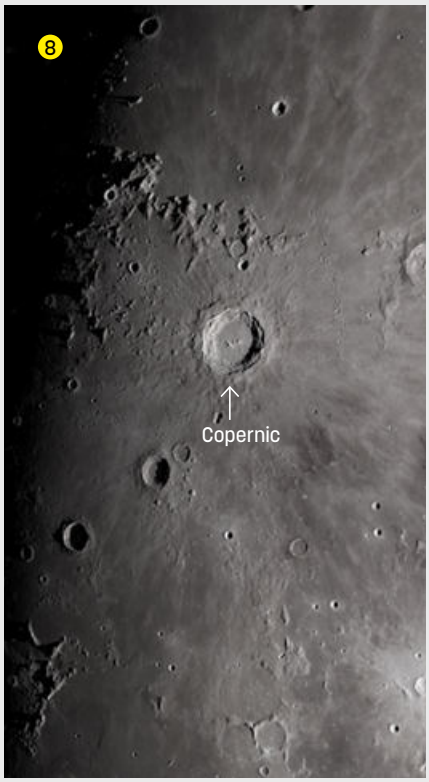




Clavius, avec 230 km de diamètre, est l'un des plus gros cratères de la face visible. Il est magnifique dans une lunette ou un télescope d'amateur.



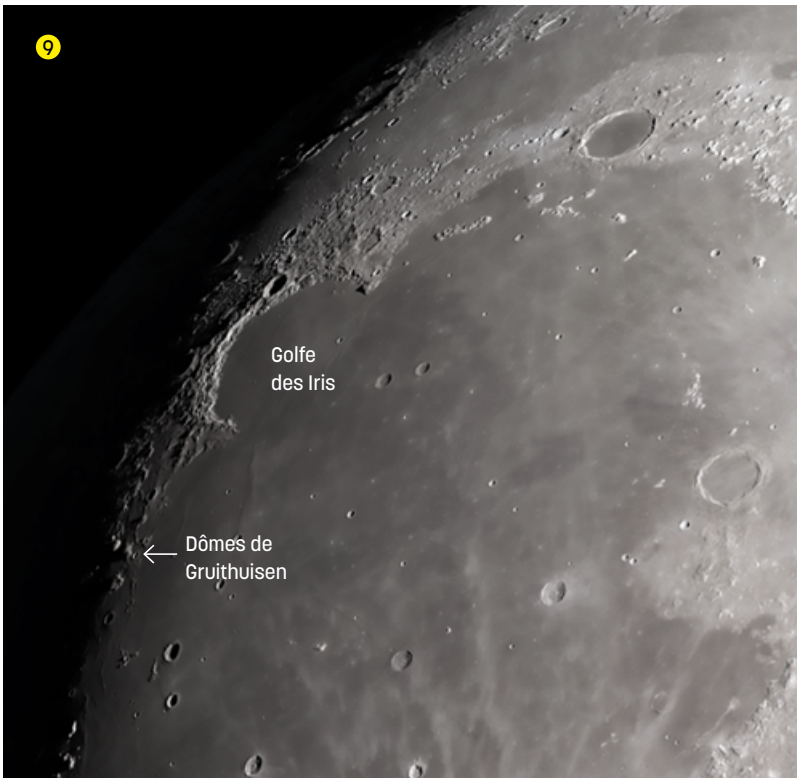
Tycho est l'un des grands impacts les plus récents de la Lune. Toute la zone qui l'entoure (où s'est posée la sonde Surveyor 7) est adoucie par les roches fondues qui ont été projetées lors de son creusement.



COPERNIC

Périodes d'observation :
1 à 2 jours après le Premier Quartier ou le Dernier Quartier

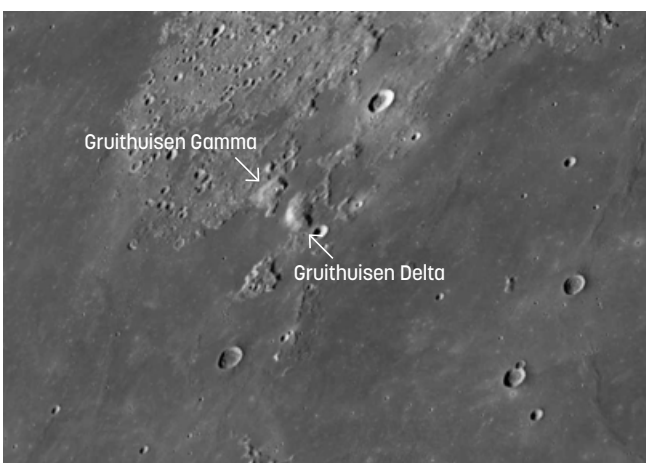
Un lever ou un coucher de Soleil sur Copernic est toujours spectaculaire. Cette enceinte de 93 km de diamètre (que l'on peut deviner à l'œil nu grâce à ses rayons brillants) possède en son centre un pic qui est éclairé alors que le fond est dans l'ombre. Notez les innombrables petits cratères qui constellent les alentours ; ils ont été creusés par des débris propulsés lors de l'impact, voici 800 millions d'années. Admirez aussi ses remparts intérieurs en gradins.



GOLFE DES IRIS

Périodes d'observation :
2 à 3 jours après le Premier Quartier ou le Dernier Quartier

Le rivage nord-ouest de la mer des Pluies est marqué par un gros impact météoritique qui a été comblé par la lave. Il s'agit du golfe des Iris, un arc de cercle montagneux de 250 km de diamètre délimité à l'est par le Cap Laplace et à l'ouest par le Cap Héraclide. Autant son fond est plat (seuls quelques minuscules cratères y sont discernables), autant ses alentours sont chahutés de reliefs prononcés.
Au sud-ouest du Cap Héraclide, sur le rivage de la mer des Pluies, se trouvent deux monts arrondis, les dômes de Gruithuisen, qui sont probablement d'anciens volcans lunaires d'une quinzaine de kilomètres de diamètre. Ils sont visibles avec une petite lunette.



Les monts Gruithuisen Gamma et Delta sont probablement les volcans lunaires les plus faciles à observer avec un petit instrument.

COMMENT OBSERVER LE SOLEIL SANS DANGER

Admirer la surface de notre étoile avec un instrument d'amateur est à la portée de tous. À condition de respecter des règles de sécurité pour préserver sa vue.

Emmanuel Beaudoin

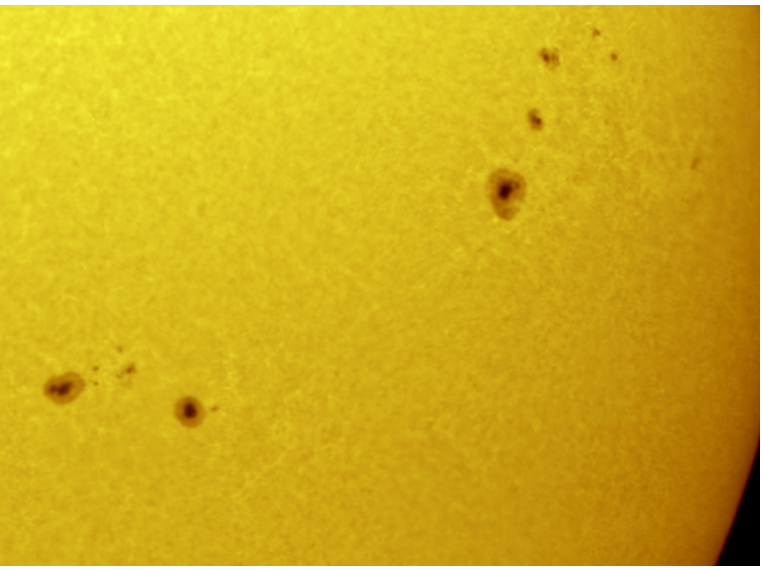
Observer le Soleil est une activité facile et intéressante, dans la mesure où il fait jour et où il y a presque toujours des choses à voir sur le disque de notre étoile. La meilleure période s'étend de mars à novembre, car l'astre du jour passe haut dans le ciel. Cependant, rien n'exclut de le pointer par une belle journée d'hiver. Mais attention : à l'œil nu, aux jumelles et au télescope, pensez au danger de la lumière solaire et protégez vos yeux !

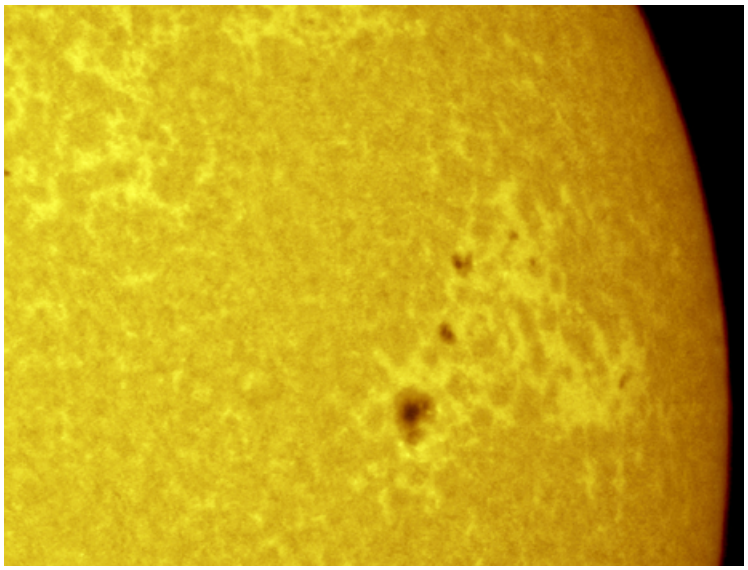
Les taches solaires

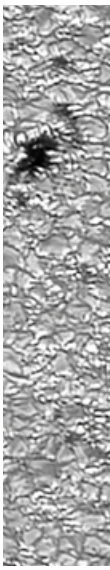
Les taches solaires sont des zones plus froides à la surface visible de notre étoile, la photosphère. Le champ magnétique y piège la matière, qui se refroidit de près de 2 000 °C. Les plus grosses de ces régions sombres peuvent atteindre des dizaines de milliers de kilomètres. On les voit alors à l'œil nu, en prenant les précautions requises [lire encadré ci-contre]. Ces taches, qui apparaissent parfois en groupes, naissent, se développent, changent de forme, arrivent à maturité, se craquellent et finissent par s'évanouir. Une lunette de 60 mm convient déjà à leur observation. On distingue bien l'ombre centrale très noire et la pénombre en périphérie, plus grise dès 30x de grossissement. Dans un télescope de 115 mm, à 100x, l'ombre se morcèle parfois souvent en zones d'intensité inégale. La pénombre apparait quant à elle striée de fins cils parallèles, qui suivent les lignes du champ magnétique. De jour en jour, vous constaterez leur évolution ainsi que leur déplacement du fait de la rotation du Soleil.

Les facules

À l'inverse des taches, certaines zones de la photosphère sont localement plus chaudes que







À gauche : une photo du Soleil en lumière blanche dévoile les taches solaires. Autour de celles-ci et un peu partout sur la surface, on note des zones plus claires et peu contrastées : ce sont les facules. À plus haute résolution, les meilleures images amateurs montrent les grains de riz (à droite).

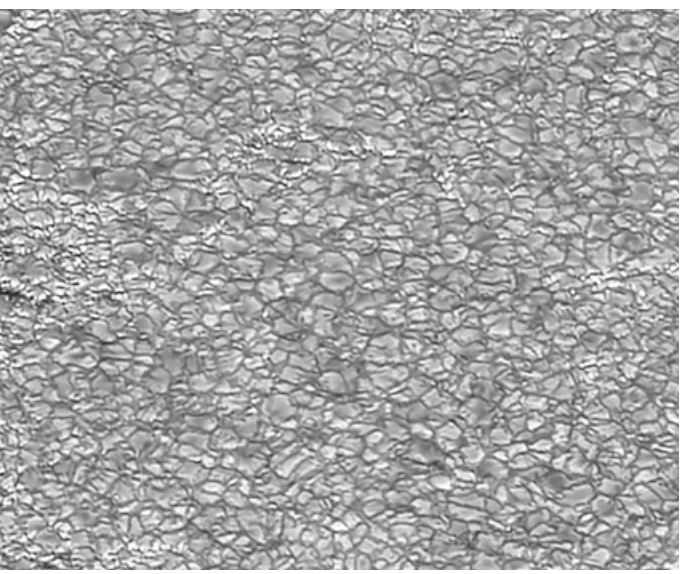
Photos © J.-L. Dauvergne/C&E

la moyenne. Ces vastes régions brillantes, souvent situées à la périphérie des groupes de taches solaires, sont appelées *facules*.

Les facules sont peu contrastées et se détachent le mieux vers le bord solaire, avec l'assombrissement en périphérie du disque. Grâce à leur taille immense, elles sont visibles sans difficulté dans les petits instruments. Privilégiez les grossissements modérés, par exemple 30x pour une ouverture de 60 mm. Dans un instrument de plus de 100 mm de diamètre, ces zones irrégulières sont résolues en amas de petits grumeaux brillants.

Des bulles de gaz chaud appelées « grains de riz »

En regardant de très près, la surface du Soleil est composée d'un enchevêtrement de minuscules cellules de convection, appelées granules, ou grains de riz. Il s'agit de petites bulles de gaz chaud qui s'élèvent, libèrent la lumière et l'énergie du Soleil, puis replongent vers les profondeurs, cela en quelques minutes. Ce cycle perpétuel donne l'impression d'un bouillonnement sur les images animées. Cette granulation est assez difficile à observer : un instrument d'au moins 100 à 120 mm d'ouverture est nécessaire pour se rendre compte que la photosphère est légèrement texturée. La turbulence doit être faible et le grossissement d'au moins 100x. Un télescope de 150 à 200 mm permet de résoudre ces granules, comme de minuscules cellules de toute forme, imbriquées les unes dans les autres.





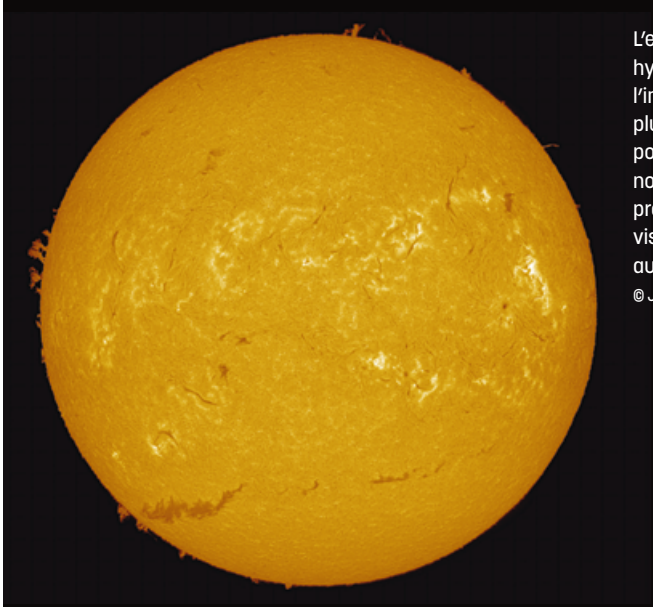
© J.-L. Dauvergne/C&E

VEILLEZ À VOTRE SÉCURITÉ

Même pour une fraction de seconde, ne regardez jamais le Soleil sans un filtre adéquat, que vous vous serez procuré dans un magasin spécialisé en astronomie. À l'œil nu, utilisez des lunettes « éclipse ». Pour l'observation au télescope, un filtre de type Astrosolar allie faible coût et performance. Un filtre solaire en verre optique assure, pour un coût plus élevé, une durée de vie maximale. Par ailleurs, pour pointer le Soleil sans danger, condamnez le chercheur et regardez l'ombre de votre instrument sur le sol : elle doit être la plus petite possible.

LA BASSE ATMOSPHÈRE EN LUMIÈRE H ALPHA

La chromosphère, littéralement « sphère de couleur », est la basse atmosphère du Soleil juste au-dessus de la photosphère. Longtemps, elle ne fut visible que lors des éclipses totales, sur le pourtour du Soleil. Mais les amateurs peuvent désormais l'observer en continu grâce aux spectrohéliographes et aux filtres H alpha. Le spectacle est assuré par les protubérances, qui s'échappent ou se courbent en boucles majestueuses. Pour débuter, nous vous conseillons un instrument d'initiation « tout en un », comme la Sky-Watcher Heliostar ou l'Acuter Elite Phœnix. Sinon, vous pouvez vous rendre dans un club d'astronomie pour essayer les filtres les plus performants (ils sont très onéreux).



L'emploi d'un filtre hydrogène donne l'image du Soleil la plus spectaculaire possible avec notamment les protubérances visibles tout autour.

© J.-L. Dauvergne/C&E

QUAND LE SOLEIL DISPARAÎT

Les éclipses totales de Soleil sont probablement le spectacle cosmique le plus fascinant. La Lune constitue un masque sur mesure pour l'astre du jour, ce qui permet d'admirer alors son environnement immédiat. Une observation pour laquelle mieux vaut être préparé.

Philippe Henarejos

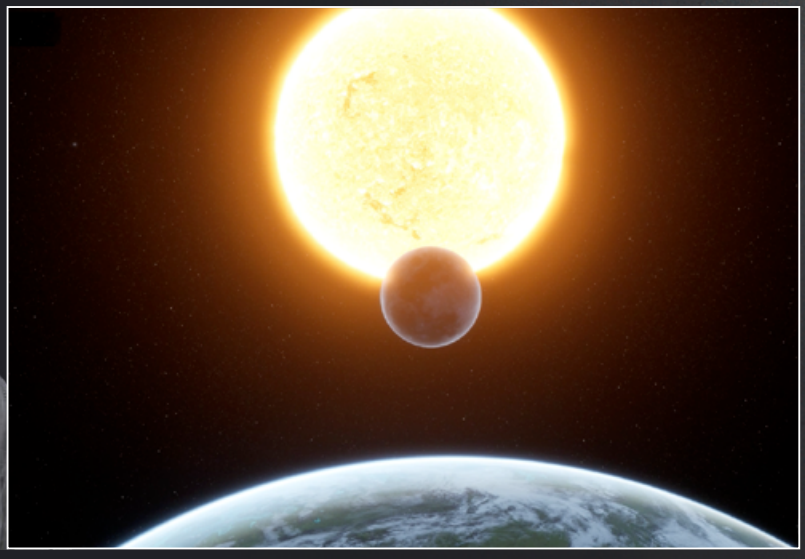
La nuit en plein jour ! Tel est le moment irréel que produit une éclipse totale de Soleil. Un moment qu'il faut avoir vécu au moins une fois dans sa vie, tellement il est incroyable et rare. Pour qu'il survienne, il faut en effet que le Soleil, la Lune et l'observateur situé sur Terre soient parfaitement alignés. En effet, se trouver quelque part sur l'hémisphère diurne de la planète ne suffit pas pour être certain d'assister à une éclipse totale. Tout simplement parce que l'ombre de la Lune, projetée au niveau de la surface terrestre, ne mesure pas plus de 260 km de large. Or, il faut se placer sur son trajet, matérialisé par une bande de même largeur, la « bande de totalité », pour voir le Soleil disparaître entièrement.

La Lune mesure un peu moins de 3500 km de diamètre, mais elle gravite en moyenne à 384 000 km. Comme le Soleil est bien plus gros qu'elle, l'ombre qu'elle projette dans l'espace a une forme de cône qui se réduit à mesure que l'on s'éloigne d'elle (voir le schéma p. 36). Voilà pourquoi la section d'ombre qui touche la Terre ne mesure au mieux que 262 km, le plus souvent autour d'une centaine de kilomètres, parfois seulement 30 km... Ces variations dépendent de la distance qui sépare la Terre de la Lune au moment fatidique : entre 356 400 km et 406 700 km. Et tout cela fait la rareté des éclipses totales de Soleil.

Attention les yeux !

La première chose à faire quand on veut observer une éclipse est de protéger sa vue. Tant qu'une portion du Soleil, même infime, est visible, il ne faut en aucun cas le fixer sans protection adaptée. Sans cela, même à l'œil nu, la lumière solaire est si intense qu'elle conduit en une poignée de secondes à des lésions irréparables de la rétine qui entrainent une cécité partielle ou totale. Ces lésions sont d'autant





L'éclipse est totale quand l'alignement entre le Soleil, la Lune et la Terre est parfait (illustration ci-dessous). Avant et après cette phase de totalité (page de droite), il est impératif de protéger ses yeux pour regarder notre étoile !

© P. Henarejos/C&E, Tony Lejuez et Michael S. Adler







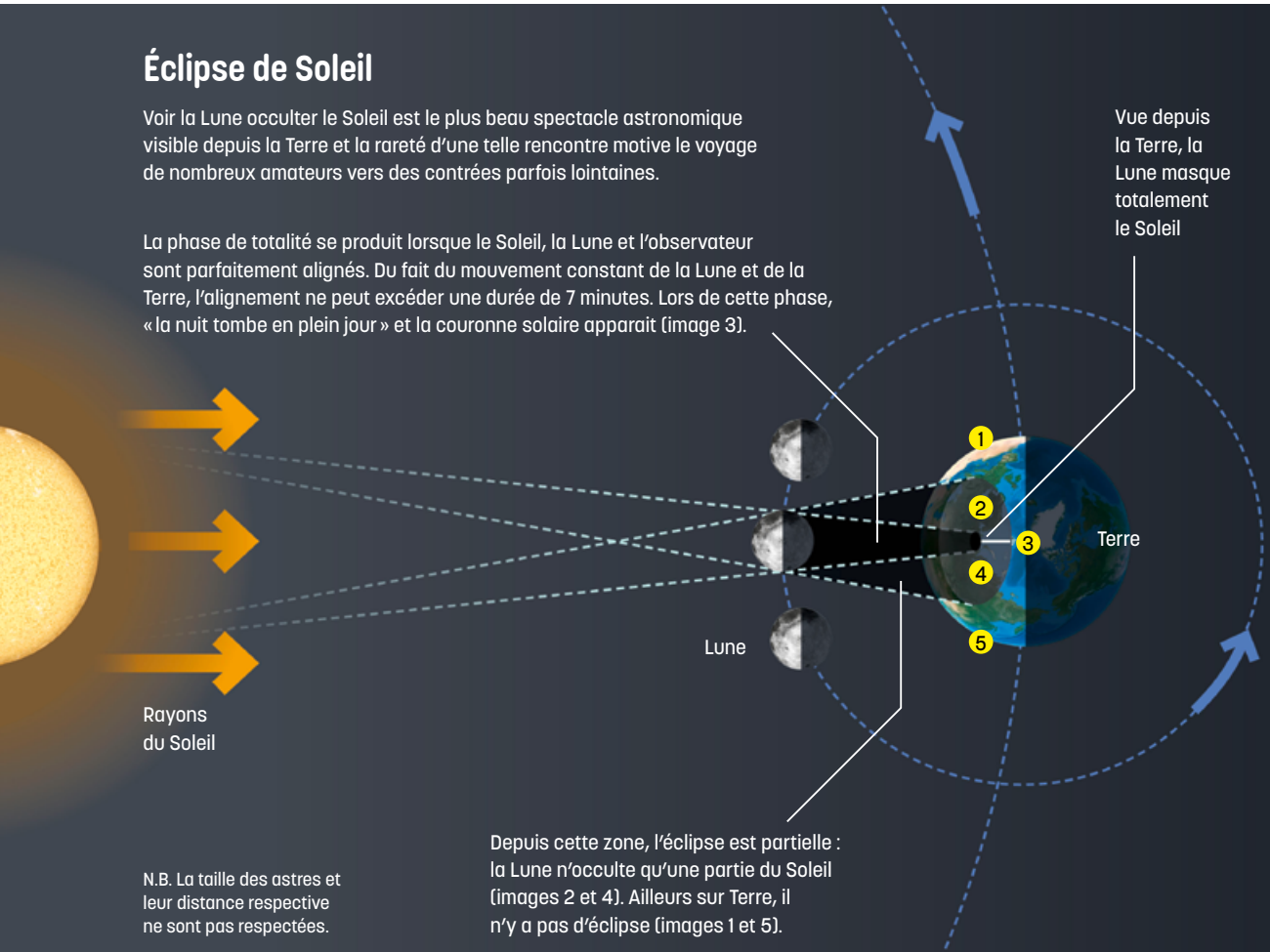
Tout instrument d'astronomie utilisé lors de la phase partielle d'une éclipse de Soleil doit être équipé d'un filtre de pleine ouverture. Sans quoi, le danger est immédiat pour les yeux.
© A. Cirou/C&E et J.-L. Dauvergne

plus insidieuses qu'elles sont indolores. Pour éviter un tel cauchemar, munissez-vous de filtres conçus pour ne laisser passer que 1/100 000 de la lumière solaire et bloquer les rayons ultraviolets et infrarouges. En d'autres termes, bannissez tous les dispositifs dont vous ignorez les performances, tout spécialement les « recettes maison » que sont les radiographies non exposées, les verres fumés,

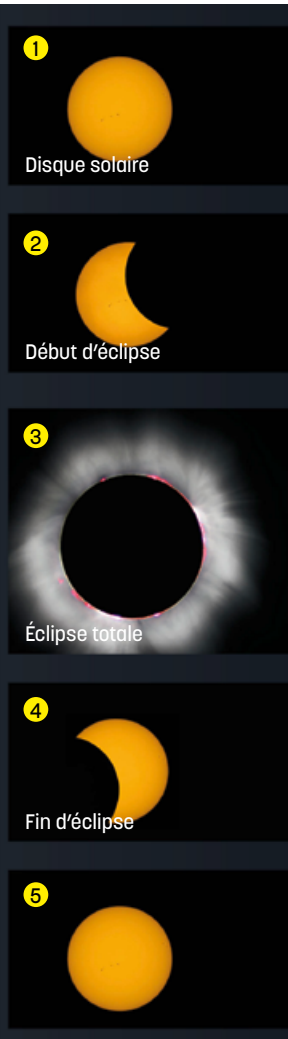
Éclipse de Soleil

Voir la Lune occulter le Soleil est le plus beau spectacle astronomique visible depuis la Terre et la rareté d'une telle rencontre motive le voyage de nombreux amateurs vers des contrées parfois lointaines.

La phase de totalité se produit lorsque le Soleil, la Lune et l'observateur sont parfaitement alignés. Du fait du mouvement constant de la Lune et de la Terre, l'alignement ne peut excéder une durée de 7 minutes. Lors de cette phase, « la nuit tombe en plein jour » et la couronne solaire apparait (image 3).



N.B. La taille des astres et leur distance respective ne sont pas respectées.





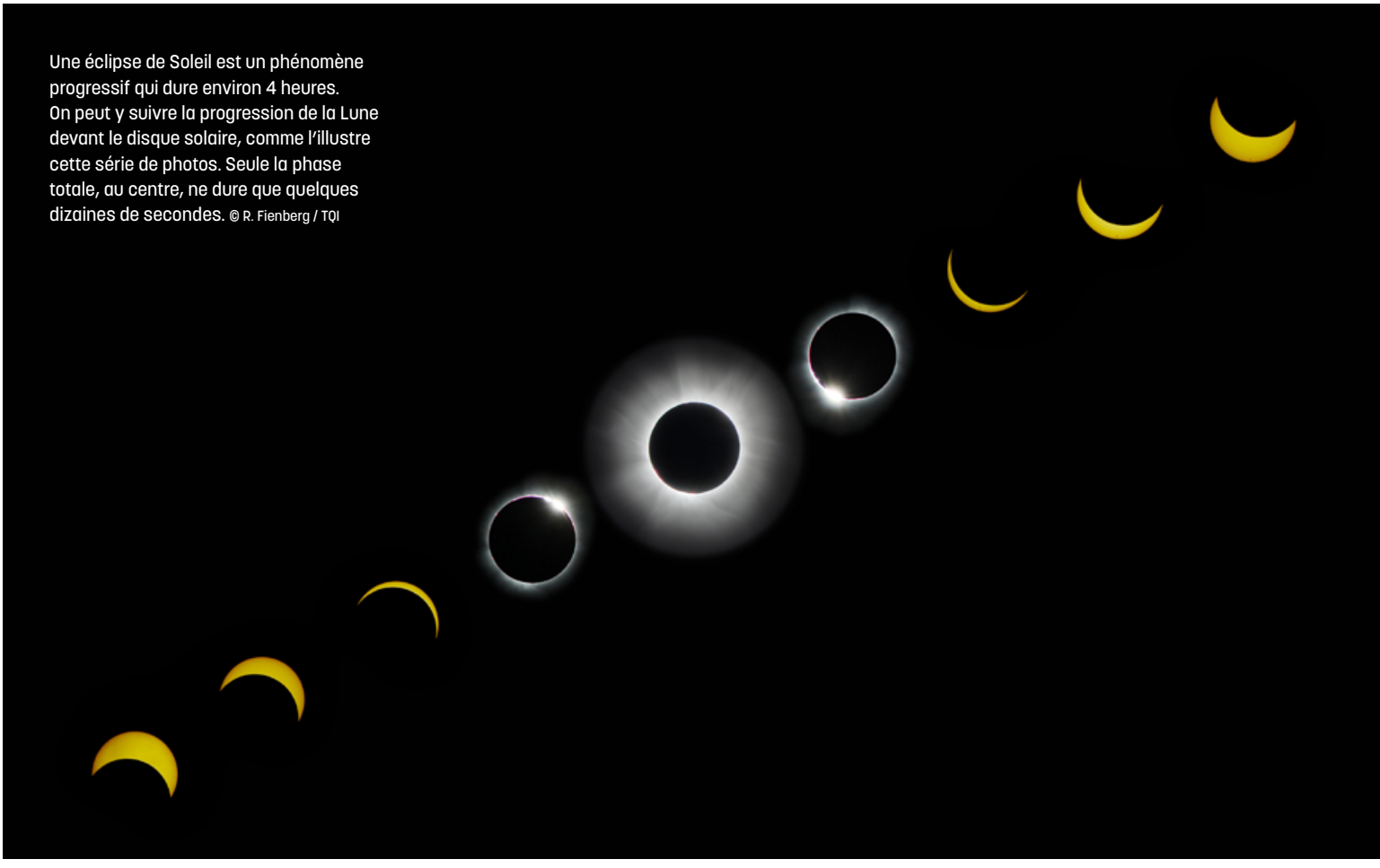
UN DISPOSITIF SANS DANGER

Si vous n'avez pas de filtre de protection pour assister à une éclipse partielle de Soleil, un peu d'astuce peut quand même vous permettre de profiter du spectacle. Tout ce dont vous avez besoin, c'est une feuille de papier épais ou de carton et une aiguille. Faites un petit trou au centre de votre feuille avec l'aiguille. Ensuite, placez la feuille face au Soleil à environ 30 ou 40 cm d'une surface plane et de préférence claire. Vous verrez alors l'image du Soleil partiellement éclipsé se former sur cette surface. Certes, elle sera minuscule, mais vous pourrez l'observer à loisir sans risque pour les yeux ! Si un arbre rempli de feuilles est près de vous, regardez son ombre au sol : par les petits rayons de lumière qui passent, vous aurez la surprise de voir plusieurs fois l'image du Soleil éclipsé, selon le même principe de la feuille percée.

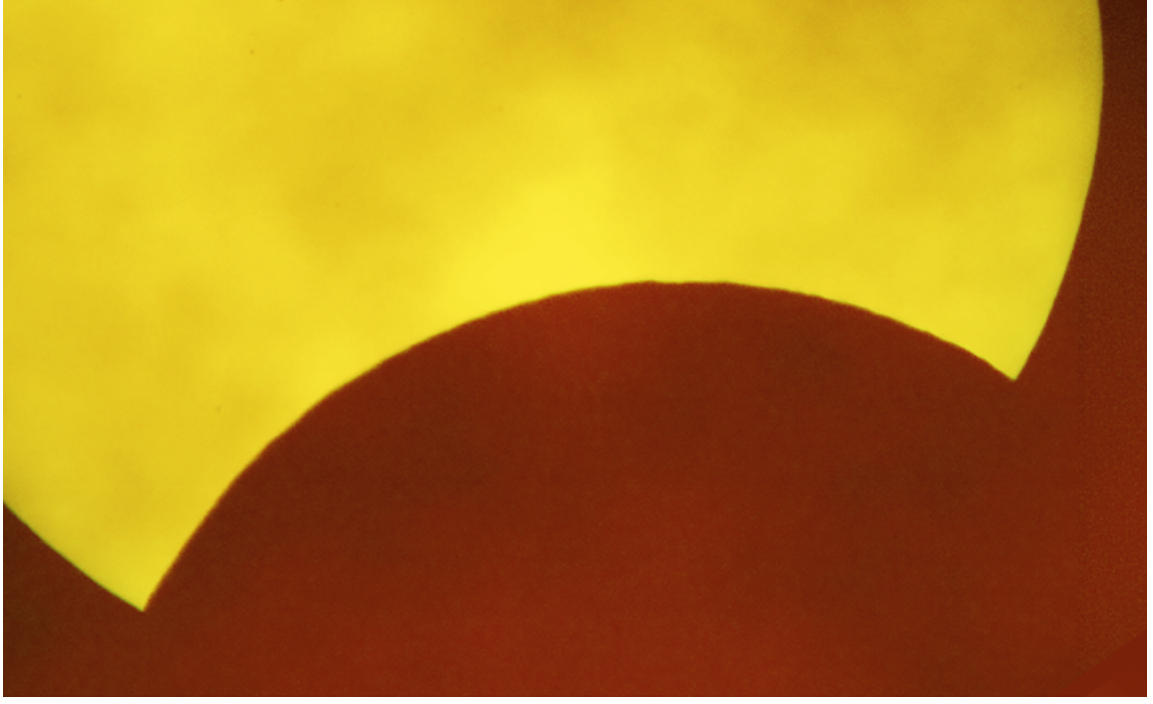
Un arbre joue le rôle d'un sténopé en multipliant au sol les images d'un croissant solaire. © A. Cirou/C&E

les verres de soudure, les DVD et, bien entendu, la superposition de paires de lunettes de soleil. Les filtres fiables sont vendus dans des magasins spécialisés en astronomie. Ce sont des lunettes « éclipse » comme celles qui accompagnent ce numéro, ou des feuilles d'Astrosolar.

Le conseil vaut encore plus si vous utilisez un instrument d'optique qui capte plus de lumière



Une éclipse de Soleil est un phénomène progressif qui dure environ 4 heures. On peut y suivre la progression de la Lune devant le disque solaire, comme l'illustre cette série de photos. Seule la phase totale, au centre, ne dure que quelques dizaines de secondes. © R. Fienberg / TQI

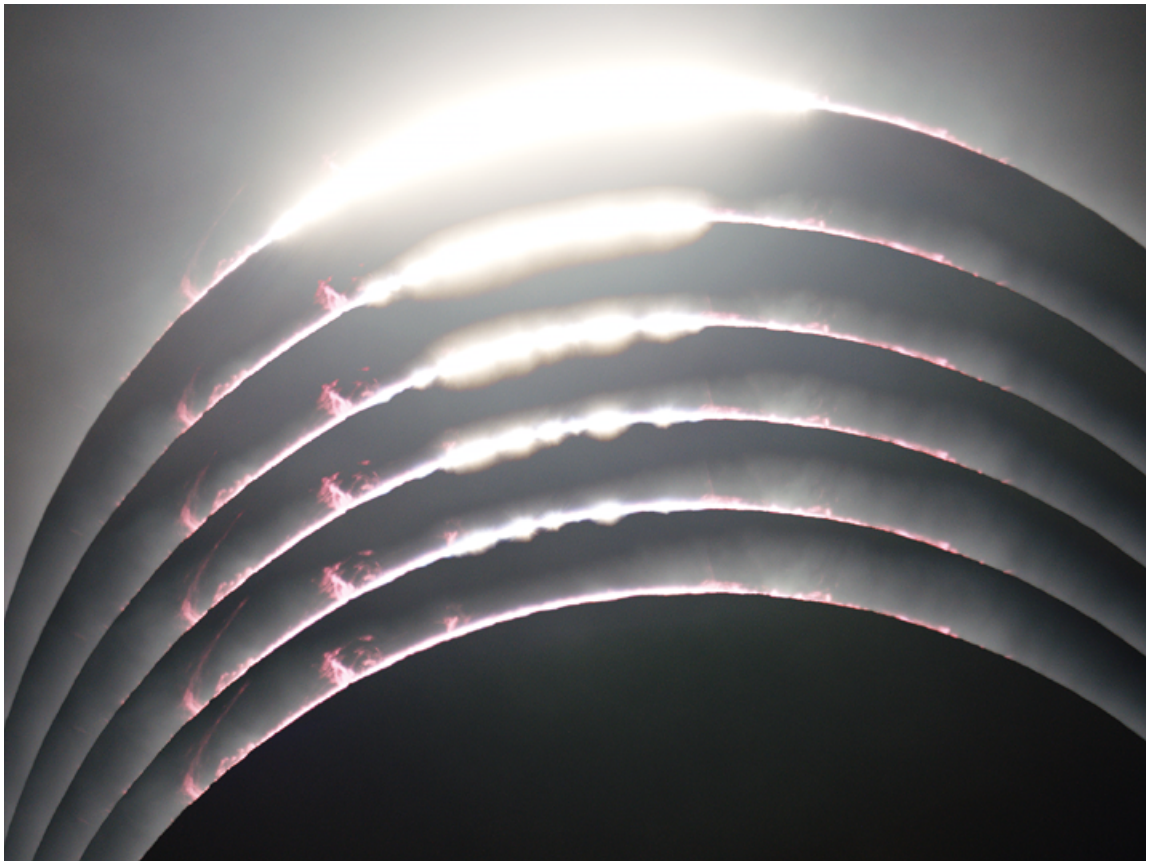


Les reliefs irréguliers de la Lune sont bien visibles devant le disque solaire (montage de plusieurs photos).
© StuartT/Stargazers Lounge

que l'œil et qui grossit l'image. Il agit comme une loupe ! Une fraction de seconde sans protection suffit pour brûler gravement les yeux. Il faut donc absolument équiper jumelles, lunettes ou télescopes de filtres de pleine ouverture à fixer à l'avant de l'objectif principal.

Observer une éclipse

Une fois prises les précautions pour la vue, vous pouvez vous concentrer sur ce qu'il y a à observer au cours d'une éclipse. Le phénomène débute quand le limbe de la Lune attaque le bord du Soleil. Si vous avez un instrument d'astronomie équipé d'un



Le phénomène des grains de Baily est fugitif. Cette série de photos a été prise dans un intervalle de temps de quelques secondes, au cours desquelles, avec l'assombrissement du ciel, les protubérances deviennent visibles.
© N. Winston

filtre adéquat, utilisez un grossissement assez faible (moins de 80x) pour voir le Soleil en entier et déceler ce « premier contact ». À partir de cet instant, vous en avez pour environ 4 heures (avec, rarement, un maximum de 6 heures). Ces moments, où la Lune ne cache pas encore tout le Soleil, ce sont les phases partielles. Leur lenteur relative permet d'en profiter. Vous pouvez alors grossir davantage, disons 100 à 200x, pour tenter de voir les reliefs créés par les cratères lunaires et qui rendent la Lune légèrement irrégulier. Vous pouvez avoir la surprise de remarquer des pics assez marqués. S'il y a des taches à la surface du Soleil (lire p. 32), vous pouvez guetter leur disparition derrière cet horizon lunaire.

Ne rien manquer d'une éclipse totale

Si l'éclipse que vous suivez doit devenir totale, préparez-vous à ces poignées de secondes inoubliables, mais qui passent si vite… La Lune affiche un diamètre apparent très voisin de celui du Soleil. Ce hasard invraisemblable va vous permettre de faire des observations impossibles ailleurs dans le Système solaire. Conseil important : si cette éclipse est une première pour vous, n'essayez pas de la photographier. Ce réflexe peut vous détourner de l'instant présent, au point de vous le faire manquer !

Dans les dizaines de secondes qui précèdent la totalité, la luminosité chute de façon drastique. La lumière devient cuivrée, mais il continue à faire jour, même si 1 % du Soleil reste visible. Si vous avez la possibilité de vous installer sur un site en hauteur (une colline, une montagne, une falaise…), vous pouvez alors tenter de voir l'ombre de la Lune arriver. Celle-ci se déplace à plusieurs milliers de kilomètres/heure. Des nuages, loin à l'horizon, qui virent du blanc au gris, des montagnes enneigées qui s'assombrissent : tels sont les signes qu'elle arrive. Si vous surplombez une plaine de très haut, vous pouvez voir le paysage passer de la lumière à l'obscurité.

À l'instant où la dernière fraction de Soleil disparaît, il peut se produire un spectacle aussi surprenant qu'éphémère : les grains de Baily. Si vous observez alors au télescope, vous pouvez voir le fin croissant solaire se fragmenter en une série de points brillants derrière les reliefs lunaires. Ce chapelet de diamants, décrit pour la première fois



Trois planètes et quelques étoiles brillantes sont visibles sur ce plan large pris lors d'une éclipse au Chili. La limite de l'ombre est également perceptible à l'horizon. © ESO

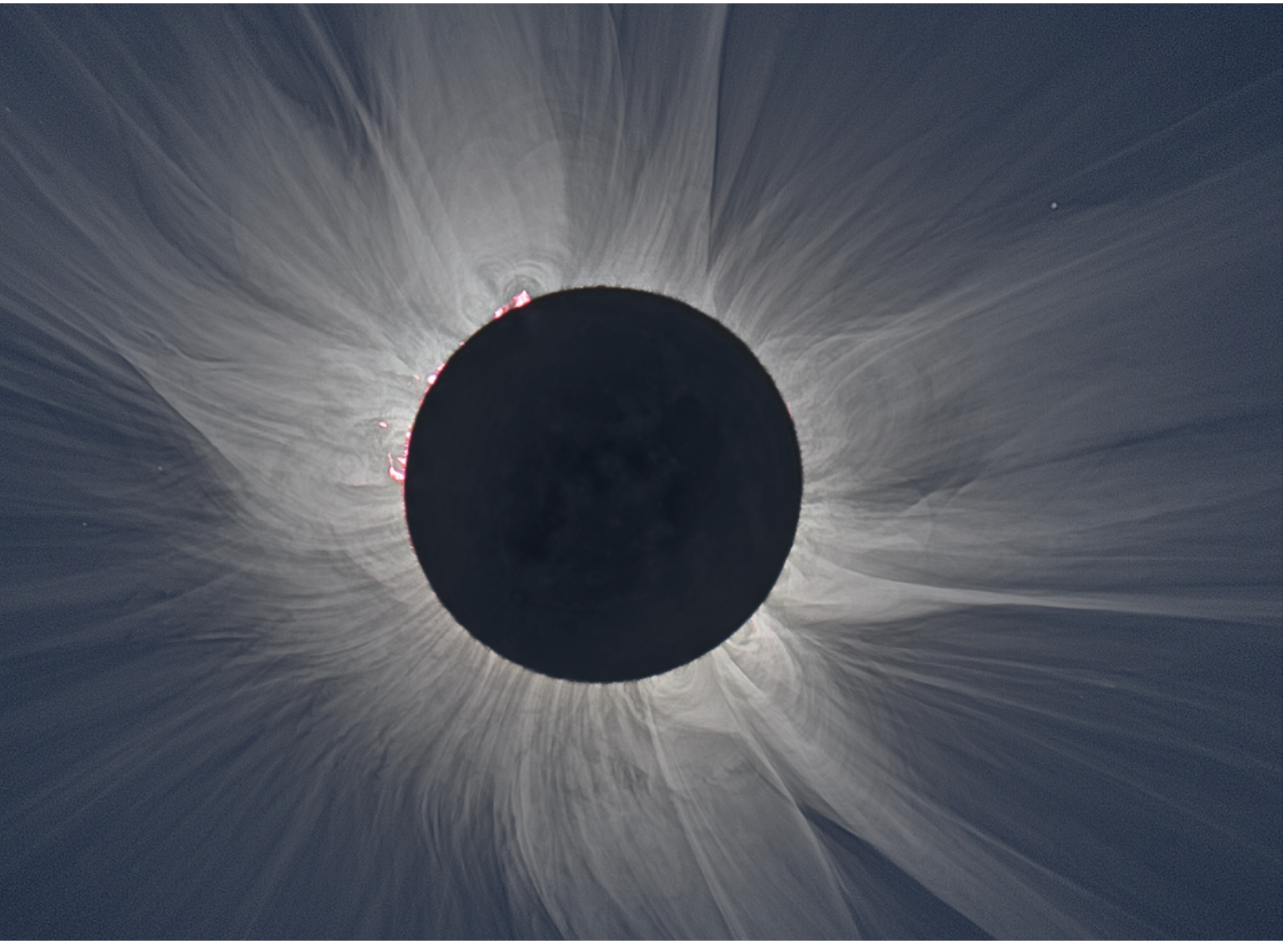
en 1836 par l'astronome anglais Francis Baily, ne dure qu'un bref instant.

Dès que le Soleil a entièrement disparu et que l'éclipse est totale, vous pouvez retirer tous les dispositifs de protection des yeux. Pensez à déclencher un décompte sur votre téléphone portable afin d'entendre une alarme à la toute fin de l'éclipse : cela vous signalera quand remettre les filtres.

Dès la totalité, c'est instantanément la nuit en plein jour. Une large « atmosphère » s'illumine tout autour de la Lune : c'est la couronne solaire, une région dont les motifs sont sculptés par les lignes de champ magnétique du Soleil. En période de forte activité solaire (comme autour de 2025), il y a de grandes chances que ces motifs linéaires soient bien visibles à l'œil nu.

Au ras de la Lune, il n'est pas rare d'avoir l'œil attiré par des taches éclatantes d'un rose fluorescent. Ce sont des protubérances, ou arches de gaz chaud (de l'hydrogène) qui se déploient au-dessus de la surface du Soleil. C'est parce que le disque lunaire épouse presque parfaitement celui du Soleil que l'on peut les admirer. Une particularité qui n'existe nulle part ailleurs que sur Terre. Les observer à la lunette ou au télescope (sans filtre) procure un souvenir inoubliable.

Enfin, tout autour, le ciel est presque aussi sombre qu'en pleine nuit. Les planètes Mercure et Vénus, toujours proches du Soleil, brillent de mille feux. En fonction de la date, Mars, Jupiter ou Saturne peuvent être dans le secteur. Leur alignement vous permet de visualiser le plan



Les protubérances et la couronne solaires sont bien visibles pendant la totalité. Mais arriverez-vous à discerner les mers lunaires grâce au clair de Terre ? Une observation très difficile.
© M. Druckmuller et P. Aniol

dans lequel toutes les planètes tournent autour du Soleil. Quelques-unes des étoiles les plus brillantes scintillent aussi dans ce ciel crépusculaire profond. Vous pouvez reconnaître les constellations les plus évidentes. Enfin, jetez un coup d'œil furtif à l'horizon : là-bas, le ciel est clair parce qu'à moins de 120 km dans toutes les directions, l'éclipse n'est que partielle et le Soleil éclaire à la fois le sol et l'air.

Voir les mers lunaires par réflexion de la lumière solaire sur la Terre est une observation à tenter. Si la chose a été réussie en photo, elle semble très ardue à l'œil nu. Cela, c'est si vous avez le temps d'y penser… Car une éclipse totale dure rarement beaucoup plus que 2 minutes. Si quand les grains de Baily apparaissent sur le côté opposé de la Lune, vous avez eu le temps de vous concentrer sur quelques-unes des observations évoquées plus haut, c'est déjà très bien ! Nul doute que vous n'avez alors qu'une envie, c'est d'assister à la prochaine éclipse totale. Et là, vous aurez le temps…

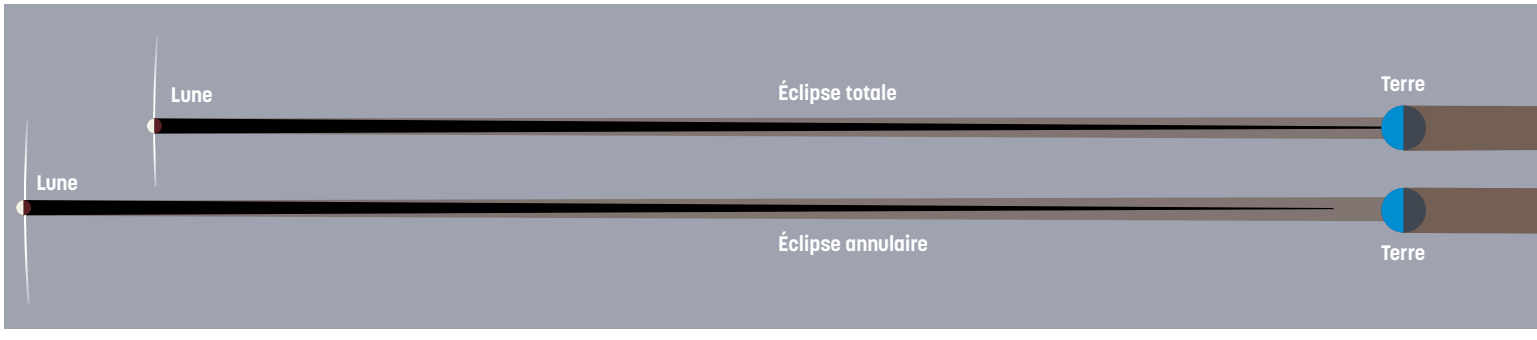


Image prise lors d'une éclipse annulaire. Ci-dessous, à l'échelle, le couple Terre-Lune et le cône d'ombre de la Lune, en fonction de la distance, variable, entre les deux corps célestes.
© B. Bairi et O. Hodasava/C&E

Hybrides et annulaires

Il existe deux autres types d'éclipses de Soleil, outre les totales et partielles : les annulaires et les hybrides. Quand la Lune est proche de son éloignement maximal (près de l'apogée de son orbite), son diamètre apparent n'est plus assez grand pour masquer le Soleil entièrement. Il reste tout autour de la Lune un anneau éblouissant formé par le bord du Soleil. Ces éclipses « annulaires » ne peuvent donc s'observer sans protection oculaire. Les plus longues peuvent durer 12 min 30 s. La prochaine en Europe aura lieu le 26 janvier 2028, dans le Sud de l'Espagne. À Séville, elle durera 7 min 15 s.

Le dernier type d'éclipses est dit hybride. Il survient quand la Lune est à telle distance que son diamètre apparent est exactement le même que celui du Soleil. Mais du fait de la rotondité de la Terre, l'éclipse commence comme une annulaire, se transforme en une totale très courte et finit en annulaire. C'était par exemple le cas le 8 avril 2005 : la Polynésie a vu une éclipse annulaire, le centre du Pacifique a bénéficié d'une éclipse totale, et le Panama, la Colombie ou le Venezuela ont connu une annulaire. Du fait de la sphéricité de la Terre, la distance à la Lune depuis la surface de notre planète était plus grande depuis la Polynésie et l'Amérique centrale était plus grande que depuis la partie centrale du Pacifique. Ces quelques milliers de kilomètres de différence suffisent pour que le diamètre apparent de la Lune couvre ou ne couvre pas entièrement le Soleil en fonction du site d'observation.



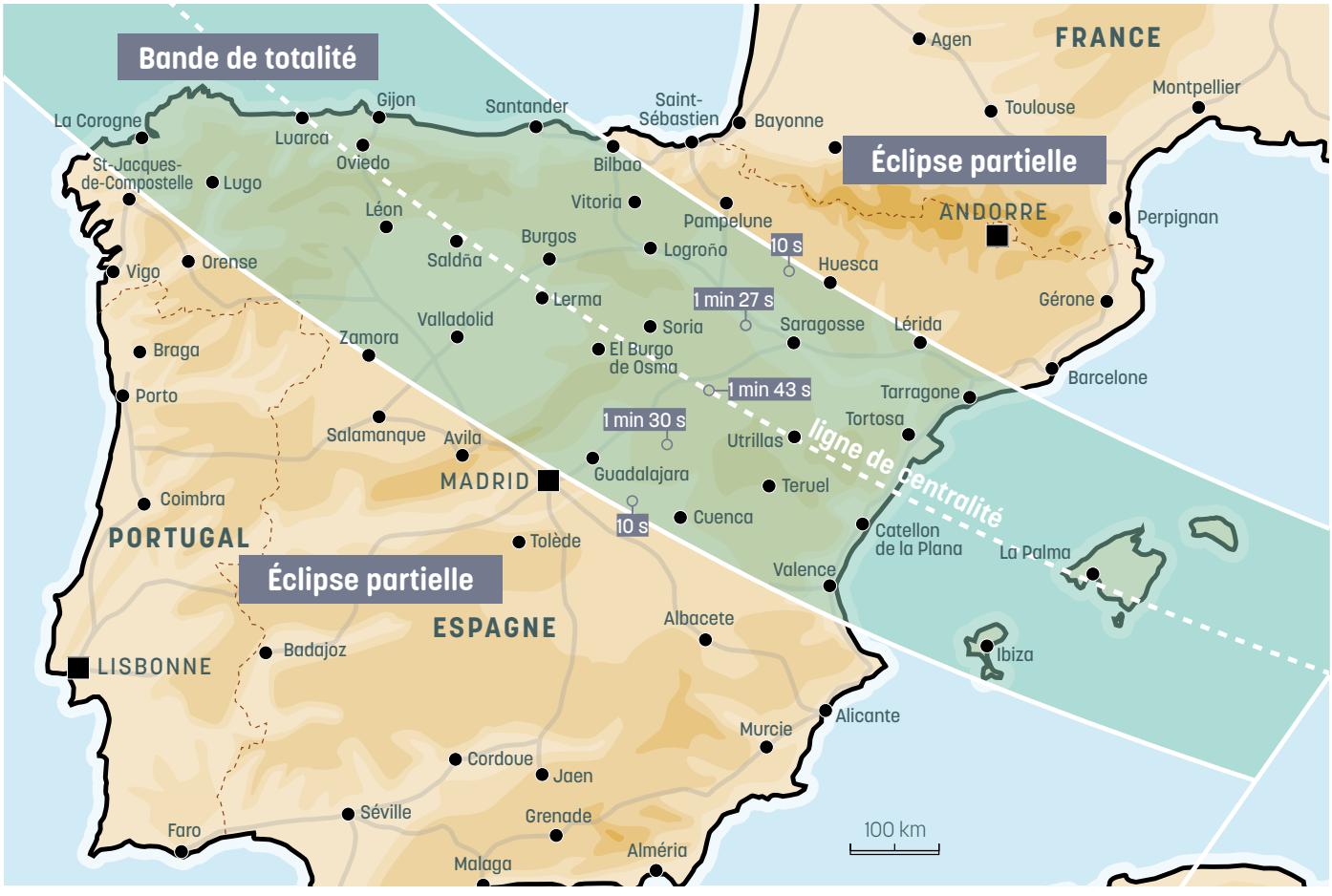
SOLEIL NOIR SUR L'ESPAGNE EN 2026

L'éclipse totale de Soleil du 12 août 2026 est la première en Europe depuis 1999. Celle-ci a lieu peu avant le coucher du Soleil, ce qui est une configuration un peu particulière, y compris pour les zones, comme la France, où l'éclipse n'est que partielle.

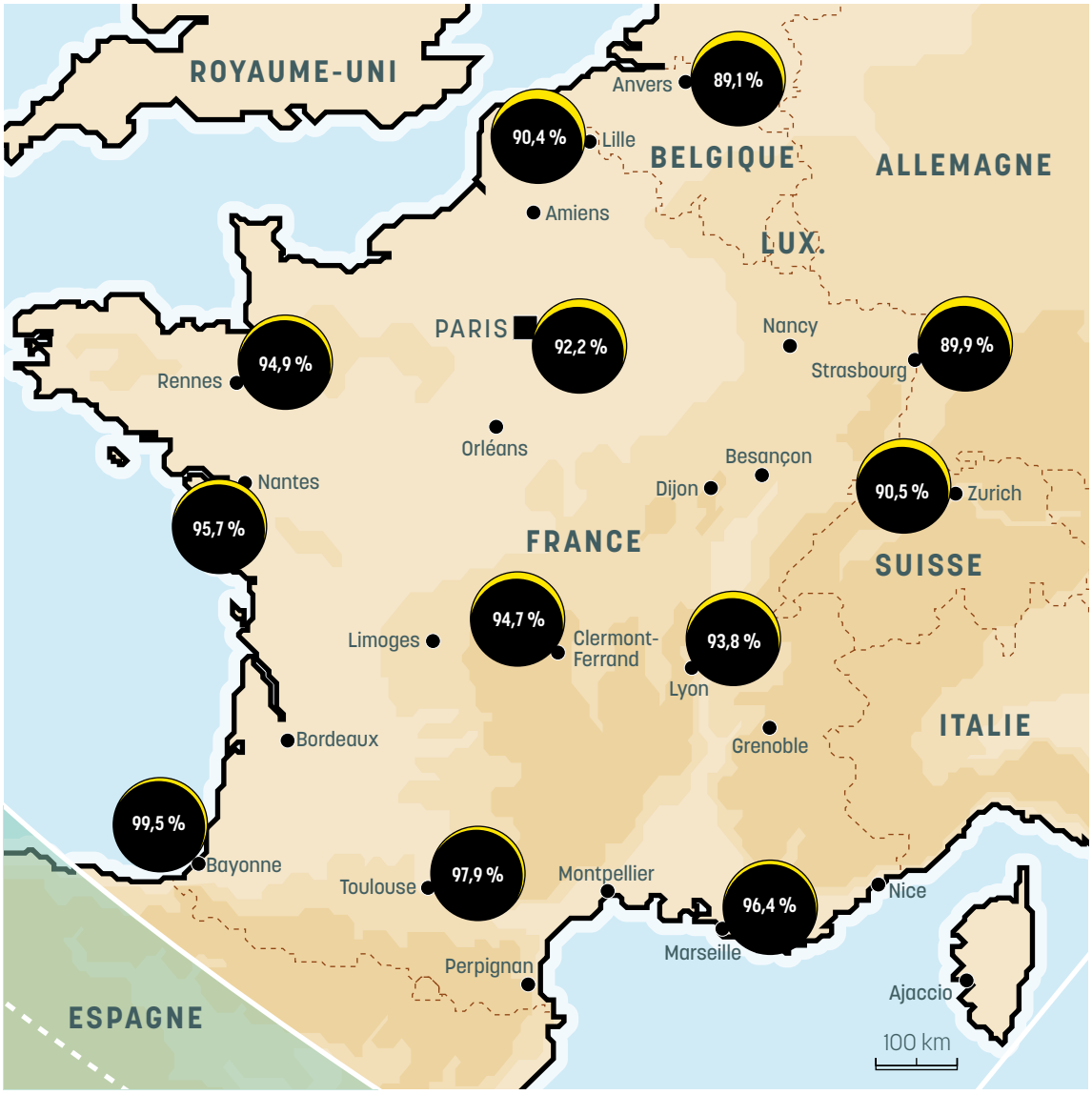
Philippe Henarejos

Pour assister à l'éclipse totale du 12 août 2026, il faut se trouver dans le nord de l'Espagne. Le phénomène commence à 20 h 26, heure locale, sur la côte nord du pays, à 20 h 30 sur la côte méditerranéenne et une minute plus tard aux Baléares. La particularité de cette phase totale est un duo Soleil-Lune bas sur l'horizon. Les deux astres sont à 10° de hauteur dans les Asturies et à 4° aux Baléares. Cette configuration présente l'avantage d'offrir un premier plan qui peut rendre la scène spectaculaire. Il peut s'agit de l'horizon maritime ou de crêtes montagneuses, ou encore d'un monument (château, église, etc.). L'inconvénient, c'est que la phase de totalité tend à être courte : 1 minute 44 secondes.

Dans tous les cas, le coucher du Soleil, qui survient quelques minutes après la fin de la totalité, offre lui aussi une vision très rare. Que ce soit en Espagne, au Portugal ou en France, c'est non pas un disque brillant qui disparaît derrière l'horizon, mais un disque en partie rogné ou un mince croissant de feu ! De quoi rêver à un rayon vert très inhabituel…

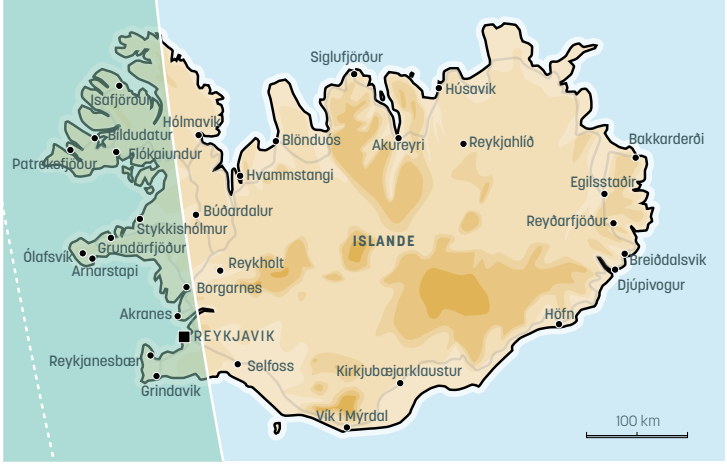


Il faut être dans la bande de totalité pour bénéficier d'une éclipse totale le 12 août 2026. La durée de la totalité est maximale sur la ligne de centralité et décroit rapidement si l'on s'en éloigne. © Cyr/CBE

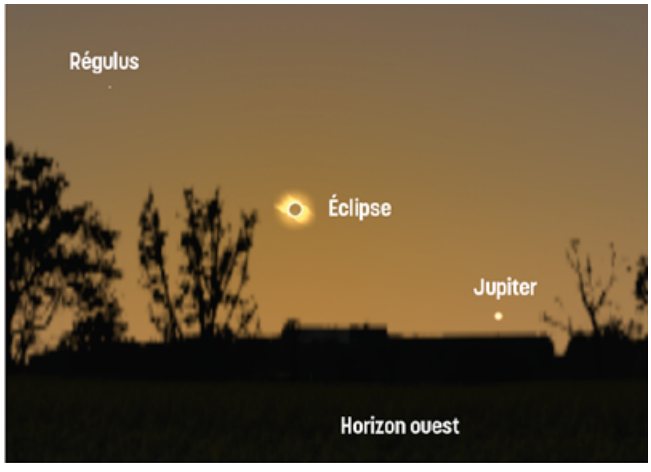


En France, l'éclipse est partielle, mais avec un Soleil éclipsé à plus de 90 %. À surveiller après le maximum de l'éclipse : le coucher d'un Soleil incomplet sur l'horizon ! © Cyr/C&E

Une éclipse totale au ras de l'horizon est plutôt courte, mais offre des opportunités d'avant-plan



L'éclipse commence en Islande, très haut dans le ciel. Mais seule la partie ouest de l'île est concernée par la totalité. L'ombre de la Lune traverse ensuite l'Atlantique jusqu'à rejoindre l'Espagne. © Cyr/C&E



Ce montage donne une idée de la faible hauteur de la phase de totalité depuis l'Espagne. Attention aux collines et aux nuages bas ! © C&E

EN 2027, RÂ SE CACHE AU-DESSUS DES TEMPLES ÉGYPTIENS

Rarement une éclipse de Soleil est aussi longue que celle du 2 août 2027. Pendant plus de 6 minutes, le dieu que vénérait l'Égypte antique disparaît au-dessus des temples qui lui étaient consacrés.

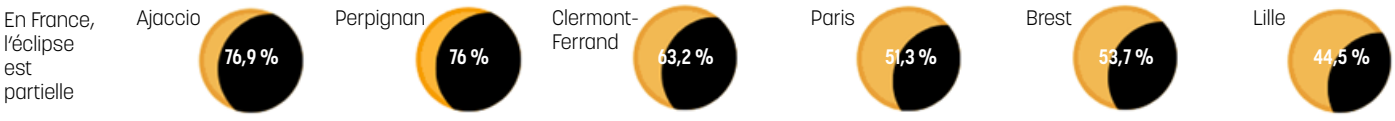
Philippe Henarejos

Au XXIe siècle, aucune autre éclipse totale de Soleil ne durera autant que celle du 2 août 2027 : 6 minutes 23 secondes au-dessus des environs de Louxor, célèbre pour ses temples dans la vallée du Nil. Avec un risque de nuages quasi nul, l'Égypte est toute désignée comme la destination idéale afin d'assister à l'événement astronomique.

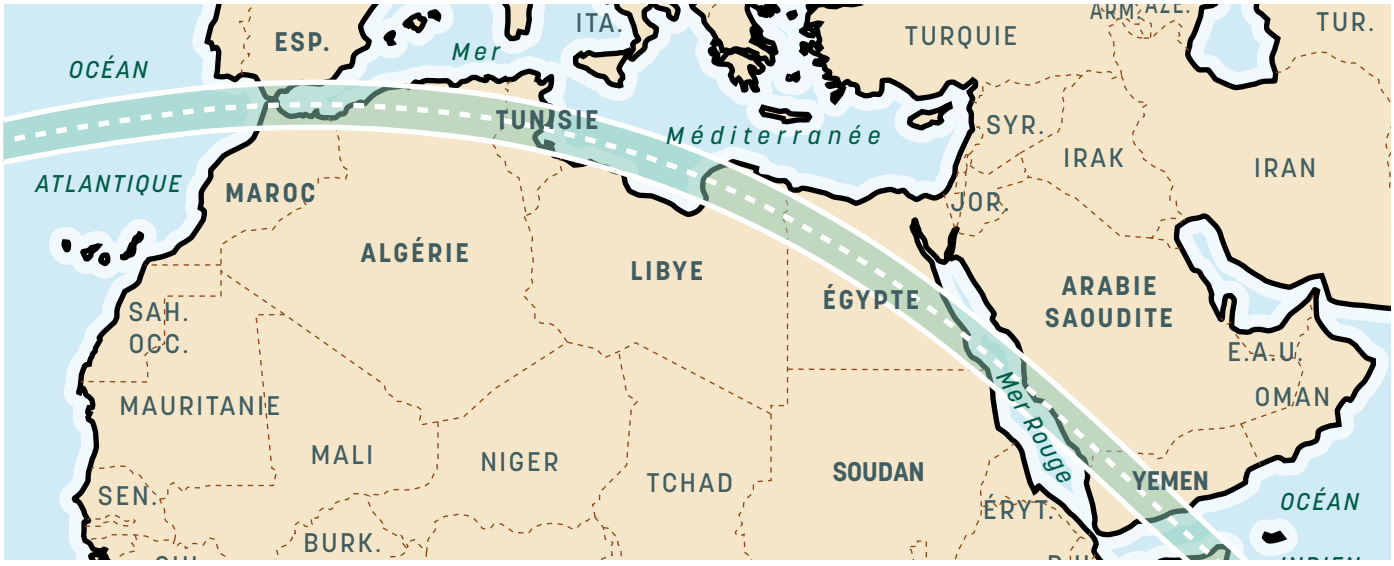
La totalité survient en toute fin de matinée au niveau du détroit de Gibraltar et dure 4 min 50 s. À mesure qu'elle se décale vers l'est, l'ombre de la Lune ralentit, ce qui augmente le temps de Soleil noir : 5 min 8 s à Oran (Algérie), 5 min 43 s sur la côte tunisienne, et 6 min 9 s à Benghazi (Libye). Il est 9 h 39 TU (temps universel) quand l'ombre de la Lune franchit la frontière égyptienne et provoque une privation de Soleil de 6 min 18 s. Il est quasiment midi au Soleil à Louxor, quand l'éclipse totale commence, pour 6 min 23 s. Le duo Lune-Soleil se trouve à près de 82° de haut dans le ciel, soit à seulement 8° du zénith (le point le plus haut) !

L'éclipse totale du 2 août 2027 commence dans le détroit de Gibraltar, en fin de matinée (8 h 44 TU). Un petit bout d'Espagne, le Maroc, puis l'Algérie et la Tunisie sont traversés par l'ombre de la Lune.
© Cyr/C&E





L'éclipse est partielle en France. Le spectacle est toutefois assez beau avec un Soleil largement occulté par la Lune (portions ci-dessus en fonction de la localisation). L'Égypte (carte ci-dessous) est le lieu de la durée maximale de la totalité. © Cyr/C&E





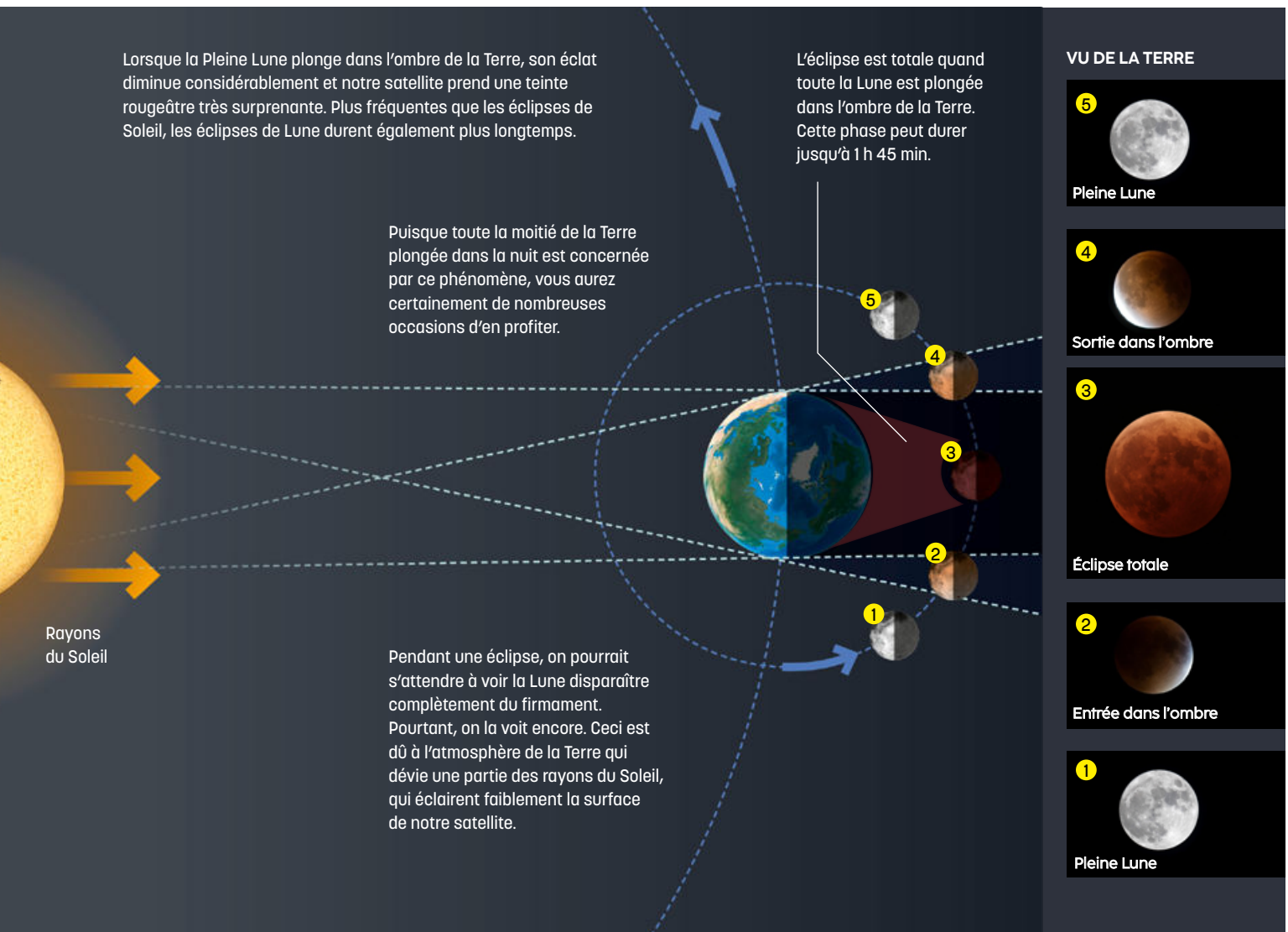


LES ÉCLIPSES DE LUNE

Quelques fois par an, la Lune se cache dans l'ombre de la Terre. Ces éclipses procurent un spectacle magnifique à l'œil nu comme au télescope.

Philippe Henarejos

Quand la Pleine Lune est grignotée par une ombre, devient un croissant, puis s'obscurcit tout en prenant une teinte rougeâtre, c'est qu'il se produit une éclipse de Lune. Ce phénomène assez courant (2 à 5 fois par an) survient lorsque la Lune passe partiellement ou entièrement dans l'ombre de la Terre. La source de lumière étant le Soleil, cela signifie qu'il y a éclipse uniquement quand la Lune est à l'exact opposé de celui-ci dans le ciel. Dans ces conditions, on pourrait penser qu'il devrait y avoir une éclipse de Lune à chaque Pleine Lune. Or, ce n'est pas le cas, car l'orbite de la Lune présente une inclinaison de quelque 5° par rapport au plan orbital de la Terre autour du Soleil. Donc, la plupart du temps, la Pleine Lune passe un peu au-dessus ou en dessous de l'ombre de la Terre. Et pour une année donnée, les éclipses ne surviennent qu'à deux périodes de l'année, séparées de six mois, au cours desquelles la Pleine Lune traverse le



plan orbital de la Terre (en raison d'un mouvement de précession d'une période de 19 ans, ces saisons des éclipses se décalent lentement d'une année sur l'autre).

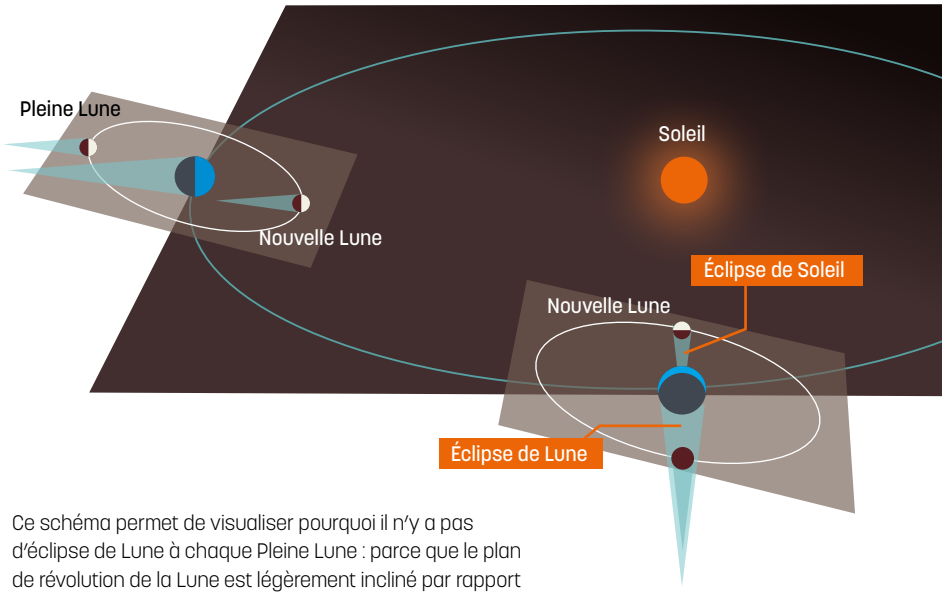
Un éloge de la lenteur

Une éclipse de Lune peut être contemplée à l'œil nu. Contrairement à une éclipse totale de Soleil, qui exige de se situer à un endroit précis de la Terre et qui dure à peine quelques minutes, elle prend son temps et bénéficie à tous les gens d'un même hémisphère. Un phénomène très partiel peut se limiter à plusieurs dizaines de minutes, mais la plupart du temps, il s'étend sur près de 4 heures ! Cette lenteur permet de bien apprécier l'entrée de la Lune dans l'ombre de la Terre. Et de suivre sa progression.

Pénombre, partielle ou totale

Si le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés dans l'espace, la Lune pénètre entièrement dans l'ombre de la Terre ; c'est une éclipse totale. Le diamètre de l'ombre de la Terre, au niveau de la Lune, vaut environ trois fois le diamètre lunaire. Quand la Lune ne fait que rester au bord de l'ombre, la phase totale de l'éclipse dure quelques minutes. Mais si elle passe au centre de l'ombre, sa durée peut frôler les 2 heures.

Pendant la totalité, il est intéressant de noter que la Lune ne disparaît pas complètement. Une observation attentive, aux jumelles par exemple, révèle qu'elle se teinte d'un rouge profond. Ceci est



Ce schéma permet de visualiser pourquoi il n'y a pas d'éclipse de Lune à chaque Pleine Lune : parce que le plan de révolution de la Lune est légèrement incliné par rapport à celui de l'orbite de la Terre. © O. Hodasava/C&E



L'éclipse totale de Lune du 28 septembre 2015 photographiée entre les pylônes de la tour Eiffel, à Paris. © J.-L. Dauvergne/C&E

un effet de l'atmosphère terrestre. Sur tout le pourtour de notre planète, cette couche d'air agit comme un filtre. Elle absorbe la plupart des rayons solaires, mais laisse passer les rayons rouges, tout en les déviant vers l'intérieur de l'ombre. C'est pourquoi la Lune reste faiblement éclairée lors de la phase totale d'une éclipse et qu'elle se colore de rouge.

Quand les trois astres (Soleil, Terre, Lune) ne sont pas alignés de façon parfaite, la Lune ne passe qu'en partie dans l'ombre de la Terre. Cela peut être largement, comme le 28 août 2026, où la Lune sera à plus de 90 % dans l'ombre de notre planète. Ou juste un peu, comme le 12 janvier 2028, où seuls quelques pour cent de la Lune seront privés de la lumière solaire.

Enfin, il existe une troisième catégorie d'éclipses de Lune, dites « par la pénombre ». Elle correspond au passage de notre satellite naturel dans le cône de pénombre de la Terre. Le Soleil, bien que partiellement masqué par la Terre, éclaire encore la Lune. Ces éclipses consistent en une baisse peu sensible de la luminosité de la Pleine Lune qui peut passer inaperçue si l'on n'est pas au courant.

La progression de l'ombre

À la lunette ou au télescope, une éclipse de Lune est très belle à voir en usant de faibles grossissements, pour voir la Lune en entier. Cependant, il peut être intéressant de pousser jusqu'à 300x pour épier la limite de l'ombre terrestre et la voir se déplacer à la surface de la Lune.

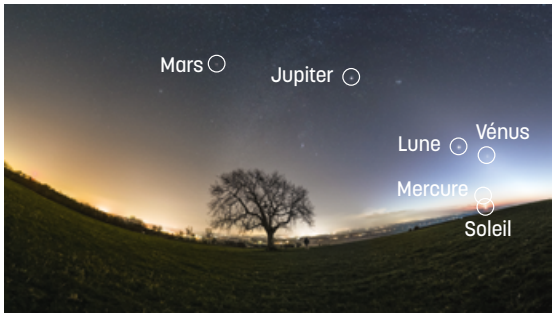
COMMENT RECONNAÎTRE LES PLANÈTES

Cinq planètes du Système solaire sont visibles à l'œil nu. De petites astuces simples vous permettent de les identifier dans le ciel, même sans savoir où elles se trouvent a priori.

Philippe Henarejos

Visuellement, les planètes du Système solaire ressemblent à des étoiles. Certes, du fait de leur proximité, elles ne scintillent pas [lire l'encadré page 47]. Cela permet de les distinguer des étoiles les plus brillantes. Mais comment savoir quelle planète on observe ?

Identifier une planète sur la voûte étoilée, sans avoir au préalable consulté des éphémérides ou une carte, peut constituer un jeu amusant. En effet, il





Quatre des cinq planètes visibles à l'œil nu se trouvent sur cette photo. Elles forment un alignement qui correspond au plan de leurs orbites. © J. Dury

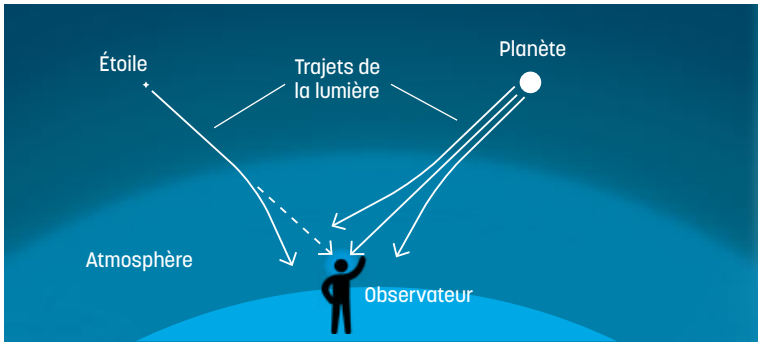
est possible, simplement en inspectant le ciel, et sans rien savoir de la position des planètes, de savoir celles qui sont visibles. Cela dépend notamment de l'heure ou de la saison, de la hauteur sur l'horizon et de la proximité par rapport au Soleil. Bref, il s'agit d'un exercice de déduction.

D'abord, il est inutile de les chercher dans tout le ciel. Les planètes gravitent autour du Soleil à peu près dans le même plan (leurs inclinaisons relatives ne dépassent pas quelques degrés). Sur la sphère céleste, cela se traduit par le fait qu'elles vagabondent uniquement dans les constellations que traverse le Soleil (mais aussi la Lune) au cours d'une année. Ce sont les constellations du zodiaque. Il est donc impossible qu'un astre brillant dans le Cygne ou la Lyre soit une planète ; c'est forcément une étoile (par exemple, Deneb dans le Cygne ou Véga dans la Lyre).

Ensuite, chaque planète a ses propres caractéristiques et ses « habitudes ». Commençons par la première de toutes, Mercure, qui est la plus proche du Soleil. Du fait de son orbite serrée autour de notre étoile, elle ne s'en écarte guère sur la voûte céleste. Conséquence : elle est visible exclusivement dans un ciel crépusculaire, jamais tout à fait sombre, le soir vers l'ouest ou le matin vers l'est. Dans ces conditions, comment ne pas la confondre avec Vénus, qui a les mêmes habitudes ? Tout simplement, parce que Vénus est l'astre le plus brillant après le Soleil et la Lune. Son éclat est si impressionnant qu'il arrive que certaines personnes croient voir un ovni ! D'autres planètes se trouvent parfois dans des positions aussi proches du Soleil que Mercure. Mais Mars est bien orangée, et Jupiter, d'un blanc ivoire dont l'éclat tente de rivaliser avec celui de Vénus. Seule Saturne, à la rigueur, pourrait passer pour Mercure (ou l'inverse). Retenez quand même que Vénus et Mercure ne s'éloignent jamais des lueurs du crépuscule (que ce soit le matin ou le soir). Et qu'en dehors de quelques semaines chaque année, Jupiter, Saturne et Mars naviguent loin du Soleil.

Résumons : Mars, du fait de son absence de scintillement et de sa teinte rougeâtre, ne peut être confondue avec aucune autre, quelle que soit sa position par rapport au Soleil. Jupiter brille d'un intense éclat blanc, comme Vénus, mais sans atteindre sa magnitude et surtout, en passant son temps loin du Soleil. Et il est impossible d'observer Vénus en milieu de nuit. Donc, toute planète blanche à ce moment-là ne peut être que Jupiter. Enfin, Saturne renvoie une couleur légèrement jaune qui permet de la distinguer, avec un peu d'habitude. Pour conclure, en dehors des cas particuliers (et éphémères) où Jupiter ou Saturne sont proches du Soleil et peuvent être prises, respectivement, pour Vénus et Mercure, la confusion n'est guère possible.

Il vous sera ensuite agréable de vérifier vos déductions à la lunette ou au télescope. Dans les pages qui suivent, c'est le voyage immobile auquel nous vous convions. Les planètes y sont classées non pas de la plus proche du Soleil à la plus lointaine, mais de la plus facile à la plus difficile à observer en tenant compte de plusieurs critères (éclat, période de visibilité, accessibilité des détails à leur surface, ou encore les obstacles pour les repérer).



À cause de la turbulence, la lumière des étoiles ne nous parvient pas en permanence. Les rayonnements des planètes (à la surface apparente plus large) sont plus nombreux. Il y en a toujours qui arrivent jusqu'à l'observateur.

POURQUOI LES PLANÈTES NE SCINTILLENT PAS

Les étoiles scintillent (ou clignotent) à cause de l'atmosphère de la Terre qui, au gré de ses mouvements, dévie de façon éphémère leur lumière. Pour l'œil, la taille angulaire d'une étoile équivaut à un point, sans la moindre épaisseur. Par conséquent, si la lumière en provenance de ce point est déviée pendant une fraction de seconde, elle n'atteint plus la rétine. L'étoile semble s'éteindre. Les planètes aussi semblent être ponctuelles. Mais elles ne le sont pas. Leur diamètre apparent est suffisant pour que, même si l'atmosphère dévie la lumière qu'elles nous envoient, il reste toujours assez de rayons lumineux pour parvenir jusqu'à l'œil… Et empêcher qu'elle semble s'éteindre. Il arrive toutefois que Vénus ou Mercure scintillent, lorsqu'elles sont très près de l'horizon et que l'air est particulièrement turbulent. Mais cela ne survient que quand leur diamètre apparent est petit (autour de la conjonction supérieure) ou quand leur croissant est très fin (en conjonction inférieure). C'est donc assez rare.

JUPITER, LA PLUS BELLE DES PLANÈTES

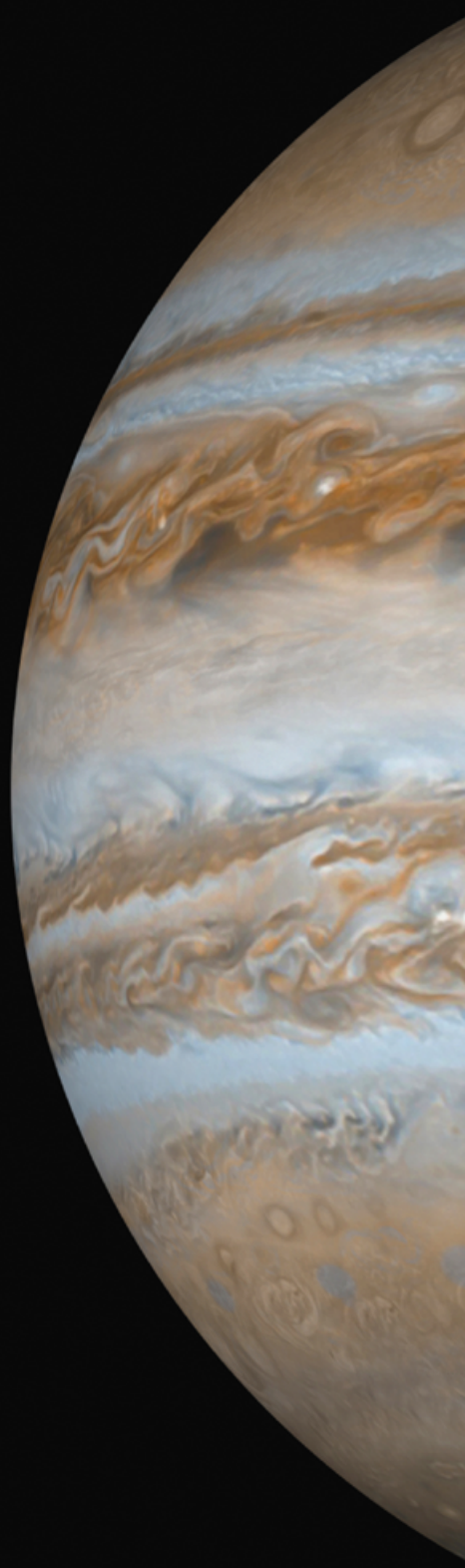
La planète la plus facile à repérer et à observer est Jupiter. Après la Lune, c'est elle que l'astronome néophyte doit pointer en premier. Le spectacle mouvant de sa surface gazeuse a de quoi occuper une vie entière.

Philippe Henarejos

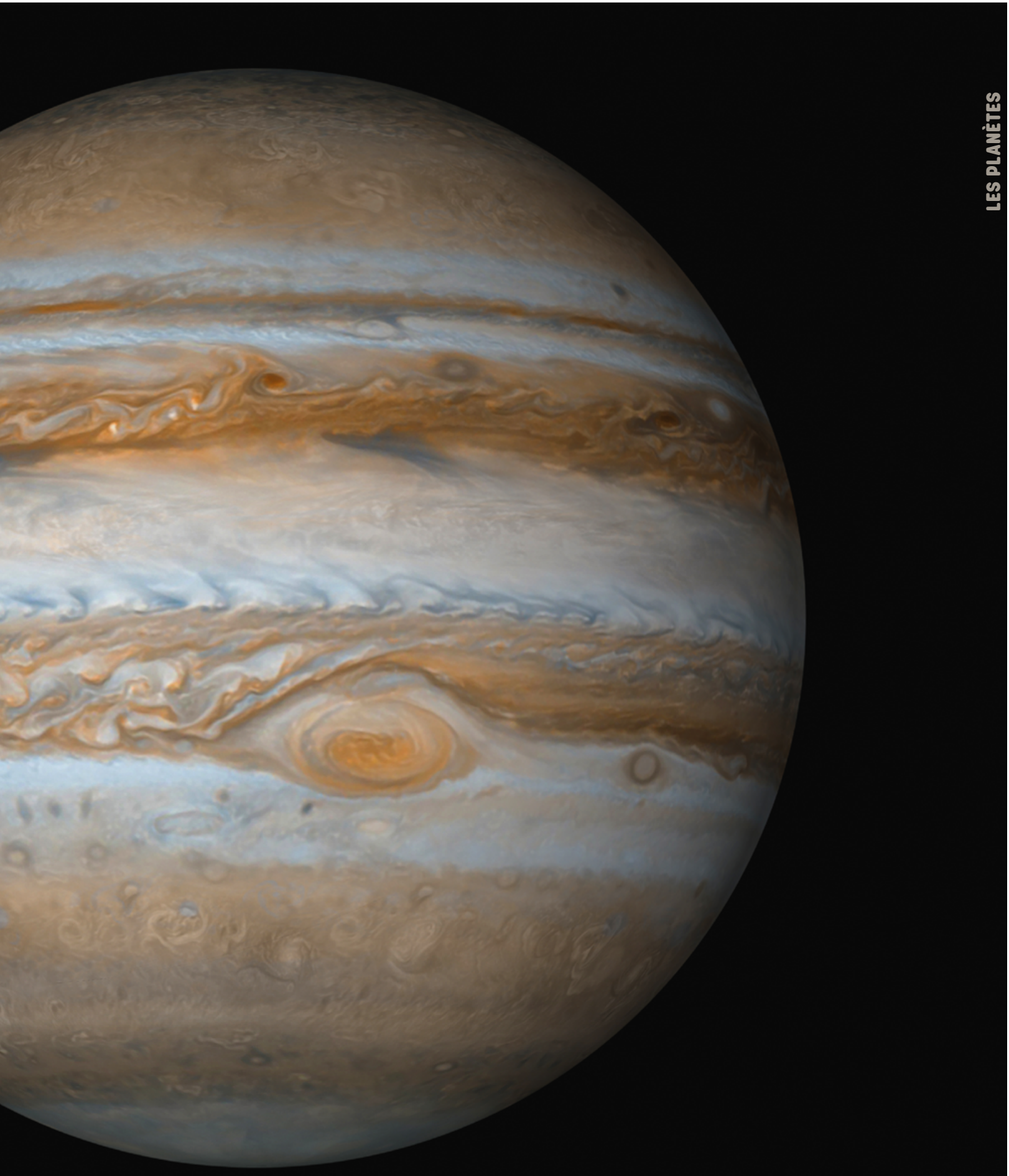
Jupiter n'est pas la plus proche des planètes. Elle croise à plus de 600 millions de kilomètres de la Terre. Mais elle est assurément celle qui est la plus souvent visible dans le ciel. Pendant onze mois sur douze, il est aisé de la repérer à l'œil nu, car elle est l'astre le plus brillant du ciel nocturne après la Lune et Vénus. Jupiter est seulement inobservable pendant environ un mois, quand elle passe de l'autre côté du Soleil ; on dit alors qu'elle est en conjonction solaire.

Une planète aplatie

Avec ses plus de 140 000 km de diamètre, Jupiter est la plus grande et la plus massive des planètes du Système solaire. Onze planètes Terre tiendraient alignées d'un bord à l'autre de son immense globe. C'est pour cela que, malgré son éloignement, elle est intéressante à observer aux instruments. Cela commence avec des jumelles grossissant 10x. Pour peu que l'on soit bien stable, on discerne sans ambiguïté son minuscule disque blanc. Surtout, on repère qu'il est entouré la plupart du temps d'étoiles qui semblent



Vue ici de très près par la sonde spatiale Juno, Jupiter est sans doute la planète qui offre le spectacle le plus varié aux amateurs. Entre ses nuages mouvants, ses tempêtes et ses satellites qui projettent leur ombre à sa surface, le spectacle est quasi continu. © Nasa/JPL/Caltech



Observez bien la forme de Jupiter : la planète n'est pas parfaitement ronde

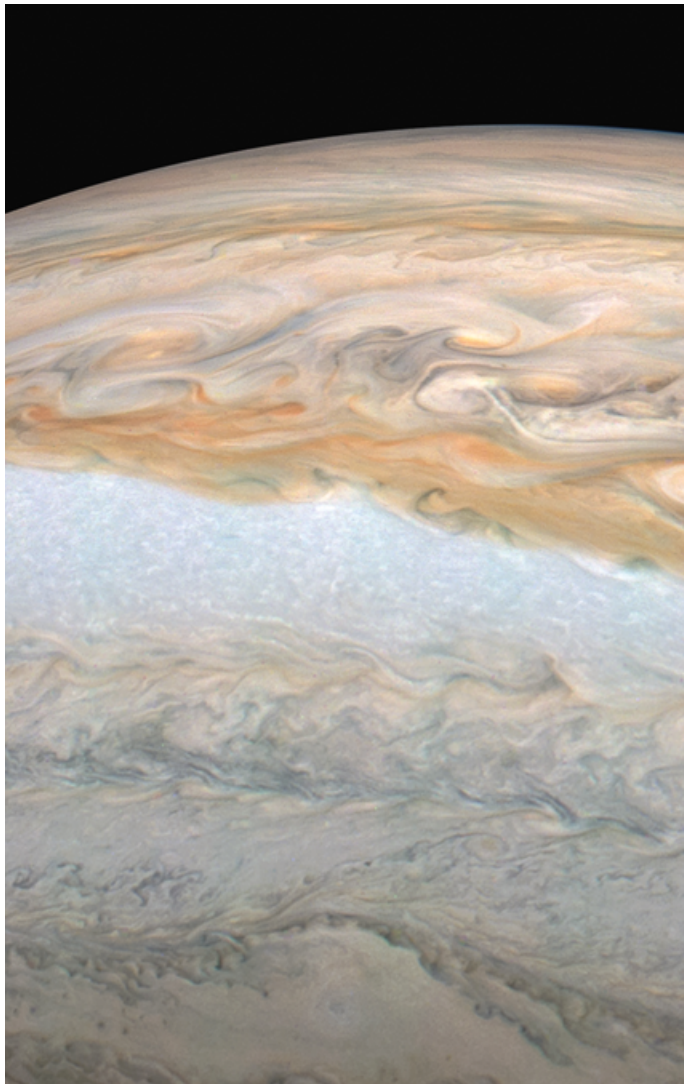
alignées sur son équateur : ce sont ses quatre principaux satellites, observés pour la première fois par Galilée en 1609.

Si vous avez une petite lunette de 60 à 80 mm et que vous visez Jupiter, accordez-vous le temps de la découverte. Choisissez d'abord un grossissement modeste, de 30 à 50x. Vous aurez alors une vision nette, lumineuse et très jolie de ce monde gazeux sans surface solide. Une première curiosité doit attirer votre attention : la planète n'est pas parfaitement sphérique. Loin de là ! Son diamètre équatorial dépasse de 9 267 km son diamètre polaire ! Ceci est le résultat de la rotation très rapide de la planète sur elle-même — en à peine 9 h 55 min ! — et de la force centrifuge qui en découle.

À ce grossissement, vous pouvez aussi discerner deux bandes sombres parallèles de part et d'autre de l'équateur de la planète. Il faut pousser à 80 ou 100x pour voir quelques détails dans ces bandes. Une lunette de 80 mm dotée d'un grossissement de 120x vous procure une image plus confortable. Surtout, elle vous révèle deux nouvelles bandes sombres, très fines, situées à plus hautes latitudes. Quant aux zones polaires, elles apparaissent grisées.

La Grande Tache rouge

Le plus beau spectacle, dans les nuages de Jupiter, reste celui de la Grande Tache rouge. Ce vaste tourbillon coloré (en fait, un anticyclone) affiche un diamètre plus large que celui de la Terre. Il est visible dans un petit instrument d'amateur, même s'il a presque diminué de moitié depuis les

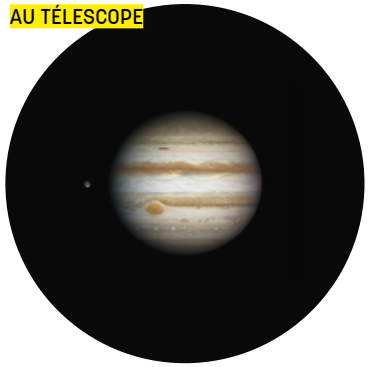




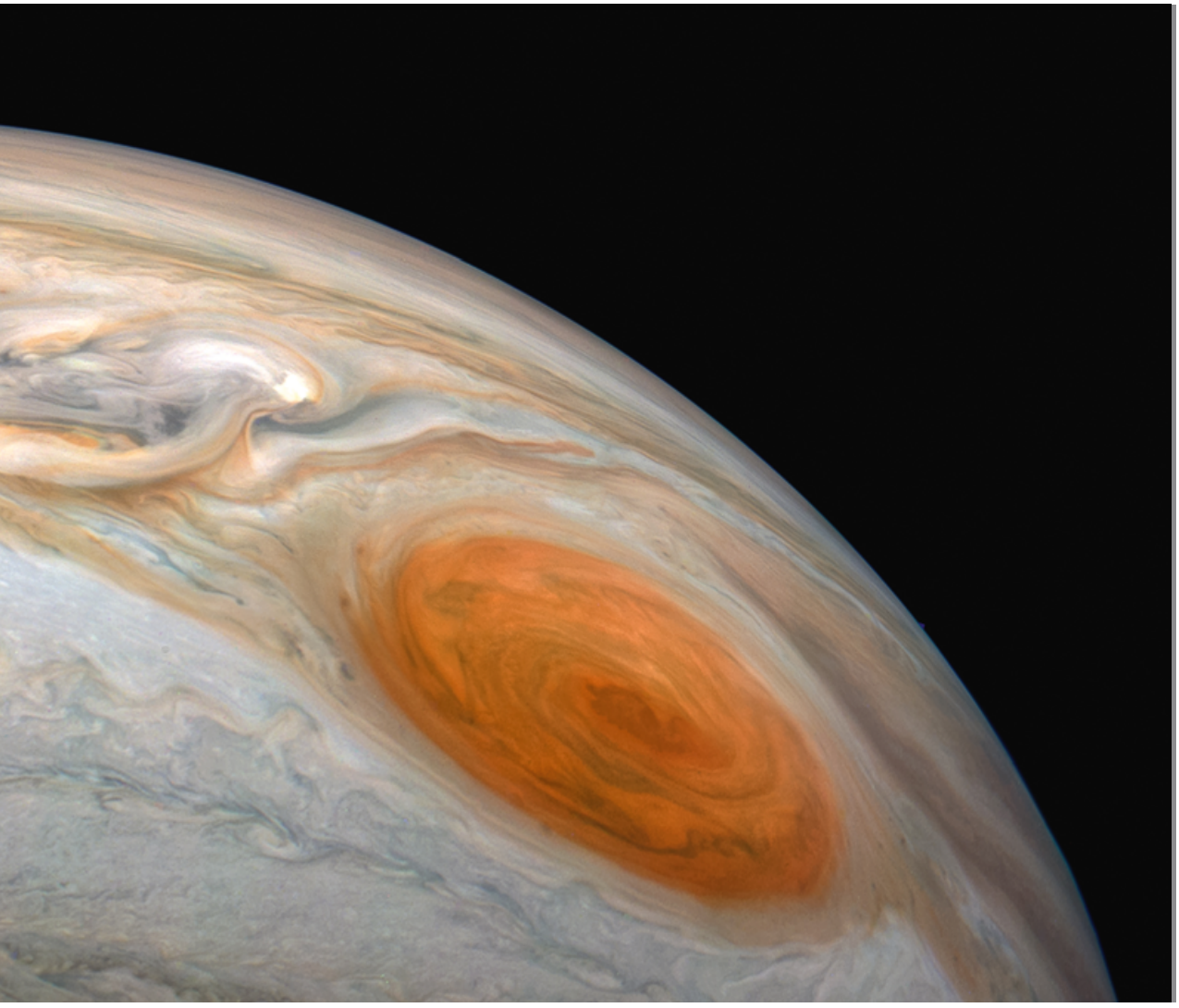
Un minuscule disque blanc, entouré de ses principaux satellites est visible.



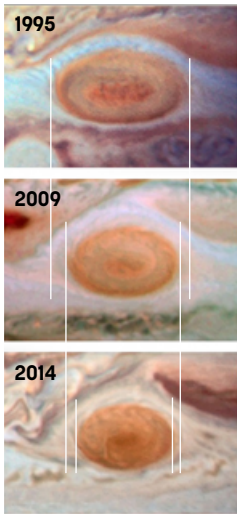
À faible grossissement, deux bandes nuageuses sur la planète et les quatre satellites galiléens sont observables.

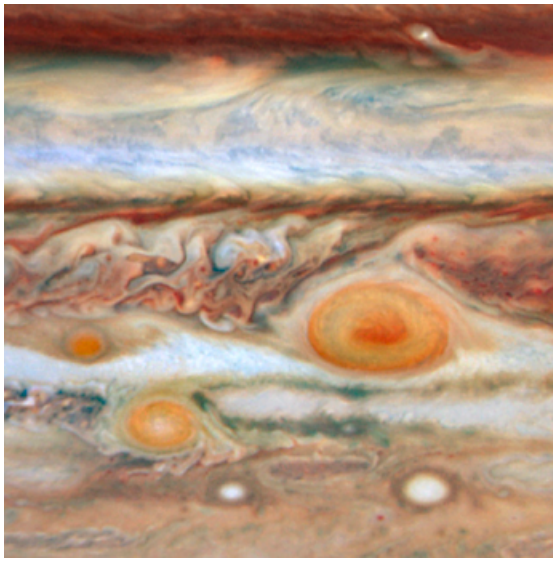


Diverses formations nuageuses, la Grande Tache rouge et des passages de satellites devant la planète peuvent être admirés.



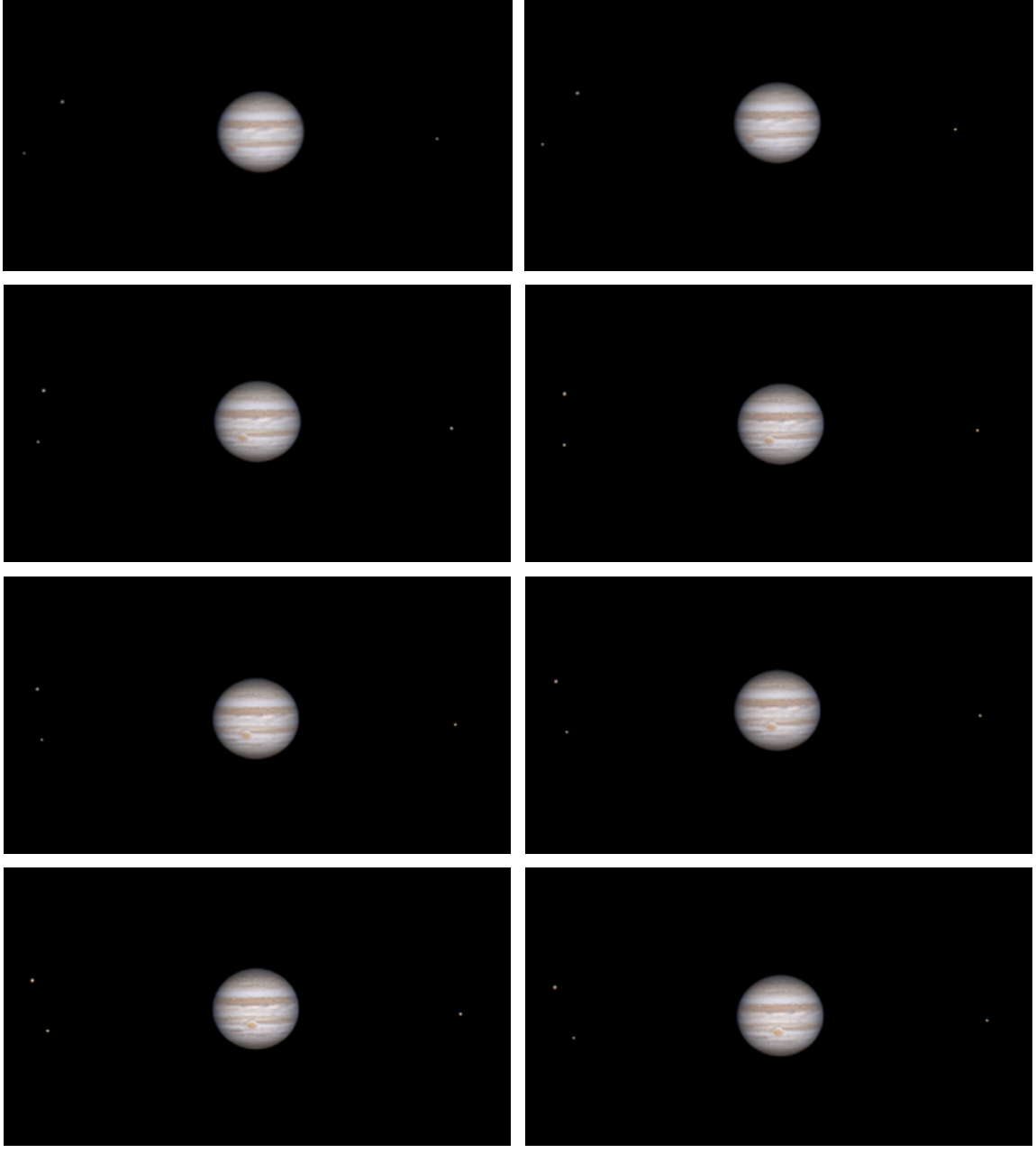
Ce gros plan sur la Grande Tache rouge a été obtenu par la sonde Juno. Ci-dessous : la diminution de taille de l'anticyclone observée au cours des dernières décennies. © Nasa/JPL-Caltech/SwRI/ MSSS/Kevin Gill





années 1960. D'autant qu'il a gagné en contraste en rétrécissant : de rose très pâle dans les années 1980, il est passé à un rouge assez vif après 2020. Cette tempête très certainement apparue aux alentours de 1830 est à chercher dans la ceinture équatoriale sud, c'est-à-dire la bande équatoriale sombre sud (attention, dans la plupart des instruments, l'image étant inversée, cela correspond à la bande du haut). Avec un grossissement de 150x et plus, utilisé sur un télescope de plus de 100 mm, il est possible de remarquer que le centre de la tache est plus sombre que les bords. Évidemment, Jupiter

En plus de la Grande Tache rouge, une petite tache rouge bien moins contrastée est apparue. Elle est assez difficile à voir au télescope. © ESA/Nasa/STScI



Cette série d'images prises à plusieurs minutes d'intervalle révèle à la fois la rotation de Jupiter (avec la Grande Tache rouge comme repère) et le mouvement de trois de ses satellites galiléens : Io, Europe et Ganymède.
© P. Henarejos/C&E

tournant en moins de 10 h sur elle-même, il se peut que la tache ne soit pas sur l'hémisphère visible au moment où l'on observe. Mais cela fait partie des joies de l'astronomie : en mois d'une heure, vous pouvez avoir la surprise de la voir émerger sur l'un des bords de la planète.

Une Petite Tache rouge, des ovales blancs et des nuages

Les propriétaires d'un télescope de 180 mm et au-delà pourront s'attaquer à une autre curiosité jovienne : la Petite Tache rouge, apparue dans la ceinture tempérée sud en 2006 après la fusion de deux tempêtes en 2000. Très peu contrastée, elle reste difficile à apercevoir. Mais d'autres tempêtes, plus modestes, sont discernables. Ce sont les ovales blancs, qui se succèdent dans les régions tempérées de la planète. Par ailleurs, des nuages étirés, de couleur blanche ou au contraire très sombre, apparaissent de manière épisodique. Il se passe toujours quelque chose sur Jupiter ! Il est donc intéressant d'y revenir fréquemment.

Le passage d'une ombre de satellite sur Jupiter est facile à voir avec un petit instrument

Des satellites et des ombres

Dès 30x de grossissement, l'alignement des quatre satellites galiléens saute aux yeux. Dans l'ordre d'éloignement à Jupiter, ils se nomment Io, Europe, Ganymède et Callisto. Le premier a la même taille que la Lune (3600 km). À cette distance, il n'est plus qu'un point à l'oculaire d'un télescope ! Le deuxième, Europe, est un peu plus petit (3100 km). Les deux derniers sont aussi les plus gros : respectivement 5200 km et 4800 km de diamètre. Ensemble, ces quatre satel-

lites tournent, à des vitesses différentes, autour de Jupiter. Ainsi, il n'est pas rare que l'un d'eux disparaisse derrière la planète (ou dans son ombre), apparaisse au ras de l'un des bords de Jupiter ou encore passe devant elle.

Io boucle sa révolution jovienne en un jour trois quarts. Europe, en trois jours et demi. Ganymède et Callisto sont bien plus lents (7 et plus de 16 jours). Cela signifie tout de même qu'en observant à quelques jours d'intervalle, l'un de ces phénomènes a de grandes chances d'être saisi. Le plus spectaculaire est sans doute la découverte de l'ombre de l'un de ces satellites se projetant sur la planète. Un tel point noir, très contrasté, est facile à voir dans n'importe quel petit instrument doté d'un grossissement moyen, de l'ordre de 80x. Il est aussi aisé de constater que cette ombre se déplace : en quinze minutes, sa position évolue de façon notable !

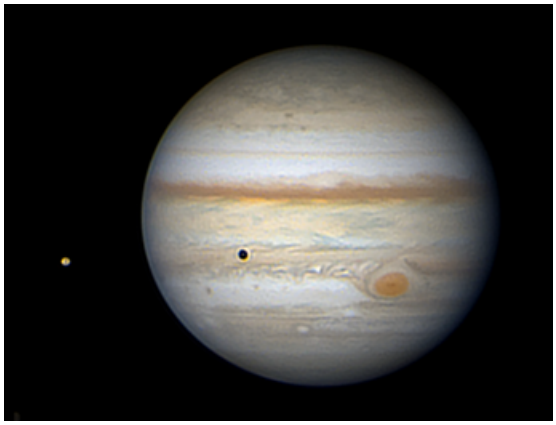
Un télescope de 100 mm permet de deviner un satellite qui termine son passage devant Jupiter. Quand ce satellite est au milieu de la planète, il est toujours difficile à discerner en raison d'une teinte similaire à celle des nuages — sauf pour Callisto, si sombre qu'il ressemble à une ombre projetée ! Mais quand un satellite approche du bord de la planète qui est assombri, il se met à ressortir comme un point assez clair. Utilisez un logiciel d'éphémérides comme Stellarium (téléchargement gratuit) pour prévoir ces belles observations.

Billard entre satellites

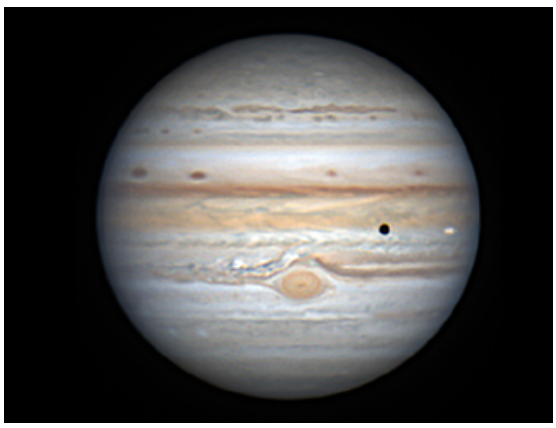
La plupart du temps, vous constaterez que seuls Io et Europe passent devant ou derrière Jupiter. Ganymède et Callisto se contentent de passer soit au-dessus, soit en dessous. Il y a une exception à cela : environ tous les 6 ans, la Terre se trouve pile dans le plan de révolution des satellites galiléens. Alors, les deux plus lointains transitent à leur tour devant la planète. Il se produit aussi, pendant plusieurs mois, une série de phénomènes particuliers : des éclipses et des occultations de satellites entre eux. Il est alors étonnant d'admirer au télescope deux satellites se confondre. Ou encore d'en voir un disparaître momentanément dans l'ombre d'un autre. Parfois, cela survient tandis que les ombres se projettent sur Jupiter. Une telle période s'ouvre le 1er septembre 2026 et s'étend jusqu'au 6 juin 2027… On vous le dit, on ne s'ennuie jamais à observer Jupiter !



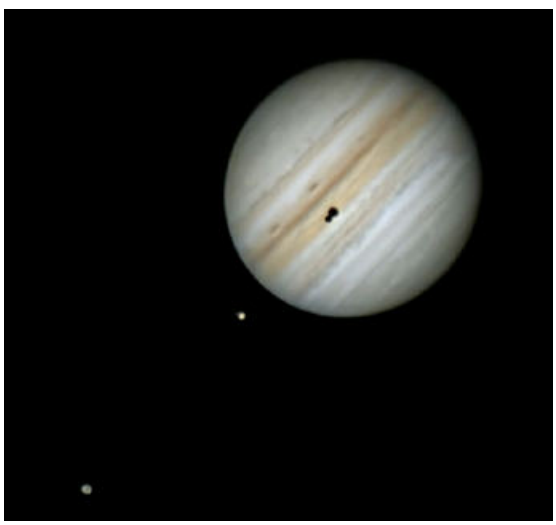
Le 13 octobre 2025, Io et Ganymède projettent tous deux leur ombre sur Jupiter. Ce genre de spectacle, assez contrasté, est visible dans une petite lunette.
© J.-L. Dauvergne/C&E



Io est le satellite qui projette le plus souvent son ombre sur Jupiter, quasi quotidiennement, comme ici le 17 juillet 2022.
© J.-L. Dauvergne/C&E



Même dans une petite lunette, il est possible de discerner un satellite quand il passe devant la planète, surtout quand il est près du limbe (ici, Io et son ombre le 6 septembre 2021).
© J.-L. Dauvergne/C&E



Un satellite peut projeter son ombre sur un autre satellite. C'est ce qui se prépare à arriver sur cette image, le 5 juin 2021. Ganymède va « éteindre » Io. Les deux ombres projetées sur la planète se touchent.
© Q. Gineys

VÉNUS, LA BELLE IMMACULÉE

La plus proche voisine de la Terre est aussi l'astre le plus brillant du ciel nocturne après la Lune. Mais elle ne se montre pas toujours. Et son observation au télescope, bien que source de belles images, est très limitée par sa couverture nuageuse uniforme.

Philippe Henarejos

Deuxième planète du Système solaire après Mercure, Vénus s'éloigne à 260 millions de kilomètres de la Terre, mais s'en approche à seulement 41 millions. Cela en fait la planète la plus proche de nous (Mars reste, au mieux, à 57 millions de kilomètres). C'est également la plus brillante dans le ciel. Pas seulement parce qu'avec un diamètre de 12 100 km, elle est presque aussi grosse que la Terre. Son éclat provient surtout de son atmosphère : une couche épaisse et uniforme de nuages d'un blanc éclatant qui renvoie 77 % de la lumière solaire dans l'espace. Par comparaison, la Terre n'en renvoie que 29 %. Et la Lune 11 %. Il n'est donc pas étonnant que, compte tenu de sa taille, de sa proximité et de sa surface blanche, Vénus brille d'une belle magnitude –4 qui la rend visible à l'œil nu, même en plein jour ! La difficulté réside alors dans le fait de la trouver sur un fond de ciel très clair. Mais c'est tout à fait faisable en prenant des repères angulaires par rapport au Soleil et en se mettant à l'ombre afin de ne pas être ébloui, pour peu que l'atmosphère soit assez transparente. En effet, la vapeur d'eau, les poussières ou la brume légère suffisent à abaisser



Dans le couchant ou au levant, Vénus est l'un des plus beaux astres du ciel. Son éclat intense a quelque chose de fascinant.
© M. Piwnicki/Pexels

le contraste au point de rendre la recherche infructueuse.

Une planète intérieure

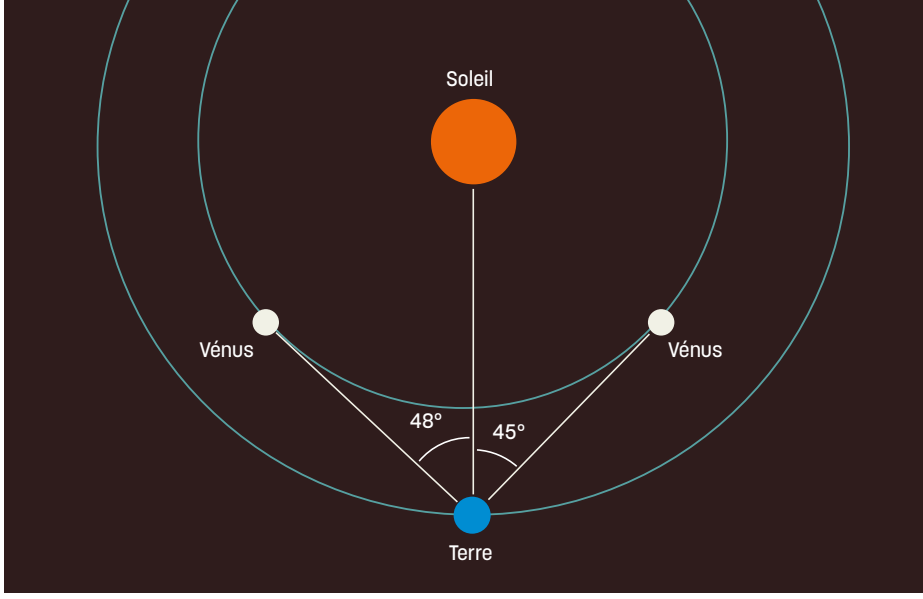
Tout comme Mercure, Vénus décrit son orbite autour du Soleil à l'intérieur de celle de la Terre. Cela signifie que, de notre point de vue, elle passe de façon régulière entre notre planète et le Soleil. Et aussi que le Soleil se trouve parfois entre elle et nous. Mais également qu'elle ne s'éloigne jamais beaucoup de l'astre du jour. De la Terre, si nous devions tracer sur le ciel l'orbite de Vénus au moment où le Soleil est à l'horizon, nous dessinerions une ligne courbe en forme de demi-ellipse très aplatie. Et le point de cette ellipse le plus éloigné du Soleil se situerait à 45°, soit la moitié d'un angle droit, ce qui est considérable. Cette position extrême par rapport au Soleil est appelée *élongation maximale*. C'est la période où Vénus est la plus facile à observer et où elle se couche le plus longtemps après le Soleil (ou se lève le plus longtemps avant lui) : plus de 4 heures ! Autrement dit, bien que toujours proche de l'horizon, Vénus peut être vue alors qu'il fait bien nuit.

Compte tenu de sa révolution en 224 jours autour du Soleil et également du mouvement de la Terre autour du Soleil, Vénus est observable environ 8 mois au couchant et 8 mois au levant. C'est seulement quand elle s'approche trop du Soleil dans le ciel (en réalité pour passer devant ou derrière) qu'elle devient invisible pendant à peu près un mois.

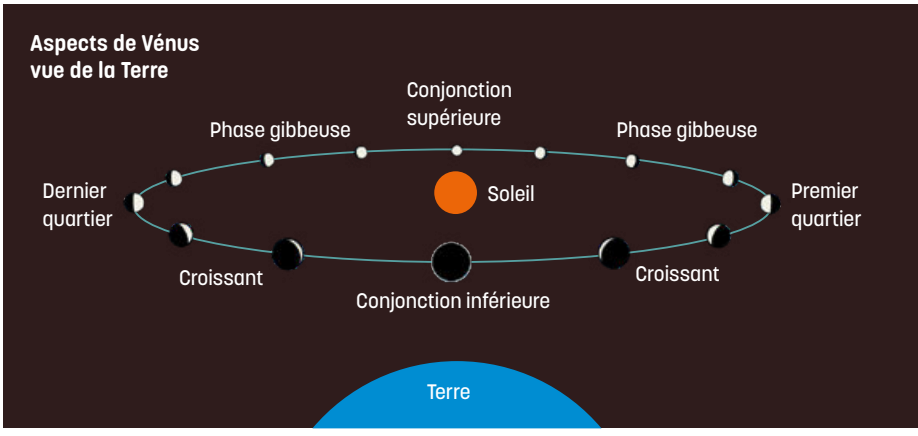
Une planète qui tape dans l'œil

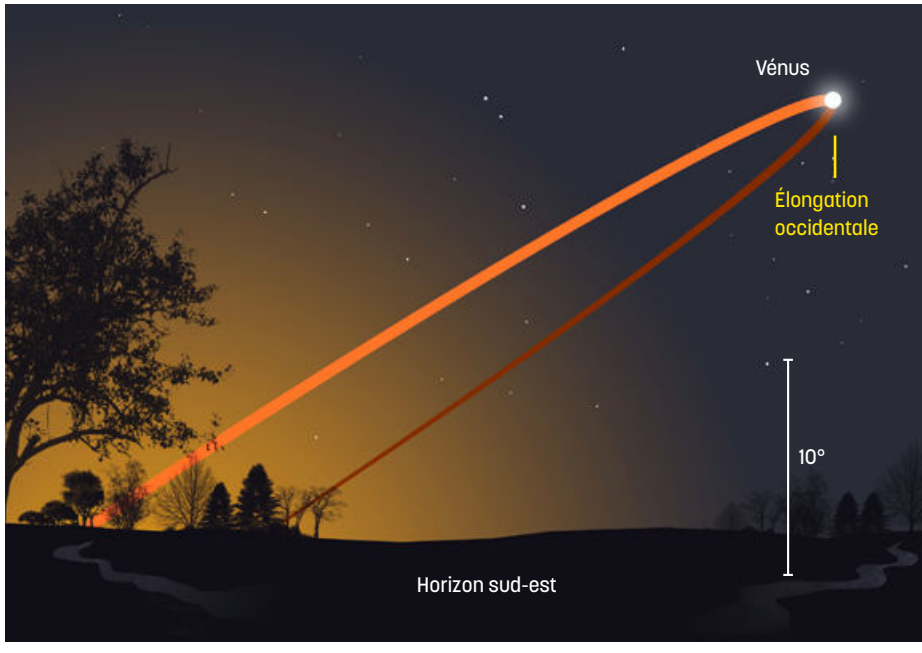
Vénus possède un surnom très connu : l'Étoile du berger. Car c'est l'astre qui s'allume en premier lorsque la nuit tombe. C'est normal : en dehors du Soleil et de la Lune, aucun corps céleste ne brille autant qu'elle. La repérer à l'œil nu ne présente donc aucune difficulté.

Pendant les longues périodes où Vénus est présente dans le ciel du matin ou du soir, une petite lunette astronomique de 60 mm de diamètre suffit aisément pour suivre ses phases. Car du fait qu'elle tourne autour du Soleil à l'intérieur de l'orbite de la Terre, Vénus n'est pas en permanence éclairée en entier. Lorsqu'elle est à son élongation maximale, seule la moitié de son globe se trouve au Soleil. Elle ressemble alors furieusement à la Lune en premier ou dernier quartier. Quand elle migre lentement entre le Soleil et la Terre, elle devient un croissant de plus en plus fin. Son image devient tout simplement



L'orbite de Vénus est intérieure à celle de la Terre. Résultat : elle ne s'éloigne jamais à plus de 45° du Soleil lors de ses élongations. Elle apparaît alors en quartier (schéma ci-dessous). © O. Hodasava/C&E





Vue d'un lieu situé à une latitude boréale moyenne, la trajectoire de Vénus sur la voûte céleste au fil des jours a l'apparence d'une ellipse très allongée (comme ici, le matin avant le lever du Soleil). © C&E



Il est possible de discerner un léger éclaircissement des pôles de Vénus au télescope (à gauche). Une image faite avec un filtre UV à travers un instrument puissant permet de détailler les nuages de la planète (à droite, image composite faite avec deux instruments).
© E. Beaudoin

magnifique dans un instrument d'astronomie dotée d'un grossissement moyen (30 à 80 x).

Il est à noter qu'à mesure que le croissant vénusien s'amincit, son diamètre apparent augmente. Dans les jours qui précèdent son passage à la conjonction solaire inférieure (entre la Terre et le Soleil), il atteint ou avoisine 1 minute d'arc. C'est précisément le plus petit angle perceptible par l'œil humain. Autrement dit, pour un peu, Vénus n'apparaîtrait pas comme un point brillant, mais comme un croissant. Son vif éclat, cependant, empêche les personnes ayant la meilleure acuité visuelle de voir ce croissant. Essayez, pour voir. Si vous n'y parvenez pas, c'est normal. En revanche, profitez de cette configuration pour viser Vénus aux jumelles. Même avec un grossissement aussi faible que 7 ou 10 x, vous aurez la surprise d'admirer un fin croissant blanc d'une beauté remarquable.

À l'inverse, quand cette planète voisine s'éloigne au-delà du Soleil, sa phase devient de plus en plus ronde jusqu'à une « pleine Vénus » qui se noie dans le halo lumineux de l'astre du jour lors de la conjonction supérieure. Comme elle se trouve



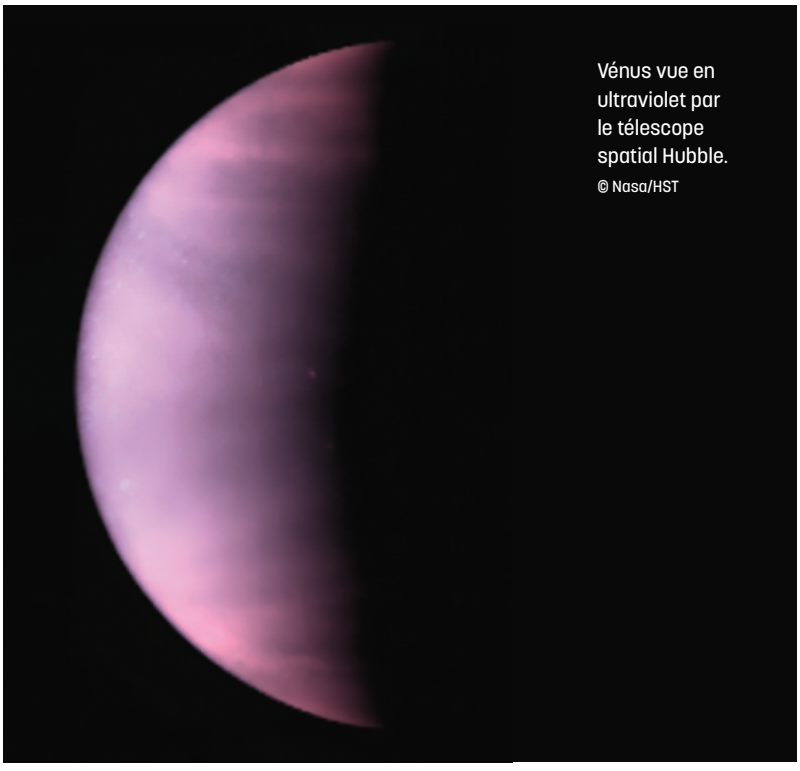
Au cours de son déplacement, par rapport au Soleil, la phase de Vénus évolue, comme l'illustre ce schéma. Plus le croissant s'épaissit, plus le diamètre apparent diminue.
© O. Hodasava/C&E

alors très loin, son diamètre apparent, voisin de 10" d'arc, en fait un astre tout petit et extrêmement éblouissant qu'il est peu intéressant d'observer.

Voir des détails de l'atmosphère

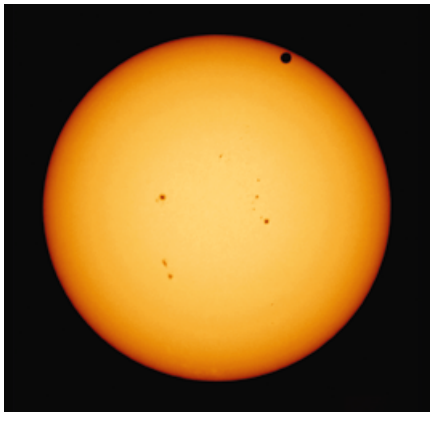
Si Vénus est la planète qui s'approche le plus de la Terre, que peut-on espérer discerner à sa surface avec un télescope ? Pas grand-chose, en fait. Son atmosphère opaque de près de 100 km d'épaisseur ne se déchire jamais pour laisser entrevoir sa surface volcanique. Avec un instrument de moins de 150 mm doté d'un grossissement de 100 x, la couverture nuageuse reste immaculée. Il faut se contenter de suivre Vénus au fil des semaines et de constater, comme le fit Galilée au début du XVII[e] siècle, que sa phase évolue en même temps que son diamètre apparent. C'est d'ailleurs ainsi que le savant florentin établit que Vénus tournait autour du Soleil et que la Terre, ainsi que toutes les autres planètes, faisait de même.

Avec beaucoup de patience, les utilisateurs d'un instrument de plus de 150 mm peuvent espérer discerner quelques vagues détails lorsque Vénus se présente en quartier ou en croissant. En effet, il arrive que les zones polaires de la planète (les cornes du croissant) affichent une légère surbrillance par rapport au reste de la surface. Quand celle-ci est bien prononcée, ce qui dépend de la météo vénusienne, elle est assez bien visible à l'oculaire. Mais la plupart du temps, les différences de teintes des nuages vénusiens sont surtout marquées dans l'ultraviolet, une longueur d'onde à laquelle l'œil humain n'est pas sensible. L'emploi d'un filtre bleu peut éventuellement augmenter le contraste. Mais le mieux reste de tenter d'en faire une image avec une caméra dotée d'un filtre ultraviolet.



Vénus vue en ultraviolet par le télescope spatial Hubble. © Nasa/HST

Vénus est donc probablement la planète la plus facile à repérer dans le ciel à l'œil nu. Compte tenu de sa proximité au Soleil, elle est moins souvent en position favorable que Jupiter. Mais au télescope, outre une beauté qui sied à son nom, elle présente un intérêt limité pour les observateurs en quête de détails planétaires.



Le dernier transit de Vénus devant notre étoile remonte à 2012. Le suivant aura lieu au siècle prochain, en 2117. © B. Inaglory

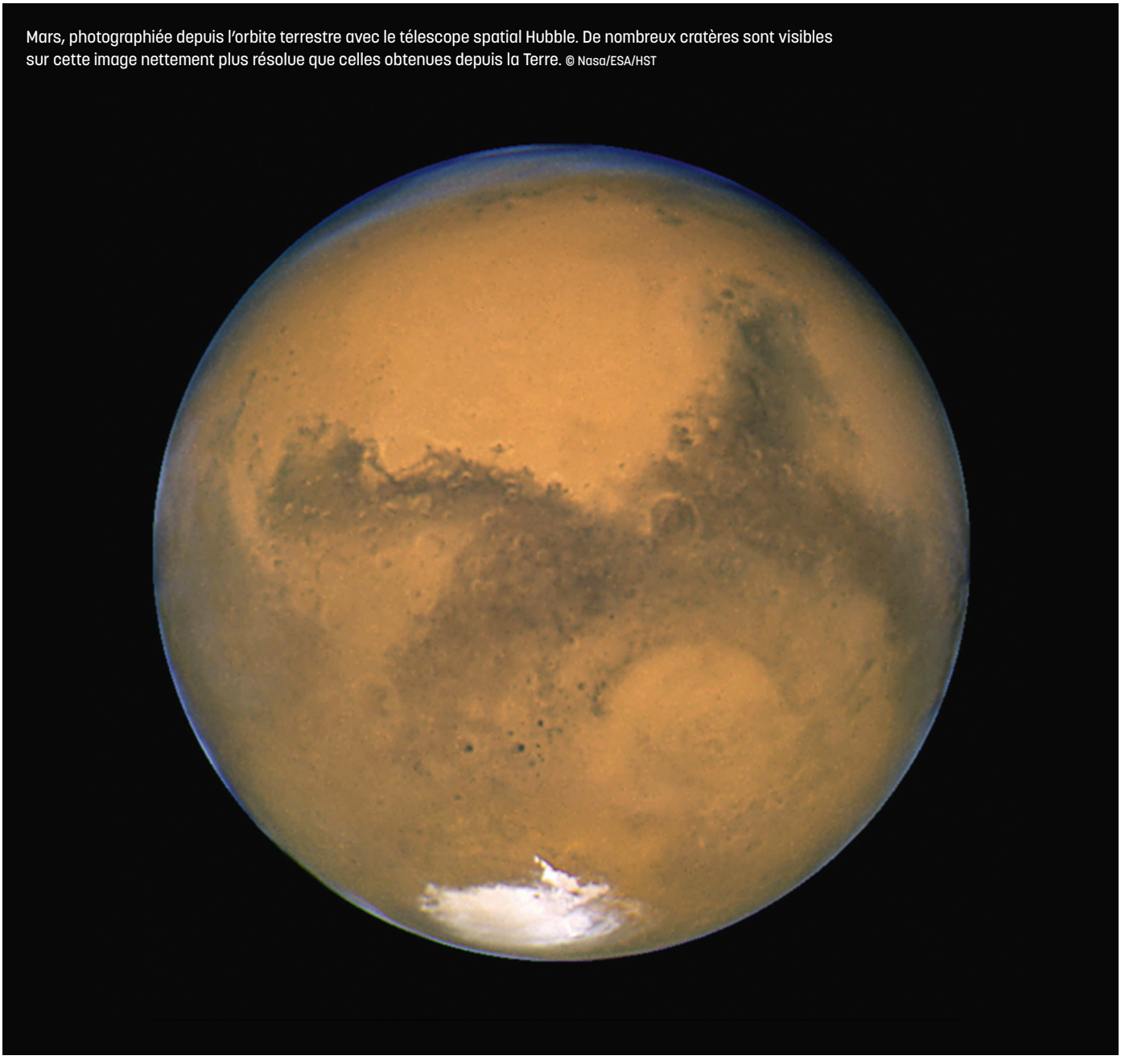
QUAND ELLE PASSE DEVANT LE SOLEIL

Si Vénus se trouve régulièrement entre la Terre et le Soleil, arrive-t-il qu'elle passe exactement devant le Soleil ? La réponse est oui, mais pas souvent. Quand cela se produit, il faut équiper son instrument d'astronomie de protections adaptée à l'observation du Soleil (lire p. 32). Cela permet de voir le petit rond noir de Vénus traverser le disque solaire. Le phénomène est d'ailleurs visible sans grossissement (mais toujours avec une protection pour la vue). Il dure entre 5 et 6 heures. La plupart du temps, la planète passe au-dessus ou en dessous de l'astre du jour. Les transits proprement dits surviennent suivant un cycle bien établi : tous les 121,5 ou tous les 105,5 ans… Et quand un transit a lieu au bout d'une telle période, un autre survient 8 ans plus tard. La dernière paire de transits s'est produite en 2004 et 2012. Le prochain passage de Vénus devant le Soleil est attendu… le 11 décembre 2117.

MARS, LA PLANÈTE ROUGE

Assez facile à repérer dans le ciel, Mars est une belle planète à observer au télescope. Il est en effet possible d'y discerner de nombreuses structures géologiques intéressantes et d'y saisir, parfois, des phénomènes météorologiques !

Philippe Henarejos



Mars, photographiée depuis l'orbite terrestre avec le télescope spatial Hubble. De nombreux cratères sont visibles sur cette image nettement plus résolue que celles obtenues depuis la Terre. © Nasa/ESA/HST

Après Vénus, Mars est l'autre voisine de la Terre. Sauf qu'elle décrit son orbite autour du Soleil à l'extérieur de celle de notre planète. Il lui faut 688 jours, soit presque deux ans, pour accomplir une révolution. Sa course à travers les constellations du zodiaque en est plus lente que celle de Vénus. Surtout, sur la sphère céleste, elle s'éloigne bien davantage du Soleil : il lui arrive de se trouver à son exact opposé. On appelle d'ailleurs cela *l'opposition*. C'est aussi le moment où Mars passe au plus près de la Terre et cela constitue la meilleure occasion pour l'observer avec un instrument d'astronomie. Mais voilà : en raison de son déplacement plus lent que la Terre autour du Soleil, ces configurations favorables ne se présentent que tous les 2 ans et 50 jours.

Une planète à l'orbite très elliptique

Mars est une petite planète ; son diamètre de 6 700 km vaut un peu plus de la moitié de celui de la Terre. C'est toutefois suffisant pour qu'elle soit visible à l'œil nu, comme un astre orangé dont la magnitude oscille entre – 2,9 et 1,8. La différence importante entre ces deux extrêmes tient au fait que la planète peut s'approcher à 57 millions de kilomètres et s'éloigner à environ 400 millions de kilomètres. Dans le premier cas, son diamètre apparent avoisine les 25", dans le second, il descend en dessous de 4".

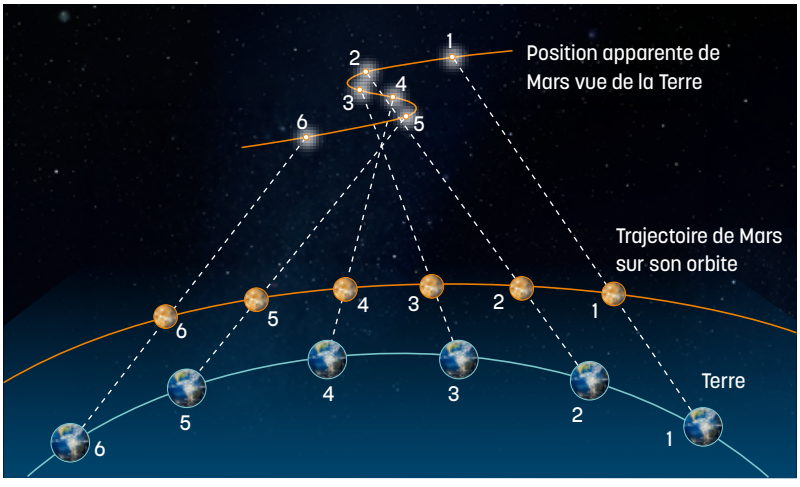
Si l'on veut voir un maximum de détails au télescope à la surface de Mars, mieux vaut qu'elle soit au plus près, c'est-à-dire en opposition. Or, toutes les oppositions de Mars ne se valent pas. En raison de l'excentricité de son orbite (nettement plus prononcée que celle des autres planètes), sa distance minimale varie de 57 à 101 millions de kilomètres. Pour les observateurs de l'hémisphère Nord, il y a un hic : les oppositions favorables (dites périhéliques) surviennent au mois d'août, quand la planète croise dans le Sagittaire ou le Scorpion, ce qui signifie qu'elle culmine assez bas. Ainsi, même si son diamètre apparent est très grand, on l'observe à travers les couches les plus basses de l'atmosphère terrestre, qui sont souvent turbulentes et donc brouillent les images au télescope. C'est tout l'inverse en hiver, quand Mars croise dans les Gémeaux (oppositions aphéliques), loin des turbulences, mais avec un diamètre apparent nettement plus petit.



Le diamètre de Mars — 6 700 km — vaut environ la moitié de celui de la Terre. © V. Tech

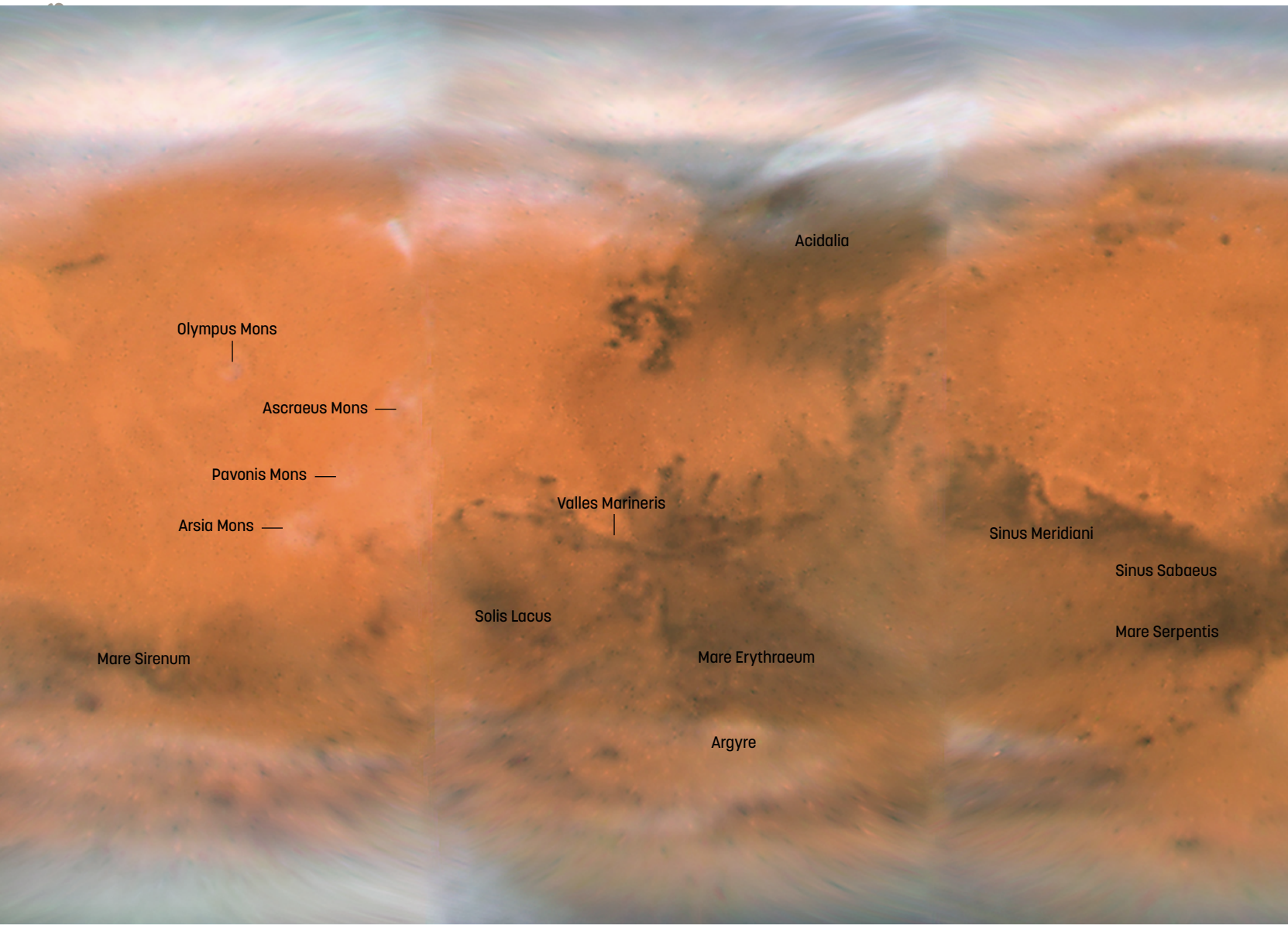
Zigzag dans le ciel

Dans les semaines au cours desquelles Mars passe au plus près de la Terre (avant, pendant et après une opposition), il est curieux de suivre son déplacement parmi les étoiles. Cela peut se faire à l'œil nu ou aux jumelles. On s'aperçoit que, pendant plusieurs semaines centrées autour de l'opposition, la planète effectue un étonnant ballet : elle avance,



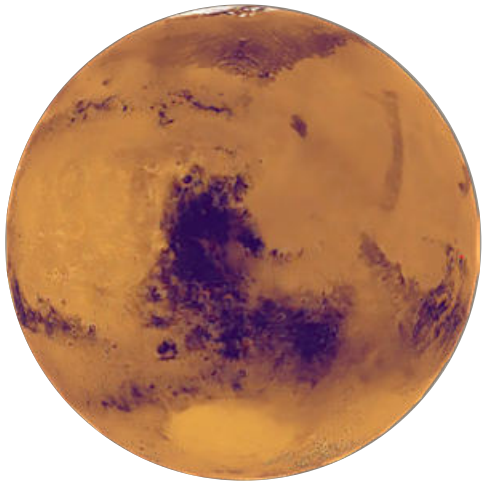


La boucle de rétrogradation de Mars dans le ciel est un mouvement apparent qui s'explique par le fait qu'au moment de l'opposition, la Terre dépasse la planète rouge dans la course des deux planètes autour du Soleil.
© O. Hodasava/C&E et Rob Kerby Guevarra/UAI OAE



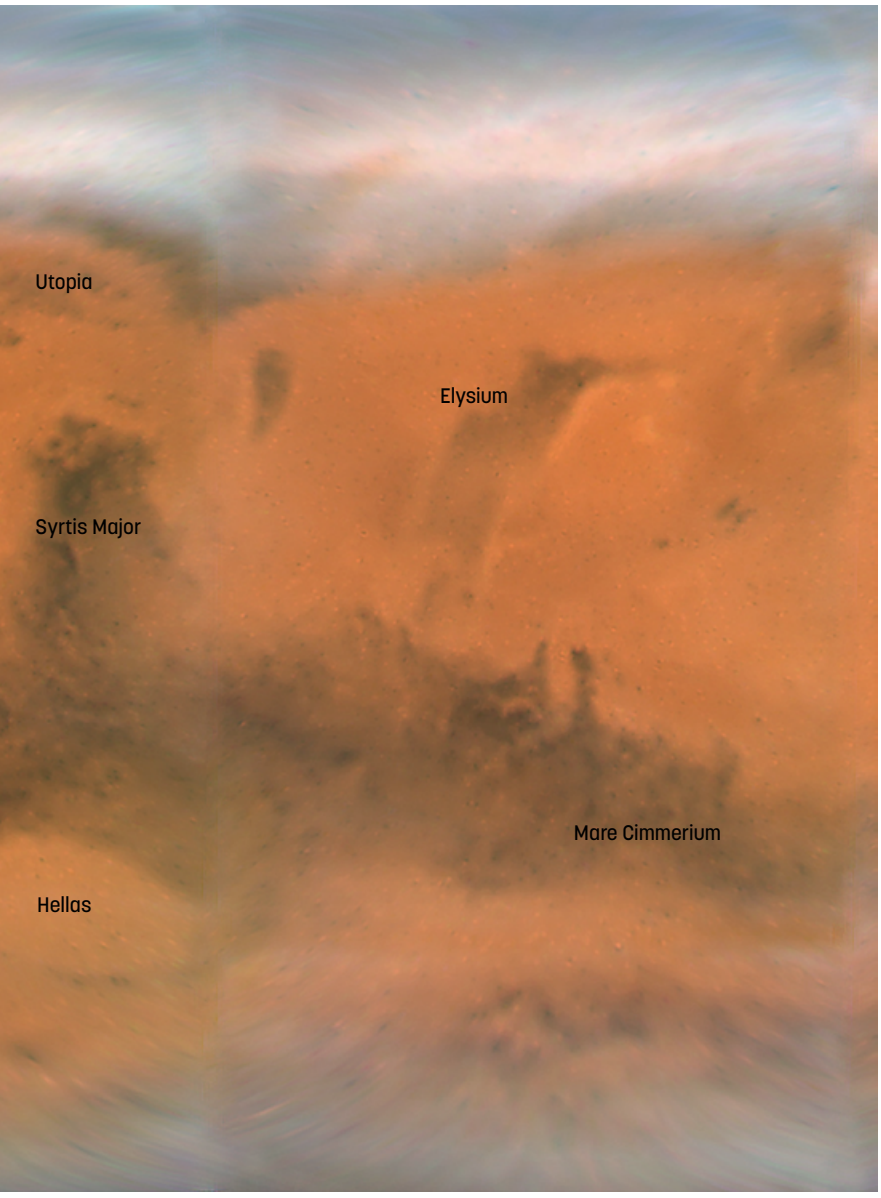
LES FORMATIONS IDENTIFIABLES AU TÉLESCOPE

Ces cartes du sol de Mars permettent aux astronomes de savoir quelles formations sont visibles au moment où ils observent. Le planisphère ci-dessus donne beaucoup de détails. Mais Mars est une sphère et les bords du disque sont vus avec une perspective fuyante qui déforme l'aspect des formations. Seules celles qui sont au méridien central gardent leur apparence. C'est la raison pour laquelle nous publions aussi ces quatre globes de Mars, telle qu'on la voit au télescope. Enfin, en fonction de la saison en cours sur la planète rouge, l'un ou l'autre de ses hémisphères sera bien visible ou au contraire partiellement masqué.



Le planisphère ci-dessus permet de reconnaître les principales formations visibles au télescope à la surface de Mars. Les quatre globes ci-contre donnent un aspect qui tient compte de la rotondité de la planète (il y a un quart de tour entre chaque image).

© Nasa/ESA/HST



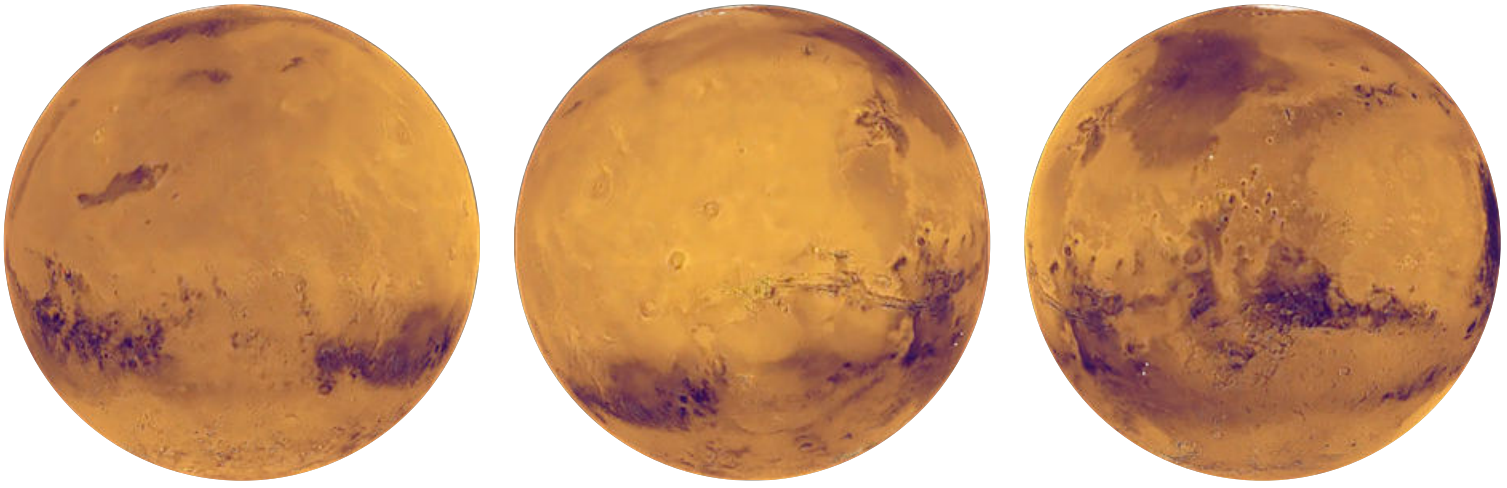
LES PROCHAINES OPPOSITIONS DE MARS

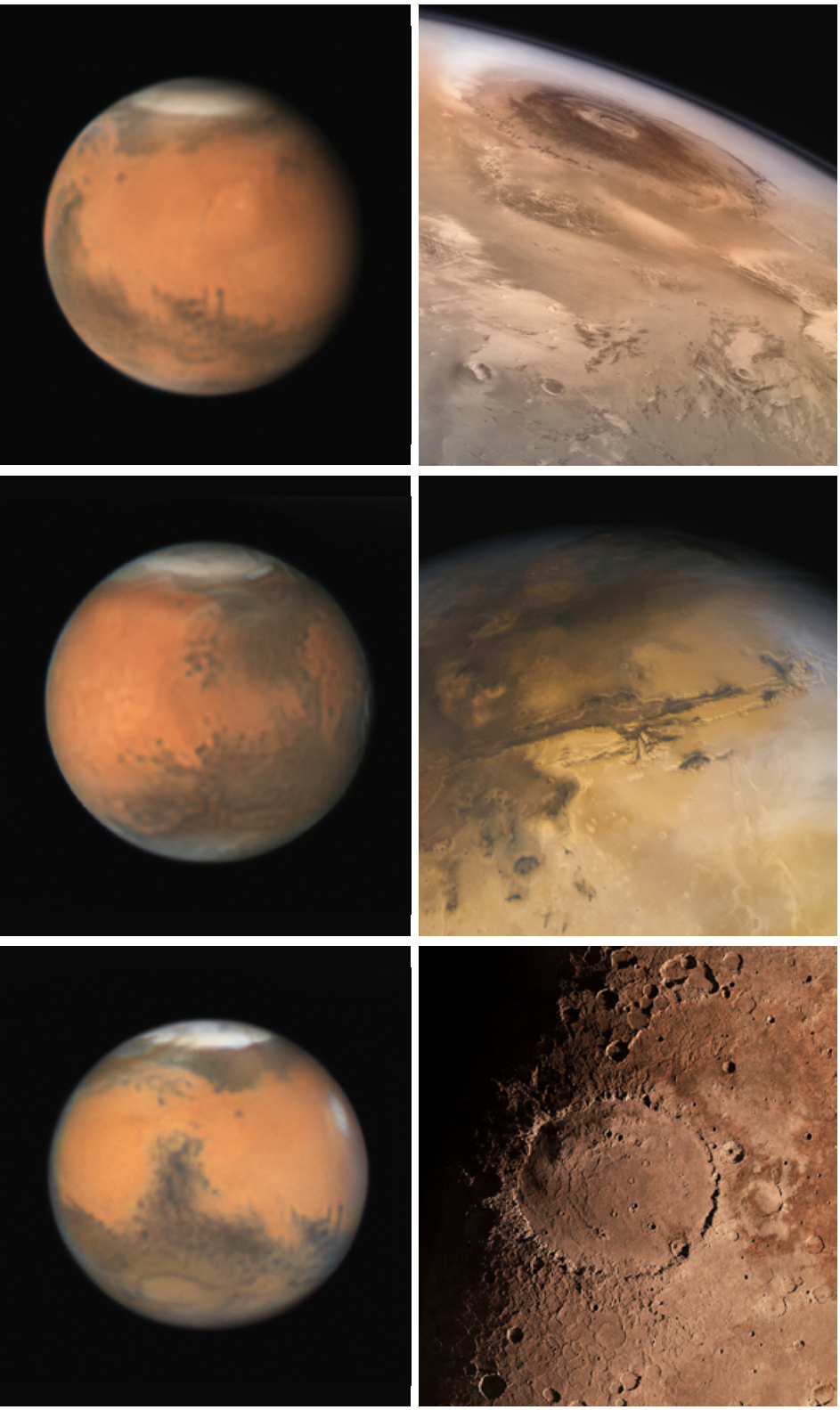
19 février 2027 ; diamètre apparent : 13,8″
25 mars 2029 ; diamètre apparent : 14,4″
4 mai 2031 ; diamètre apparent : 16,7″
28 juin 2033 ; diamètre apparent : 21,9″
15 septembre 2035 ; diamètre apparent : 24,5″

s'arrête, puis repart en arrière, avant de reprendre sa trajectoire initiale. C'est ce qu'on appelle le *mouvement rétrograde* ou encore la boucle de rétrogradation. Cet étrange zigzag tient au fait que, dans sa course autour du Soleil, la Terre rattrape Mars, puis la dépasse. En d'autres termes, ce mouvement n'est qu'apparent et découle du changement d'alignement des deux planètes par rapport au fond du ciel.

Observer Mars au télescope

Une petite lunette permet de découvrir la surface de cette planète, qualifiée de rouge, mais qui est plutôt orange en réalité. Sa coloration marquée est d'ailleurs la première chose qu'un observateur remarque. Mars fait partie des corps célestes les plus colorés ! Autour des oppositions, un grossissement de l'ordre de 100x suffit souvent pour discerner les principales régions sombres ainsi qu'une des calottes polaires blanches (selon la saison sur Mars et son inclinaison par rapport à la Terre). Mais attention : la planète rouge ne se dévoile pas facilement. Le premier coup d'œil à l'oculaire est généralement assez décevant. On voit un petit disque ocre,





Trois régions remarquables de Mars visibles au télescope. De haut en bas : le volcan Olympus Mons, Valles Marineris et Hellas.

© Damian Peach pour les photos de gauche et UAESA/Hope Mission/A. Luck, UAESA/Hope Mission, D. Van Ravenswaay (illustration)

éblouissant et uniforme. Pour discerner quelque chose à la surface de Mars, il ne faut pas se contenter d'un coup d'œil de quelques secondes, il faut prendre le temps. En restant une minute ou deux à s'habituer à cette image souvent petite et éclatante, qui danse au gré des turbulences atmosphériques, des détails finissent par apparaître. D'abord fugitifs, ils reviennent ensuite plus régulièrement, pour finalement sembler évidents. Il n'est pas rare qu'un point brillant se révèle à l'un des pôles : c'est l'une des calottes de glace de la planète. Puis, des taches sombres peuvent se signaler sur le disque. Ce sont des régions moins réfléchissantes que les autres en raison de sols plus sombres ou tout simplement parce que leur surface est accidentée.

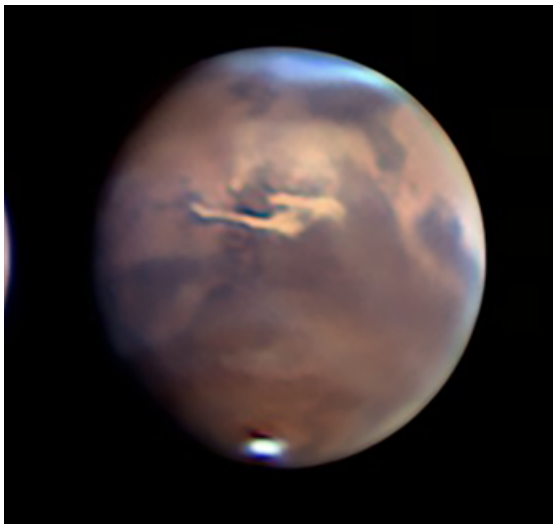
Pour arriver à observer confortablement Mars, il faut, par une nuit de bonne stabilité atmosphérique, amplifier l'image au-delà du grossissement résolvant de votre instrument. Typiquement, il ne faut pas hésiter à grossir 150 à 200x pour un télescope ou une lunette de 100 mm de diamètre. Et dans tous les cas, il faut avoir un instrument stable, capable de supporter les grossissements sans vibrer.

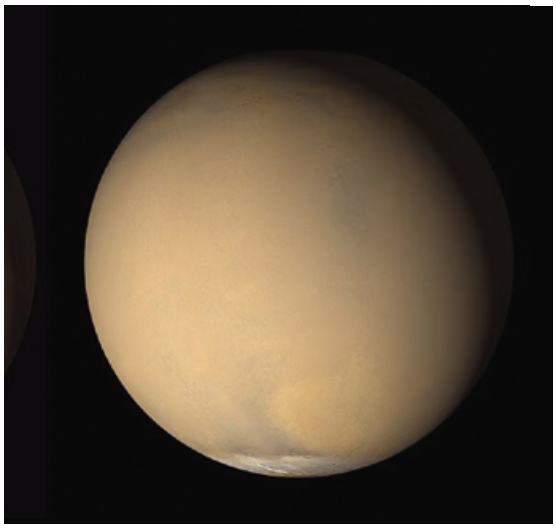
Cratères, vallées et déserts

Même quand la planète rouge ne mesure que 14" de diamètre apparent, une lunette de 60 mm dotée d'un grossissement de 80 à 100x suffit pour voir la grande tache sombre de la région Syrtis Major, ainsi que les « mers » Sirenum et Cimmerium (voir planisphère page 60). Il est aussi possible de discerner le grand bassin d'impact d'Hellas, d'un diamètre de 2200 km, dans l'hémisphère Sud. Lors des hivers australs, celui-ci est souvent rempli d'une brume blanche qui peut le faire passer pour la calotte polaire Sud (d'autant qu'il apparaît alors près du bord de la planète).

Quand Mars atteint 16" de diamètre apparent, une bonne lunette de 80 mm à 120x de grossissement permet de reconnaître facilement Syrtis Major, Hellas, Mare Sirenum, Mare Cimmerium, Mare Erythraeum et Sinus Meridiani. Dans un instrument de 120 mm s'ajoutent Utopia (étendue, mais faiblement contrastée), Sinus Sabaeus, Mare Serpentis, Solis Lacus, Propoutis et un trait sombre matérialisant Elysium. Une encoche claire dans Sinus Sabaeus correspond au cratère Schiaparelli, d'un diamètre de 380 km.

L'étude de Mars devient passionnante avec un télescope de 200 mm, notamment quand son





Mars peut montrer beaucoup de sa surface (à gauche) mais peut aussi se parer d'un voile global dû à des tempêtes de poussières (à droite). Dans ce cas, rien n'est visible et la planète est décevante.
© A. Wesley et Nasa/JPL/MSSS

diamètre apparent dépasse 20". Avec des grossissements de 250 à 400x, il devient possible d'apercevoir le mythique canyon Valles Marineris, long de 4 500 km, profond de 7 km, mais large de seulement 200 km. Les structures en forme de filaments nommées Juventae Fons et Coprates correspondent aux parties les plus contrastées de Valles Marineris. Mais dans le cas où ce canyon découvert en 1972 grâce à la sonde Mariner 9 se trouve au méridien central (au centre du disque planétaire), il peut être aperçu sur toute sa longueur. Avec le cratère Schiaparelli, évoqué plus haut, c'est pratiquement le seul élément du relief martien identifiable.

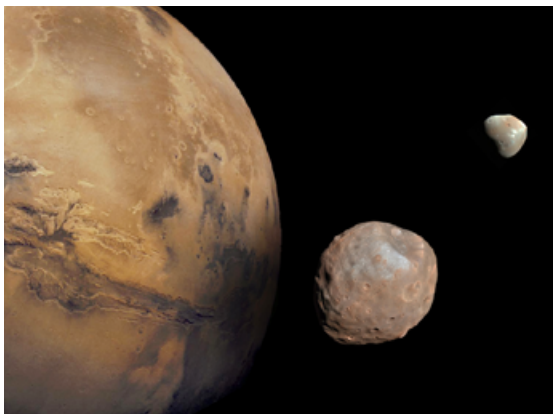
Quid d'Olympus Mons, le plus grand volcan du Système solaire ? En théorie, cet édifice montagneux de 600 km de diamètre est à la portée d'une lunette de 60 mm de diamètre lors d'une opposition favorable. En réalité, même avec des télescopes plus puissants (200 mm et plus), il reste très difficile de le voir. En effet, le volcan géant est peu ou prou de la même couleur que les plaines environnantes. Cette absence de contraste le rend quasiment impossible à détecter visuellement. La meilleure chance de voir Olympus Mons est indirecte : il arrive que des nuages blancs s'accrochent à ses versants et trahissent sa présence. C'est la même chose pour les trois volcans géants du plateau de Tharsis. En dernier recours, ces volcans sont plus faciles à déceler en imagerie, même avec un instrument de moyenne puissance.

Mars et des poussières

L'observation de Mars ne s'arrête pas à l'étude de sa surface. Bien qu'entourée d'une atmosphère très ténue, la planète est parfois parcourue par des tempêtes qui soulèvent de la poussière jusqu'à une très haute altitude. Il arrive ainsi de ne pas reconnaître les formations de surface que l'on observe, tout simplement parce qu'une tache claire correspondant aux nuages de poussière les masque en partie ou totalement. Le phénomène peut même prendre une ampleur planétaire et masquer le sol pendant des semaines.

Il est arrivé que des oppositions périhéliques soient entièrement « gâchées » par une tempête globale. Cependant, les tempêtes locales peuvent être suivies de jour en jour, comme on peut le faire en observant les nuages de Jupiter.

Avec un bon télescope, on peut voir Valles Marineris !

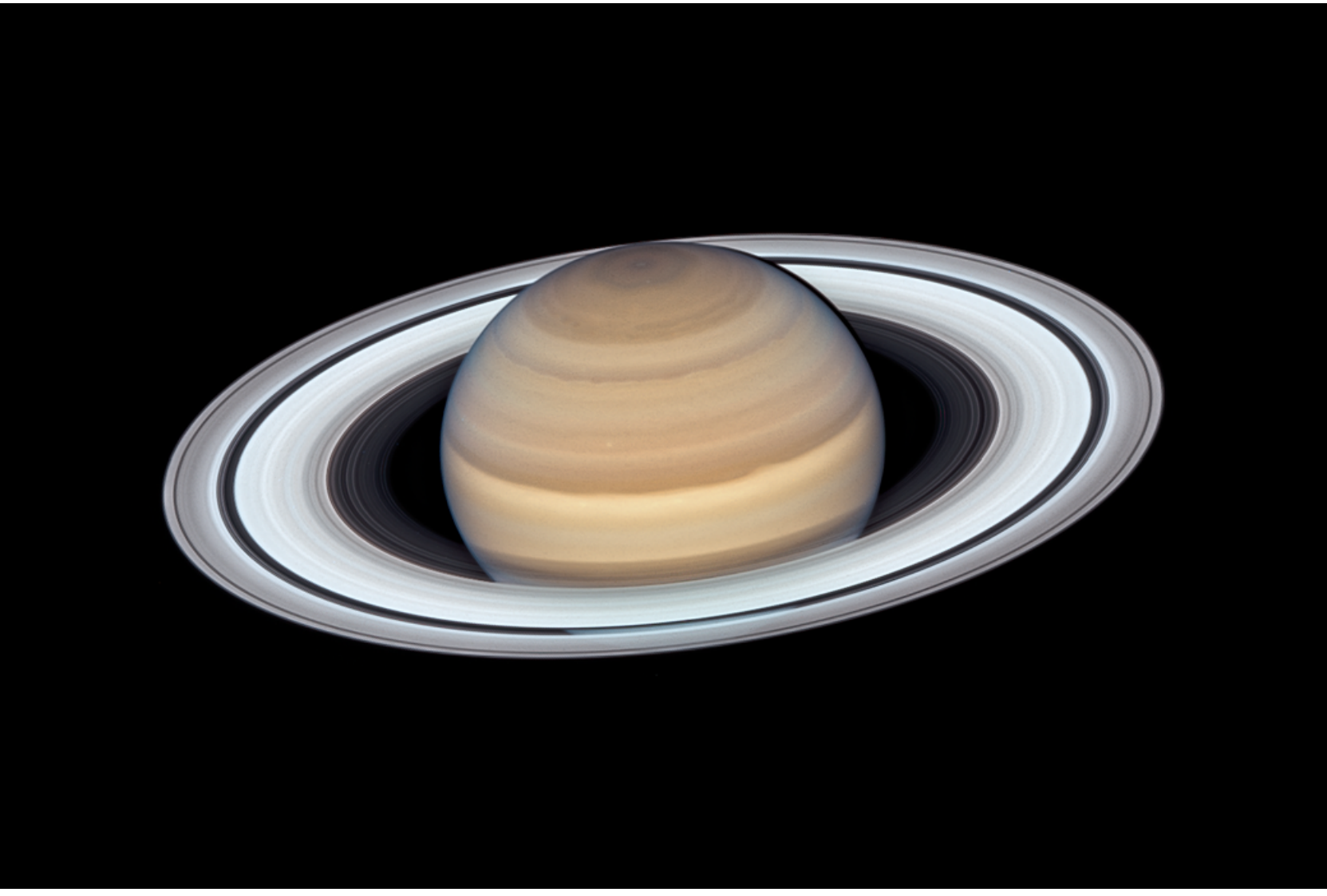


Mars possède deux satellites, Phobos et Deimos, mais si petits (respectivement 27 et 15 km de large) qu'ils sont inobservables avec des moyens d'amateur. © Nasa

SATURNE, LA PLANÈTE AUX ANNEAUX

La plus spectaculaire des planètes est visible quasiment toute l'année. Une bonne raison pour l'observer à la lunette ou au télescope et admirer ses majestueux anneaux sans égaux dans le Système solaire.

Philippe Henarejos

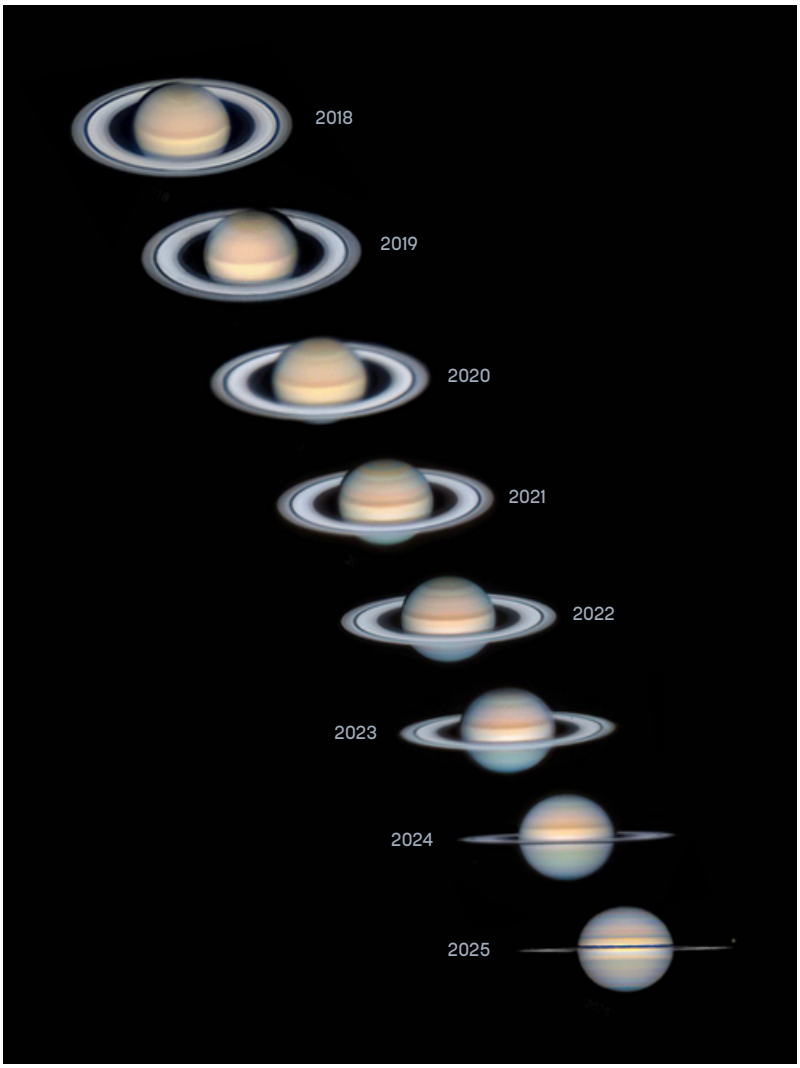


Saturne est peut-être la plus belle des planètes à découvrir au télescope. Même si un instrument d'amateur ne donne pas d'images aussi piquées que celle-ci prise par le télescope spatial Hubble, l'impression de relief qui en ressort ne manque pas de frapper l'imagination. © Nasa, ESA

S'il est un corps céleste susceptible de susciter des vocations en astronomie, c'est bien Saturne ! Ne sont pas rares les astronomes qui, enfants, ont su ce qu'ils voudraient faire à l'âge adulte après l'avoir aperçu à l'oculaire d'un télescope. La vision de cette sphère entourée d'un anneau majestueux donne en effet une impression de relief saisissante. L'image a beau être petite (Saturne est à plus d'un milliard de kilomètres), elle semble si irréelle qu'elle frappe l'imagination. Si vous n'avez jamais contemplé Saturne au télescope, faites l'expérience ; il n'y a pas d'âge pour tomber amoureux de cette planète !

Saturne est la plus lointaine des planètes visibles à l'œil nu. Connue depuis l'Antiquité, elle brille d'une magnitude correcte, comprise entre – 0,2 et 1,5. Sa variation d'éclat tient à sa particularité : ses vastes anneaux. Quand ceux-ci sont très ouverts et qu'ils présentent une grande surface réfléchissante, la planète brille bien plus que quand ils sont fermés et sont vus comme un trait fin.

Du fait de sa position à 1,5 milliard de kilomètres du Soleil, Saturne met presque 30 ans pour boucler une révolution. Cela signifie qu'elle demeure en moyenne plus de deux ans dans chaque constellation. Ce mouvement apparent très lent lui confère, comme c'est le cas pour Jupiter, une visibilité d'environ onze mois sur douze. Excepté quand elle passe en conjonction solaire, ce qui dure à peu près un mois, Saturne peut être admirée dans le ciel !



Au cours de sa révolution, l'axe de rotation de Saturne, qui est incliné (comme celui de la Terre), se présente progressivement sous un angle différent. Ce qui donne une variation de l'ouverture des anneaux. © M. Smith

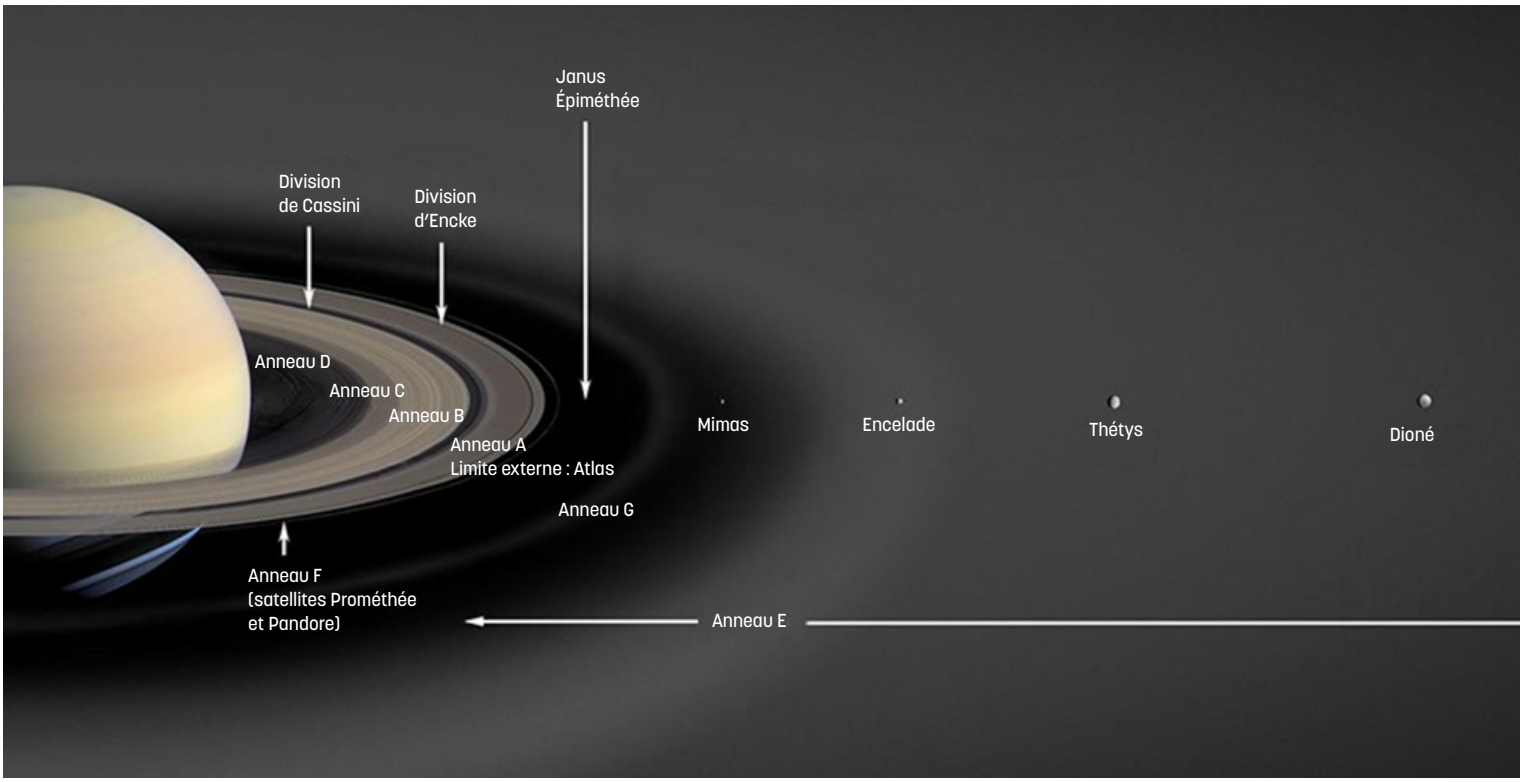
Observer Saturne au télescope

Si vous visez Saturne avec un petit instrument, comme une lunette de 60 mm de diamètre, commencez par utiliser un faible grossissement, de l'ordre de 30x. L'image vous semblera éclatante et minuscule. Vous peinerez peut-être au premier coup d'œil, à discerner les anneaux. Pourtant, l'aspect ovale de cet astre deviendra évident avec une observation attentive. Rien de tel que cette simple expérience pour réaliser ce à quoi Galilée a été confronté en 1610 en pointant sur Saturne la première lunette de l'histoire de l'astronomie. Avec une lunette d'une qualité optique moins bonne que l'instrument le plus bas de gamme disponible dans le commerce, le savant florentin n'a pas réussi à comprendre ce qu'il observait. D'une part, il ne savait pas à l'avance ce qu'il allait voir. D'autre part, sa lunette ne grossissait pas assez pour lui fournir une image compréhensible ! Heureusement, vous avez à disposition une lunette ou un télescope capable de grossir 80x. Ainsi, vous pouvez saisir dès le premier coup d'œil que l'équateur de la planète est matérialisé par une bande claire et que les anneaux ne sont pas uniformes.

Une planète en apparence calme

Outre la bande équatoriale claire, l'atmosphère de Saturne ne montre guère de structure évidente. En tout cas, il n'y a pas de formations nuageuses turbulentes et spectaculaires, comme les ovales de Jupiter ou sa Grande Tache rouge. Cela ne signifie pas que Saturne est une géante calme. Simplement, ses tempêtes restent masquées sous un voile peu contrasté.

Tout comme Jupiter, la planète aux anneaux dispose de ceintures nuageuses. Il faut un instru-



ment de plus de 100 mm et un grossissement de 100 à 150x pour mettre en évidence une ceinture tempérée, aux moyennes latitudes sud ou nord (cela dépend de l'hémisphère qui est tourné vers la Terre et qui n'est pas caché en partie par les anneaux). Cette ceinture étroite se montre un peu plus claire que les surfaces environnantes. Enfin, un télescope d'au moins 180 mm est nécessaire pour réaliser que les régions polaires de Saturne présentent un assombrissement assez marqué.

Il arrive aussi que des tempêtes se développent à la surface de la planète. Celles-ci revêtent un caractère exceptionnel. En général, les discerner visuellement devient possible avec un diamètre de 300 mm. Les astronomes ont constaté que tous les 30 ans, en plein été boréal, une gigantesque tempête se forme jusqu'à envahir une grande partie de l'hémisphère. La prochaine est espérée pour… 2049. Mais une surprise n'est jamais à exclure, comme en 2010, lorsqu'un

AUX JUMELLES



Saturne reste un point brillant.

À LA LUNETTE



La forme ovale donnée par les anneaux est discernable avec un grossissement de 30 fois.

AU TÉLESCOPE



Avec un grossissement de 100 fois et plus, Saturne et ses anneaux révèlent des détails.



D'un diamètre de 120 000 km à l'équateur, Saturne est accompagnée d'anneaux denses de 360 000 km de diamètre. Au-delà s'étage un cortège de satellites dont les quatre plus gros sont aisément visibles dans des instruments d'amateur. © Nasa

gros nuage blanc s'est étendu à toute la région tempérée nord, jusqu'à faire tout le tour de la planète deux ans plus tard. Il faut donc toujours épier la surface de Saturne.

Détailler les anneaux

Les anneaux de Saturne sont des milliers, comme l'ont révélé les sondes spatiales Voyager en 1980. De la Terre, au télescope, on n'en compte que trois. Ils ont été nommés A, B et C, de l'extérieur vers l'intérieur. Constitués d'une infinité de particules glacées, ils sont très réfléchissants. Le plus clair de tous est l'anneau B. C'est aussi le plus dense.

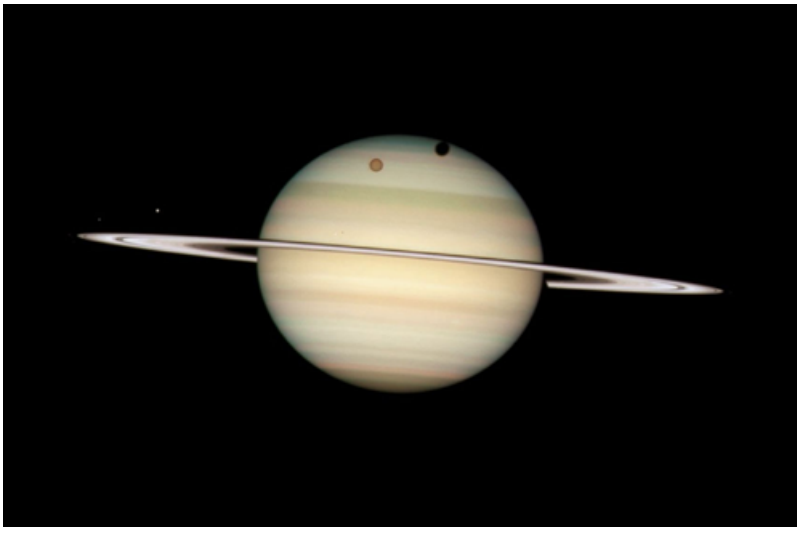
Si le plan des anneaux est suffisamment incliné (c'est le cas pour les 14 ans qui viennent), il est assez facile de remarquer qu'un liseré sombre sépare A de B. C'est en réalité un vide relatif entre les deux anneaux, à travers lequel on voit le noir de l'espace à l'arrière-plan. Une lunette de 60 mm permet déjà d'apercevoir ce manque appelé « division de Cassini », du nom de l'astronome qui l'a découvert. L'épaisseur apparente de la division de Cassini est de 0,5 seconde d'arc, autrement dit en dessous du pouvoir séparateur de la plupart des instruments d'amateurs. Alors, comment se fait-il qu'elle soit quand même visible ? Cela tient au fait qu'il s'agit d'une ligne présentant un très fort contraste. L'œil perçoit ce contraste.

Il existe une autre division, située au bord de l'anneau A, bien plus fine, et qui constitue un test pour les télescopes de plus de 200 mm. C'est la division d'Encke, découverte en 1837 et dont l'épaisseur apparente ne dépasse pas 0,35". Enfin, l'anneau C, le plus proche de la planète, est sombre et transparent. Il faut un instrument d'au moins 100 mm pour l'apercevoir, notamment parce qu'il provoque un léger assombrissement de la surface de Saturne au centre du disque planétaire. Dernier détail à observer : les anneaux projettent sur Saturne une ombre qu'il est parfois aisé de voir. De même, sur l'un des bords, en dehors des oppositions, la planète projette son ombre sur une partie des anneaux.

Des satellites, comme Jupiter

Tout comme Jupiter, Saturne est accompagnée d'une multitude de satellites. Seuls les plus gros d'entre eux sont observables au télescope. Titan, similaire en taille à Mercure, est le plus imposant. Il est visible dans une petite lunette comme un astre de magnitude 8,5. Cette lune glacée entourée d'une épaisse atmosphère gravite à plus d'un million de kilomètres de Saturne. Elle boucle sa révolution en 16 jours. Par conséquent, il faut parfois la chercher assez loin à gauche ou à droite de Saturne. Un télescope de 180 mm est nécessaire pour voir confortablement trois autres satellites : Rhéa, Téthys et Dioné, qui décrivent des orbites nettement plus proches des anneaux.

Il faut guetter la surface de Saturne au cas où une tempête s'y déclencherait



Cette image du télescope Hubble montre Titan transitant devant Saturne et projetant son ombre près du pôle. Une configuration qui ne se produit que tous les 15 ans environ. © Nasa, ESA

MERCURE, L'ÉLUSIVE

La planète la plus proche du Soleil reste souvent très difficile à apercevoir. Son observation au télescope, elle aussi ardue, procure toutefois de belles images. Les amateurs les plus aguerris peuvent tenter de révéler des détails à sa surface.

Philippe Henarejos

Qui a déjà vu Mercure ? Même parmi les astronomes amateurs, la réponse à cette question n'est pas forcément positive. Et pour cause : la première planète du Système solaire est si proche du Soleil (en moyenne 58 millions de kilomètres) qu'elle demeure perpétuellement noyée dans les lueurs du crépuscule. La conséquence, c'est que, vue de la Terre, elle n'est jamais à plus de 28° du Soleil. Soit environ la largeur d'une constellation du zodiaque. Malgré une magnitude oscillant de 5,7 à –2,3 susceptible de la rendre visible à l'œil nu, elle reste difficile à trouver dans un ciel toujours clair. Des jumelles ne sont pas de trop pour cette tâche. Mercure, qui se couche au maximum 2 h 15 après le Soleil (et qui se lève au maximum 2 h 15 avant lui), peut être observée dans un ciel considérablement assombri, mais alors elle n'est plus qu'à une poignée de degrés de l'horizon. Le moindre relief (colline, arbre, immeuble) risque de la masquer !

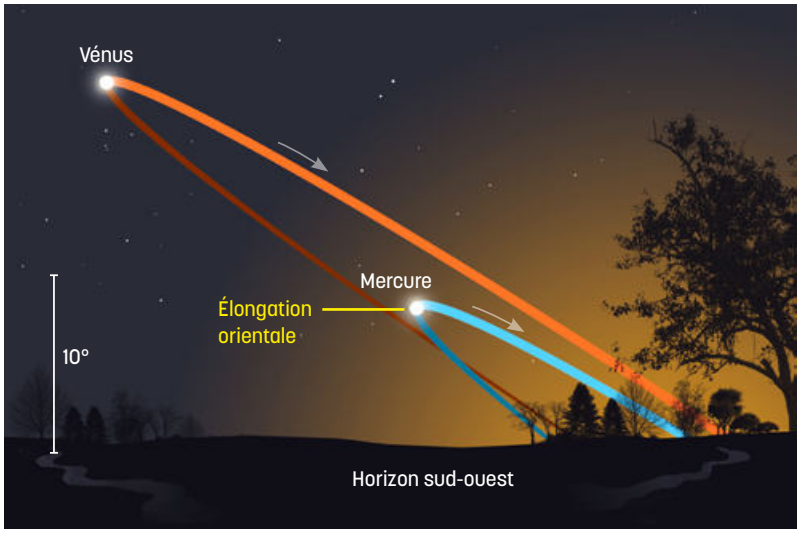
Les « saisons » de Mercure

Bien entendu, pour avoir les meilleures chances de repérer cette planète élusive, mieux vaut la chercher quand elle passe à son élongation maximale [lire p. 54 l'explication identique pour Vénus]. Toutefois, ce n'est pas parce que l'élongation est maximale qu'il est forcément plus facile de trouver Mercure. L'inclinaison de l'écliptique [lire encadré p. 76], donc du plan orbital de Mercure par rapport à l'horizon joue beaucoup. Pour peu que celui-ci soit presque horizontal, la planète se couche ou se lève presque en même temps que le Soleil, ce qui la rend invisible. Depuis les latitudes boréales moyennes, comme la France, il y a deux périodes de l'année particulièrement favorables, avec un écliptique proche de la verticale : autour d'avril pour les élongations orientales (le soir) et autour d'octobre pour les élongations occidentales (le matin).

Une planète à phases

Vue à l'oculaire d'un instrument d'astronomie, Mercure est toujours très petite. Son diamètre apparent maximal atteint 12" en de rares occasions, lorsqu'elle passe presque entre le Soleil et la Terre. Au contraire, quand elle arrive en conjonction solaire supérieure, elle chute à 4,5" (sensiblement le diamètre apparent d'Uranus). Cela signifie qu'il faut au minimum utiliser un grossissement de 80 à 100x pour distinguer son disque.

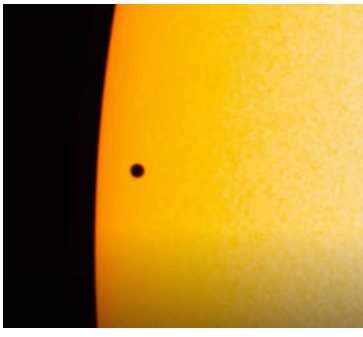
Du fait de sa position à l'intérieur de l'orbite de la Terre, Mercure, tout comme Vénus, présente différentes phases : croissant, quartier, gibbeuse. Une petite lunette suffit pour les voir. Mais les occasions de repérer Mercure étant limitées, le plus souvent, on l'observera autour de ses élongations maximales, alors qu'elle est en quartier avec un diamètre apparent de 6 à 9". Le principal obstacle est ici la turbulence atmosphérique,



Mercure tourne autour du Soleil, mais bien plus près que Vénus. Résultat, comme l'illustre ce schéma, elle reste perpétuellement dans les lueurs de l'astre du jour et s'élève peu au-dessus de l'horizon. © CSE



Pour apercevoir Mercure dans le couchant, mieux vaut attendre son élongation orientale et bénéficier d'un horizon ouest dégagé. © C&E



Mercure transite parfois devant le Soleil, comme ici, en 2019. © Nasa/SDO

toujours présente pour un astre bas sur l'horizon. Une solution consiste, au moment des élongations occidentales, à viser la planète pendant l'aube et à la suivre ensuite après le lever du Soleil. Attention toutefois à ne pas viser ce dernier par inadvertance !

Un télescope de 100 à 150 mm doté d'un grossissement de 150x permet de voir la phase et la surface de la planète. Mais y déceler une vague zone assombrie relève de l'exploit. Cela peut être tenté avec un diamètre de 200 mm ou plus, spécialement en imagerie. Mercure a été entièrement cartographiée par des sondes spatiales, mais ne se laisse guère admirer depuis la Terre !

Enfin, il arrive que Mercure transite devant le Soleil. Ces événements sont plus fréquents que les passages de Vénus [lire p. 54], mais restent assez rares. Le dernier a eu lieu le 11 novembre 2019. Les suivants interviendront le 13 novembre 2032 et le 7 novembre 2039…

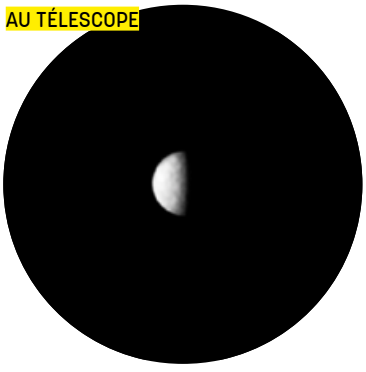
Mercure peut aussi être observée après le lever du Soleil

À LA LUNETTE



Un grossissement de l'ordre de 50 fois offre une image minuscule de Mercure, souvent déformée par la turbulence.

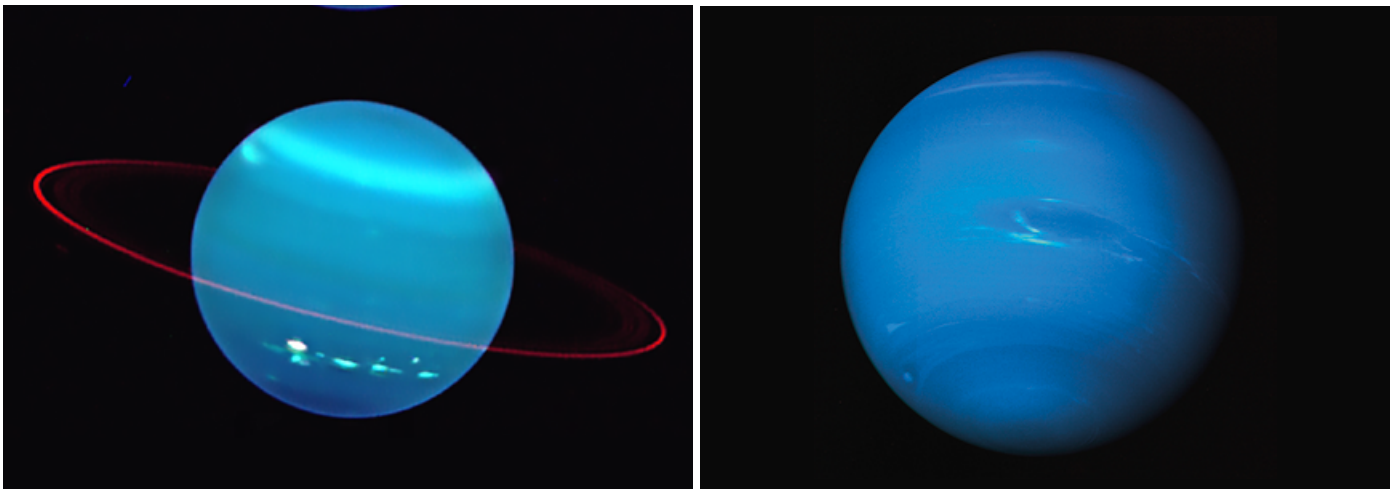
AU TÉLESCOPE



Un grossissement de 100 fois est le minimum requis pour discerner confortablement les phases de la première planète.



Cette image qui révèle quelques détails à la surface de Mercure a été obtenue avec un télescope de 300 mm. © J.-L. Dauvergne/C&E



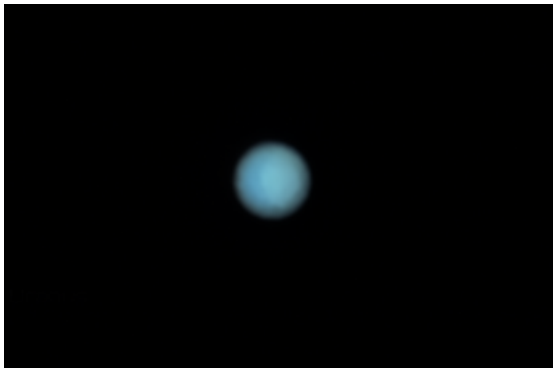
Les deux planètes les plus lointaines dévoilent leur surface essentiellement aux grands télescopes, comme le Keck de 10 m (Uranus, à gauche), ou aux sondes spatiales, comme Voyager 2 (à droite, Neptune, croisée en 1989). © Keck Obs./C&E et Nasa/JPL/C&E

URANUS ET NEPTUNE, LES DEUX BILLES BLEUES

Au-delà de Saturne se trouvent les deux planètes du Système solaire invisibles à l'œil nu. De grande taille, mais très lointaines, elles apparaissent comme de petites billes bleues dans un télescope. Les observer revient à un voyage aux confins du Système solaire.

Philippe Henarejos

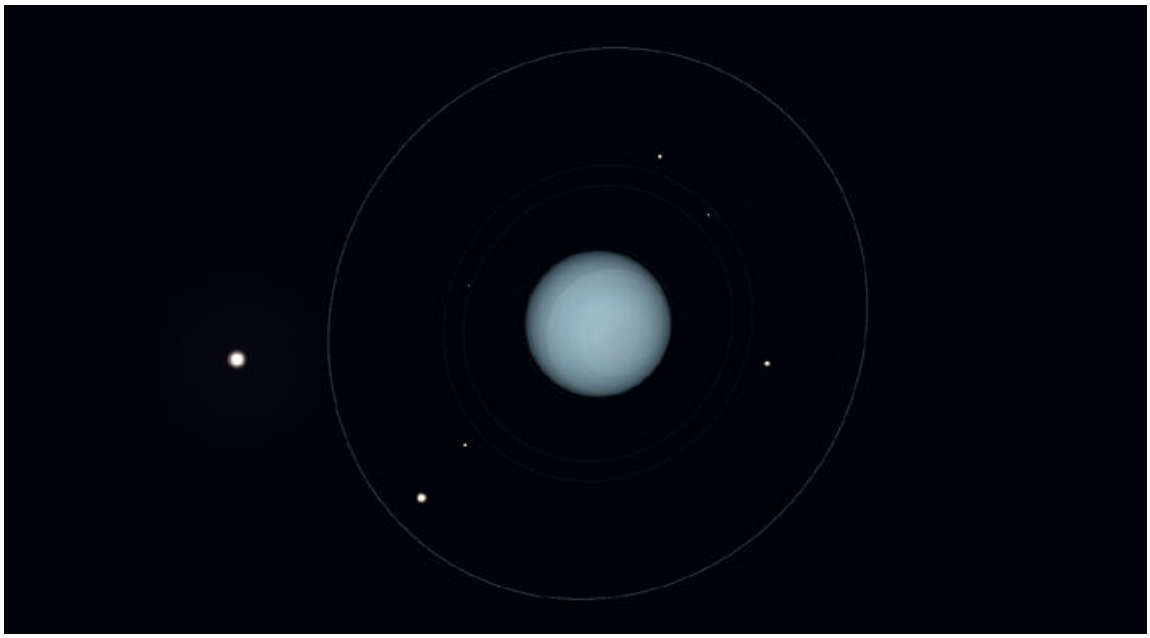
Depuis sa découverte par le Britannique William Herschel, en 1781, Uranus n'a pas encore accompli trois révolutions autour du Soleil. Ce sera le cas en 2033. La septième planète gravite en effet à 2,8 milliards de kilomètres de son étoile et met 84 à en boucler un seul tour. Pour Neptune, découverte en 1846 à 4,5 milliards de kilomètres du Soleil, les choses se déroulent encore plus lentement : cette planète gazeuse qui tourne en 164 ans a bouclé sa première révolution depuis sa découverte en 2010. Ces deux planètes géantes ont une apparence très similaire : un diamètre voisin de 50 000 km et une surface très uniforme de couleur bleutée. Les observer constitue un petit challenge pour un débutant.



Cette image d'Uranus prise avec un télescope de 300 mm permet de voir la région polaire claire. Cette structure peut être aperçue visuellement dans des télescopes plus petits. © J.-L. Dauvergne/C&E

Uranus montre son pôle Sud

Malgré son diamètre important, Uranus brille trop peu (autour de la magnitude 6) pour être vue sans instrument d'optique. Des jumelles suffisent à la repérer, mais sans permettre de la distinguer d'une étoile. Il faut une lunette munie d'un grossissement de 80x pour constater que ce petit astre à la coloration bleutée n'est pas un point, mais un



Représentation numérique d'Uranus, de ses anneaux et de ses satellites. Ces derniers sont de magnitudes trop faibles pour être vus dans des télescopes d'amateur de moyenne puissance. © Stellarium

minuscule disque de moins de 4". Évidemment, il est illusoire d'espérer y discerner des détails. Cela, d'autant que son atmosphère est le plus souvent très uniforme, comme l'a découvert la sonde Voyager 2 en 1986. Cela ne veut pas dire qu'on doive se contenter d'admirer sa belle coloration bleue assez marquée. Un télescope de 180 mm permet d'atteindre un grossissement de plus de 300x nécessaire pour tenter d'apercevoir quelques détails sur la planète. Quels détails ? Au moins jusqu'en 2038, l'un des pôles de la planète pointe grossièrement vers la Terre. Or, la région qui l'entoure est légèrement plus claire que le reste et peut être décelée faiblement à l'oculaire.

Neptune, la frontière de l'accessible

Quant à la dernière planète du Système solaire, elle est bien trop loin pour envisager de déceler des détails à la surface. Cela n'est possible qu'en imagerie, avec de puissants télescopes et à la faveur d'une météo passagère qui génère des nuages blancs contrastés. À l'oculaire d'une lunette d'amateur, Neptune ressemble à une étoile bleue de magnitude 7,5. Il faut, pour visualiser son disque de 2", un grossissement de 300 ou 400 fois employé avec un télescope d'au moins 180 mm. Avec un télescope plus gros (de préférence plus de 250 mm), on peut espérer déceler son gros satellite Triton à son voisinage (magnitude 13,5).

Uranus et Neptune sont deux jolies et minuscules planètes au télescope



Un grossissement de 100 fois n'est pas suffisant pour apprécier le diamètre apparent de Neptune.



Il faut grossir l'image 300 fois pour voir le disque bleu de Neptune sans le moindre doute.



Dans un télescope de 300 mm, il est possible en imagerie de faire ressortir quelques détails dans les nuages de Neptune, pour peu que la météo sur la lointaine planète s'y prête. © J.-L. Dauvergne/C&E

LANCEZ-VOUS DANS LA PHOTOGRAPHIE DES PLANÈTES !

L'astrophotographie du Système solaire est accessible à tous ! De la première image de la Lune avec une simple caméra aux clichés planétaires à haute résolution. Voici quelques pistes pour réussir ses premières images et progresser rapidement.

Jean-Luc Dauvergne

Les planètes sont une excellente façon de s'initier à l'astrophotographie, car les premiers résultats sont très rapides. Dans un premier temps, vous pouvez vous amuser à placer votre smartphone derrière l'oculaire d'un télescope et obtenir des images intéressantes, surtout sur la Lune. Mais vous vous rendrez vite compte des limites de cette technique. Nous vous conseillons plutôt de remplacer l'oculaire du télescope par une caméra reliée à votre ordinateur. Celle-ci sera livrée avec un adaptateur au coulant de 31,75 mm. Vous utilisez alors le télescope comme un téléobjectif et votre pc comme écran de contrôle. Assurez-vous qu'un filtre « IR-cut » soit monté devant la caméra. Cet accessoire empêche le dédoublement de l'image. Il est parfois fourni d'origine, mais bien souvent, il faut l'acheter (quelques dizaines d'euros). En effectuant ce montage, vous disposez d'un outil très puissant, car la majorité des instruments d'astronomie possèdent des focales bien supérieures à celles des objectifs photographiques.

Première cible : la Lune.

La stratégie consiste à enregistrer une vidéo, et non une photo. Un logiciel choisira ensuite les meilleures images et les additionnera tout en corrigeant les déformations dues à l'agitation atmosphérique. Rassurez-vous : ce traitement d'image est facile.



Les planètes sont si lumineuses qu'il est possible de les observer en ville sans gène notable de la pollution lumineuse.
© J.-L. Dauvergne/C&E

RETROUVEZ NOS TUTORIELS SUR YOUTUBE

FireCapture :
www.youtube.com/watch?v=-46M1PaYpSo

AutoStakkert! 4 :
https://youtu.be/OVQfmtdRgLs?si=_kTRE1k5eIS8g2CX

AstroSurface :
https://youtu.be/OPmsTZpF2Ls?si=kazQKFiu3KbRCzPB

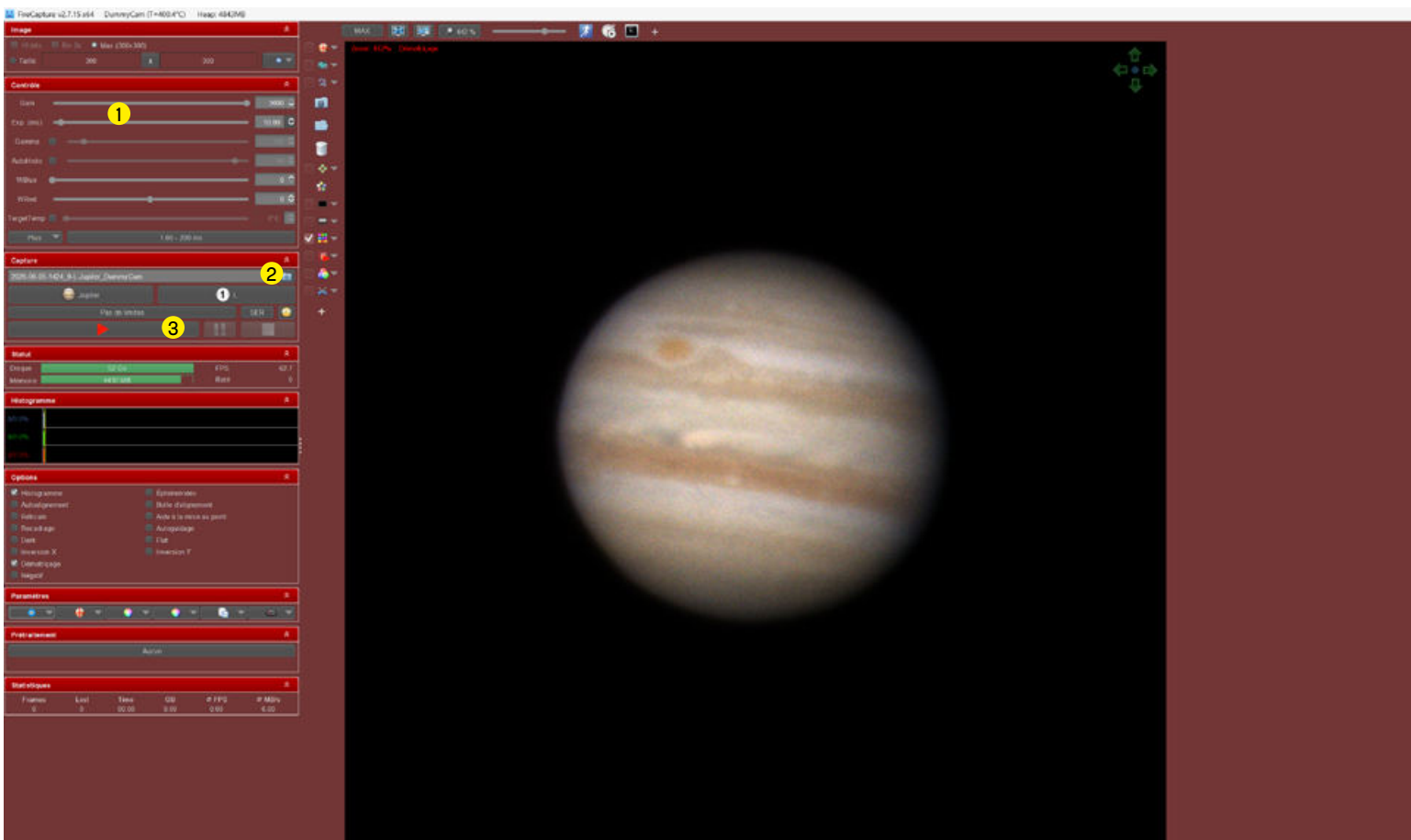
Plusieurs logiciels gratuits permettent de réaliser les acquisitions vidéo. Nous vous conseillons FireCapture. Au lancement, sélectionnez le type de caméra (parfois, cela se fait automatiquement). Les réglages importants sont le temps de pose et le gain, que l'on trouve en haut à gauche dans la partie « Contrôle ». Le gain 1 est comparable à la sensibilité ISO d'un appareil photo : plus on l'augmente, plus l'image est lumineuse, mais perd en qualité. Évitez donc de le fixer au maximum. Une valeur comprise entre le premier tiers et la moitié de la plage de réglage est pertinente en général. Le temps de pose devra être déterminé afin que la cible ne soit ni surexposée (blanche) ni sous-exposée (sombre).

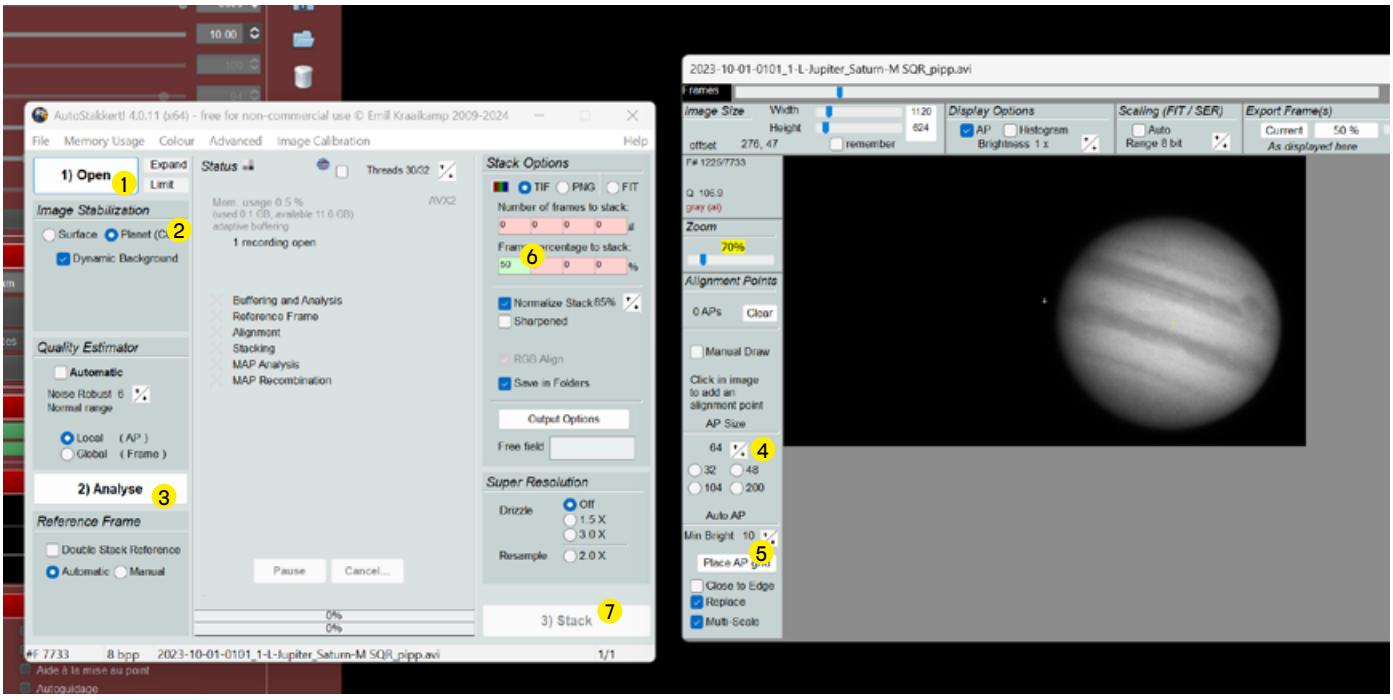
Au début, l'image est nécessairement floue. Il faut ajuster la mise au point. Fiez-vous aux détails situés au terminateur de la Lune, bien contrastés. Si l'astre est plus petit que le champ de la caméra, il est possible de définir une région d'intérêt, ou ROI. On peut la délimiter manuellement à l'aide d'un clic gauche de la souris. L'enregistrement se configure dans la partie « Capture » 2 en sélectionnant le dossier de destination, la durée de la vidéo (par exemple 30 s), la cible observée et le format de la vidéo. Vous pouvez choisir AVI ou SER. Ce choix n'est pas fondamental, mais le format SER est standard en astronomie. Il ne reste plus qu'à cliquer sur la flèche rouge pour lancer l'enregistrement 3 .

Le logiciel gratuit FireCapture permet d'enregistrer des vidéos.

Le prétraitement

Une fois la vidéo enregistrée, ses meilleures images peuvent être prétraitées avec l'excellent





Le logiciel gratuit Autostakkert ! 4 permet de sélectionner les meilleures images et les additionner.

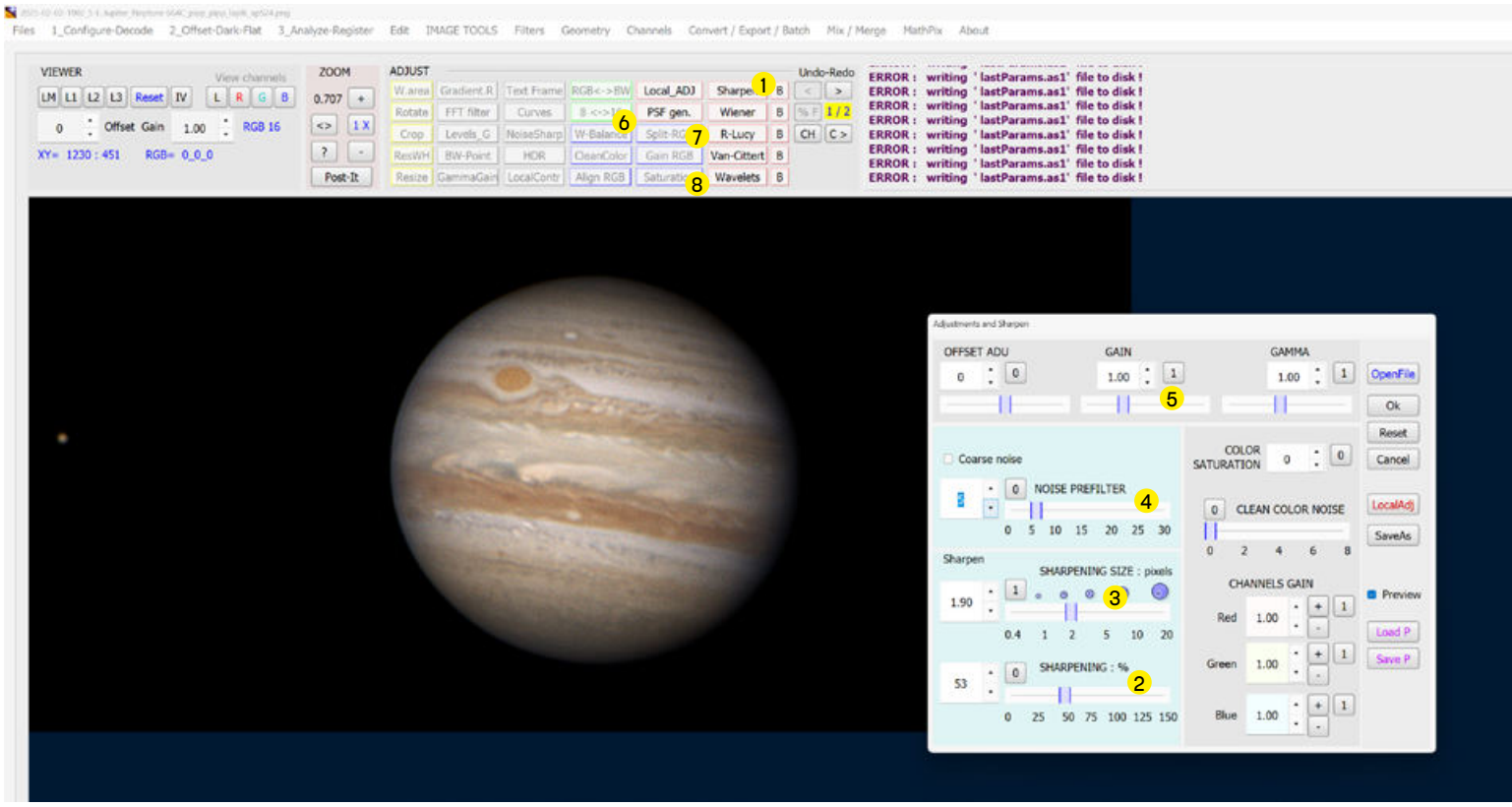
logiciel gratuit AutoStakkert! 4. Ouvrez la vidéo en cliquant sur « Open » en haut à gauche (1). Puis sélectionner le mode « Planet » ou « Surface » selon qu'il s'agit d'une planète ou de la Lune (2). Ensuite, cliquez sur « Analyse » (3) pour trier les images de la meilleure à la moins bonne. Dans la deuxième fenêtre, celle qui affiche l'image de la planète, il faut placer des points d'ancrage pour l'alignement. Vous pouvez choisir une taille de 64 pixels (4) pour un premier essai, puis cliquer sur « Place AP Grid » (5).

Il reste à déterminer la quantité d'images à conserver pour l'addition. Si les conditions étaient très bonnes et stables, essayez 50 %. Si au contraire la nuit était peu stable, descendez à 10 %. Indiquez la valeur dans la fenêtre « Frame Percentage to Stack » (6), puis cliquez sur « Stack » pour lancer le traitement (7).

UN TÉLESCOPE AUX PETITS OIGNONS

Après vos premières images, vous aurez nécessairement envie de faire mieux. Pour cela, vous devez impérativement soigner la qualité du réglage des miroirs du télescope. Cette opération, la collimation, consiste à aligner les miroirs sur l'axe optique. Elle fait souvent peur aux néophytes, mais n'est pas si difficile à réaliser et constitue le point essentiel à maîtriser en observation planétaire. Vous trouverez un tutoriel ici : https://youtu.be/AEIO7CWMWas?si=IED54p31QqHaTlA7 Autre point important : la température du télescope. Elle doit être la plus proche possible de la température ambiante. L'instrument doit être stocké dans un endroit frais.

Dernier conseil : pour obtenir des images montrant le plus de détails possible, il faut disposer d'un rapport focale/diamètre (F/D) au moins égal à cinq fois la taille du pixel de la caméra exprimé en micromètres. Par exemple, si la caméra possède des pixels de 2,9 micromètres, il faut un rapport F/D d'au moins 15. Pour un télescope de 200 mm de diamètre, cela correspond à une focale de 3 000 mm. On utilise le plus souvent un rapport F/D compris entre 6 et 8 fois la taille du pixel. Pour obtenir cette valeur, on peut augmenter la focale de l'instrument avec une lentille de Barlow. Il en existe différents modèles allant de 1,5x à 8x.



Astrosurface permet de faire le traitement final des images. Ce logiciel développé par le Français Lucien Pesquer est gratuit.

Le traitement final

Dernière étape : en additionnant par exemple 400 images, vous améliorez la qualité de votre photo (on parle de rapport signal/bruit) d'un facteur 20. On peut alors révéler les détails qu'elle contient. L'image prétraitée se trouve dans un sous-répertoire nommé AS_PXX, où XX représente le pourcentage d'images conservées. Ouvrez cette image dans le logiciel gratuit AstroSurface.

Pour révéler les détails, le logiciel dispose de nombreuses fonctions, mais dans un premier temps vous pouvez vous familiariser avec l'outil « Sharpen » 1 , qui correspond à un masque flou classique.

Trois curseurs sont à ajuster : la puissance 2 de l'accentuation (essayez 50 % pour commencer) ; la taille 3 des détails à accentuer (typiquement de 1 à 3 pixels) ; le « Noise Prefilter » 4 , qui évite d'accentuer les détails les plus fins du bruit. Vous pouvez le régler jusqu'à 4 ou 5 ; il est déconseillé d'aller au-delà.

En haut de cette fenêtre, un réglage de gain permet d'éclaircir l'image si nécessaire 5 .

Vous pouvez ensuite fermer cette fenêtre et utiliser le réglage automatique de balance des blancs avec le bouton « W Balance » 6 ou effectuer un réglage manuel via « Gain RGB » 7 . Vous pouvez également ajuster la saturation de l'image en cliquant sur « Saturation » 8 .

Le logiciel offre de nombreuses autres fonctions avancées intéressantes, comme les ondelettes (« wavelets ») ou des outils de déconvolution basés sur une image d'étoile afin de corriger certains défauts optiques (« Wiener Deconvolution »).

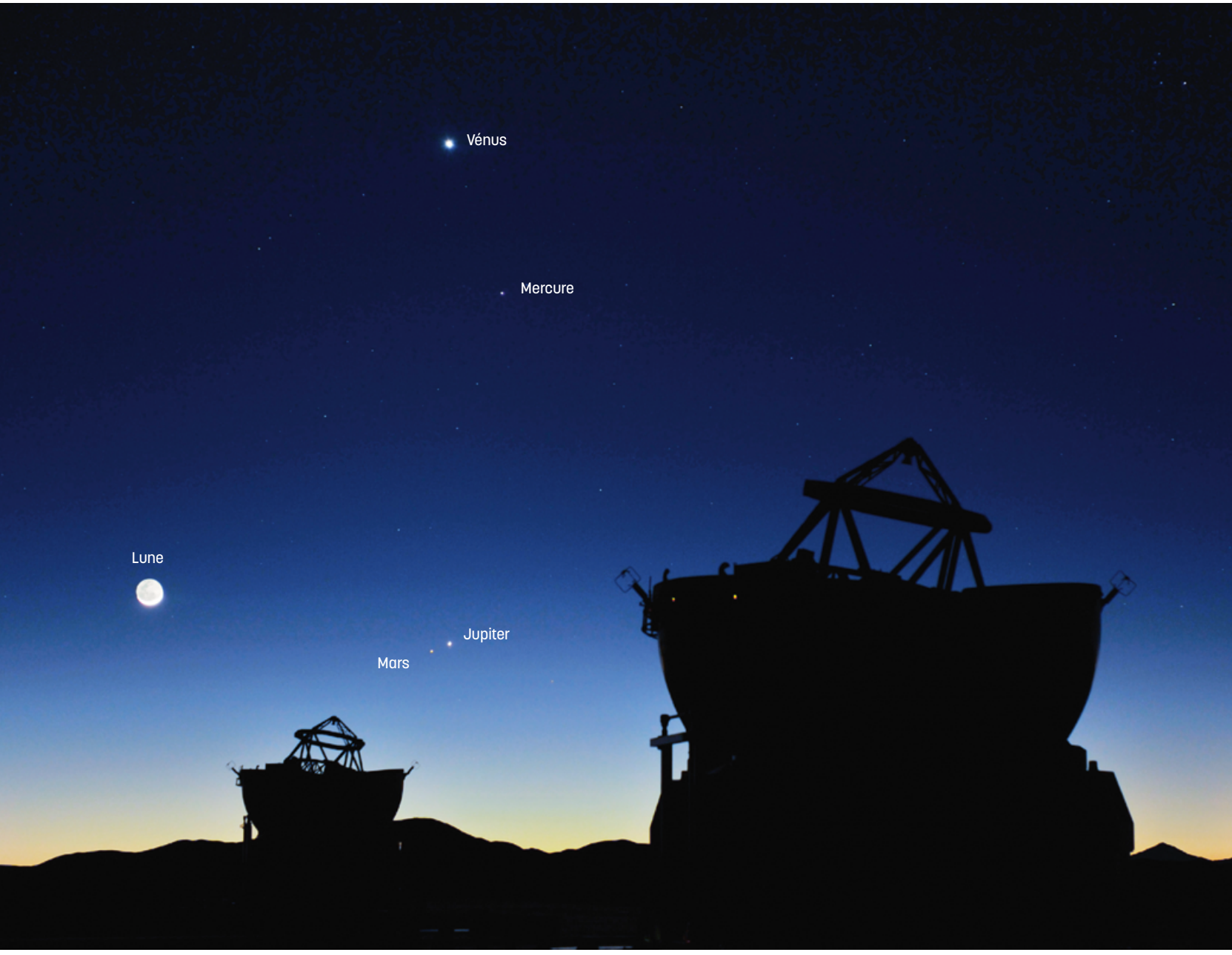
QUELLE CAMÉRA ?

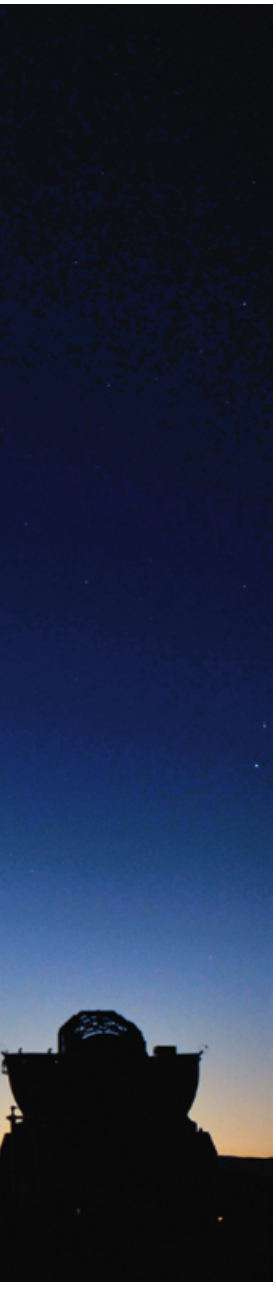
Pour débuter, choisissez la simplicité en prenant une caméra couleur. Les marques sont nombreuses, mais leurs capteurs sont généralement identiques ; ils proviennent en général de chez Sony. Dans ce domaine, les marques ZWO, QHY et Player One sont les plus utilisées, mais on peut également citer ToupTek, Omegon, Bresser, Celestron, Sky-Watcher et iOptron. En entrée de gamme, on peut notamment s'intéresser aux capteurs couleur Sony IMX462, IMX662, IMX664 et IMX464. Si vous avez plus de budget, miser sur l'IMX585 ou éventuellement l'IMX533, qui offrent des performances comparables tout en couvrant un champ plus grand.

CONJONCTIONS PLANÉTAIRES ET OCCULTATIONS

Dans leur course le long de l'écliptique, les planètes et la Lune se rapprochent et se croisent parfois. Ce spectacle est à savourer à l'œil nu ou aux jumelles.

Emmanuel Beaudoin





Une conjonction entre Mars et Jupiter assortie d'un regroupement formé par Mercure, Vénus et la Lune, vue le 1er mai 2011 depuis le sommet du mont Paranal, entre les coupoles des télescopes auxiliaires du Very Large Telescope, au Chili. © G.Hüdepohl/ESO

Les planètes sont étymologiquement les « astres vagabonds » de la voûte céleste. Les Anciens avaient du mal à décrire leurs mouvements, car ils pensaient qu'elles tournaient autour de la Terre (système géocentrique). Depuis Copernic et le système héliocentrique, leur trajectoire apparente s'explique tout naturellement par leur révolution autour du Soleil, leur rang par rapport à la Terre et, enfin, le fait qu'elles se déplacent d'autant plus lentement qu'elles sont éloignées du Soleil. Puisque les planètes naviguent à peu près toutes dans un même plan, le plan du Système solaire, elles se retrouvent régulièrement ensemble dans le ciel, par un effet de perspective. On parle alors de conjonction. La Lune, qui tourne autour de la Terre, est souvent de la partie.

Un tel rapprochement planétaire s'observe à l'œil nu ou éventuellement dans des jumelles légères. Les conjonctions sont une bonne occasion de repérer et d'identifier des planètes quand on débute. Consultez les éphémérides de *Ciel & espace*, ou son hors-série annuel *Le ciel*, pour connaitre à l'avance les plus intéressantes d'entre elles. Les deux planètes les plus brillantes du ciel, Vénus et Jupiter, offrent forcément le plus beau spectacle : elles se croiseront à l'aube des 9 et 10 novembre 2028 et seront rejointes par la Lune quatre jours plus tard.

Suivez le mouvement !

Amusez-vous à détecter le mouvement propre des astres en conjonction en les regardant tous les jours à la même heure. Le déplacement vers l'est de la Lune par rapport au point lumineux d'une planète est évident d'une nuit à l'autre. Les choses deviennent plus subtiles quand deux planètes sont en conjonction. Souvent, c'est la plus proche du Soleil qui bouge le plus vite. Mais on a parfois des surprises. Mercure et Vénus, plus près du Soleil que la Terre, s'éloignent et se rapprochent en alternance du Soleil, sans jamais s'en écarter beaucoup. Les planètes plus éloignées du Soleil, de Mars à Saturne (Uranus et Neptune sont invisibles à l'œil nu), ont un mouvement vers l'est par rapport aux étoiles. Cependant, elles se mettent à rebrousser chemin vers l'ouest pendant leur opposition au Soleil, car elles se font alors doubler par la Terre, plus rapide. Amusez-vous à décortiquer ce qu'il se passe pendant une conjonction, en observant plusieurs nuits de suite. Et pour en avoir



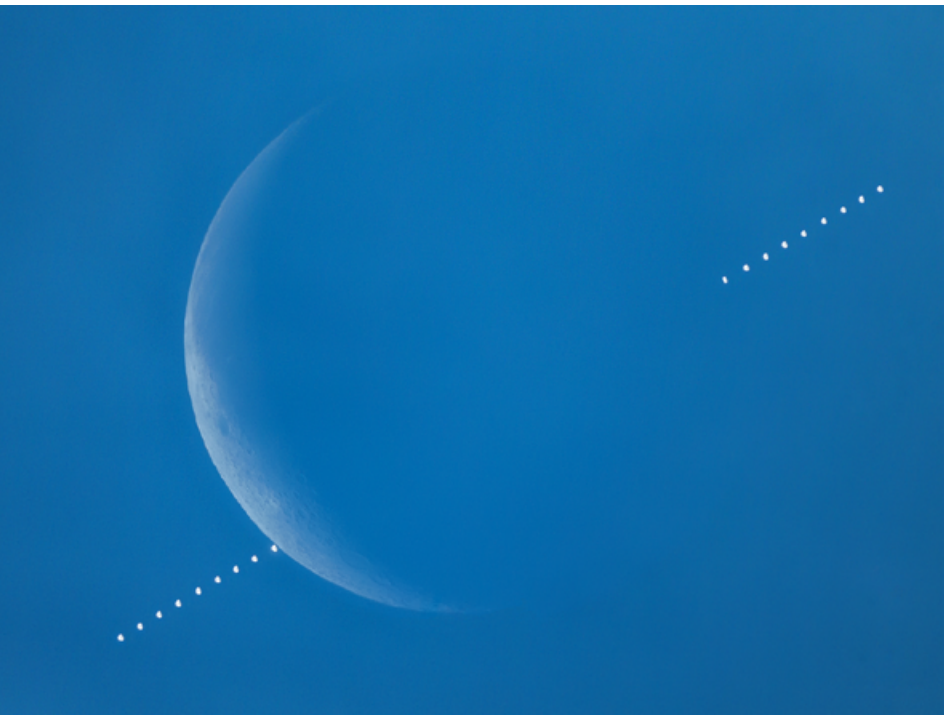
Alignement entre la Lune (en haut), Jupiter et Vénus (en bas) dans le crépuscule, le 27 février 2012. © José Fernandez/SAPL

Le 12 mars 2012, seulement 3° séparent Jupiter (à gauche) de Vénus. Une belle conjonction magnifiée par le choix d'un premier plan original. © Laurent Laveder



Le 21 et le 22 décembre 2020, Jupiter et Saturne se sont frôlées de si près dans le ciel qu'il était possible de les observer simultanément au télescope, comme le montre cette photo ! © Thierry Legault



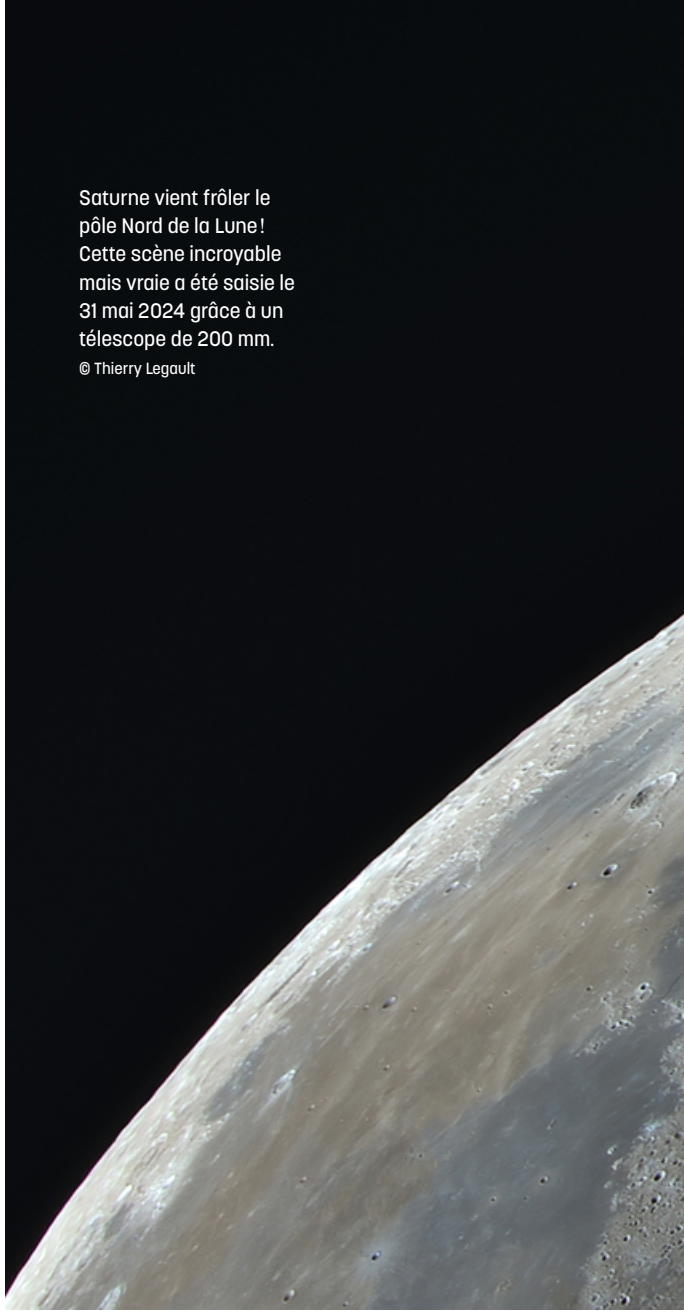


Le 9 décembre 2023, la conjonction entre la Lune et Vénus est si serrée que la Lune occulte la planète. Série d'images prises en plein jour.
© Petr Horalek

le cœur net, vous pouvez visualiser la position des planètes autour du Soleil en temps réel sur internet, par exemple sur : www.planete-astronomie.com/position-des-planetes.html.

Mieux encore : les occultations

Une occultation se produit quand un astre en mouvement passe devant un autre plus lointain et le cache. Avec à son fort diamètre apparent, la Lune occulte souvent des étoiles. Cela n'a rien de spectaculaire quand l'étoile est esseulée, mais le devient dans le cas d'un amas stellaire comme celui des Pléiades, notamment lorsque la Lune est en croissant et dévoile sa lumière cendrée. L'occultation d'une planète par notre satellite est un véritable évènement. Si la Lune est en phase croissante, son limbe sera noir au début de l'occultation (l'immersion) et lumineux lors de la sortie de la planète (l'émersion). Ce sera l'inverse en phase décroissante. Vénus en croissant, Jupiter ou encore Saturne mettent près d'une minute à disparaître ou réapparaître. Pour distinguer nettement le disque planétaire contre le bord de la Lune, observez le phénomène au télescope, avec environ 100 fois de grossissement. Notez que les occultations de planètes peuvent être suivies même en plein jour, malgré un contraste nettement plus faible.

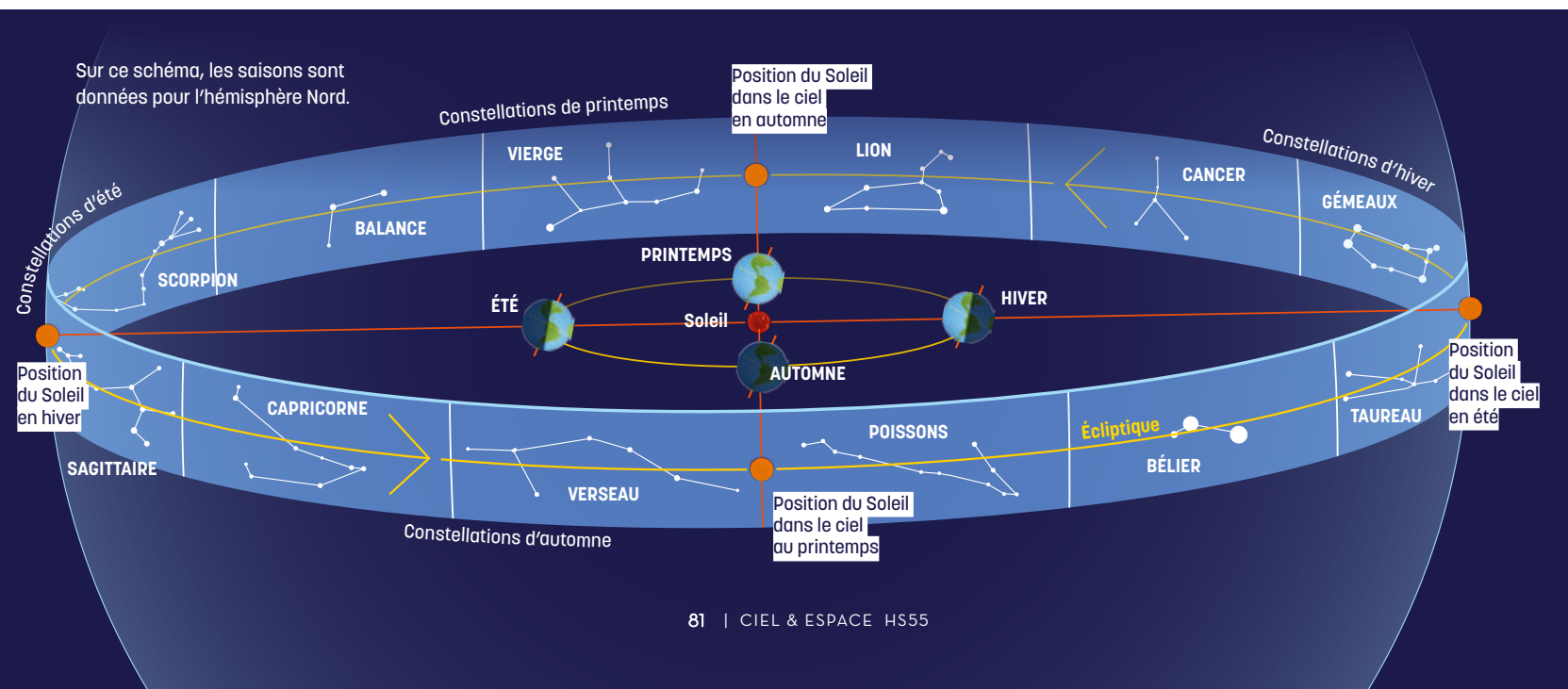


Saturne vient frôler le pôle Nord de la Lune ! Cette scène incroyable mais vraie a été saisie le 31 mai 2024 grâce à un télescope de 200 mm.
© Thierry Legault

L'ÉCLIPTIQUE

Vu depuis la Terre, le Soleil suit une trajectoire bien précise que l'on nomme l'écliptique. Les constellations traversées par cette route invisible sont appelées les constellations du zodiaque. Les planètes ne sont jamais très éloignées de l'écliptique, même si elles se trouvent la plupart du temps un peu au-dessus ou en dessous. Du fait de l'inclinaison de son orbite, la Lune peut s'en écarter davantage, mais ne quitte pas pour autant les constellations du zodiaque.



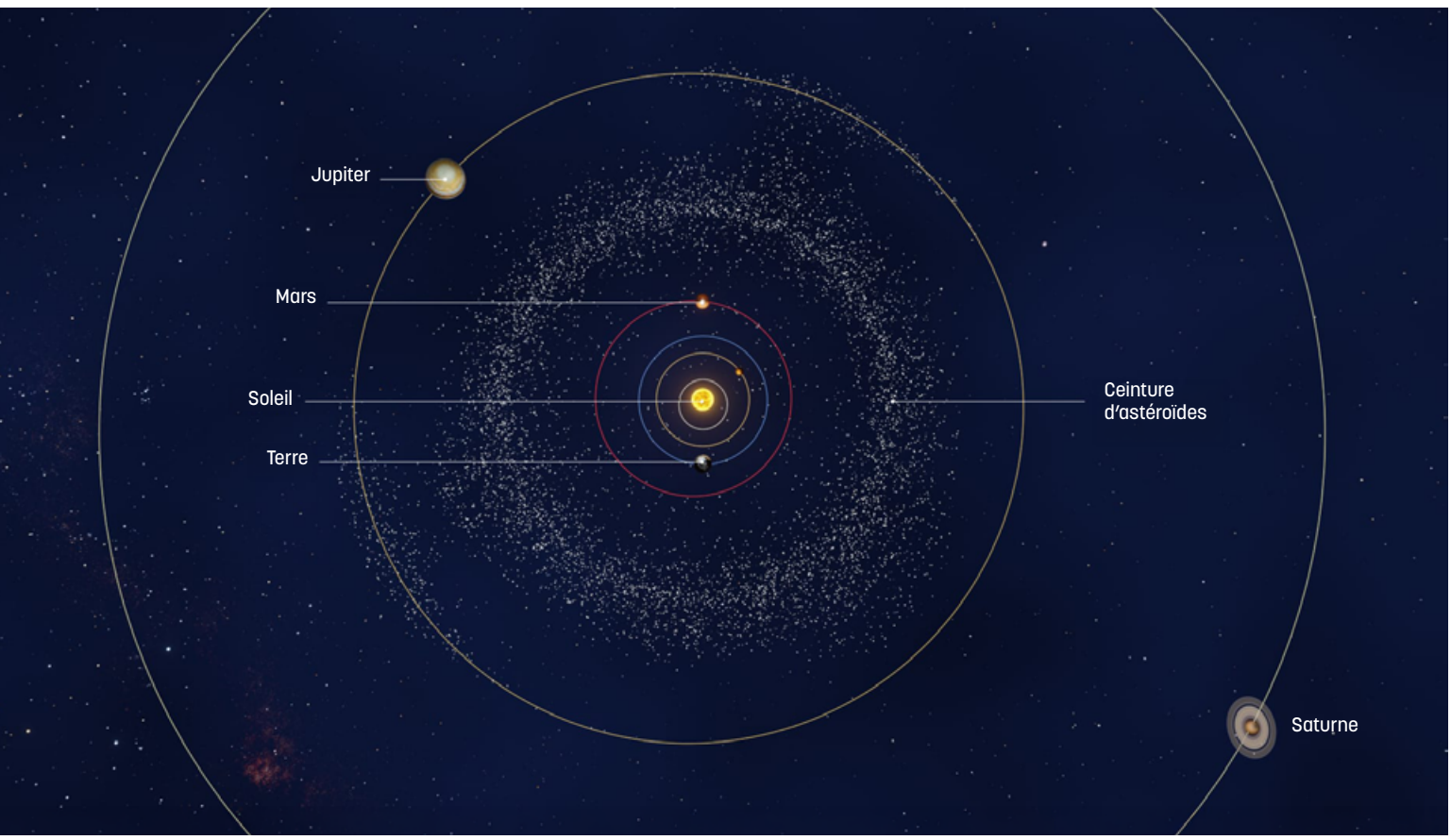

Sur ce schéma, les saisons sont données pour l'hémisphère Nord.
Constellations de printemps
Position du Soleil dans le ciel en automne
Constellations d'hiver
Constellations d'été
VIERGE
LION
CANCER
GÉMEAUX
BALANCE
SCORPION
PRINTEMPS
ÉTÉ
Soleil
HIVER
AUTOMNE
Position du Soleil en hiver
Position du Soleil dans le ciel en été
CAPRICORNE
SAGITTAIRE
POISSONS
Écliptique
TAUREAU
BÉLIER
VERSEAU
Position du Soleil dans le ciel au printemps
Constellations d'automne

LA NUÉE DES PLANÉTOÏDES

Le Système solaire ne compte pas que des planètes. Il est peuplé d'une infinité de petits corps qu'on appelle les astéroïdes. Nombre d'entre eux sont accessibles à un télescope d'amateur.

Emmanuel Beaudoin

À l'origine du Système solaire, des pierres de toute taille se sont agglomérées pour former les planètes. Mais la recette n'a pas pris partout. D'innombrables cailloux sont restés éparpillés dans certaines zones. C'est le cas en particulier de la Ceinture principale d'astéroïdes, entre Mars et Jupiter. Ces corps composés de roche, de glace et de métaux ont une dimension qui va du mètre à plusieurs centaines de kilomètres. Parmi les quelque 800 000 gros cailloux qui peuplent la Ceinture d'astéroïdes, un seul est sphérique : Cérès. C'est le plus grand (950 km de diamètre) et le premier découvert, en 1801. Puisqu'il n'a pas fait le vide autour de lui, il entre dans la catégorie des planètes naines. Le second en taille de cette zone est Vesta. Il mesure 530 km et est le seul potentiellement visible à l'œil nu. D'autres astéroïdes naviguent hors de la Ceinture principale. Les troyens accompagnent Jupiter. Les objets transneptuniens circulent, eux, au-delà de Neptune, dans une région nommée Ceinture de Kuiper. Les géocroiseurs coupent l'orbite de la Terre, voire entrent en collision avec elle ! C'est ainsi qu'en janvier 2023, un petit corps de 650 kg,



La plupart des astéroïdes circulent entre les orbites de Mars et de Jupiter, dans ce que les astronomes appellent la Ceinture d'astéroïdes. Ceux qui sont observables facilement se trouvent dans cette région du Système solaire.

immatriculé 2023CX1, est tombé en Normandie. Ses fragments ont été baptisés « météorites de Saint-Pierre-le-Viger », commune sur laquelle ils ont été retrouvés.

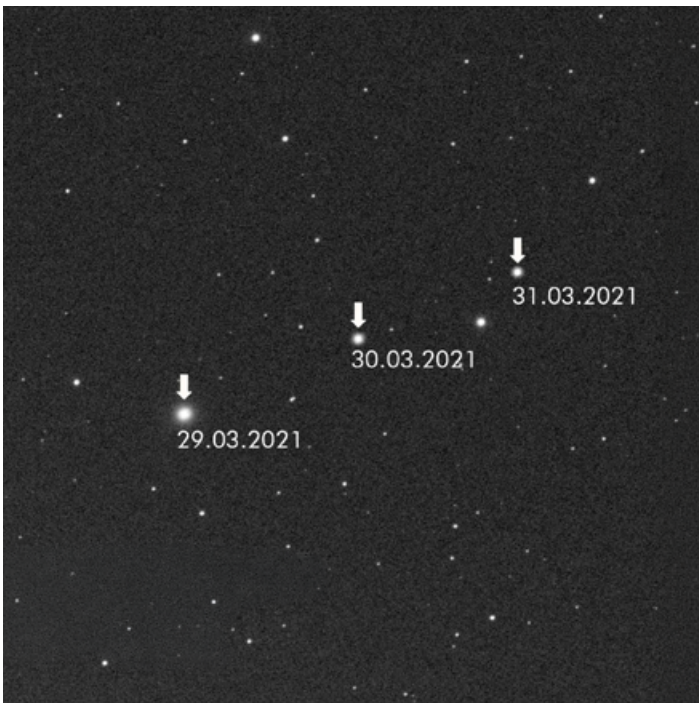
Traquez les petits corps

Près de 250 astéroïdes sont potentiellement visibles dans un télescope d'amateur de 150 mm de diamètre, et plus d'une vingtaine le sont dans une petite lunette de 60 mm ou des jumelles lumineuses. Consultez les éphémérides pour savoir quand les plus gros astéroïdes, comme Cérès, Vesta ou Pallas, passent au plus près de la Terre. C'est seulement à ce moment de l'opposition que leur magnitude est intéressante. Vesta peut culminer jusqu'à la magnitude 5,4, Pallas à 6,4 et Cérès à 6,7. Même si ces magnitudes généreuses permettent une observation confortable aux jumelles, rien n'est gagné. En effet, les astéroïdes portent bien leur nom grec : « semblables à une étoile ». Au premier coup d'œil, rien ne les distingue des milliers de piqures lumineuses que sont les étoiles. Il vous faut donc étudier de façon méticuleuse le champ stellaire autour de l'astéroïde convoité, à l'aide d'un logiciel comme Stellarium, pour trouver l'intrus. Il est parfois possible de le démasquer dans un télescope, en se servant de la turbulence atmosphérique. En effet, grâce à leur taille apparente, les gros astéroïdes scintillent légèrement moins que les étoiles, selon le même principe que les planètes scintillent peu à l'œil nu [lire encadré p. 47].

Astéroïde, un nom qui signifie « semblable à une étoile »

Une fois que vous aurez repéré un astéroïde, amusez-vous à suivre son déplacement. Sa vitesse sur le ciel vaut environ un demi-diamètre lunaire (15' d'arc) par 24 heures. D'une nuit sur l'autre, votre cible aura ainsi migré devant les étoiles. Son changement de position se repère d'heure en heure dans une lunette avec un grossissement entre 50 et 100x, grâce à une ou deux étoiles témoins. Enfin, une observation intéressante consiste à photographier l'astéroïde à l'aide d'un smarttélescope. Demandez à l'instrument une pose d'une trentaine de minutes. Sur l'image finale, le petit corps aura fait un segment lumineux dans le champ d'étoiles ponctuelles. Vous obtiendrez même la direction de l'astéroïde.





Ci-contre : Vesta photographié par la sonde Dawn. Au télescope, l'astéroïde reste un point, mais qui se déplace (ci-dessus), ce qui le distingue des étoiles. © ESO/L. Jorda et al., P. Vernazza et al. et Urban Astrophotography

LES COMÈTES, SURPRENANTES VISITEUSES

Voici comment profiter au mieux du passage de ces astres vagabonds, qu'ils soient resplendissants à l'œil nu ou repérables seulement au télescope.

Emmanuel Beaudoin

Les comètes sont de petits corps glacés qui viennent des confins du Système solaire. Du fait de leur orbite très elliptique, elles ne reviennent au voisinage de la Terre que selon des périodes de plusieurs années ou plusieurs décennies. En outre, certaines sont découvertes seulement quelques mois avant leur passage. Pour savoir quand une comète arrive, suivez l'actualité astronomique sur le site web de *Ciel & espace*. Vérifiez selon la date à quelle heure observer et dans quelle direction : une comète se déplace souvent rapidement au fil des jours. Les plus brillantes d'entre elles ne posent pas de problème de localisation. Mais dans la majorité des cas, elles ne sautent pas aux yeux. Repérez à l'avance avec une carte où cet astre diffus va se trouver par rapport à quelques étoiles faciles à identifier. Un



Les comètes offrent de beaux spectacles, parfois visibles à l'œil nu, comme ici la comète Neowise.
© E. Beaudoin

ciel bien noir, sans pollution lumineuse, est le plus souvent nécessaire. À noter : les comètes sont difficilement prévisibles. Elles peuvent décevoir, ou au contraire réserver de belles surprises.

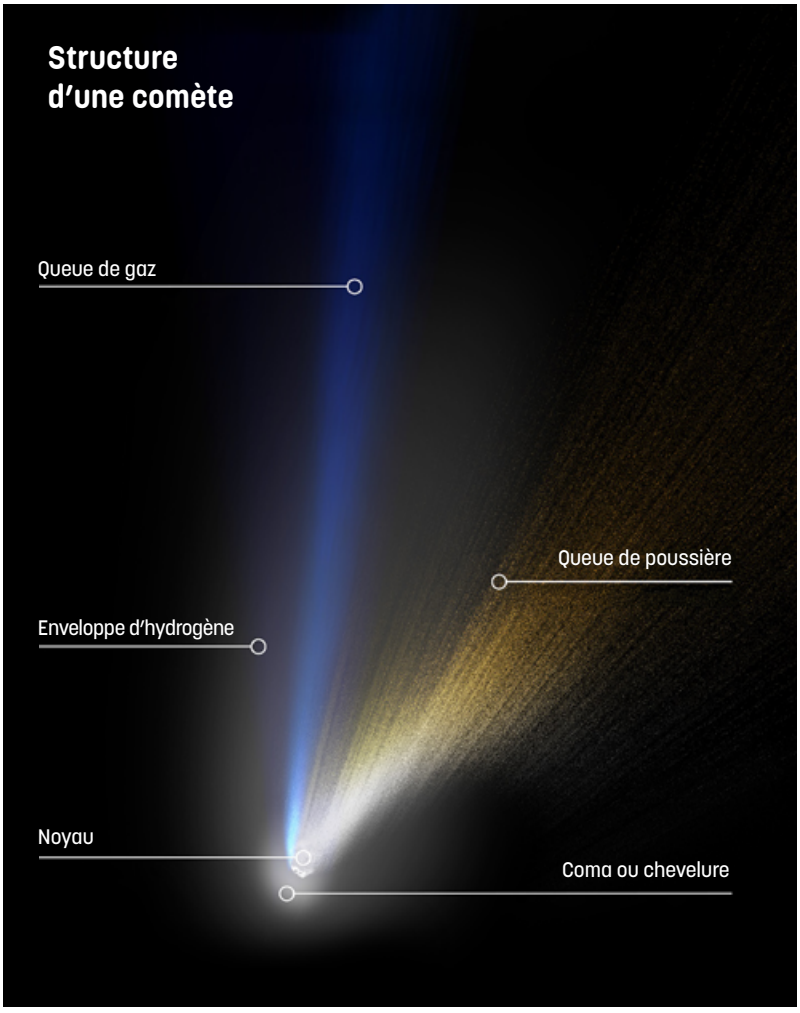
Le noyau d'une comète est un corps de quelques kilomètres de diamètre. Si l'on peut le voir à des millions de kilomètres, c'est parce qu'en approchant du Soleil, sa glace se sublime en une atmosphère très étendue : la chevelure. Celle-ci réfléchit la lumière solaire et devient visible de loin ! Le plus souvent, des jumelles lumineuses sont l'instrument idéal pour admirer les belles comètes. Leur champ permet d'embrasser ces astres d'un seul regard, avec plus de détails et de lumière que l'œil seul. Les jumelles « yeux de hibou », qui grossissent seulement 2 fois et offrent un champ de vision à peine plus petit que celui de l'œil humain, sont une option intéressante pour observer les plus grandes comètes. À l'inverse, les comètes modestes doivent être pointées au télescope. Le meilleur instrument est alors celui qui délivre le plus de champ et de luminosité. Un Dobson permet cela, pour un coût raisonnable.

Que voir sur une comète ?

La coma, ou chevelure, est la partie brillante tout autour du noyau cométaire. Elle forme un halo qui apparait souvent vert sur les photos. Cette région diffuse est parfois seule présente, quand l'activité de la comète demeure faible. La zone toute proche du noyau est parfois très lumineuse. Mais le noyau lui-même, trop petit et caché au milieu de cette lumière, reste invisible.

Une comète peut développer une queue de gaz et une autre de poussière (c'est son atmosphère qui est soufflée par le Soleil). La queue de gaz (ou queue de plasma) est constituée d'atomes ionisés très légers. Poussée par le vent solaire (un flux de particules émises par le Soleil), elle s'étire de façon quasi rectiligne dans la direction opposée au Soleil. Son contraste est assez faible et sa couleur, bleu vert sur les photographies, demeure invisible à l'œil. Une grande comète peut déployer une queue de plasma sur des dizaines de degrés lorsqu'elle passe près de la Terre. Celle de la comète Hyakutake, par exemple, a atteint 100° au printemps 1996.

La queue de poussière, elle, est constituée de grains arrachés au noyau. Moins sensible au vent solaire, cette queue s'incurve et se déploie en éventail le long de la trajectoire de la comète. Elle est souvent absente chez les comètes modestes. Avec les grandes comètes en revanche, son éclat surpasse celui de la queue de plasma. Sa couleur est blanche, car elle reflète la lumière du Soleil. Dernier indice, la queue de poussière est généralement plus étalée et plus courte que celle de plasma.





Le noyau solide d'une comète ne mesure que quelques kilomètres (ici, celui de la comète de Halley vue par la sonde Giotto). C'est l'atmosphère poussiéreuse qui les entoure qui les rend aisément visibles depuis la Terre. © Nasa



Au cours d'une même nuit, il est possible de voir plusieurs étoiles filantes, comme le montre cette image des Perséides en 2023 faite de plusieurs poses. Ces étoiles filantes semblent toutes venir de la même région du ciel. © Nasa/P. Dyches

LES ÉTOILES FILANTES ET LES SATELLITES ARTIFICIELS

Deux spectacles éphémères du ciel nocturne sont observables à l'œil nu : les étoiles filantes et les satellites artificiels. Les premières surviennent en nombre à des périodes bien précises de l'année. Les seconds se montrent au bout de quelques secondes d'attention.

Emmanuel Beaudoin

Une étoile filante se produit quand une poussière extraterrestre percute notre atmosphère et s'y consume. L'étincelle lumineuse provient moins de la combustion du minuscule grain de poussière, dont la taille dépasse rarement le millimètre, que de l'échauffement de l'atmosphère sur son passage. Le phénomène très bref se déroule à une altitude comprise entre 85 km et 120 km. Les astronautes de l'ISS, situés environ 300 km plus haut, voient ainsi les étoiles filantes de dessus !

Des étoiles filantes peuvent s'allumer n'importe quand, mais en nombre limité. La plupart se produisent quand la Terre croise l'orbite de comètes, car celles-ci ont laissé dans leur sillage de très nombreuses poussières : on parle alors d'essaim.

Quand la Terre croise un tel essaim, les étoiles filantes qui en résultent semblent provenir d'une même région du ciel : le *radian*. Il correspond à la direction du nuage de poussières cométaires. Les étoiles filantes sont plus ou moins rapides selon la façon dont elles percutent la Terre. Leur vitesse se compte en dizaines, voire en centaines de milliers de kilomètres/heure. Une autre caractéristique d'un essaim est son taux horaire. Les petits essaims ont une activité de quelques étoiles filantes par heure et les plus beaux, d'une bonne centaine. Exceptionnellement, la Terre peut traverser des zones denses en poussières. On parle alors de tempête : un record fut établi le 17 novembre 1966, lorsque 150 000 étoiles filantes à l'heure — 40 par seconde ! — ont illuminé la nuit au-dessus de l'Amérique du Nord.

Puisqu'elles ne s'allument qu'une fraction de seconde et de manière imprévisible, les étoiles filantes s'observent uniquement à l'œil nu. Une fois l'une d'elles passée (et votre vœu formulé), refaites son chemin à l'envers : vous remontez à la constellation où se trouve le radian [voir tableau]. Même si leur activité s'étend sur plusieurs nuits, la nuit du maximum est la seule où le spectacle est garanti. La date exacte varie d'une année sur l'autre, vérifiez-la dans nos éphémérides.

Regardez passer l'ISS et Tiangong

Il y a d'autres objets qui bougent rapidement dans le ciel : les satellites artificiels. Ceux-ci sont visibles lorsqu'ils reflètent la lumière du Soleil vers nous, ce qui se produit durant le crépuscule ou en début de nuit. Ne confondez pas ce point lumineux en mouvement avec un avion, qui clignote, ou une étoile filante, bien plus véloce. Un satellite peut rester visible quelques minutes, avant de faiblir et s'éteindre en entrant dans l'ombre de la Terre.

Plusieurs applications permettent d'être alerté lors des passages des principaux satellites. Nous vous recommandons notamment Station Spatiale ISS Detector sous Android ou ISS Finder chez Apple. La station spatiale internationale (ISS) est le plus gros objet humain jamais placé dans l'espace et le satellite artificiel le plus lumineux. Lorsque ses 2 500 m² de panneaux solaires reflètent la lumière du Soleil vers une région de la Terre, elle brille deux fois plus que Vénus. La Chine construit sa propre station, Tiangong, capable de rivaliser d'éclat avec Jupiter. Essayez aussi de saisir un passage du célèbre télescope spatial Hubble, avant qu'il ne soit désorbité : sa magnitude peut atteindre 0, soit celle de Véga ou d'Arcturus.

L'orbite terrestre est en train d'être saturée par des « constellations » de milliers de satellites dédiés à internet, en premier lieu desquels les Starlink. Ces satellites, heureusement discrets à l'œil nu, laissent une multitude de traînées lumineuses sur les clichés pris en début et en fin de nuit. En outre, leur durée de vie est de seulement quelques années (ils sont remplacés au fur et à mesure) : en retombant bientôt par milliers dans la haute atmosphère, ils vont engendrer 6 fois plus d'oxydes d'aluminium — un composé destructeur de la couche d'ozone — que les météorites. Ne vous réjouissez donc pas trop lorsque vous voyez passer un « train » de satellites Starlink peu après leur lancement…

LES PRINCIPAUX ESSAIMS D'ÉTOILES FILANTES

Nom	Maximum	Radian	Taux horaire	Vitesse
Quadrantides	3-4 janvier	Bouvier	50 à 100	Moyenne
Lyrides	1-22 avril	Hercule	10 à 20	Rapide
Êta Aquarides	5-6 mai	Verseau	5 à 10	Très rapide
Perséides	11-13 août	Persée	70 à 100	Très rapide
Orionides	20-21 octobre	Orion	20 à 30	Rapide
Léonides	16-17 nov.	Lion	20 (variable)	Très rapide
Géminides	12-13 déc.	Gémeaux	40 à 80	Moyenne



Une série de satellites Starlink passe dans le ciel, juste après son déploiement en orbite. Un spectacle aussi impressionnant que néfaste à l'astronomie.
© V. Technologies

ABONNEZ-VOUS

et réalisez jusqu'à **60 %** d'économie

Vos privilèges en offre premium

- les avantages de l'offre papier
- vous retrouvez l'ensemble de nos articles et nos podcasts sur cieletespace.fr
- vous avez accès aux parutions des 3 dernières années en version numérique*

* Contenus lisibles sur PC et smartphone

OFFRE PREMIUM

le magazine + les contenus sur cieletespace.fr



Le nouveau site de *Ciel & espace.fr*

- Une navigation simplifiée
- L'ensemble des contenus accessibles en ligne
- Une esthétique soignée pour magnifier les photos

OFFRE PAPIER

le magazine + 2 hors-séries +1 almanach



Vos avantages abonné papier

- vous réalisez une économie sur l'achat en kiosque
- vous recevez votre magazine et ses hors-série directement chez vous
- vous êtes certain de ne manquer aucun numéro

EN CADEAU DE BIENVENUE

LE HORS-SÉRIE DÉBUTER EN ASTRONOMIE



+ sa carte du ciel universelle pour partir à la découverte des constellations au dos une carte de la Lune, avec ses principales formations

Envoyez le coupon ci-contre ou abonnez-vous en ligne avec le **CODE DEBUTER** sur www.cieletespace.fr

Service abonnés : serviceabonnes@cieletespace.fr ou 05 34 56 35 60 (10 h-12 h / 14 h-17 h)

Bon à retourner, avec son règlement, à

Ciel & espace c/o Opper Services, CS 60003, 31242 L'Union Cedex

1. Oui, je m'abonne, j'inscris mes coordonnées

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

Code postal |_|_|_|_|_| Ville .....

Tél .....

Mail* .....

* Indispensable pour accéder aux podcasts, versions numériques, articles et profiter du Club abonnés après création de votre compte sur www.cieletespace.fr

Je règle par chèque à l'ordre de Ciel & espace

Règlement par carte bancaire et autres offres d'abonnement en scannant ce QR code

2. Je choisis mon offre

OFFRE PAPIER

❑ **1 an**

73 € au lieu de 112,50 €*

❑ **2 ans**

137 € au lieu de 224,40 €*

6 magazines + 2 hors-séries + 1 Almanach / an **version papier**

Offres valables pour la France métropolitaine. Dom-Tom et autres pays, consultez nos offres sur www.cieletespace.fr/abonnement. Pour le Canada et les USA, contacter : Express Mag (Québec), au 1.800.363.1310 - mail : expsmag@expressmag.com - web : www.expressmag.com

* Valeur prix kiosque, podcasts et web selon l'abonnement.

OFFRE PREMIUM**

❑ **1 an**

95 € au lieu de 226,40 €*

❑ **2 ans**

177 € au lieu de 448,80 €*

6 magazines + 2 hors-séries + 1 Almanach / an **en versions papier et numérique**

Accès à **tous nos articles et tous nos podcasts sur cieletespace.fr**

Club abonnés

Lisible sur pc et smartphone

** En cas d'interruption de l'abonnement, l'accès au magazine numérique ainsi qu'aux archives sera automatiquement suspendu.

HS55

En application de l'article 27 de la loi du 06/01/1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande et sont communiquées aux destinataires la traitant. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès de nos services. Vous pouvez vous opposer à ce que vos nom et adresse soient cédés ultérieurement. Siège social : Ciel & Espace 17, rue Émile-Deutsch-de-la-Meurthe 75014 Paris.

CHOISIR SON INSTRUMENT POUR OBSERVER LES PLANÈTES

L'observation des planètes ne nécessite pas un ciel noir et peut se pratiquer même en ville. Dès lors, choisir son instrument revient à trouver le bon compromis entre le diamètre, qui détermine la quantité de détails accessibles, le prix et l'encombrement. Il y en a pour tout le monde, quel que soit l'âge, le budget ou le lieu d'observation.

Jean-Luc Dauvergne



Pour l'observation planétaire, la résolution obtenue est proportionnelle au diamètre du télescope. Les instruments de 200 à 300 mm offrent un bon compromis poids/performance. Photos © J.-L. Dauvergne/C&E

POUR LES ENFANTS

La petite lunette Lumi fabriquée par La 3e dimension est un instrument ludique à assembler soi-même

Notre avis

Nous avons testé cette petite lunette dans le *Ciel & espace* n° 608 (aout-septembre 2026). Il s'agit d'une lunette de 50 mm de diamètre à assembler soi-même. Une activité à faire avec un enfant à partir de 6 ans. Lumi lui permettra de faire ses premiers pas en observation, avec la Lune comme cible de prédilection. En la complétant d'un oculaire de 5 mm à acheter indépendamment, il est possible aussi de découvrir les anneaux de Saturne, les deux bandes nuageuses de Jupiter et de ses satellites. Cet instrument imprimé en 3D a un look irrésistible avec ses couleurs acidulées !

Accessoires conseillés : un oculaire de 12 mm et un oculaire de 5 mm.



LUNETTE LUMI

Diamètre : 50 mm

Focale : 205 mm

Poids : 1,8 kg

Magnitude limite : 10,6

Accessoires inclus : un renvoi coudé et un oculaire de 20 mm

Prix : 219 €

L'ASTRONOME EN HERBE

L'Acuter MaksyGo 60 est un petit télescope d'initiation créé à des fins éducatives. Il est adapté aux enfants à partir de 7 à 8 ans.

Notre avis

Ce petit télescope ressemble à un jouet. Il est conçu en partie en plastique. Mais il est doté d'optiques d'une qualité bien suffisante pour débuter. L'instrument est idéal pour arpenter la Lune, découvrir les anneaux de Saturne, la surface de Jupiter et ses satellites. Quelques nébuleuses et galaxies sont à sa portée.
Petit plus : le télescope est doté d'une trappe facile à ouvrir sur le côté. On comprend ainsi mieux comment fonctionnent le jeu de miroirs et le système de mise au point. Par ailleurs, un adaptateur permet de prendre des photos de la Lune au smartphone en le montant derrière l'oculaire.

Accessoires conseillés : L'oculaire de 10 mm d'origine gagne à être changé par un modèle d'entrée de gamme entre 50 et 70 €.
Lecture : le livre *Copain du ciel*, édité par Milan, est un grand classique pour les enfants.



Avec sa trappe sur le côté, le MaksyGo 60 est très pédagogique pour montrer comment fonctionnent les télescopes à miroir.

ACUTER MAKSYGO 60

Diamètre : 60 mm

Focale : 750 mm

Accessoires fournis : un oculaire de 20 mm et un oculaire de 10 mm, un renvoi coudé.

Poids : 1,25 kg

Prix : 135 €

POUR DÉBUTER DU BON PIED

Le télescope Maksutov Sky-Watcher MC 127/1500 StarQuest DX EQ permet d'aborder l'observation des planètes sérieusement avec son diamètre de 127 mm et son encombrement réduit.

Notre avis

Le gros avantage de l'observation planétaire est qu'elle peut se pratiquer en ville. Mais il s'agit bien souvent d'observer depuis un balcon. Pour cela, rien de tel que les télescopes de type Maksutov. Leur formule optique est compacte, et elle est par nature assez difficile à dérégler. Les interventions sur le réglage des miroirs peuvent être nécessaires, mais elles sont rares. Ce télescope de 127 mm permet de grossir jusqu'à 150 fois avec les accessoires fournis, mais un tel instrument permet sans problème de monter à 200x, voire 250x si on le complète avec un oculaire de 5 à 7 mm. La monture proposée ici est équatoriale et manuelle. Il faut tourner la molette d'un axe pour compenser la rotation de la Terre.



SKY-WATCHER MC 127/1500 STARQUEST DX EQ

Diamètre : 127 mm

Focale : 1500 mm

Accessoires fournis : oculaires de 10 et 20 mm, viseur point rouge.

Poids : 6,3 kg

Prix : 485 €

Accessoire conseillé : un oculaire de 5 mm
Lecture : le numéro annuel de *Ciel & espace* « Le Ciel en 2026 » (ou l'édition 2027, à paraître en octobre 2026).



Cette vue de la Lune très détaillée a été obtenue avec un Maksutov de 127 mm.
© J.-L. Dauvergne/C&E

LE COMPAGNON DES VILLES

Le Maksutov Sky-Watcher 180/2700 sur monture NEQ5 offre une solution compacte pour observer les planètes en ville.

Notre avis

Nettement plus puissant que le 127 mm, ce Maksutov de 180 mm de diamètre offre un bon compromis entre résolution et encombrement. Installé sur une monture NEQ5, il reste assez économique. Petit conseil : ajoutez une motorisation double axe classique (185 €), et non un système de pointage automatique.

La mise en route est plus rapide et le pointage automatique ne sert pas à grand-chose pour des cibles visibles à l'œil nu. Cet instrument autorise des grossissements de 300 à 400x confortables pour déceler les plus petits cratères lunaires, les petits nuages de Jupiter ou les plus fins détails de la surface de Mars. Même la région polaire d'Uranus peut être faiblement discernée ! Si vous cherchez une solution plus pointue pour observer les planètes, vous pouvez opter pour le Cassegrain Kepler 254 mm (3100 €), installé sur une monture EQ6-R (1679 €).

SKY-WATCHER 180/2700

Diamètre : 180 mm

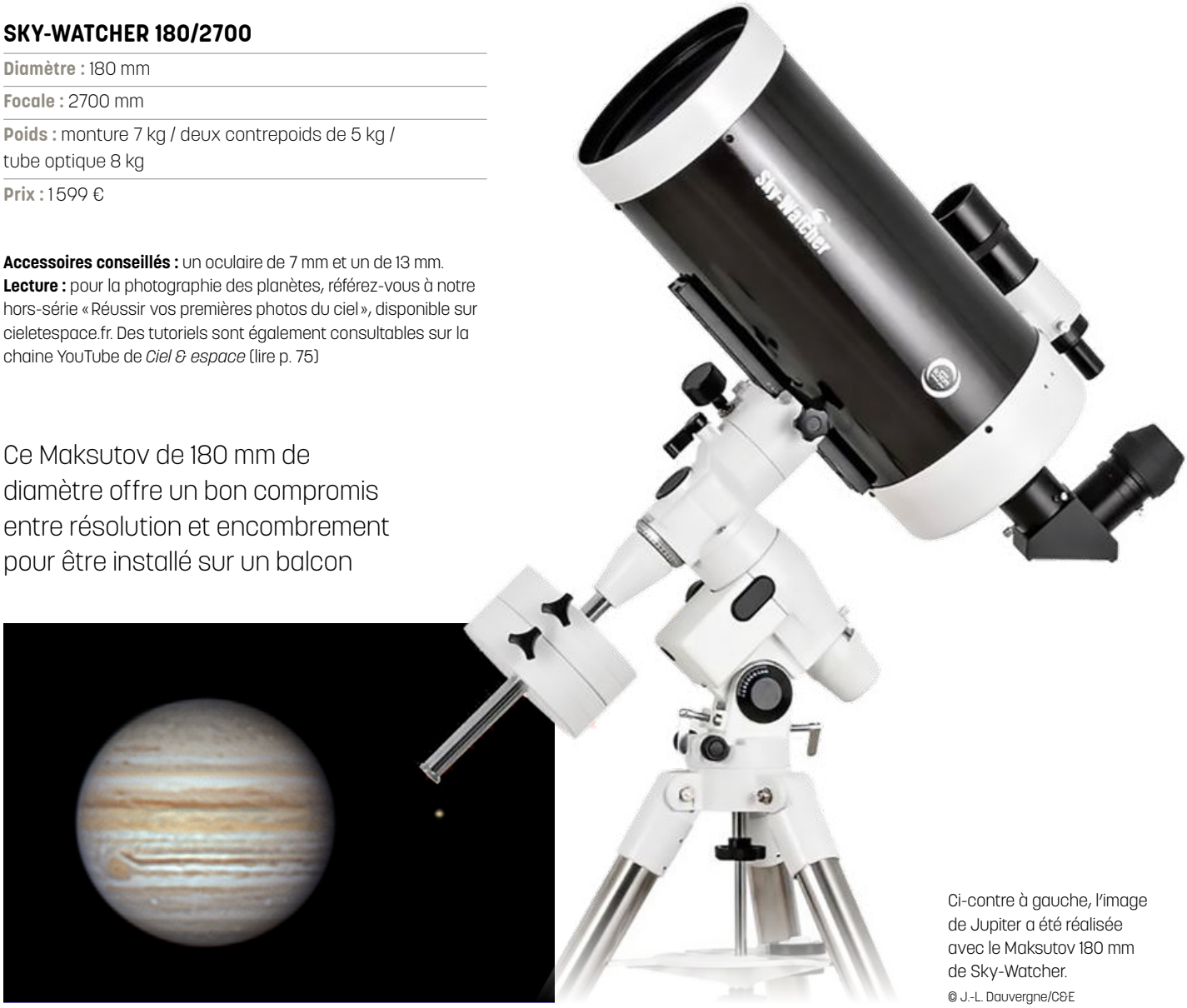
Focale : 2700 mm

Poids : monture 7 kg / deux contrepoids de 5 kg / tube optique 8 kg

Prix : 1599 €

Accessoires conseillés : un oculaire de 7 mm et un de 13 mm.
Lecture : pour la photographie des planètes, référez-vous à notre hors-série « Réussir vos premières photos du ciel », disponible sur cieletespace.fr. Des tutoriels sont également consultables sur la chaine YouTube de *Ciel & espace* (lire p. 75)

Ce Maksutov de 180 mm de diamètre offre un bon compromis entre résolution et encombrement pour être installé sur un balcon



Ci-contre à gauche, l'image de Jupiter a été réalisée avec le Maksutov 180 mm de Sky-Watcher.
© J.-L. Dauvergne/C&E

POUR LES EXPERTS

Le télescope Celestron SC 279/2800 Edge HD 1100 CGEM II GoTo offre puissance et polyvalence avec son optique de 280 mm de diamètre.

Notre avis

La marque Celestron s'est spécialisée dans les Schmidt-Cassegrain, très compacts pour leur diamètre. C'est idéal pour de l'observation itinérante. La marque propose cinq diamètres : 150, 203, 235, 280 et 355 mm. Le 280 mm (11 pouces) est un bon compromis en matière de poids et de performance. Depuis quelques années, Celestron a décliné la formule initiale en version Edge-HD. Ces télescopes sont dotés d'un correcteur optique qui améliore grandement les performances. Le diamètre de 280 mm commence à être confortable pour de l'observation visuelle. En photographie, une lentille de Barlow 2x permet de doubler la focale et de détailler les planètes. Au contraire, pour le ciel profond, il est possible de réduire la focale afin de diminuer le temps de pose. La marque propose un réducteur 0,72x. Son tarif est, hélas, élevé à 1289 €. Le correcteur du 235 mm (C9,25) est plus abordable ; c'est donc une alternative si votre budget est serré. Mais vous pouvez également rester sur l'idée du 280 mm en économisant sur la monture en occasion. À noter une autre alternative économique et intéressante si on a un jardin : prendre un Dobson motorisé de 300, 355 ou 400 mm chez Sky-Watcher.

CELESTRON SCHMIDT-CASSEGRAIN SC 279/2800 EDGE HD 1100 CGEM II GOTO

Diamètre : 280 mm

Focale : 2800 mm

Accessoire fourni : un oculaire de 16 mm

Poids : tube 13 kg / monture 18 kg / contrepoids 15 kg / trépied 9 kg

Prix : 6 499 €

Accessoires recommandés : oculaires de 40 mm, 25 mm, 10 mm, 7 mm et Barlow 2x.
Lectures conseillées : *Le guide d'astronomie* de Philippe Henarejos, paru chez Delachaux et Niestlé ; le numéro spécial de *Ciel & espace* « 60 objets célestes pour débuter au télescope » disponible en numérique sur cieletespace.fr



Les télescopes Schmidt-Cassegrain, très compacts pour leur diamètre, sont idéaux pour de l'observation itinérante



LES BONS PLANS DE L'OCCASION

Il y a de belles affaires à faire en occasion pour s'équiper. La faible demande de ces dernières années a tiré les prix vers le bas. L'essentiel des échanges de matériel se fait via les forums Astrosurf et Webastro, mais aussi sur Le Bon Coin. Lorsque le profil d'utilisateur est actif sur les forums, les arnaques sont rares. En cas de doute, le Bon Coin permet de sécuriser les transactions. Quoi qu'il en soit, il est conseillé de privilégier la remise en main propre.
Les télescopes et oculaires récents se négocient entre 50 et 60 % de leur prix neuf. Le haut de gamme décote un peu moins. Les tubes optiques à privilégier sont les Maksutov (de 127, 150 ou 180 mm), les Schmidt-Cassegrain Celestron de 203 à 355 mm, les Takahashi Mewlon 210 et 250, le Vixen VMC260 et les Cassegrain Kepler de 200 et 250 mm. Du côté des montures équatoriales, il n'est pas rare de voir des annonces nettement en dessous de 50 % du prix neuf. Profitez-en pour vous offrir du haut de gamme. On trouve de nombreuses montures Vixen GP et GP-DX entre 150 et 400 €, elles peuvent porter 8 et 12 kg. En monture de taille intermédiaire, les Sky-Watcher HEQ5 et les Vixen Sphinx SXD et SXD2 sont des bons choix entre 500 à 800 €. Pour des capacités de charge autour de 20 kg, cherchez les Takahashi EM-200, Vixen Sphinx SXP 2, Celestron CI700, Losmandy G11 entre 1000 et 2000 € selon ancienneté.

Il est possible de se constituer d'occasion un ensemble performant à partir de 1000 à 1500€ pour un 200 mm. Ci-dessus, un Vixen VMC260 sur une Sphinx SXD, un tel équipement de pointe peut se négocier autour de 3500€.
© J.-L. Dauvergne/C&E

POUR LE SOLEIL

Le Soleil occupe une place à part dans l'observation du Système solaire, car il requiert des filtres spéciaux. La stratégie de filtration la plus spectaculaire est d'isoler la raie d'absorption rouge de l'hydrogène dite H alpha. On accède ainsi à de nombreux détails de surface ainsi qu'aux protubérances formant des filaments spectaculaires au limbe. L'entrée de gamme de ces instruments est la petite lunette Acuter Elite Phoenix 40. Malgré son petit diamètre, elle permet déjà de faire des observations impressionnantes. Si vous avez un budget plus important, il faut vous tourner vers les gammes Heliostar de Sky-Watcher offrant des diamètres de 76, 100 et 150 mm.



En isolant la raie de l'hydrogène, l'Acuter Elite Phoenix 40 permet de voir les protubérances solaires.

ACUTER ELITE PHOENIX 40

Diamètre : 40 mm

Focale : 400 mm

Accessoires fournis : oculaire zoom 5 à 16 mm et viseur solaire

Poids : 2 kg

Prix : 1199 €

Accessoire conseillé : la lunette est vendue seule. Il faut donc lui adjoindre un trépied photo ou une petite monture motorisée. La Solar Quest chez Sky-Watcher est légère et optimisée pour l'observation solaire (429 €).

Lecture conseillée : *Astronomie solaire*, dirigé par Christian Villadrich aux éditions Axilone, aborde dans le détail toutes les méthodes pour observer l'astre du jour.

LES ACCESSOIRES

Lorsque l'on observe les planètes, le but est de pousser les performances du télescope au maximum en atteignant un grossissement de l'ordre de 2 à 2,5 fois le diamètre exprimé en millimètres. Pour cela, rien de tel qu'une lentille de Barlow 2x. Elle pourra aussi être utilisée pour prendre des photos en remplaçant l'oculaire par une caméra vidéo. La Barlow Ortho de Takahashi garantit une bonne qualité dans un budget très contenu de 127 €. Elle dispose d'un pas de vis pour monter une caméra. Côté caméra justement, la Player One Neptune-C-II est un excellent choix d'entrée de gamme à seulement 259 €. Si votre budget est plus large, préférez la Player One Uranus-C de performance comparable, mais dotée d'un plus grand capteur. Si vous optez pour un instrument de plus de 180 mm, il est intéressant de lui adjoindre un correcteur de réfraction, qui permet de corriger l'effet de prisme de l'atmosphère, celui-ci est d'autant plus fort que l'astre est proche de l'horizon. Comptez 158 € chez ZWO.



Le tarif des caméras optimisées pour l'observation planétaire s'est fortement démocratisé, c'est le cas pour la Player One Neptune-C II ci-dessus.

GALLERY ASTRO

ENCADREZ L'UNIVERS

La première **galerie photo en ligne**
dédiée à l'astronomie,
à l'Univers et aux paysages célestes



La Terre photographiée par la mission Artemis 2. © Nasa/Artemis 2/Kevin M. Gill

Scannez et découvrez
www.galleryastro.fr

LES RESSOURCES UTILES

Voici de quoi guider vos premières observations des planètes.

LES PLANÈTES EN NUMÉRIQUE



Stellarium

Logiciel et application

Ce logiciel de carte du ciel simple d'utilisation permet de visualiser à tout instant quelles planètes sont visibles dans le ciel et dans quelles conditions.

Gratuit (sauf pour la version Stellarium Plus pour smartphone, 16,99 €)

https://stellarium.org/fr/

Atlas virtuel de la Lune

Logiciel

Une carte de la Lune en 3D parfaite pour tous les astronomes amateurs, quel que soit le diamètre de l'instrument qu'ils utilisent.

Gratuit - www.ap-i.net/avl/fr/start



Atlas lunaire de LRO

Site internet

Cette carte de la Lune d'une résolution de quelques mètres est idéale pour rechercher les plus fins détails à la surface de notre satellite.

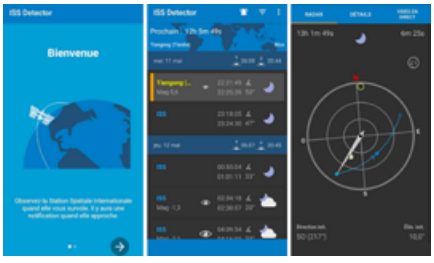
https://tinyurl.com/yfhdrtzz

Heavens Above

Site internet et application

Cette carte du ciel indique les planètes visibles, ainsi que les passages de la station spatiale internationale et de très nombreux satellites en fonction de votre position.

www.heavens-above.com



ISS Detector

Application

Pour connaitre les prochains passages de l'ISS et de la station chinoise au-dessus de chez vous.

Gratuit



Solar Eclipse Timer

Application

Il vous suffit de vous géolocaliser pour que cette appli calcule les horaires des différentes phases de l'éclipse pour votre position et vous « guide » oralement tout au long de l'éclipse.

Gratuit

Photopills

Application

Comment identifier les alignements entre une montagne ou un monument, depuis un lieu donné, avec une conjonction planétaire, un lever de Lune ou un coucher de Soleil ? Photopills vous dit tout cela !

Prix : 10,99 €

Sirius

Application

L'appli lancée par le youtubeur Zebroloss propose des informations spatiales et des alertes en temps réel afin de rendre les phénomènes célestes accessibles au plus grand nombre.

Gratuit

LECTURES

Le hors-série n°46 de Ciel & espace « Débuter en astronomie », fourni avec une carte du ciel et de la Lune.

www.cieletespace.fr/edition/hs-46





Observer les étoiles et les planètes, Philippe Henarejos, Delachaux & Niestlé, 130 p., 14,70 € : beaucoup de conseils pour tirer le meilleur parti d'un instrument d'astronomie.

La Lune et toi, La Terre et toi, ...

Cléa Dieudonné parvient avec brio à parler d'astronomie aux jeunes enfants dans cette série pleine d'humour et de science (éditions L'agrume, 14 € le livre).



Association française d'Astronomie

Le 12 août 2026
le Soleil s'éclipse



Rendez-vous sur **eclipseinfo.fr**

Retrouvez toutes les informations sur cet événement unique :
horaires, zones de visibilité, conseils d'observation, lunettes éclipse et ressources pédagogiques

© Blake Estes

EQUINOXE

ASTRONOMIE & NATURE

PARIS • LYON



ENTREZ DANS LA DÉCOUVERTE

PARIS • LYON
ASTRONOMIE & NATURE

33 cours Lafayette
69006 Lyon

Venez découvrir nos boutiques spécialisées
dans le matériel pour l'observation du ciel et de la nature.
Nos experts sont là pour vous accompagner.

equinoxe-univers.com

PARIS • LYON
ASTRONOMIE & NATURE

37 bd Beaumarchais
75003 Paris