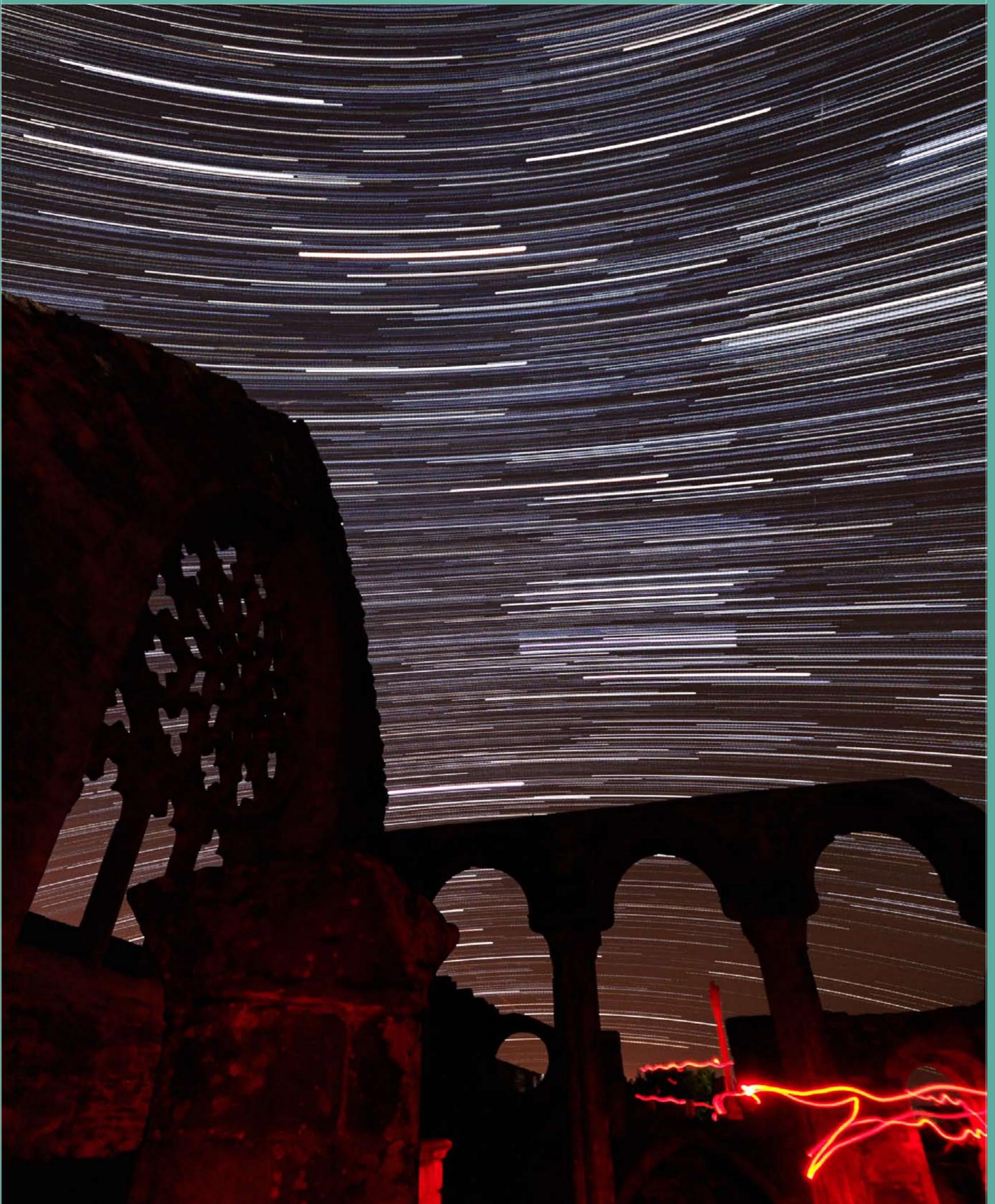


LE CIEL EN MOUVEMENT

Le ciel est en mouvement perpétuel. Il semble bien difficile d'en comprendre les rouages ! Mais cette complexité n'est qu'apparente. En étudiant rapidement la rotation de la Terre et les phases lunaires, vous comprendrez comment se reproduisent les conjonctions et les éclipses de Lune et de Soleil. En d'autres termes, vous y verrez plus clair !



Si vous enregistrez le déplacement des étoiles en l'espace d'une heure, chacune d'entre elles laissera un arc de cercle, preuve que la Terre tourne sur elle-même (à moins que ce ne soit le ciel qui nous tourne autour !).

VISIBLE



FRÉQUENT



LE CIEL EN MOUVEMENT

LE CIEL TOURNE !

EN FAIT... C'EST LA TERRE QUI TOURNE

LA TERRE TOURNE SUR ELLE-MÊME. SON AXE DE ROTATION PROJETÉ DANS LE CIEL COÏNCIDE AVEC LA POSITION DE L'ÉTOILE POLAIRE. AINSI, POUR UN OBSERVATEUR DE L'HÉMISPHERE NORD, LE CIEL ENTIER SEMBLE TOURNER AUTOUR DE CET ASTRE DE LA PETITE OURSE. DANS L'HÉMISPHERE SUD, AUCUNE ÉTOILE FACILEMENT VISIBLE NE CORRESPOND À LA POSITION DU PÔLE SUD CÉLESTE.



Les astres situés à l'équateur (au-dessus des lumières du jardin éclairé) dessinent des traits droits, tandis que les astres situés plus au nord (en haut à droite) tracent des arcs de cercle autour du pôle nord céleste. Les étoiles australes font de même autour du pôle sud céleste (invisible depuis l'hémisphère Nord).



Pour trouver l'Étoile polaire, il suffit de reporter 5 fois la distance qui sépare l'extrémité de la «grande casserole» (la Grande Ourse) vers le haut du récipient.

Dans le ciel, le Soleil apparaît à l'est, s'élève pour culminer en milieu de journée, puis redescend pour se coucher à l'ouest. La Lune, les planètes et les étoiles n'échappent pas à la règle. Ainsi, tous les astres tracent dans le ciel des arcs de cercle dont le centre n'est autre que la projection de l'axe de rotation de la Terre : le pôle nord céleste.

Par chance, une étoile relativement brillante est située tout près du pôle nord céleste : c'est l'étoile polaire, Alpha Polaris (l'étoile la plus brillante de la constellation de la Petite Ourse). Cette coïncidence céleste n'est valable que pour quelques centaines

d'années et d'ici 12 000 ans, ce sera au tour de la brillante Véga de venir se placer près du pôle nord céleste. Ce phénomène qui voit le pôle nord décrire un grand cercle dans le ciel selon un cycle de 25 800 ans, est appelé précession des équinoxes.

Vue de la France et des pays situés à une latitude semblable, l'étoile polaire est à mi-hauteur du zénith dans le ciel, soit environ 45° de hauteur. C'est la seule étoile qui ne bouge pas au cours de la nuit. En réalité, elle se déplace légèrement, puisqu'elle est à 1° du pôle nord céleste.



Dans l'hémisphère nord, toutes les étoiles semblent faire le tour de l'Étoile polaire visible au centre de la photo.

VISIBLE



FRÉQUENT



LE CIEL EN MOUVEMENT

LA LUNE CHANGE

SOUVENT LUNE VARIE, BIEN FOL QUI S'Y FIE

LA LUNE, SEUL SATELLITE NATUREL DE NOTRE PLANÈTE, TOURNE INLIASSABLEMENT AUTOUR DE NOUS EN UN PEU MOINS DE 30 JOURS. JOUR APRÈS JOUR, NOUS LA VOYONS CHANGER DE FORME : CE SONT LES PHASES LUNAIRES. D'ABORD CROISSANT DU SOIR, PUIS PREMIER QUARTIER, ELLE S'ARRONDIT PETIT À PETIT POUR DEVENIR PLEINE LUNE AU BOUT DE 15 JOURS. PUIS ELLE DÉCROÎT EN DERNIER QUARTIER ET CROISSANT DU MATIN AVANT DE RECOMMENCER.



Dans les premiers jours qui suivent la Nouvelle Lune, le croissant lunaire est visible le soir, là où le Soleil s'est couché.



Les croissants visibles en fin de nuit précèdent de quelques jours la Nouvelle Lune. Au contraire des croissants du soir, leur ventre est orienté vers la gauche (là où le Soleil apparaîtra).



Une semaine après la Nouvelle Lune, c'est la premier quartier, visible durant toute la soirée.



À la Pleine Lune, l'astre se lève à l'est une fois le Soleil couché à l'ouest. Elle est observable toute la nuit et se couche au moment où le Soleil se lève.

Quand la Lune est située entre la Terre et le Soleil, c'est la Nouvelle Lune. Sa face éclairée est tournée vers le Soleil. De la Terre, nous voyons la face ne recevant pas de Soleil. La Lune est donc un disque noir d'autant plus difficile à voir qu'il est proche de l'astre aveuglant qu'est le Soleil. Deux à trois jours plus tard, une fois le Soleil couché, un fin croissant apparaît à l'ouest. Au 7^e jour, le croissant s'est épaissi au point d'être maintenant une demi-Lune: c'est le premier quartier. La Lune continue à s'arrondir. Elle

est maintenant en phase gibbeuse, pas encore toute ronde. Elle se lève de plus en plus tard, en cours d'après-midi et se couche après minuit.

15 jours après la Nouvelle Lune, la Lune est tout à fait ronde : c'est la Pleine Lune. Elle est alors située à l'opposé du Soleil et se lève au moment où le Soleil disparaît. L'astre très lumineux éclaire fortement le ciel, gênant l'observation des étoiles faibles.

Puis la Lune dégonfle de jour en jour. Elle est à nouveau gibbeuse. 22 jours après la Nouvelle Lune,

elle forme un dernier quartier. La Lune se lève en seconde partie de nuit et reste visible durant la matinée.

Quelques jours plus tard, la Lune n'est plus qu'un croissant dont le ventre est tourné vers le Soleil. Il faut attendre la fin de la nuit pour la voir réapparaître quelques heures avant que le Soleil ne se lève. Au 30^e jour, c'est à nouveau la Nouvelle Lune.



LES ASTRES SE CROISENT

SI PROCHES ET POURTANT SI ÉLOIGNÉS

MIS À PART LES ÉTOILES QUI RESTENT IMPERTURBABLEMENT À LA MÊME PLACE, LES PLANÈTES ET LA LUNE ERRENT SANS FIN DANS LE CIEL, FRÉQUENTANT UNE BANDE RELATIVEMENT ÉTROITE APPELÉE ÉCLIPTIQUE (LÀ OÙ SE TROUVENT LES CONSTELLATIONS DU ZODIAQUE). IMMANQUABLEMENT, CES ASTRES SE FRÔLENT, FORMANT POUR QUELQUES HEURES OU QUELQUES JOURS UN COUPLE, UN TRIO, VOIRE PLUS : C'EST UNE CONJONCTION. MAIS CETTE PROXIMITÉ N'EST QU'APPARENTE, CAR LES DISTANCES QUI LES SÉPARENT SE MESURENT AU BAS-MOT EN MILLIONS DE KILOMÈTRES.



La Lune rend visite à l'amas d'étoile des Pléiades, tandis que la planète Vénus parade non loin de là. De telles scènes se produisent assez souvent, mais chacune est unique. Bien au-delà des planètes, les étoiles qui forment la constellation d'Orion, le chasseur accompagné de son chien, font héroïquement face aux étoiles du Taureau qui le charge.



La planète Mars est toute proche de l'étoile Régulus (dans le Lion). Un peu plus à gauche, la planète Saturne. Les conjonctions planétaires sont plus rares, car elles se déplacent assez lentement parmi les étoiles de la voûte céleste.



Vénus (à gauche) est en conjonction serrée avec Jupiter (à droite), à moins de 1° l'une de l'autre. Au fil des jours, Vénus s'est rapidement éloignée de Jupiter qui dérive bien moins rapidement que la Déesse de l'amour.

Un matin de juin, la Lune est en conjonction avec l'amas d'étoiles des Pléiades. En réalité, la Lune n'est qu'à 380 000 kilomètres de la Terre, alors que les Pléiades sont à... 450 années-lumière, soit 12 milliards de fois plus loin que la Lune ! Preuve que les conjonctions ne sont qu'apparentes.

Les planètes orbitent toutes autour du Soleil, à peu près dans le même plan : le plan de l'écliptique (correspondant à l'orbite de la Terre autour du Soleil). Elles y glissent lentement, chacune à sa propre vitesse, de 3 mois pour Mercure, la plus proche du Soleil, à 165 ans pour Neptune, la plus lointaine planète. Leur inclinaison par rapport à l'écliptique varie de 0,7° (pour Uranus) à 7° (pour Mercure).

Quant à la Lune, c'est un peu plus compliqué car le plan de son orbite est incliné par rapport au plan de l'équateur de la Terre, lui-même incliné par rapport à l'écliptique. Mais au final, la Lune a une inclinaison d'un peu plus de 5° par rapport à l'écliptique. En revanche, la Lune fait un tour du ciel bien plus rapidement : à peine 27 jours par rapport aux étoiles. La fréquence des conjonctions Lune-planète sera donc beaucoup plus élevée que celle des conjonctions planète-planète.

Dans les environs immédiats de l'écliptique se trouvent

quelques belles étoiles ou amas d'étoiles que la Lune ou les planètes peuvent croiser. C'est le cas d'Antarès (dans le Scorpion), Régulus (dans le Lion) et Spica (dans la Vierge) ou de l'amas des Pléiades (dans le Taureau) et de la Crèche (dans le Cancer).

Même si ces astres semblent très proches lors d'une conjonction, ils n'en sont pas moins très éloignés les uns des autres. C'est un effet de perspective, comparable au Soleil qui semble passer sous l'Arc de Triomphe quand vous êtes sur les Champs-Élysées le 1^{er} août, alors que notre étoile est située à 150 millions d'années-lumière de la Terre !

Ces rapprochements entre planètes et Lune sont d'excellents moyens de prendre conscience de leur déplacement parmi les étoiles, car ces astres dérivent si lentement qu'ils peuvent paraître immobiles. Or, les conjonctions sont très éphémères !





LES ASTRES SE FONT DE L'OMBRE

PARFOIS, LA TERRE, LA LUNE ET LE SOLEIL SONT ALIGNÉS ET S'ÉCLIPSENT

AU COURS DE SA RONDE, IL ARRIVE QUE LA TERRE S'INTERPOSE ENTRE LA PLEINE LUNE ET LE SOLEIL ET PLONGE LA LUNE DANS L'OMBRE : C'EST UNE ÉCLIPSE DE LUNE, VISIBLE DE TOUT UN HÉMISPHERE TERRESTRE. PARFOIS, LES RÔLES SONT INVERSÉS ET C'EST LA NOUVELLE LUNE QUI FAIT DE L'OMBRE À LA TERRE : C'EST UNE ÉCLIPSE DE SOLEIL, VISIBLE DEPUIS UNE BANDE ÉTROITE À LA SURFACE DE LA TERRE. MAIS LES DEUX PHÉNOMÈNES, BIEN QUE DE MÊME NATURE, ONT UN ASPECT RADICALEMENT DIFFÉRENT.



Lors d'une éclipse de Lune, elle est plongée dans l'ombre de la Terre. Elle devrait être invisible, mais une partie de la lumière rouge du Soleil filtre à travers l'atmosphère de la Terre et colore la Lune d'une belle teinte cuivrée.

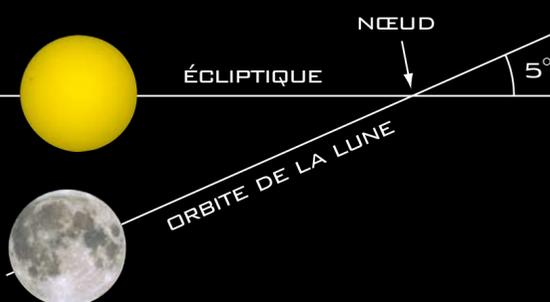


Au cours de cette éclipse partielle de Lune, la portion lunaire plongée dans l'ombre est invisible à cause du contraste avec la partie située hors de l'ombre.



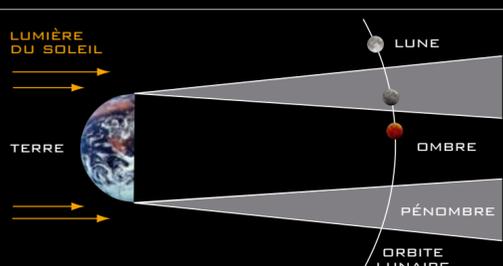
Le personnage tient un cerceau qui correspond au diamètre du cône d'ombre de la Terre au niveau de la Lune : il mesure environ 3 fois le diamètre de notre satellite.

Lors d'une éclipse totale de Lune, la luminosité de notre satellite diminue fortement : les étoiles sont bien visibles dans un ciel très sombre.



Si le Soleil et la Lune circulaient dans le même plan, il y aurait des éclipses à chaque Nouvelle Lune et Pleine Lune. Hélas, les deux astres naviguent sur deux plans différents inclinés de 5° l'un par rapport à l'autre. Ainsi, la Lune est la plupart du temps trop haute ou trop basse pour

permettre un alignement scrupuleux. Fort heureusement, il arrive que la Lune soit en un des deux points d'intersection de ces deux plans appelés « nœuds » : là, c'est l'éclipse assurée.



Une éclipse de Lune se produit lorsque la Lune entre dans le cône d'ombre de la Terre. L'éclipse peut être totale si la Lune y pénètre entièrement, sinon, elle n'est que partielle. Pour voir une éclipse de Lune, il suffit de voir l'astre, ce qui est le cas de tout observateur situé dans l'hémisphère faisant face à la Lune. Et comme la Pleine Lune se produit

lorsque notre satellite est à l'opposé du Soleil, vous vous rendez compte qu'il suffit qu'il fasse nuit pour voir l'éclipse ! Une éclipse de Lune dure généralement plusieurs dizaines de minutes. Son observation est donc tout à fait confortable. Il en va autrement pour les éclipses de Soleil. ...



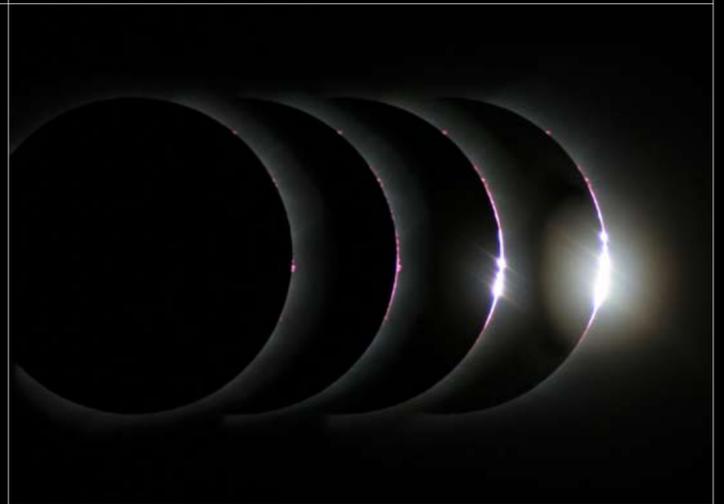
Une éclipse totale de Soleil est un spectacle aussi somptueux que rare : l'astre du jour s'entoure d'une superbe couronne qui s'étend sur un à deux diamètres solaires.



Pendant une éclipse totale de Soleil, le ciel est sombre, mais pas totalement noir. A l'horizon, sur 360°, le ciel est orangé comme au crépuscule. Dans le ciel, le Soleil n'est plus qu'un trou noir entouré d'une vaste couronne blanche.



Pendant une éclipse annulaire, le Soleil revêt l'aspect d'un anneau éblouissant, car la Lune, trop éloignée de la Terre, est incapable de recouvrir entièrement le disque solaire. La vision d'un tel anneau est pour le moins stupéfiant !



Dans les secondes qui précèdent et qui suivent la disparition totale du disque solaire, des portions minuscules du Soleil sont visibles à travers les régions basses du limbe lunaire. C'est «l'anneau de diamant» qui donne au Soleil l'aspect d'une bague ornée d'un chapelet de pierres étincelantes. Le liseré rouge est la chromosphère, la basse atmosphère du Soleil à la teinte caractéristique où s'élèvent des protubérances.

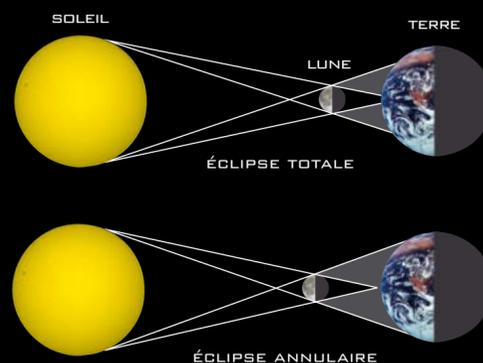
Pour observer une éclipse de Soleil, les conditions sont beaucoup plus draconiennes. Cet événement se produit lorsque la Lune s'interpose entre la Terre et le Soleil, faisant de l'ombre à la Terre. Coïncidence extraordinaire, vue de la surface de la Terre, la Lune a un diamètre très semblable à celui du Soleil, tantôt légèrement plus grand, tantôt légèrement plus petit.

Si la Lune est proche de la Terre, elle paraît sensiblement plus grosse et peut alors cacher entièrement le Soleil. Mais cette ombre projetée ne mesure qu'une centaine de kilomètres à la surface de la Terre. Il est donc impératif d'être dans cette bande de centralité pour espérer assister à une éclipse totale de Soleil. Si vous êtes hors de cette bande, l'éclipse de Soleil n'est que partielle et vous ratez tout l'intérêt d'une éclipse totale de Soleil, puisque vous ne verrez ni protubérance, ni couronne solaire. Dans le meilleurs des cas, une éclipse totale de Soleil dure un peu plus de 7 minutes !

Si la Lune est trop loin de la Terre, elle paraît légèrement plus petite que le Soleil et elle est incapable de le masquer entièrement. On a affaire à une éclipse annulaire : lorsque la Lune est pile devant lui, vous voyez une couronne aveuglante tout autour du disque lunaire noir.

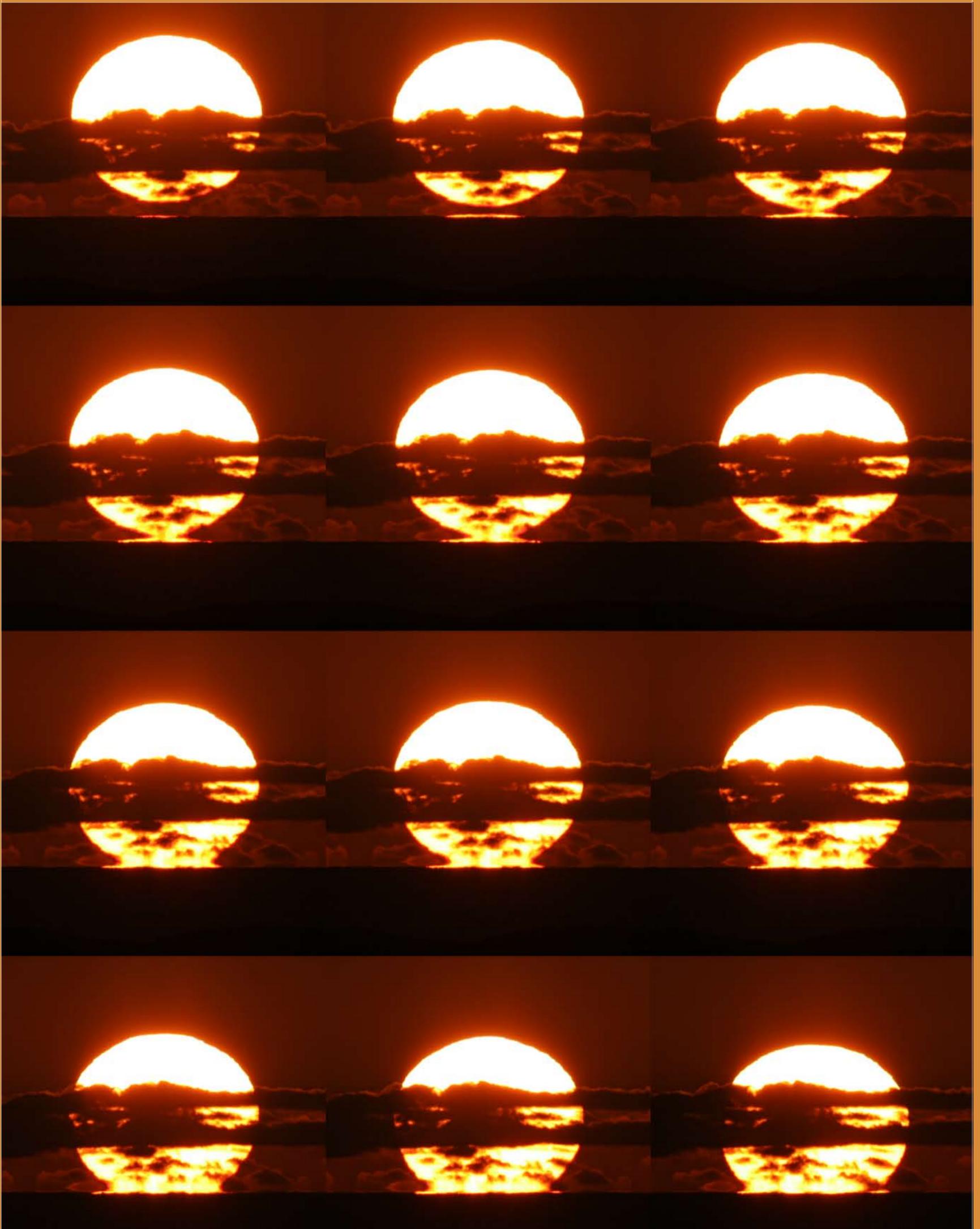
Attention ! Observer le disque solaire est dangereux pour les yeux. Il convient de se doter d'un filtre dédié à cet usage.

Une éclipse est un phénomène relativement rare. Il y en a au maximum 7 par an et 4 au minimum. Mais toutes ne seront pas observable depuis un même lieu. En gros, un observateur sédentaire ne verra en moyenne qu'une éclipse totale de Soleil tous les 400 ans et une éclipse de Lune tous les 1 à 3 ans ! Alors mieux vaut en profiter quand l'occasion se présente.



ATMOSPHÈRE, LA GRANDE ILLUSION

Nous percevons le ciel à travers le filtre de l'atmosphère de notre planète. Sa composition, ses variations de température et de densité font naître autant de phénomènes : le bleuissement du ciel, les mirages et le légendaire rayon vert.

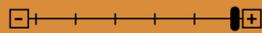


Le rougissement du Soleil couchant est une conséquence de la présence de l'atmosphère de la Terre. C'est aussi cette dernière qui est à l'origine du mirage sous le Soleil, au ras de l'horizon. Enfin, c'est encore elle qui fait apparaître le discret liseré vert visible en haut du Soleil.

VISIBLE



FRÉQUENT



ATMOSPHÈRE, LA GRANDE ILLUSION

LE CIEL EST BLEU !

OUI, MAIS POURQUOI ?

PARCE QUE LE COUCHER DU SOLEIL EST ORANGE !

LE CIEL EST BLEU. CETTE CONSTATATION EST SI ÉVIDENTE QU'ON EN OUBLIE JUSQU'AU BESOIN DE JUSTIFIER CE FAIT ! OR, C'EST LA RÉPONSE À CETTE QUESTION QUI EXPLIQUE AUSSI POURQUOI LES COUCHERS DE SOLEIL SONT ORANGES. CETTE COULEUR PROVIENT DE L'ATMOSPHÈRE DE LA TERRE DONT LES MOLÉCULES DIFFUSENT PLUS FORTEMENT LA LUMIÈRE BLEUE QUE LA LUMIÈRE ROUGE : L'EXCÈS DE BLEU ET LE DÉFICIT DE ROUGE A POUR CONSÉQUENCE CETTE TEINTE BLEUE FAMILIÈRE QUE REVÊT LE CIEL QUAND IL FAIT BEAU !



Au crépuscule, le ciel se teinte à son tour d'orange, d'autant plus si les aérosols sont abondants et réfléchissent la lumière orangée du Soleil levant ou couchant.



Le ciel est bleu, car les molécules de l'air diffusent plus fortement la lumière bleue que toute autre couleur : c'est la diffusion de Rayleigh. Où que l'on regarde, notre œil est inondé de lumière majoritairement bleue.



Les aérosols (poussières et brume) réfléchissent la lumière blanche du Soleil sans la diffuser : c'est la diffusion de Mie. Si le ciel est très poussiéreux et humide, il sera blanchâtre. Généralement, l'horizon est plus blanc que le zénith, car c'est près du sol que les aérosols sont les plus abondants.



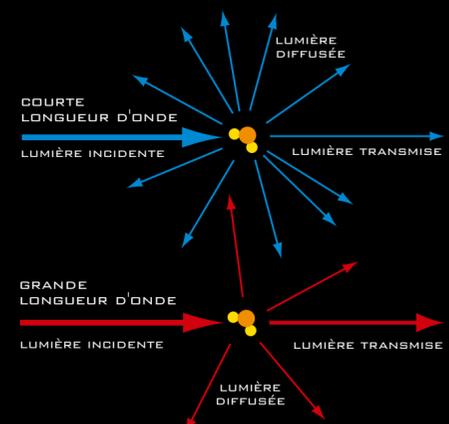
Le Soleil couchant est orange car les rayons bleus ont été diffusés au cours de leur traversée de l'atmosphère. Par déficit de lumière bleue, le Soleil devient orangé.

L'atmosphère de la Terre est un gaz. Comme tous les gaz, il est composé de molécules (di-oxygène, di-azote, etc.). Celles-ci altèrent la lumière qui la traverse. La diffusion de Rayleigh est une de ces altérations : elle a pour conséquence une forte diffusion de la lumière bleue par rapport à la lumière rouge. Par une journée sans nuage, les molécules de l'atmosphère renvoient vers nos yeux des rayons de différentes couleurs qu'elles ont diffusés dans toutes les directions. Et le bleu est bien plus abondant que le rouge, d'où la couleur bleue du ciel.

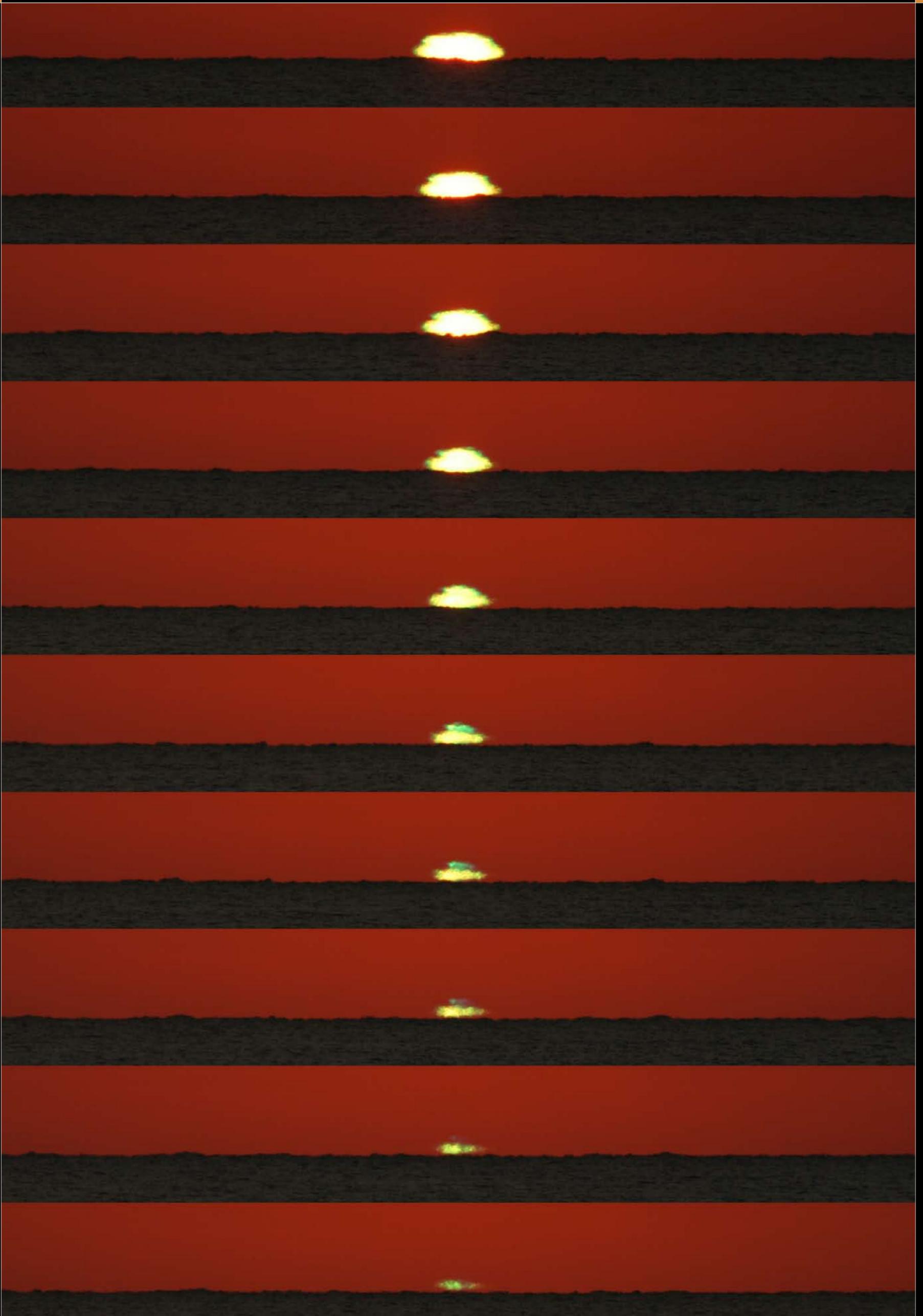
Mais le ciel n'est pas toujours parfaitement bleu ! Il est généralement bleu-clair, voire carrément blanchâtre. Cela dépend de la quantité d'aérosols (brume et poussières) contenues dans l'atmosphère. Plus il y en a, plus la

lumière blanche du Soleil est réfléchi, sans privilégier aucune couleur : c'est la «diffusion de Mie» qui éclaire le ciel d'une lumière blanche qui se mêle au bleu du ciel.

La diffusion de Rayleigh est à l'origine du rougissement du Soleil couchant. Lorsqu'il est proche de l'horizon, l'épaisseur d'atmosphère traversée par ses rayons est importante : la lumière bleue a été très diffusée au cours de cette longue traversée. Le bleu est donc presque absent au profit des autres teintes, surtout les rouges, très peu diffusées en amont. Le Soleil est orangé. Il illumine le ciel qui devient orange à son tour à cause de la diffusion de Mie. Si le ciel est bleu, c'est donc parce que le coucher de Soleil est orange ! Et réciproquement.



ATMOSPHERE, LA GRANDE ILLUSION



Le Soleil est au ras de l'horizon, mais il est encore éblouissant, preuve de l'exceptionnelle transparence du ciel. Un mirage inférieur confère au sommet du Soleil une forme de lentille qui permet de voir plus facilement le liseré vert à l'origine du rayon vert (bien visible sur 3 dernières photos).

VISIBLE



FRÉQUENT

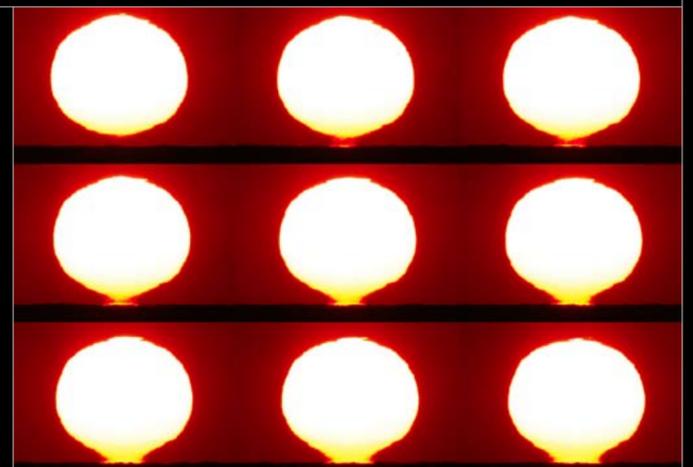
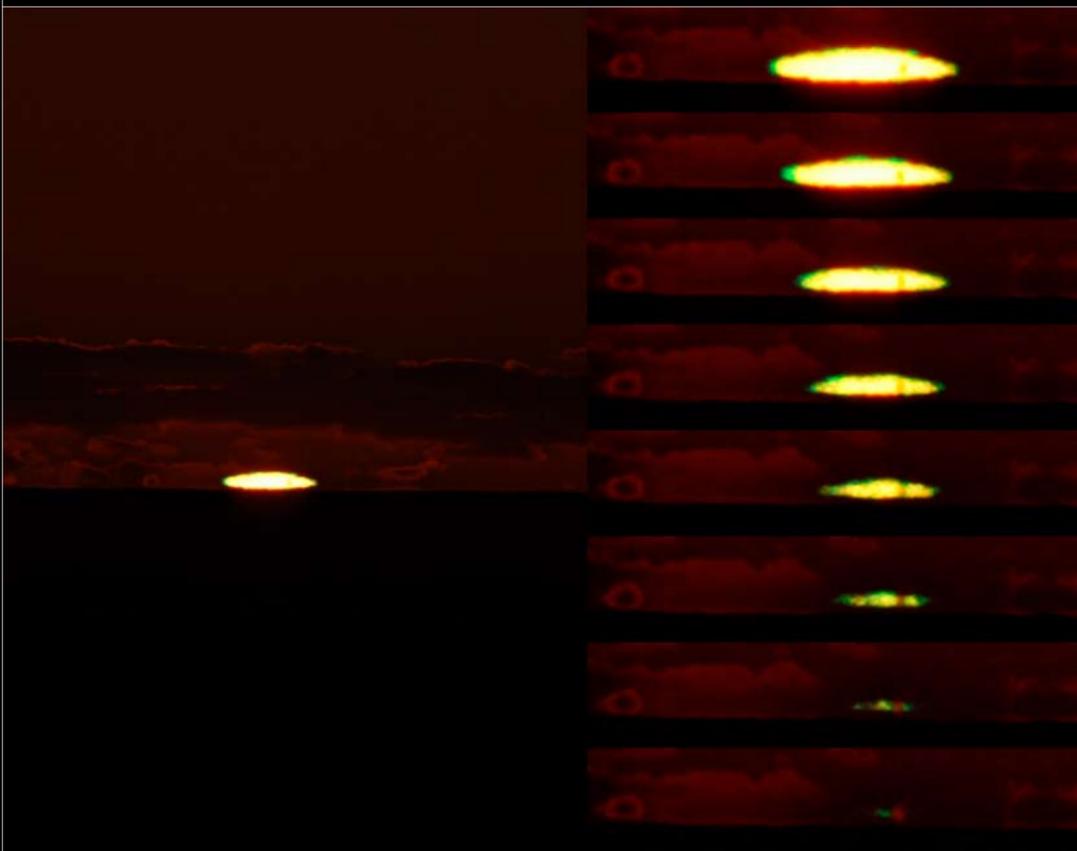


ATMOSPHÈRE, LA GRANDE ILLUSION

LE MYSTÉRIEUX RAYON VERT

QUAND L'ATMOSPHÈRE SE PREND POUR UN PRISME

LE RAYON VERT N'EST PAS UNE LÉGENDE ! LORSQUE LE SOLEIL SE COUCHE, IL ARRIVE QUE L'ULTIME PORTION DE SON DISQUE SOIT DE COULEUR VERTE. IL ÉMET ALORS UNE LUMIÈRE VERTE APPELÉE «RAYON VERT». MAIS AVANT QU'IL NE DISPARAISSE ENTIÈREMENT, IL EST POSSIBLE D'OBSERVER CE LISERÉ VERT AU SOMMET DU SOLEIL À L'AIDE DE JUMELLES. CE N'EST PAS UN PHÉNOMÈNE FRÉQUENT, MAIS LA CHASSE AU RAYON VERT EST PASSIONNANTE ET ENVOÛTANTE, COMME UNE QUÊTE DU GRAAL POUR SAISIR CE PHÉNOMÈNE TRÈS ÉPHÉMÈRE.



Si le Soleil prend cette forme en Oméga (dû à un mirage inférieur), c'est bon signe : au moment où le fin liseré vert traversera ce mirage, il verra ses dimensions verticales magnifiées, ce qui favorisera l'apparition du rayon vert. Ce sera bel et bien le cas (voir panneau précédent) !

Les ultimes rayons émis par le Soleil sont verts : c'est le fameux rayon visible à condition que la transparence de l'atmosphère soit bonne.

ATTENTION : Observer le Soleil peut être dangereux. S'il est éblouissant, ne l'observez pas à l'œil nu, et encore moins avec un instrument (jumelles ou lunette astronomique). Vous ne risquez rien si le Soleil n'est pas éblouissant.

L'atmosphère de la Terre est dense au niveau de la mer, mais sa densité décroît à mesure que l'altitude s'élève. Ainsi, l'atmosphère de la Terre est assimilable à un prisme qui décompose (on dit qu'elle réfracte) la lumière. Mais cette décomposition est faible et se manifeste surtout pour les astres proches de l'horizon. Lorsque le Soleil se lève ou se couche, sa lumière se voit donc réfractée et l'on observe une infinité de disques solaires très proches les uns des autres et se super-

posant en grande partie : le disque le plus rouge est en bas et le plus bleu en haut.

Mais c'est sans compter sur la dispersion de la lumière bleue qui est importante quand le soleil est proche de l'horizon. Ainsi, la plupart du temps, les disques bleutés sont invisibles et seuls les disques verts sont perceptibles. Au final, du fait de la forte superposition de ces disques colorés, seul un liseré rouge est visible tout en bas du Soleil et un vert tout en haut.

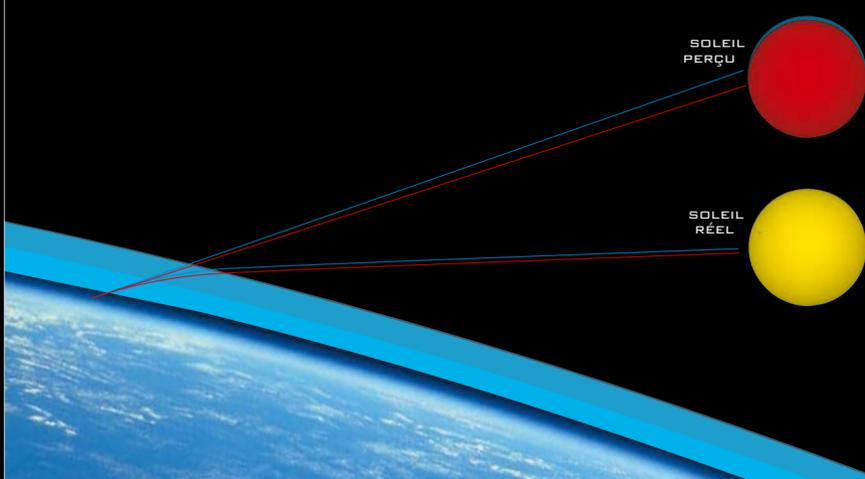
Lorsque le Soleil est sur le point de disparaître entièrement, seul le liseré vert demeure visible quelques fractions de seconde : c'est le rayon vert ! Dans le meilleur des cas, à la faveur d'un mirage inférieur qui va agrandir verticalement le liseré vert, ce flash vert sera visible près de 2 secondes.



Le liseré bleu qui peut engendrer un rayon bleu est rarement visible, car la lumière bleue est fortement diffusée à travers l'atmosphère terrestre. Mais quand le ciel est très pur, il est possible de l'apercevoir, en particulier si le Soleil n'est pas encore trop bas.



Tout comme le Soleil, la Lune est elle aussi affectée par la réfraction de l'atmosphère de la Terre. Sur cette photo, un liseré vert est visible au sommet de la Lune, tandis qu'en dessous, c'est un liseré rouge qui se manifeste.



LE CIEL DANS UNE GOUTTE D'EAU

L'eau est un élément primordial et caractéristique de notre planète Terre. Que ce soit sous forme de gouttes d'eau, de gouttelettes de brouillard ou de cristaux de glace, elle modifie la trajectoire des rayons lumineux du Soleil et décompose ses couleurs, nous offrant nombre de spectacles atmosphériques, des arcs-en-ciel si familiers aux arcs lumineux les plus rares. Tous ces phénomènes sont faciles à voir, à condition de savoir comment, quand et où ils se forment.



Le ciel est partiellement recouvert de cirrus, de fins nuages emplis de cristaux de glace. La lumière du Soleil est réfractée en traversant ces paillettes d'eau gelée, et ressort en formant un halo de 22° de rayon tout autour du Soleil. Ce type de phénomène est assez fréquent, mais en général, seuls les initiés y prêtent attention.

VISIBLE



FRÉQUENT



LE CIEL DANS UNE GOUTTE D'EAU

JEUX D'OMBRES

LA NATURE EN OMBRES CHINOISES

UN NUAGE PLACÉ DEVANT LE SOLEIL PROJÈTE UNE OMBRE. SI LA BRUME EST ASSEZ ÉPAISSE, LE CONTRASTE ENTRE OMBRE ET LUMIÈRE SE MATÉRIALISE. DES RAYONS SOMBRES ET CLAIRS APPARAÎSSENT. CE SONT LES RAYONS CRÉPUSCULAIRES. PARFOIS MÊME, CES RAYONS SE REJOIGNENT À L'OPPOSÉ DU CIEL POUR FORMER DES FIGURES AU NOM PEU AMEN : LES RAYONS ANTICRÉPUSCULAIRES.



Le Soleil est masqué par de petits nuages. Les rayons qui filtrent au bord des nuées dessinent dans la brume de délicats rayons clairs et sombres répondant au nom peu poétique de rayons crépusculaires.



Il est possible de voir des rayons crépusculaires émerger de derrière l'horizon où le Soleil s'est couché. Ils trahissent la présence de nuages au-delà de la ligne d'horizon, soit à plus de 200 km !



Des rayons crépusculaires peuvent apparaître dans la brume quand la lumière du Soleil filtre à travers le feuillage.



L'origine de ces éventails aux « motifs » clairs et sombres est simple à comprendre. Ils se forment quand un nuage (ou un sommet montagneux) s'interpose entre le Soleil et l'observateur et projète dans l'atmosphère brumeuse des pinceaux clairs de lumière qui alternent avec des zones sombres plongées dans l'ombre. Ce sont les rayons crépusculaires.

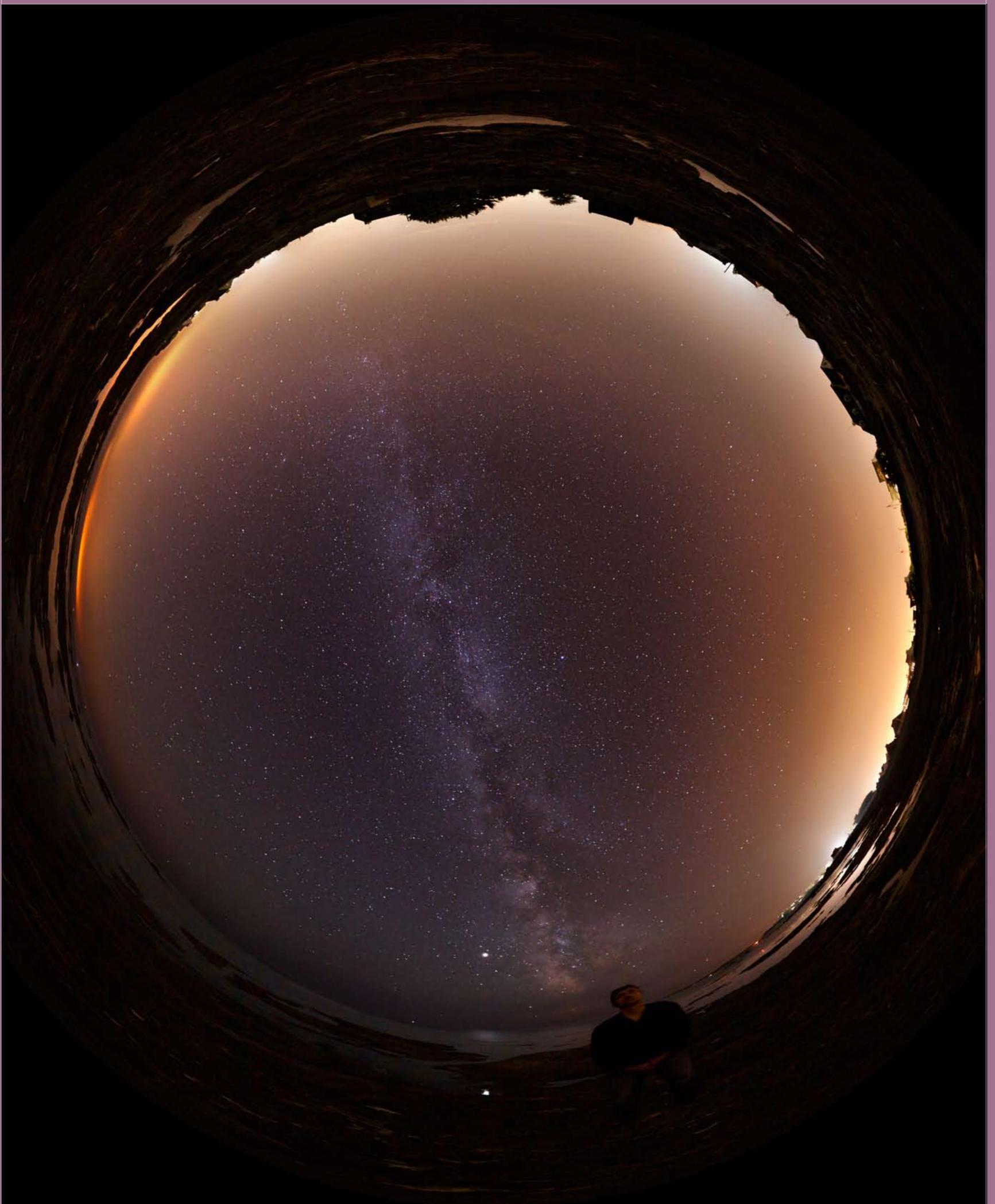
Ces pinceaux lumineux rayonnent tout autour du Soleil et semblent plus ou moins divergents selon la position de l'astre du jour : ils paraissent presque parallèles si le Soleil est bien haut dans le ciel et peuvent au contraire diverger fortement s'il est bas.

Dans des circonstances particulièrement favorables, il est possible de voir les rayons crépusculaires converger et finir par se rejoindre dans la direction opposée au Soleil (le « point anti-solaire ») : ce sont les rayons anticrépusculaires.

Non, le Soleil n'est pas devant vous, mais dans votre dos ! Car ces rayons lumineux ne divergent pas mais se rejoignent à l'opposé du Soleil. Ce sont des rayons anticrépusculaires.

LE CIEL EST LEUR REPAIRE

Des traînées d'avions à la voie lactée, en passant par la lumière cendrée ou le aurores boréales, le ciel est empli de créatures fascinantes. Certaines sont domestiques (les satellites par exemple), d'autres si sauvages (telle la lumière zodiacale) que la moindre pollution lumineuse les fait fuir ! Mais toutes ont fait du ciel leur repaire. Voici quelques-unes de ces créatures, des plus proches aux plus éloignées, qui vous seront bientôt familières.



En été, la voie lactée barre la voûte céleste en deux. C'est un de ces animaux sauvages qui peuplent le ciel. Mais un fléau la chasse de nos cieux : la pollution lumineuse due à l'usage inconsidéré de l'éclairage public. En apprenant à les connaître, vous saurez comment les observer au mieux.

LE CIEL EST LEUR REPAIRE



Ce satellite qui est passé tout près de l'Étoile polaire a «flashé», c'est-à-dire qu'il est devenu très brillant quand le Soleil s'est réfléchi à sa surface et a été renvoyé dans ma direction.

VISIBLE



FRÉQUENT



LE CIEL EST LEUR REPAIRE

DES LUCIOLES DANS LE CIEL

DES POINTS LUMINEUX À NOTRE SERVICE

ILS COÛTENT DES DIZAINES DE MILLIONS D'EUROS ET SONT DES CENTAINES À TOURNER AUTOUR DE LA TERRE : CE SONT LES SATELLITES ARTIFICIELS, LANCÉS PAR LES HOMMES POUR LES SERVIR. SAVIEZ-VOUS QU'IL EST FACILE DE LES VOIR ? LES SATELLITES SONT CARÉNÉS DE SURFACES MÉTALLIQUES TRÈS RÉFLÉCHISSANTES. À L'ALTITUDE OÙ ILS CIRCULENT, ILS PEUVENT ÊTRE ENCORE ÉCLAIRÉS PAR LE SOLEIL, ALORS QUE POUR NOUS, C'EST DÉJÀ LA NUIT. AINSI, NOUS LES VOYONS, TÊTES D'ÉPINGLES LUMINEUSES TRAVERSANT LE CIEL EN TOUTE SÉRÉNITÉ, COMME DES LUCIOLES QUI SE PRENDRAIENT POUR DES ÉTOILES, MÊME SI CERTAINS D'ENTRE EUX, TELS LES IRIDIUMS, JOUENT LES PHÉNIX !



La station spatiale internationale (ISS), aussi brillante que les plus brillantes étoiles, croise la Lune. Il n'est pas difficile de la repérer, d'autant plus qu'elle grandit au fil des années, à mesure que de nouveaux éléments sont ajoutés à ce mécano spatial. Depuis 2008, elle est aussi brillante que la planète Vénus.

Les satellites sont des engins de quelques mètres de long tout au plus qui naviguent généralement entre 350 et 1000 km d'altitude (orbites basses). À cette altitude, ils effectuent un tour complet de la Terre en 1h30 environ.

Et si les satellites devaient avoir une Reine, ce serait la station spatiale internationale (ISS en anglais), vaste assemblage de cylindres et de panneaux solaires de plusieurs dizaines de mètres de long, dans laquelle demeure un équipage de quelques hommes remplacés régulièrement. Elle orbite à 350 km d'altitude et fait un tour de la Terre en une heure et demi. Tous les mois et demi environ, elle est visible pendant quelques jours dans le ciel de la France métropolitaine.

Il en va tout autrement pour les satellites dits géostationnaires. Ceux-ci tournent autour de la Terre à la vitesse où la Terre tourne sur elle-même. Ils paraissent donc immobiles dans le ciel. Fort heureusement, car ces satellites qui servent notamment d'émetteurs pour les chaînes de télévision doivent être immobiles, puisque nos paraboles servant à la réception sont fixes. Pour tourner si lentement (24h contre 1h30 pour l'ISS), les géostationnaires sont sur des orbites très hautes, à 36 000 km au-dessus de la surface de la Terre.

Cette photo prise au téléobjectif a été réalisée avec un simple trépied. Les étoiles laissent alors de longues traînées. De minuscules points sont perdus parmi ces traits lumineux : ce sont les satellites géostationnaires qui restent toujours à la même position par rapport à la Terre, donc qui ne tournent pas avec le ciel.

Tous les deux mois environ, l'ISS fréquente le ciel du soir. Elle n'est pas difficile à repérer grâce à sa luminosité, mais l'idéal est de prévoir ses passages grâce à des sites internet vous indiquant les horaires exacts de passage tels calsky.com et heavens-above.com.



L'ISS arrive de l'ouest (à droite) et s'évanouit en passant sous le V de la constellation de Taureau. L'explication est toute simple : en entrant dans le cône d'ombre de la Terre, la station spatiale cesse d'être éclairée par le Soleil et devient invisible.



Au début de l'été, depuis la France métropolitaine, le Soleil ne descend pas très bas sous l'horizon. Les satellites sont alors éclairés pendant presque toute la nuit. Sur cette photo, on voit les satellites s'éteindre lorsqu'ils arrivent dans le cône d'ombre de la Terre.



Pour qu'un satellite soit observable, il doit être éclairé par le Soleil. Mais en plein jour, il n'est pas possible de le voir car le ciel est trop lumineux. Il faut donc attendre la nuit. Mais s'il fait nuit, le satellite risque d'être lui aussi plongé dans l'ombre par la Terre, donc d'être invisible.

Cependant, leur altitude est un atout. Alors que pour nous le Soleil est couché et qu'il fait nuit noire, ils sont encore éclairés par le Soleil, car situés bien au-dessus de la surface de la Terre. Ainsi, nous pouvons voir des points lumineux traverser le ciel et éventuellement entrer dans l'ombre de la Terre puis s'éteindre en quelques secondes.

En été, à la latitude de la France, le Soleil ne descend pas très bas sous l'horizon : il est possible de voir des satellites pendant une grande partie de la nuit. En revanche, en hiver, le Soleil s'enfonce profondément sous l'horizon et la grande majorité des satellites est trop basse pour s'extirper de l'ombre de la Terre. Ils ne sont donc visibles qu'à la tombée de la nuit et au point du jour.



Ce satellite clignotant (à droite) est sans doute un engin en rotation sur lui-même. Selon son orientation par rapport au Soleil et à l'observateur, il est plus ou moins lumineux : son éclat fluctue. Un autre satellite à la trajectoire presque verticale varie d'intensité de manière bien moins régulière, allant jusqu'à émettre un court flash à la verticale de l'éolienne.

LE CIEL EST LEUR REPAIRE



Le Soleil se réfléchit dans ma direction sur une antenne plane d'un satellite Iridium : un «flash Iridium» brièvement apparaît dans le ciel du crépuscule.



En gros-plan, tous les flashes Iridiums se ressemblent, et seuls leur éclat et la région du ciel dans laquelle ils apparaissent changent. Celui-ci se produit dans la constellation de Pégase et atteint la magnitude très respectable de -6 (plus que Vénus).



Cette photo a été prise pendant la nuit des étoiles filantes des Perséides. La traînée lumineuse visible près de l'horizon n'est pas un météore, mais un flash Iridium se déplaçant de droite à gauche et dont j'ai raté le début, d'où son aspect asymétrique.



Je ne pouvais laisser passer ce double flash Iridium provoqué par les Iridiums 7 et 51 idéalement placés dans la tête du Lion, entre la Lune (à gauche) et Saturne et Mars à droite, eux-même non loin de Castor et Pollux (dans les Gémeaux).



L'observation des satellites deviendrait vite monotone sans les flashes Iridium. Les satellites Iridium, utilisés pour la communication par téléphones satellitaires, possèdent trois antennes parfaitement lisses et très réfléchissantes, qui agissent comme des miroirs navigants dans l'espace. La position de ces «miroirs» étant connue précisément, un ordinateur est capable de prévoir à la seconde près le moment où une de ces antennes réfléchira la lumière du Soleil dans votre direction. Vous assisterez alors à un «flash Iridium» qui peut atteindre un éclat bien supérieur à celui de la brillante planète Vénus.

À naviguer inlassablement dans le ciel, il arrive inmanquablement qu'un satellite

passe devant la Lune ou le Soleil. On observe alors à un «transit» : la silhouette sombre du satellite se dessine sur le fond brillant de la Lune ou du Soleil (qu'il convient bien évidemment d'observer à l'aide d'un filtre solaire qui protège nos yeux). Si les satellites sont trop petits pour que leur transit soit intéressant à observer, le passage d'ISS devant le disque solaire est très excitant. La station spatiale est si grande qu'il est possible d'en voir distinctement sa silhouette faite de cylindres auxquels sont attachés de longs panneaux solaires. Mais le bonheur est de courte durée car un transit dure au mieux 2 à 3 secondes.

Le soir de la demi-finale de la coupe du monde de football 2006 qui oppose l'Italie à la France, alors que des dizaines de millions de spectateurs n'ont d'yeux que pour le terrain, je scrute le disque du Soleil à travers le verre de visé de mon appareil photo, prêt à déclencher en rafale pour ne rien rater du transit de l'ISS. Chacun des points noirs alignés est une image de la silhouette de l'ISS prise à la cadence de 3 images par seconde. La meilleure (enfin, la moins pire) image extraire en haut à droite montre une station à la forme caractéristique.

VISIBLE



FRÉQUENT



LE CIEL EST LEUR REPAIRE

LE CLAIR DE TERRE

LA TERRE ÉCLAIRE LA LUNE

LORSQUE LA LUNE EST UN FIN CROISSANT, IL EST POSSIBLE DE DEVINER SES CONTOURS, MÊME DU CÔTÉ QUI N'EST PAS ÉCLAIRÉ. MAIS ALORS, POURQUOI VOIT-ON CE VASTE MORCEAU DE LA LUNE, ALORS QU'IL DEVRAIT ÊTRE PLONGÉ DANS LE NOIR ? PARCE QUE C'EST LA TERRE QUI ILLUMINE LA SURFACE LUNAIRE !



Un croissant de Lune accompagné de sa lumière cendrée est un spectacle si magnifique que l'on souhaiterait le capturer ! Hélas, ce phénomène n'est visible que quelques jours par mois aux environs de la Nouvelle Lune.

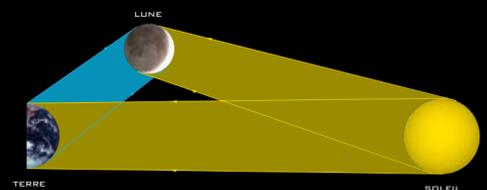


La lumière cendrée fait partie des spectacles célestes dont je ne cesserai de me laisser ! Comment ne pas être en admiration devant cette délicate lueur sur fond de ciel bleu nuit ?



La Terre est une planète très brillante. Elle a un albédo moyen d'environ 0,35, c'est-à-dire qu'elle réfléchit 35 % de la lumière qu'elle reçoit du Soleil. Lorsque la Lune est en croissant, elle est proche de l'axe Terre-Soleil. Ainsi, vue de la Lune en croissant, la Terre est presque Pleine : son hémisphère éclairé et presque entièrement tourné vers la Lune.

La Lune intercepte une partie de cette lumière du Soleil réfléchi par la Terre. C'est elle qui illumine la partie de la Lune qui n'est pas directement éclairée par le Soleil. C'est le génial Léonard de Vinci qui fut le premier à comprendre l'origine de la lumière cendrée, il y a 500 ans.



En gros-plan, la pâle lumière cendrée révèle les mers lunaires (zones sombres) et les régions cratérisées (zones claires). La présence du croissant de Lune éblouissant en fait un sujet très contrasté. Il faut choisir de révéler soit la lumière cendrée, soit le croissant lunaire.

RÉPONSES EN IMAGES

De part son caractère inaccessible, le ciel est source de bien des interrogations. Voici 10 questions que vous vous posiez peut-être déjà. Et quoi de mieux que des images pour y répondre ?!



Le ciel n'est pas immuable. Quand un nouvel astre apparaît, comment savoir de quoi il s'agit ? Ici, c'est la comète Holmes qui est devenue subitement très brillante fin 2007 lorsque son noyau s'est rompu. J'ai pris la liberté d'indiquer sa position en prolongeant numériquement un panneau routier, car la DDE n'est pas assez réactive !

LA LUNE EST-ELLE PLUS GROSSE À L'HORIZON ?

NON, C'EST NOTRE CERVEAU QUI NOUS TROMPE

LORSQUE LA LUNE EST JUSTE AU-DESSUS DE L'HORIZON, ELLE PARAÎT TRÈS GROSSE. PUIS À MESURE QU'ELLE S'ÉLÈVE DANS LE CIEL, ELLE SEMBLE RAPETISSER. N'EST-CE QU'UNE ILLUSION ? OUI ! EN RÉALITÉ, C'EST MÊME LE CONTRAIRE, PUISQUE LA LUNE EST LÉGÈREMENT PLUS LOIN DE NOUS LORSQU'ELLE SE LÈVE. CETTE ILLUSION TIENT À LA FAÇON DONT NOTRE CERVEAU INTERPRÈTE CE QU'IL VOIT, ET C'EST BIEN LÀ TOUT LE PROBLÈME !



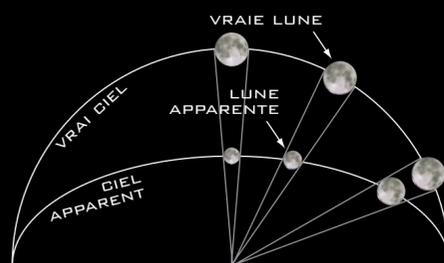
Si vous êtes sûr que la Lune est plus grande quand elle se lève, vous n'avez qu'à la mesurer... et vous verrez bien que ce n'est qu'une illusion !



La Lune et le Soleil ne sont pas les seuls astres touchés par cette illusion. La constellation d'Orion (en haut de la photo) semble elle aussi beaucoup plus grosse lorsqu'elle est proche de l'horizon.

Nous ne voyons pas directement avec les yeux. Notre cerveau récupère les informations lumineuses que lui envoient nos rétines, les interprète et communique le résultat à notre conscience. Or, différents mécanismes inconscients de perception visuelle entrent en jeu, certains contrariant les autres. Mais au final, il est clair que tout objet céleste proche de l'horizon (Lune, Soleil, constellation, etc.) nous paraît plus étendu.

Pour le moment, aucune théorie n'explique parfaitement pourquoi les astres semblent plus gros. L'hypothèse la plus largement admise fait appel à la façon dont nous percevons la voûte céleste. Nous ne la voyons pas comme une sphère, mais comme un bol aplati. Or, notre œil perçoit toujours la Lune avec le même diamètre apparent. Ainsi, lorsqu'elle est à l'horizon, notre cerveau a l'impression qu'elle est loin sur la voûte céleste, mais comme elle a toujours le même diamètre, il lui semble que la Lune est grosse. Au contraire, lorsque la Lune est haute dans le



ciel, il a l'impression qu'elle est proche, mais comme elle a toujours le même diamètre, le cerveau pense que la Lune est petite.

Pour vous prouver que tout ceci n'est que le fruit d'une interprétation complexe de la part de notre cerveau, prêtons-nous à quelques expériences. Observez la Lune proche de l'horizon la tête en bas ou à travers un tube. Dans ces 2 cas, la Lune retrouvera son diamètre habituel, celui qu'elle a lorsqu'elle est haute dans le ciel.



Lorsque la Lune se lève ou se couche, elle semble bien plus grosse que lorsqu'elle est haute dans le ciel. Ce phénomène est baptisé illusion lunaire puisqu'en réalité, son diamètre ne change pas. En revanche, il est indéniable qu'elle est aplatie !



L'étoile du Berger, Vénus, est le premier astre d'aspect stellaire à s'allumer dans le ciel du soir (et le dernier à disparaître à l'aube).

L'ÉTOILE DU BERGER EST-ELLE UNE ÉTOILE ?

NON, C'EST LA PLANÈTE VÉNUS

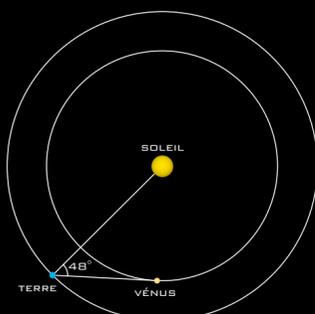
L'ÉTOILE DU BERGER PORTE BIEN MAL SON NOM. CE N'EST PAS UNE ÉTOILE, MAIS LA PLANÈTE VÉNUS ! DE TAILLE SIMILAIRE À LA TERRE, VÉNUS RÉFLÉCHIT PARTICULIÈREMENT BIEN LA LUMIÈRE DU SOLEIL, CE QUI EN FAIT L'ASTRE LE PLUS BRILLANT DU CIEL, HORMIS LA LUNE ET LE SOLEIL BIEN SÛR. CETTE PLANÈTE N'EST VISIBLE QUE PEU AVANT LE LEVER DU SOLEIL, OU JUSTE APRÈS SON COUCHER.



Au petit matin, la Lune se reflète dans la mer. Un autre astre bien brillant l'accompagne. C'est la brillante étoile du Berger, la planète Vénus. Elle est assez lumineuse pour se refléchir elle aussi dans l'eau.

Vénus, l'étoile du Berger, est l'astre le plus brillant du ciel (après le Soleil et la Lune). Son éclat est dû à son atmosphère blanche qui réfléchit efficacement la lumière du Soleil dont elle est assez proche (seule Mercure est plus près de notre astre du jour). Ajoutez à cela le fait qu'elle soit la planète qui s'approche au plus près de la Terre et vous comprendrez pourquoi Vénus est si brillante.

L'orbite de Vénus autour du Soleil dessine un cercle plus petit que l'orbite de la Terre. Vu de notre planète, elle ne s'éloigne donc jamais très loin du Soleil, s'écartant au maximum de 48°. C'est pourquoi elle n'est jamais visible en pleine nuit, mais uniquement dans le ciel du



matin ou du soir, heure où les bergers doivent rentrer les moutons avant que les loups ne rôdent dans l'obscurité.



Lorsqu'elle est au plus loin du Soleil (on parle d'élongation maximale), l'étoile du Berger est visible avant les lueurs de l'aube ou après les lueurs du crépuscule. Dans un ciel bien noir, elle est si éclatante que les observateurs ont peine à penser que ce n'est qu'une planète.



Un soir de septembre, la brillante Vénus (à gauche), rivalise d'éclat avec Jupiter (à droite) et la Lune. Jupiter, le roi du système solaire, paraît bien pâle !