

RADMILA TOPALOVIC & TOM KERSS

LE GUIDE DE L'ASTRONOME DÉBUTANT

BIEN COMMENCER
DANS L'OBSERVATION DU CIEL



DELACHAUX
ET NIESTLÉ

Édition originale
Titre original : *Stargazing*
© Collins, Glasgow, 2016

Édition française
© Delachaux et Niestlé, Paris, 2020
Traduction : Fanny Bouilly
Mise en pages et relecture : Dédicace, Villeneuve-d'Ascq
Couverture : Nord Compo, Villeneuve-d'Ascq

L'éditeur tient à remercier Philippe Henajeros pour ses éclaircissements sur certains points techniques.

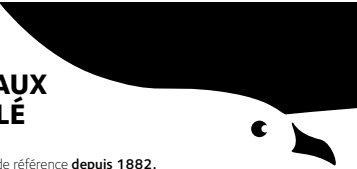
ISBN : 978-2-603-02705-9

Dépôt légal : février 2020

Cet ouvrage ne peut être reproduit, même partiellement et sous quelque forme que ce soit (photocopie, décalque, microfilm, duplicateur ou tout autre procédé analogique ou numérique), sans une autorisation écrite de l'éditeur.

Tous droits réservés pour tous pays.

Achévé d'imprimer en décembre 2019
par GPS Group P.E. Ljubljana, Slovénie



**CHARTRE
DELACHAUX
ET NIESTLÉ**

- 1 L'éditeur nature de référence **depuis 1882**.
- 2 Le fonds éditorial le plus complet en langue française avec **plus de 450 ouvrages** consacrés à la nature et à l'environnement.
- 3 Des auteurs **scientifiques et naturalistes reconnus**.
- 4 Les **meilleurs illustrateurs naturalistes**, pour la précision et le réalisme.
- 5 Des ouvrages spécifiquement adaptés à l'utilisation sur le **terrain**.
- 6 Des **contenus actualisés** régulièrement pour relayer les avancées scientifiques les plus récentes.
- 7 Une **démarche éco-responsable** pour la conception et la fabrication de nos ouvrages.
- 8 Une **approche pédagogique** qui sensibilise les plus jeunes à l'écologie.
- 9 Une réflexion qui éclaire les **grands débats sur l'environnement** (biodiversité, changement climatique, écosystèmes).
- 10 Une implication aux côtés de tous ceux qui œuvrent en faveur de la **protection de l'environnement** et de la conservation de la biodiversité.

● **RETROUVEZ-NOUS SUR WWW.DELACHAUXETNIESTLE.COM ET SUR FACEBOOK**

Sommaire

7 Introduction

Le ciel nocturne

- 10 La Terre dans l'espace
Orbite
Écliptique
Inclinaison axiale
Rotation (jour sidéral vs jour solaire)
Position des équinoxes
Latitude et longitude
- 19 Sphère céleste
Pôles célestes
Coordonnées célestes : ascension droite/déclinaison
Constellations : limites et groupes
Constellations circumpolaires
Constellations équatoriales
Le zodiaque
- 31 Le Système solaire
Le Soleil
La Lune
Planètes
Planétoïdes
Astéroïdes
Comètes
- 39 Phénomènes transitoires
Météores et pluies de météores
Éclipses
Aurores
- 42 Perspective
Taille apparente
Illusion lunaire
Illusions d'optique
Diffusion de la lumière
Mouvement rétrograde

Préparer sa séance d'observation

- 50 Couleurs et perception
 - L'œil humain*
 - S'adapter à l'obscurité*
 - Garder une bonne vision dans le noir*
 - Vision périphérique*
 - Voir les couleurs*
- 54 Utiliser des cartes du ciel
 - Magnitudes*
 - Planisphères*
- 58 Applications et logiciels
 - Logiciels d'astronomie*
 - Smartphones et tablettes*
- 59 Ciel clair
 - Météo*
 - Lever du Soleil*
 - Lever de la Lune*
 - Visibilité*
 - Transparence*
 - Pollution lumineuse*

Observer d'abord avec les yeux

- 68 Le ciel en ville
 - Les étoiles*
 - La Lune et les planètes*
 - Comètes et météores*
- 71 Le ciel en campagne
 - Les étoiles*
 - Le Système solaire*
 - Les nébuleuses et les galaxies*
- 73 Les cieux les plus noirs du monde

Photographier le ciel

- 78 Photographier le ciel nocturne
- 78 Choisir le bon appareil, les objectifs et les accessoires
- 78 Conseils

Utiliser des jumelles ou un télescope

- 84 Les jumelles
 - Choisir de bonnes jumelles*
 - Que pouvez-vous observer ?*
- 86 Les télescopes
 - Choisir le bon télescope, les oculaires et les accessoires*
 - Que pouvez-vous observer ?*

Objets à observer

- 92 Explorer le Système solaire
 - La Lune*
 - Planètes*
 - Planètes naines*
 - Astéroïdes*
 - Repérer la Station spatiale internationale*
 - Comètes*
 - Pluies de météores*
 - Éclipses*
 - Aurores*
- 112 Explorer la galaxie
 - Formation d'étoiles*
 - Étoiles mourantes*
 - Étoiles multiples et variables*
 - Amas d'étoiles*
 - Galaxies*

Constellations et objets saisonniers

- 117 Objets saisonniers

Commencez à observer !

- 175 Excursion n° 1 – Les constellations et les étoiles
- 177 Excursion n° 2 – La Lune et les planètes
- 179 Excursion n° 3 – Amas, nébuleuses et galaxies

Cartes saisonnières

- 182 Cartes saisonnières de l'hémisphère Nord
- 198 Cartes saisonnières de l'hémisphère Sud

Pour aller plus loin

- 214 Ressources et lectures
- 216 Glossaire
- 220 Fiche d'observation
- 222 Crédits

INTRODUCTION

Il y a plusieurs milliers d'années, nos ancêtres commençaient à remarquer les étoiles. Ils racontèrent des histoires, dessinèrent des formes et finirent par se rendre compte du rythme annuel de ces constellations primitives. Étudier le ciel nocturne comme ils le firent eut un profond impact sur la civilisation, propulsant l'humanité dans une ère où l'agriculture, l'exploration et la philosophie progressaient rapidement. Au XVII^e siècle, on réalisa de nouvelles observations célestes grâce au télescope, ce qui rendit possible une quête scientifique plus avancée tout en inspirant des générations de grands peintres, musiciens et auteurs.

Avant que la pollution lumineuse ne devienne un problème, tout le monde avait accès à un ciel incroyablement noir. Aujourd'hui, nombre d'entre nous vivent dans des villages ou des villes au-dessus desquels la faible lumière des merveilles de l'Univers est largement effacée. Nous pensons que l'observation du ciel est un loisir fantastique qui mérite d'être poursuivi malgré cet obstacle. Dans ce guide, nous expli-

quons comment débiter l'observation en ville avant de vous rendre dans un endroit idéal à la campagne. Nous présentons une sélection d'objets à explorer, des cartes du ciel pour vous aider à les trouver ainsi que d'éventuelles explications scientifiques. Nous étudions par ailleurs de nombreux phénomènes passionnants que vous pouvez observer en vous préparant soigneusement. Nous offrons enfin un outil pour comprendre la mécanique de notre plate-forme d'observation cosmique – la Terre.

Chaque découverte astronomique est le résultat d'une insatiable quête humaine pour comprendre notre place dans le cosmos. Peut-être cette même curiosité a-t-elle réveillé l'observateur qui est en vous ? Quelle que soit votre ambition – que vous vouliez explorer les planètes, parcourir le temps dans la recherche de lointaines galaxies, ou simplement admirer la sérénité du ciel nocturne tout comme nos ancêtres –, nous espérons que ce livre vous sera utile pour vos premiers pas dans le monde de l'astronomie amateur. Que le ciel vous soit favorable !

Radmila Topalovic et Tom Kerss
Astronomes à l'Observatoire royal de Greenwich

Vénus est visible juste au-dessus de la colline tandis que Jupiter se trouve plus haut dans le ciel.

A night sky photograph showing the Milky Way galaxy arching across the frame. The galaxy is visible as a dense band of stars and dust, with a prominent pinkish-purple nebula in the center. The foreground shows dark silhouettes of mountains, likely the Bromo volcano in Indonesia. The sky is a deep blue, and the overall scene is illuminated by the light of the stars and the galaxy.

LE CIEL NOCTURNE

La Voie lactée au-dessus du volcan Bromo en Indonésie.

La Terre dans l'espace

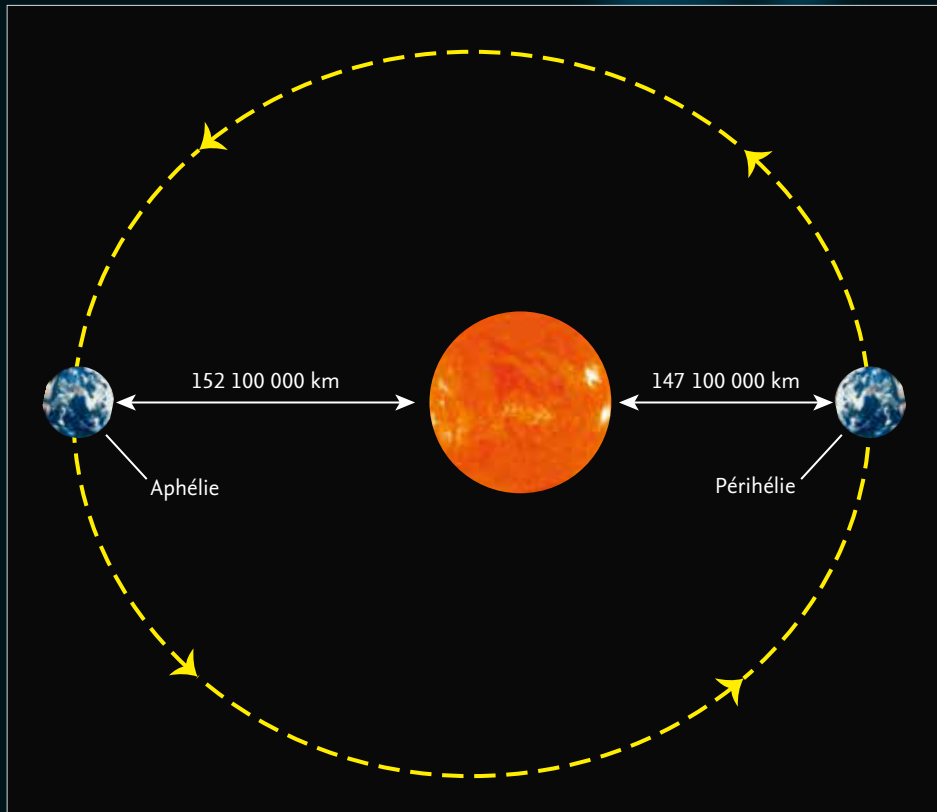
ORBITE

Nous vivons sur une boule rocheuse en rotation : la Terre. Formée voici 4,5 milliards d'années, en même temps que le Soleil et le Système solaire, notre planète est au troisième rang en partant du Soleil. Mercure et Vénus sont plus proches de lui et leur climat est trop chaud pour que l'eau y soit présente à l'état liquide, et donc trop chaud pour que la vie s'y développe. En revanche, sur Terre, la température moyenne est de 15 °C. Elle est en partie déterminée par son orbite : la Terre se trouve dans une région appelée « zone habitable », où sa distance avec le Soleil est idéale pour que l'eau reste liquide. Cependant, la distance de son orbite n'est pas le seul facteur qui fait de la

Terre un endroit propice à la vie. Notre planète possède une atmosphère qui influe fortement sur sa température globale de surface.

Il faut 365,25 jours à la Terre pour faire le tour du Soleil. Dans notre calendrier, une année compte 365 jours et nous compensons le quart de jour manquant en ajoutant un jour au mois de février tous les quatre ans. L'orbite de la Terre n'est pas circulaire, mais elliptique. Sa distance au Soleil varie donc au cours de l'année.

La Terre tourne autour du Soleil à une vitesse de 30 km par seconde, soit 108 000 km/h. La vitesse orbitale de la Terre varie légèrement en raison de son orbite elliptique. Elle se déplace plus vite au périhélie (position la plus proche du Soleil) qu'à l'aphélie (position la plus éloignée).



La Terre en orbite autour du Soleil.

ÉCLIPTIQUE

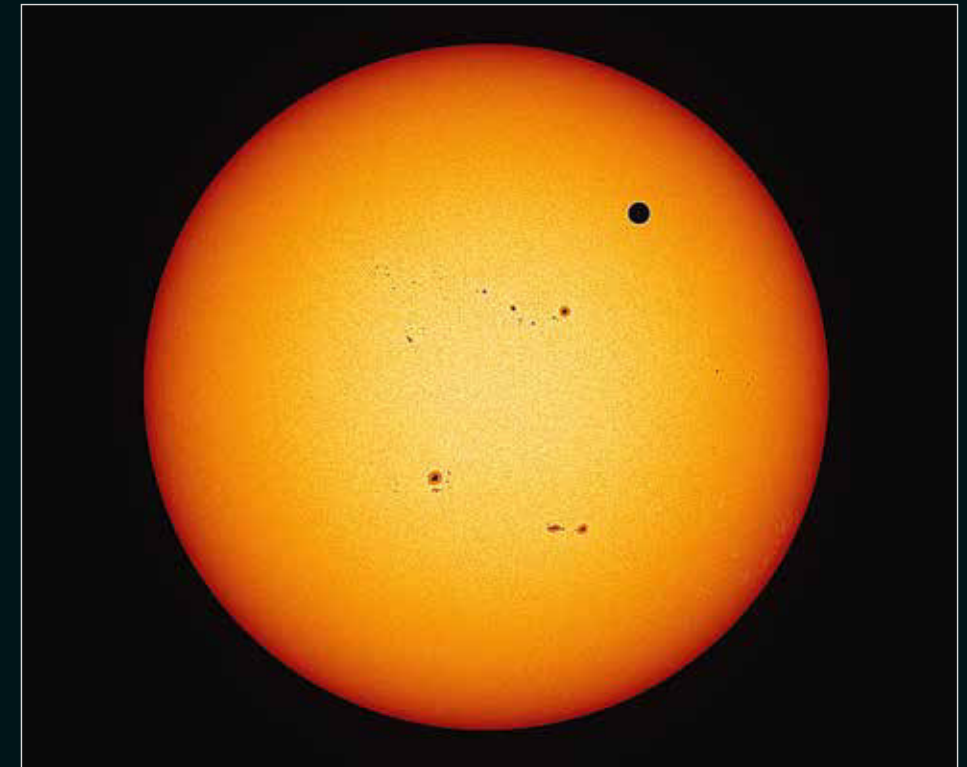
Le plan de notre orbite (imaginez un disque géant d'un rayon de 150 millions de kilomètres) est appelé écliptique et est approximativement aligné avec les plans orbitaux des sept autres planètes – le Système solaire est presque plat si l'on ignore les régions externes au-delà de Neptune. Lorsque nous observons les planètes qui se déplacent lentement dans le ciel nuit après nuit, elles avancent à peu près en ligne dans une bande de constellations appelée le zodiaque. C'est la vue que nous avons de l'écliptique étendu dans l'espace – nous observons alors le plan de notre Système solaire.

S'il existait des êtres intelligents sur un autre monde dans notre galaxie, la Voie lactée, et qu'ils regardaient le Système solaire à travers un télescope, ils verraient la Terre traverser

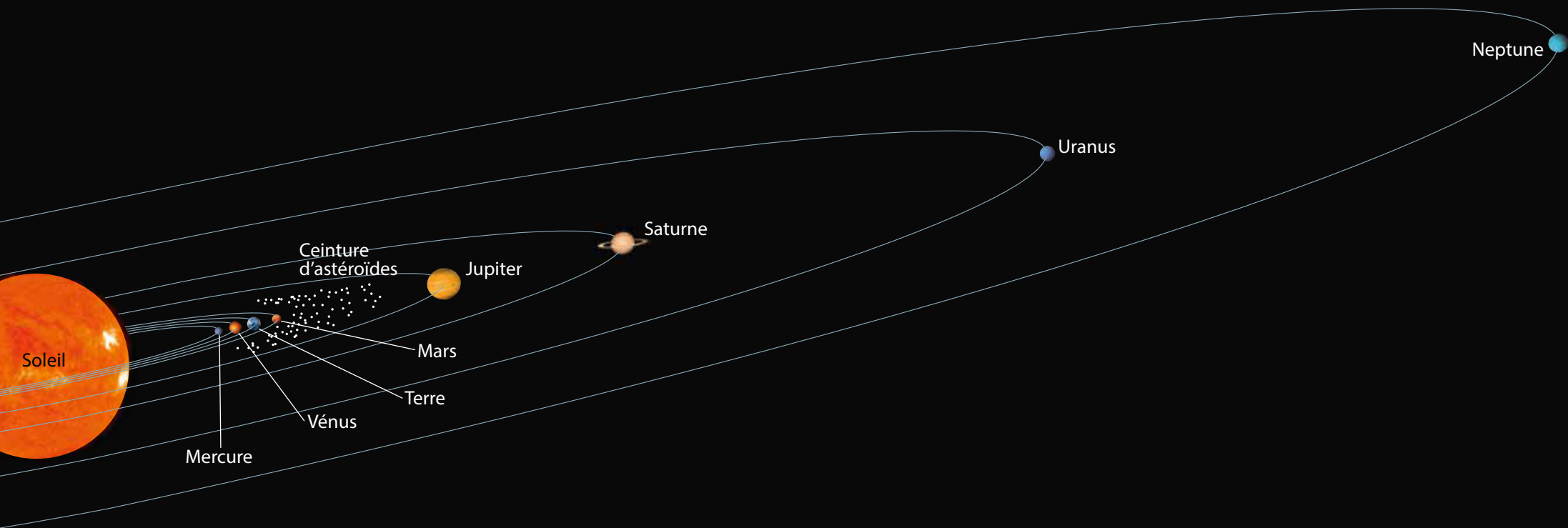
périodiquement le disque du Soleil si leur télescope était aligné avec l'écliptique. Pour voir le transit des planètes du Système solaire, un monde extraterrestre devrait être idéalement placé.

TRANSITS

De notre point de vue, les planètes inférieures (celles qui orbitent entre la Terre et le Soleil), Mercure et Vénus, peuvent traverser le disque solaire en de rares occasions – un phénomène connu sous le nom de transit. La méthode du transit est une technique employée pour trouver des planètes qui orbitent autour d'autres étoiles. Tandis qu'elles passent devant leur étoile, elles bloquent une partie de la lumière stellaire. Vous pouvez observer ce phénomène grâce à un télescope.



Transit de Vénus vu depuis Hawaï, en 2012.



Ordre des planètes dans le Système solaire.

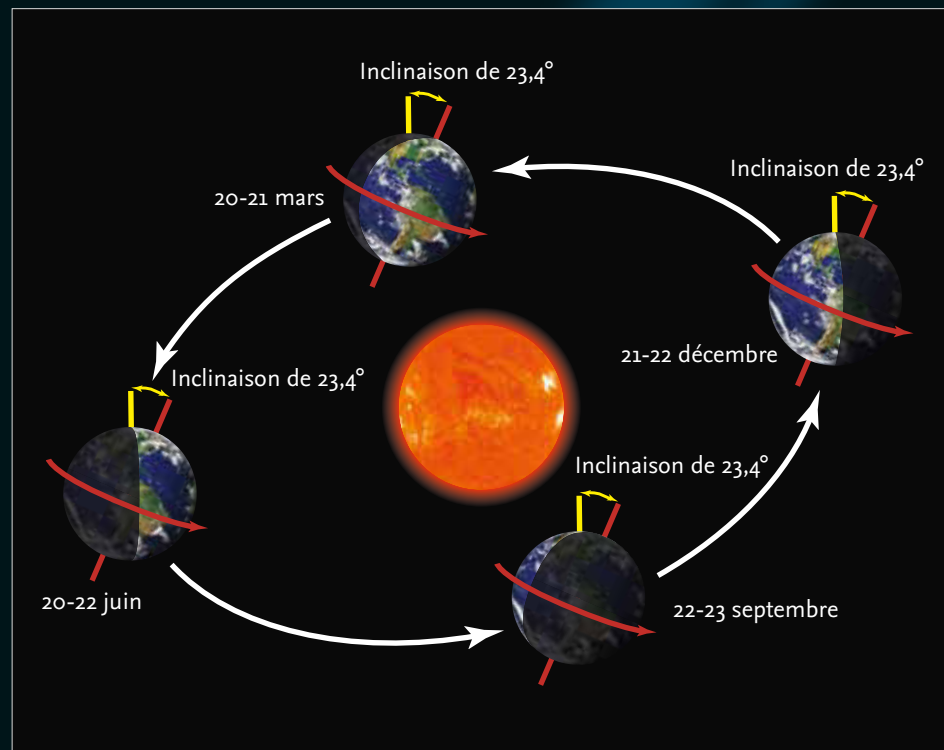
INCLINAISON AXIALE

La Terre ne se tient pas parfaitement droite sur son orbite. Son axe nord-sud n'est pas perpendiculaire à l'écliptique. Il est en fait incliné de $23,4^\circ$, ce qui signifie que notre plan équatorial, dans l'espace, n'est pas aligné avec le plan de l'écliptique.

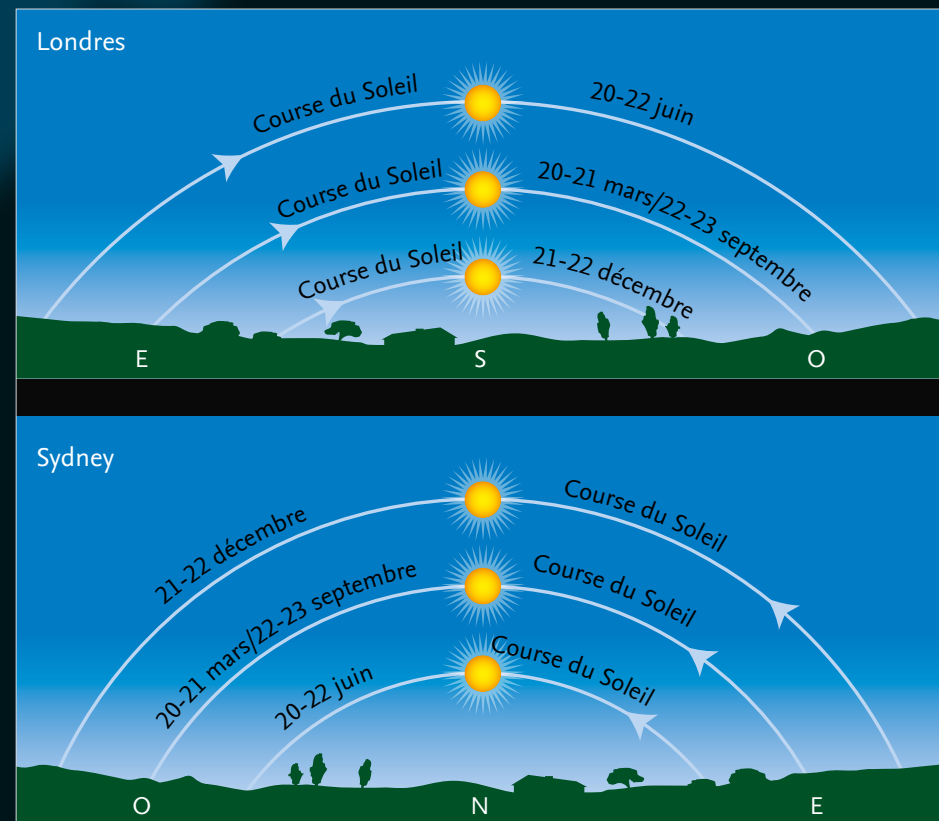
Cette inclinaison a une influence sur le climat. Les pays, au nord comme au sud de l'équateur, traversent les saisons tout au long de l'année. En France, l'hiver commence en décembre, lorsque l'hémisphère Nord est tourné dans la direction opposée au Soleil. Au même moment, l'hémisphère Sud fait face au Soleil et les gens qui y vivent profitent de l'été. Six mois plus tard, de l'autre côté de notre orbite, l'hémisphère Nord est dirigé vers le Soleil, c'est l'été, tandis que l'hémisphère Sud est

tourné dos au Soleil, c'est l'hiver. Près de l'équateur, il n'y a pas de véritable changement saisonnier : la température reste élevée tout au long de l'année.

L'altitude du Soleil (sa hauteur au-dessus de votre horizon local) à midi varie également au cours de l'année. Le Soleil atteint son point culminant dans le ciel à midi. L'hiver, lorsque nous sommes dans la direction opposée au Soleil, celui-ci n'atteint pas la même altitude à midi que l'été. Nous recevons la lumière du Soleil de manière moins intense et le jour est plus court en hiver. Le moment du lever et du coucher du Soleil varie au cours de l'année en raison de l'inclinaison de l'axe terrestre : à Londres, par exemple, la durée du jour passe de 8 heures au milieu de l'hiver à 16 heures en plein été.



Inclinaison de l'axe de la Terre.



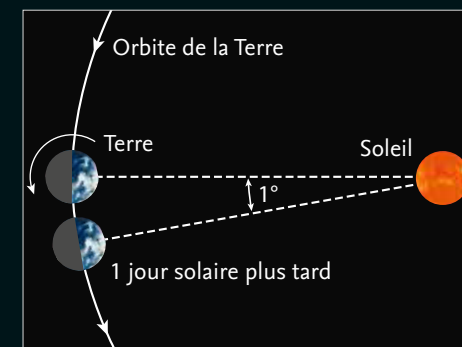
Variations d'altitude du Soleil au cours de l'année (en haut, l'hémisphère Nord ; en bas, l'hémisphère Sud).

ROTATION (JOUR SIDÉRAL VS JOUR SOLAIRE)

La Terre tourne sur son axe et prend 23 heures, 56 minutes et 4 secondes pour faire un tour complet sur elle-même. C'est la véritable période de rotation de la Terre : on l'appelle le « jour sidéral ». Nous pouvons voir les effets de la rotation de la Terre lorsque nous regardons le Soleil, la Lune et tout autre objet céleste. Les étoiles se déplacent continuellement autour du pôle céleste Nord ou Sud – dans l'hémisphère Nord, on repère le pôle grâce à Polaris (l'étoile polaire). Les étoiles dans le ciel nocturne effectuent un tour complet autour du pôle céleste en un jour sidéral (elles se lèvent, se couchent et se lèvent à nouveau).

Cependant, nous avons adopté un jour de 24 heures, ou « jour solaire ». Nous voyons

le Soleil se lever à l'est, culminer dans le ciel à midi, puis se coucher à l'ouest. C'est parce que la Terre tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (de l'ouest vers l'est),



Différence entre le jour solaire et le jour sidéral.



Les photographies en longue pose révèlent la rotation de la Terre en traçant des arcs de cercles autour des pôles célestes.

lorsqu'on regarde le pôle Nord d'en haut, que le ciel semble bouger chaque jour de l'est vers l'ouest. Le jour solaire est plus long de quatre minutes que le jour sidéral. Il dure plus longtemps car nous devons prendre en compte le mouvement de la Terre autour du Soleil. Il y a

360° dans un cercle, 365 jours dans une année, donc la Terre effectue chaque jour un déplacement d'environ 1° sur son orbite, et elle bouge continuellement par rapport au Soleil. De notre point de vue, le Soleil se déplace de 1° de l'ouest vers l'est, prenant du retard dans la direction

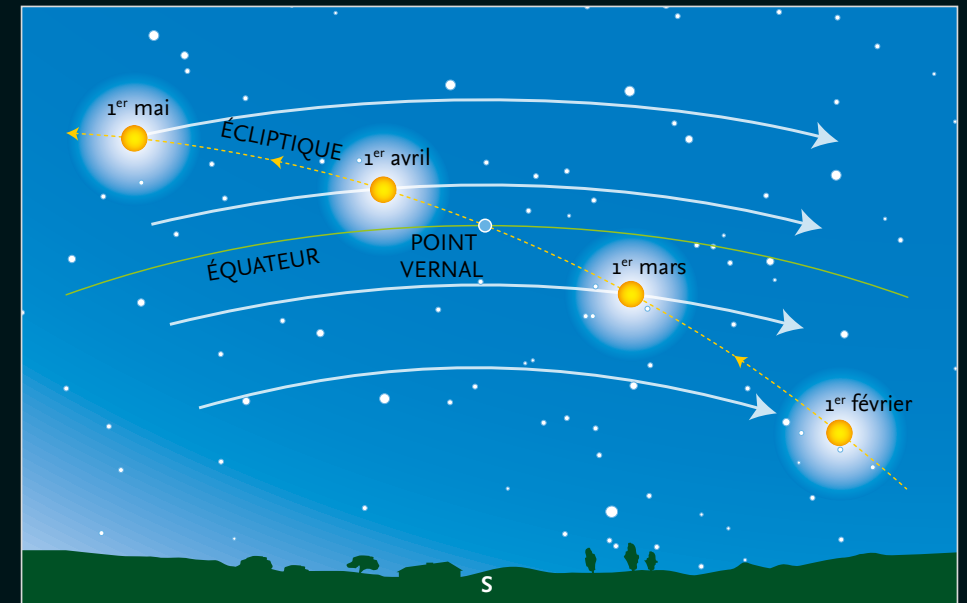
opposée à son cycle quotidien. Pour compenser ce décalage, nous attendons 4 minutes supplémentaires pour que le Soleil atteigne à nouveau son point le plus haut dans le ciel à midi.

POSITION DES ÉQUINOXES

Les saisons sont la conséquence de l'inclinaison de l'axe terrestre. Le milieu de l'hiver et celui de l'été sont marqués par les solstices du 21 juin et du 21 décembre – ils ont lieu lorsque la Terre est complètement inclinée vers le Soleil ou en direction opposée au Soleil. Entre ces extrêmes se trouvent les équinoxes du 20 mars et du 23 septembre, lorsque la Terre n'est inclinée ni

en direction du Soleil, ni à l'opposé. Lors des équinoxes, dans l'hémisphère Nord et dans l'hémisphère Sud, le jour et la nuit durent environ 12 heures, mais l'heure du lever et du coucher du Soleil varie selon votre position. Les équinoxes marquent le début du printemps et de l'automne.

Les équinoxes représentent les points où le plan équatorial de la Terre croise celui de l'écliptique. En raison de l'inclinaison de l'axe terrestre, le plan équatorial n'est pas parallèle à l'écliptique : ils sont séparés d'un angle de 23,4°.



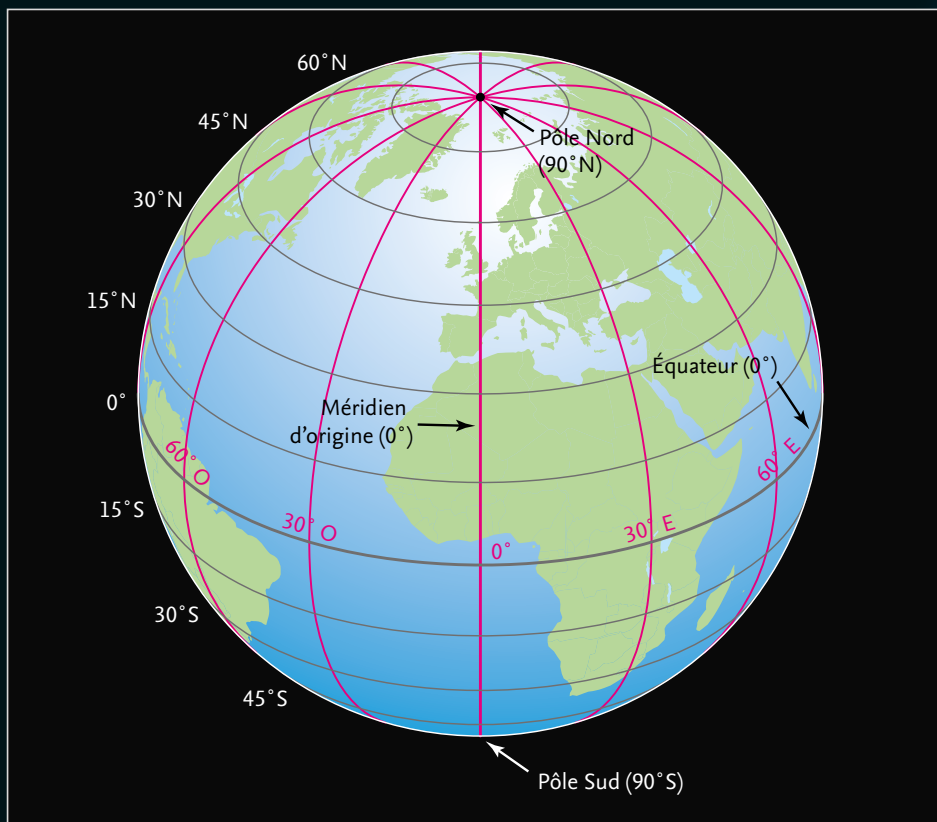
Le Soleil traverse l'équateur céleste au cours de l'équinoxe de mars à Londres.

LATITUDE ET LONGITUDE

La vue que vous avez du ciel dépend de votre latitude. Les lignes de latitude égale autour de la Terre sont perpendiculaires à son axe nord-sud. Votre latitude indique votre position au nord ou au sud de l'équateur, en degrés. La latitude à l'équateur est de 0°. Greenwich, à Londres, se trouve à 51,5° N par rapport à l'équateur. Sydney est à 33,9° S. Le pôle Nord est à +90° ou 90° N et le pôle Sud est à -90° ou 90° S. L'étoile polaire se trouve juste au-dessus

du pôle Nord et son altitude est égale à votre latitude dans l'hémisphère Nord. À Londres, l'étoile polaire est à 51,5° au-dessus de l'horizon, et au pôle Nord, à 90° au-dessus de l'horizon.

Le cercle arctique correspond à une latitude de 66,5°. Au nord de ce point, le Soleil ne se couche jamais pendant et autour du solstice de juin (solstice d'été), et ne se lève jamais aux alentours du solstice de décembre (solstice d'hiver). La même chose se produit au sud de la latitude



Lignes de latitude et de longitude.

– 66,5° dans le cercle antarctique. Cependant, les périodes d'été et d'hiver y sont inversées.

Les lignes de longitude sont perpendiculaires à celles de latitude. Il existe autour de la Terre 360 lignes de longitude, séparées de 1°, qui convergent au pôle Nord et au pôle Sud. La longitude 0° – méridien d'origine – passe par Greenwich et est indiquée à l'Observatoire royal.

La longitude vous indique votre position à l'est ou à l'ouest par rapport à Greenwich : Copenhague est à 12,6° E et New York à 74° O. Comme la Terre tourne d'ouest en est, les pays qui se trouvent à l'est de Greenwich sont en avance dans le temps et les pays à l'ouest de Greenwich sont en retard. L'heure locale dépend de votre longitude : si deux villes sont

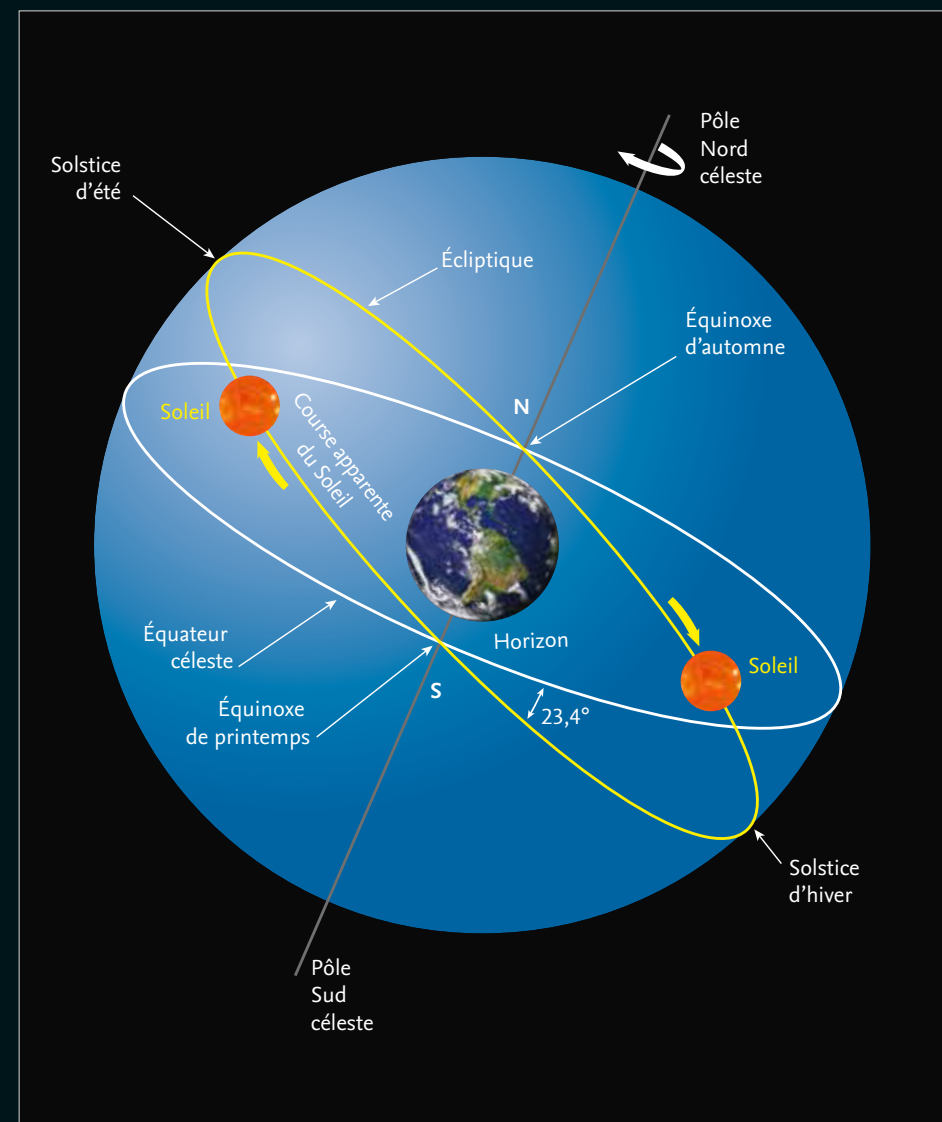
séparées de 15° de longitude, il y aura 1 heure de décalage horaire entre les deux.

L'heure moyenne de Greenwich, ou Greenwich Mean Time (GMT), ainsi que le méridien origine de Greenwich ont été internationalement reconnus en 1884. Cette heure a été adoptée à travers la Grande-Bretagne quelques années plus tôt. Chaque pays règle ses horloges sur le fuseau horaire correspondant. Celui-ci peut être de plusieurs heures ou demi-heures en avance ou en retard par rapport à l'heure GMT, et couvre une vaste région en passant outre les décalages horaires spécifiques à chaque longitude. Copenhague se situe dans un fuseau horaire 1 heure en avance par rapport à Greenwich, tandis que New York est en retard de 5 heures par rapport au GMT.

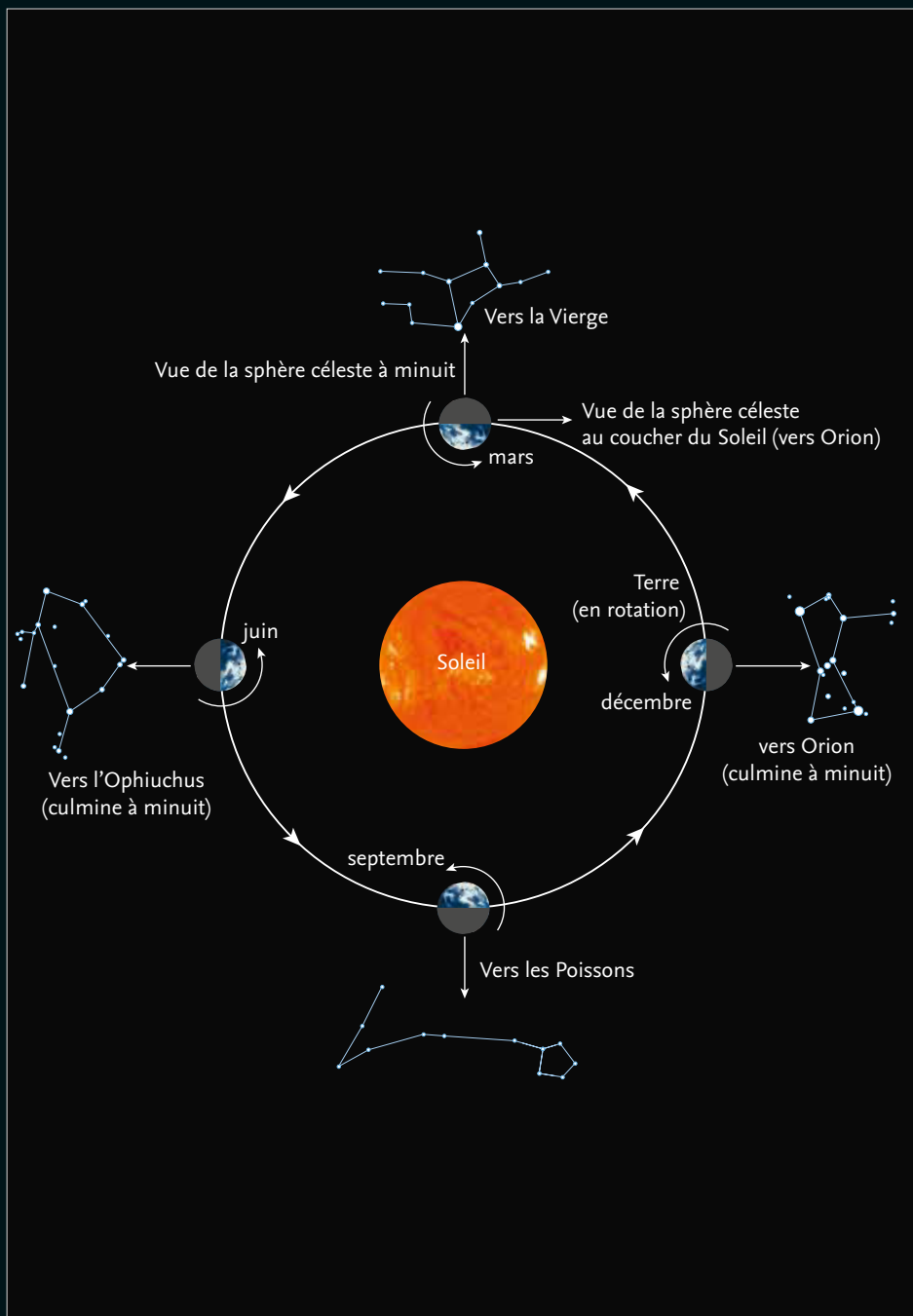
Sphère céleste

En comparaison avec la distance entre deux points sur la Terre, ou même celle entre la Terre et la Lune ou les autres planètes, les étoiles sont incroyablement lointaines. Même l'étoile la plus proche du Soleil – Proxima Centauri – est 9 000 fois

plus éloignée de nous que Neptune. Pour faire plus simple, on imagine que tous les objets en dehors du Système solaire sont fixés à l'intérieur d'une énorme sphère au centre de laquelle se trouve la Terre. Ce modèle est connu sous le nom de sphère céleste.



Sphère céleste autour de la Terre.

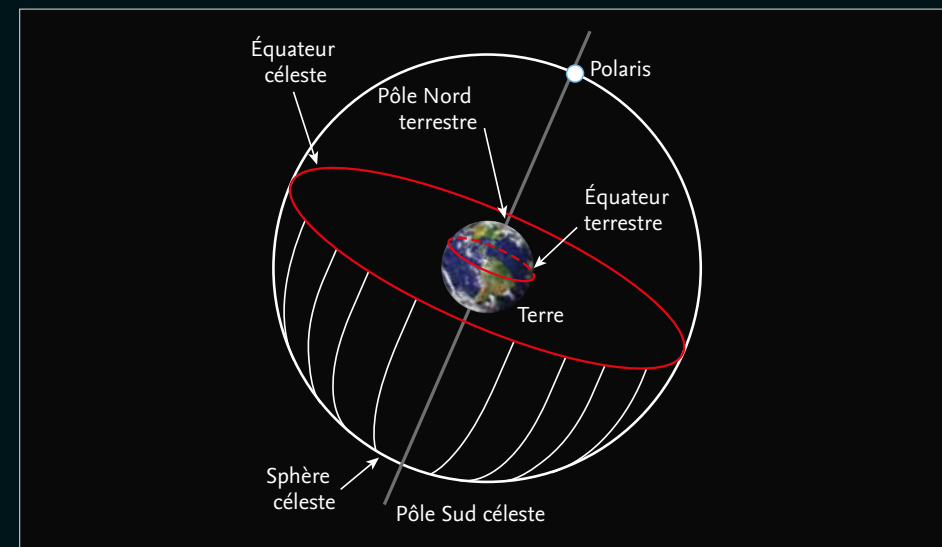


Changement d'apparence de la sphère céleste à mesure que la Terre orbite autour du Soleil. Des constellations différentes sont en opposition au Soleil selon la période de l'année.

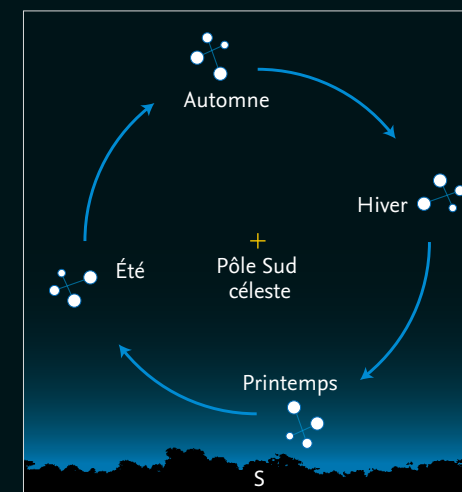
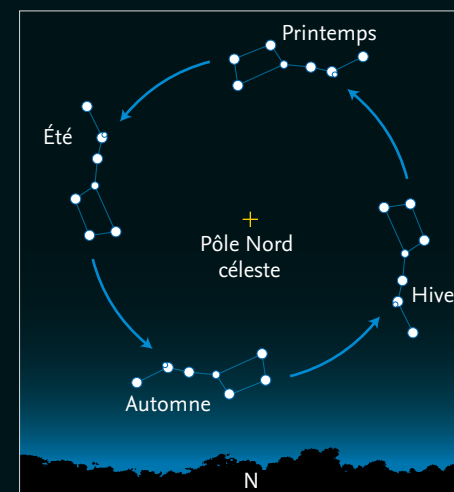
PÔLES CÉLESTES

Tandis que la Terre tourne sur son axe, la sphère céleste semble dériver dans le sens opposé. On peut imaginer l'axe de la Terre comme une ligne qui relie ses pôles ainsi que ceux de la sphère céleste. Si vous vous trouviez à l'équateur, vous pourriez théoriquement voir les deux pôles

célestes en même temps, mais la grande majorité d'entre nous ne voit qu'un pôle. Pour les observateurs qui se trouvent au nord de l'équateur, le pôle céleste est très proche de l'étoile Polaris (Alpha Ursae Minoris), appelée étoile polaire ou étoile du Nord. Elle indique le bout de la queue de la Petite Ourse (Ursa Minor).



Pôles célestes vus depuis les deux hémisphères.



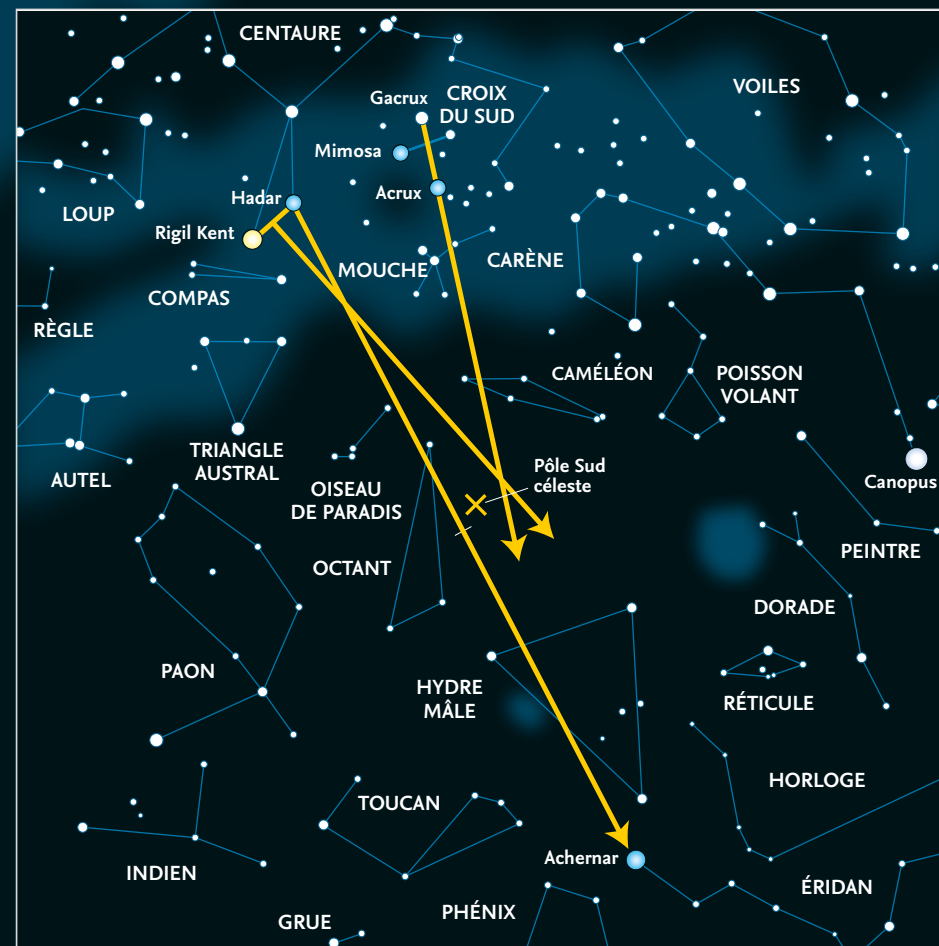
Le ciel tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour du pôle Nord céleste et dans le sens des aiguilles autour du pôle Sud céleste. Les positions des constellations à différents moments de l'année sont visibles sur les cartes saisonnières du ciel.



Trouver le pôle Nord céleste.

Pour trouver Polaris facilement, mieux vaut commencer par repérer le Chariot (auss appelé la Grande Casserole) où se trouvent les trois étoiles les plus brillantes de la Grande Ourse (Ursa Major). Dubhé (Alpha Ursae Majoris) et Méarak (Beta Ursae Majoris) sont connues comme les Pointeuses car elles

indiquent toujours la direction de Polaris, tandis que le Chariot tourne autour du pôle. En traçant une ligne entre les deux étoiles et en poursuivant cette ligne tout droit dans le ciel, vous trouverez inmanquablement Polaris !



Trouver le pôle Sud céleste.

Dans l'hémisphère Sud, Sigma Octantis est actuellement l'étoile du Sud, mais elle est si peu lumineuse qu'il faudrait presque des jumelles ou un télescope pour la voir. Il existe une méthode bien connue pour trouver le pôle Sud céleste grâce à des étoiles pointeuses faciles à repérer. Rigel Kentaurus (Alpha Centauri) et Hadar (Beta Centauri) sont les étoiles les plus brillantes de la constellation du Centaure : on les appelle les Pointeuses

du Sud car elles indiquent la direction pour trouver la Croix du Sud. Acrux (Alpha Crucis) et Gacrux (Gamma Crucis) marquent le bas et le haut de la Croix. En traçant une ligne imaginaire qui passe par ces deux étoiles et qui se poursuit vers le bas de la Croix, et une autre ligne perpendiculaire à celle qui relie les deux étoiles les plus brillantes du Centaure, vous trouverez le pôle Sud céleste à l'intersection de ces deux lignes.

**COORDONNÉES CÉLESTES :
ASCENSION DROITE ET DÉCLINAISON**

Nous pouvons déterminer n'importe quelle position à la surface de la Terre à l'aide de deux coordonnées : longitude et latitude. De la même manière, nous pouvons utiliser deux coordonnées sur la sphère céleste pour identifier la position d'une étoile ou de tout autre objet. L'équivalent de la longitude est appelé ascension droite (AD) et l'équivalent de la latitude est la déclinaison (Dec). Comme la Terre, la sphère céleste est dotée d'un équateur qui sépare l'hémisphère Nord de l'hémisphère Sud.

La déclinaison indique également la position nord ou sud par rapport à l'équateur en degrés. Au nord de l'équateur, on donne généralement la position en valeur positive : le pôle Nord céleste est donc à $+90^\circ$. Au sud de l'équateur, on indique une valeur négative : le pôle Sud céleste est à -90° . Pour une plus grande précision, un degré est divisé en 60 minutes d'arc qui sont elles-mêmes divisées en 60 secondes d'arc. D'un pôle à l'autre, il y a ainsi 648 000 secondes d'arc.

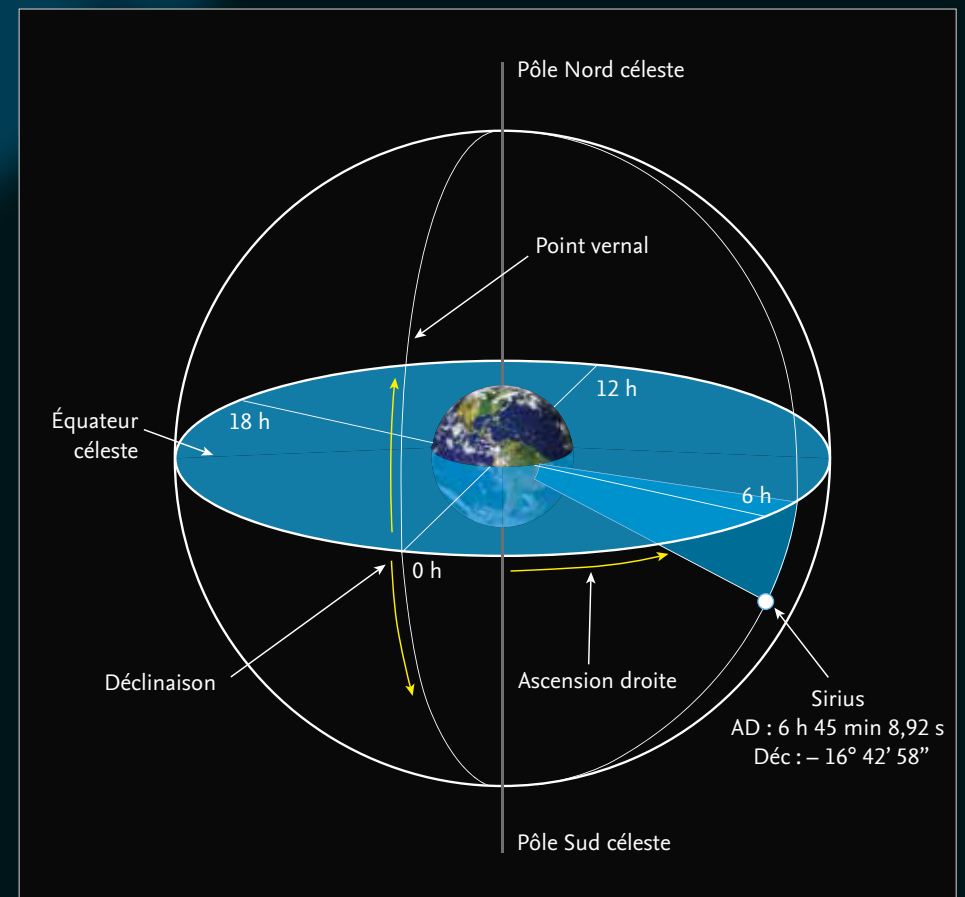
L'ascension droite se mesure en fonction de la rotation de la Terre. Un jour solaire dure 24 heures, c'est pourquoi les AD sont indiquées en heures, minutes et secondes. Tout comme la Terre, la sphère céleste possède son propre méridien d'origine où l'ascension droite est de zéro. On le nomme le point vernal : c'est la position du Soleil à l'équinoxe de printemps (le premier jour de printemps dans l'hémisphère Nord et le premier jour d'automne dans l'hémisphère Sud).

Lorsque cette convention est devenue populaire, le Soleil se trouvait dans la

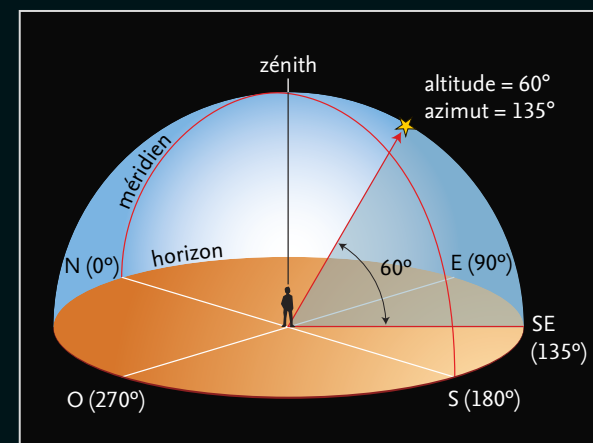
constellation du Bélier, mais aujourd'hui, le point vernal s'est déplacé dans la constellation des Poissons à cause de la précession – la légère oscillation de l'axe terrestre. Puisque le point vernal change progressivement de position, tout comme chaque étoile, les coordonnées de la sphère céleste correspondent toujours à une époque particulière (intervalle de temps). L'époque standard actuelle est J2000.0, ce qui signifie que les coordonnées sont correctes à partir du 1^{er} janvier 2000 à midi GMT. La position J2000.0 de l'étoile la plus brillante dans le ciel nocturne, Sirius, s'écrit de la façon suivante : AD : 6 h 45 m 8,92 s ; Dec : $-16^\circ 42' 58''$.

ALTITUDE ET AZIMUT

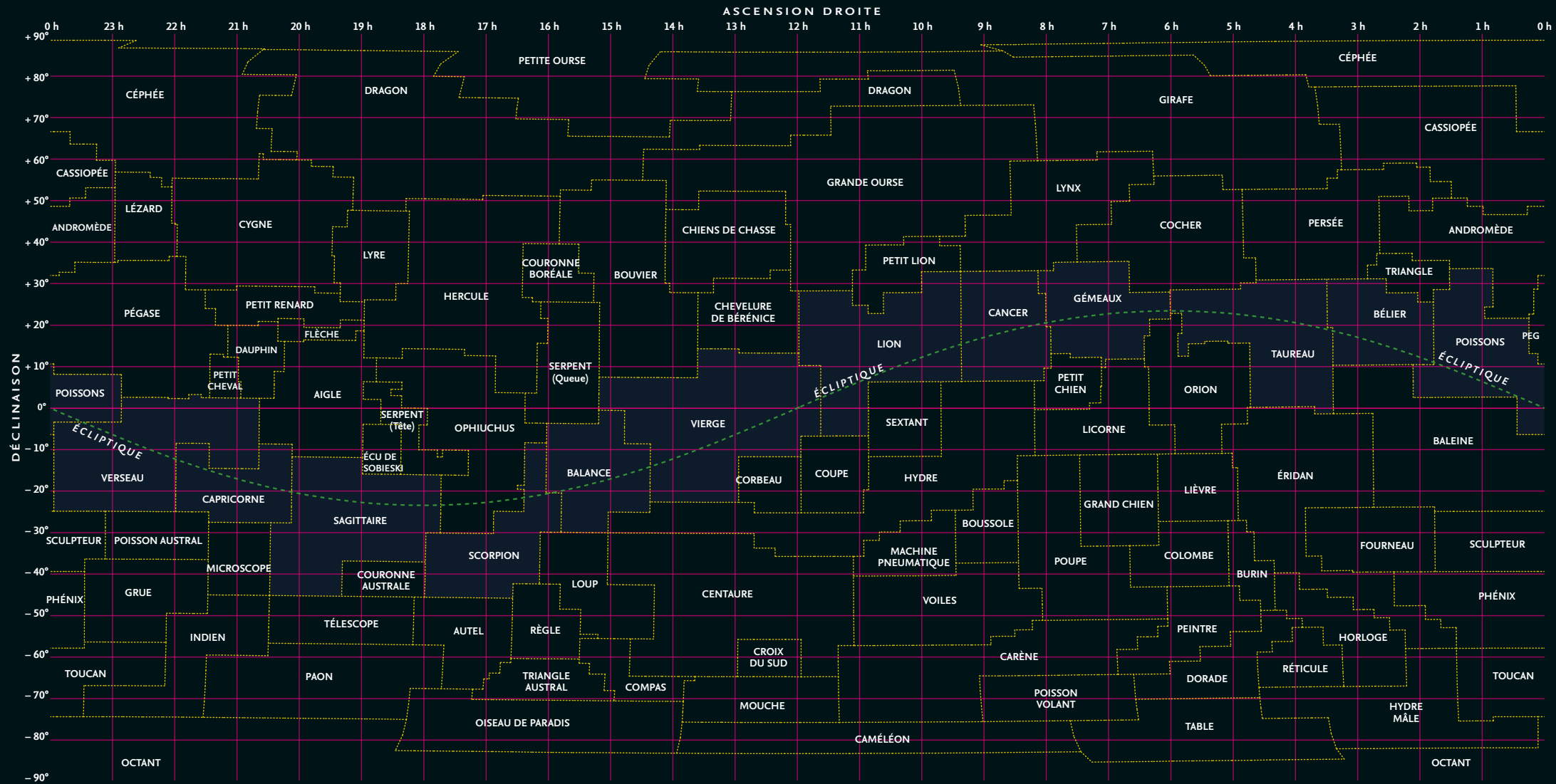
Les positions des objets sur la sphère céleste sont déterminées par l'AD et la déclinaison. Il existe deux autres coordonnées appelées altitude et azimut (Alt/Az) qui indiquent la position d'un objet dans le ciel tel qu'il apparaît sur un dôme imaginaire au-dessus de nos têtes. Le sommet du dôme, ou zénith, se situe à une altitude de 90° et se trouve juste au-dessus de vous. L'horizon est à 0° . L'azimut est un repère qui se mesure depuis le nord (0°) en passant par l'est (90°), le sud (180°) et l'ouest (270°). Votre méridien local est une ligne au-dessus de votre tête qui part de l'horizon à 0° d'azimut, qui passe par le zénith et se termine à 180° d'azimut. Le passage du système AD/Dec au système Alt/Az dépend de votre position et de l'heure locale. Lorsque l'on regarde vers le sud depuis l'hémisphère Nord ou vers le nord depuis l'hémisphère Sud, tout objet atteint son altitude maximum, chaque nuit, lorsqu'il traverse le méridien : on parle de culmination. Si le ciel est complètement noir, c'est le meilleur moment pour observer l'objet en question.



Représentation de l'ascension droite et de la déclinaison avec la position de Sirius sur la sphère céleste.



Votre méridien local (ligne qui sépare la partie est de la partie ouest du ciel) et le zénith (le point qui se trouve juste au-dessus de votre tête).



Constellations et leurs limites sur une projection à plat – l'écliptique est représenté par la ligne en pointillé qui traverse les constellations du zodiaque.

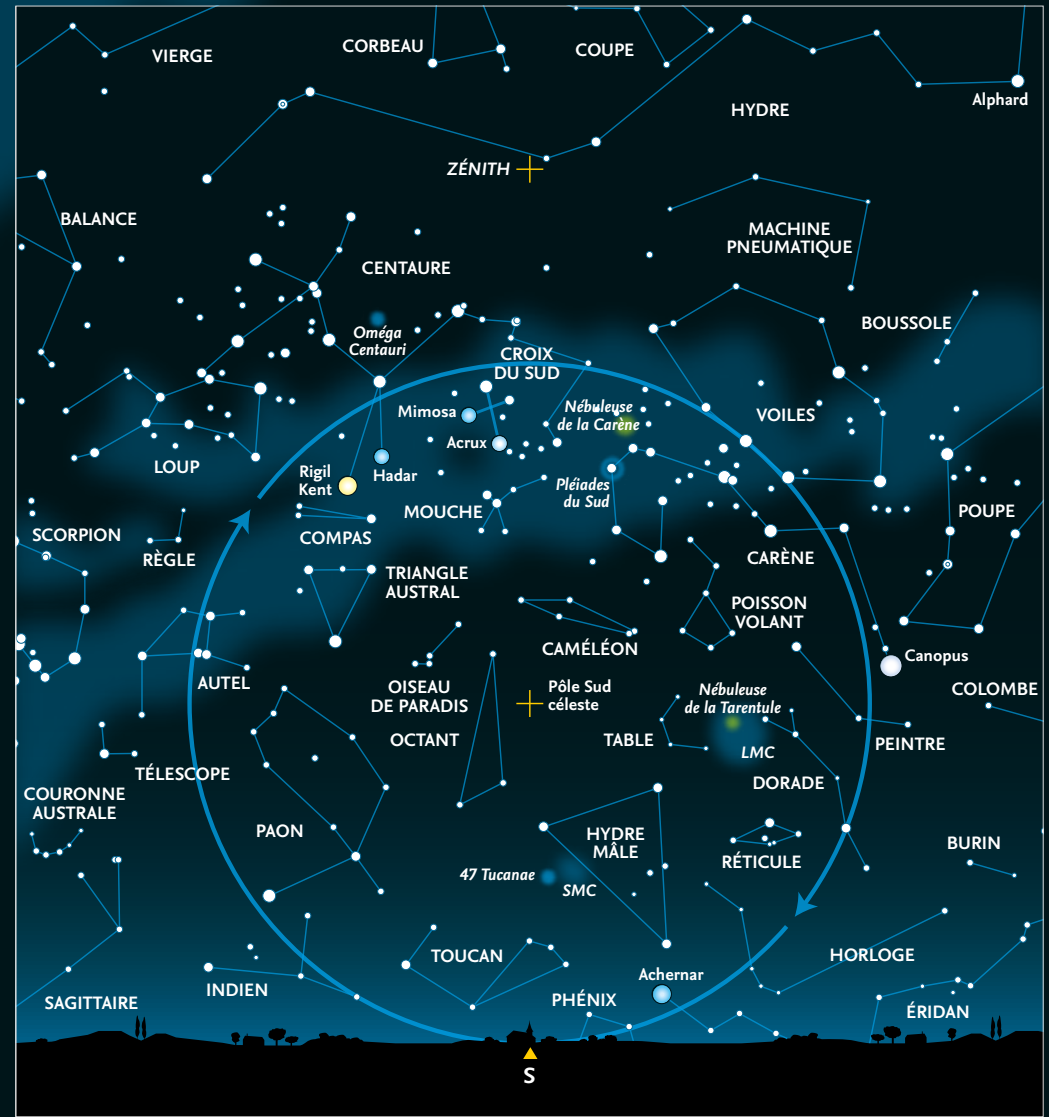
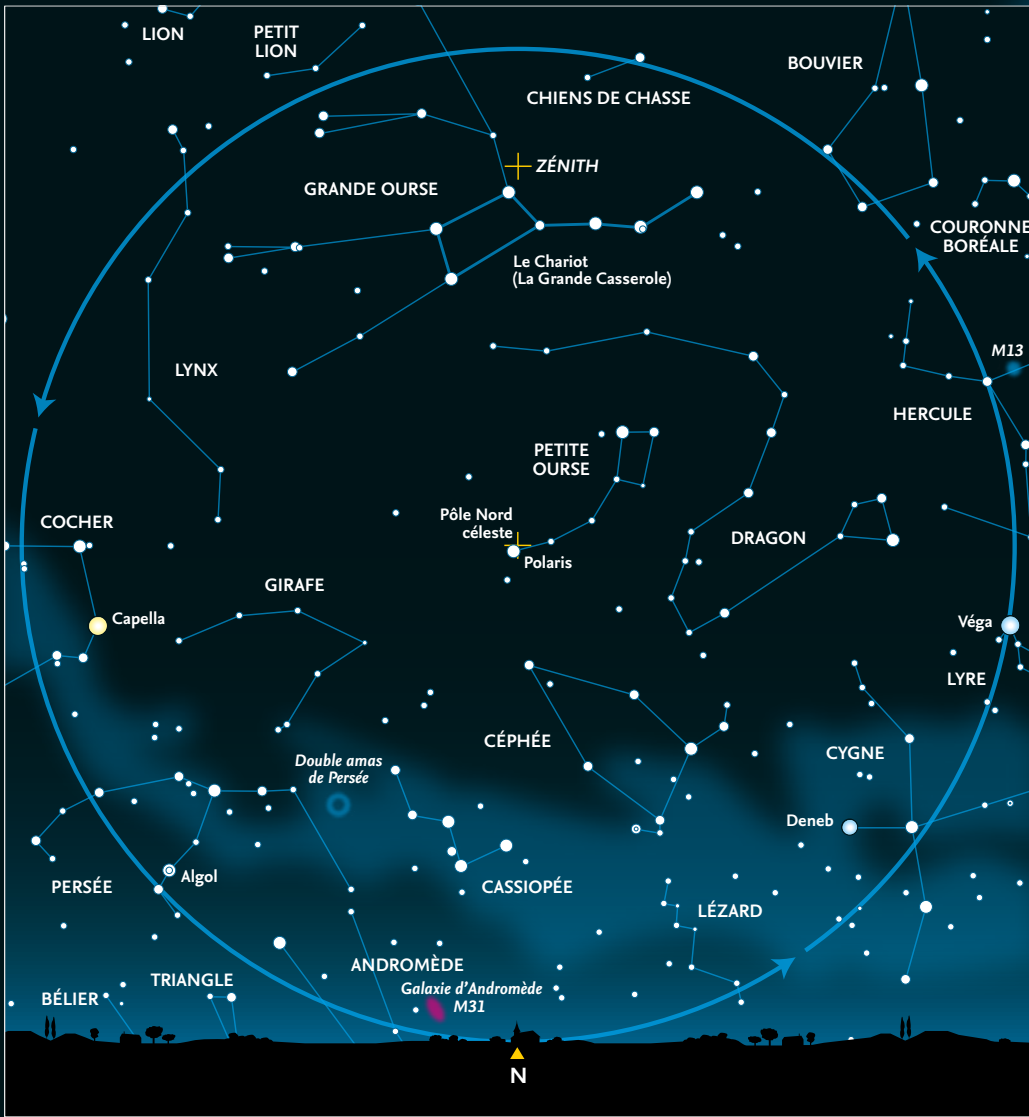
CONSTELLATIONS : LIMITES ET GROUPES

Pendant l'Antiquité, voici deux millénaires, le Grec Ptolémée dressa une liste de 48 constellations. Au total, 88 constellations étaient d'usage courant en 1930 lorsque l'Union astronomique internationale (IAU) instaura des limites officielles.

De nombreuses constellations font partie d'un groupe, rassemblées par thème ou selon leur mythologie. Ce schéma représente la sphère céleste projetée sur une carte à plat. L'équateur et les régions polaires y sont indiqués. Sur cette carte,

vous pouvez voir que les limites des constellations suivent les lignes des AD et déclinaisons : elles apparaissent donc courbes sur la sphère céleste. Tandis que la Terre effectue son voyage annuel autour du Soleil, les constellations que nous voyons changent et peuvent être regroupées par saison selon le meilleur moment pour les observer.

Le meilleur moment, c'est lorsqu'elles atteignent leur altitude apparente maximum au-dessus de l'horizon local et que la visibilité est optimale.

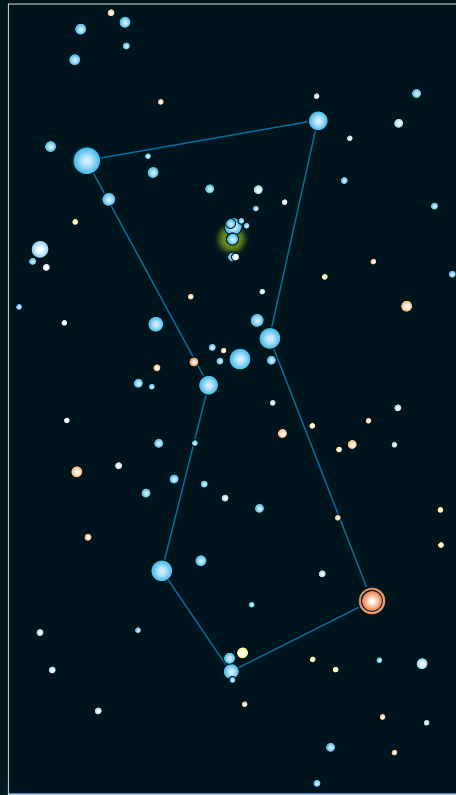
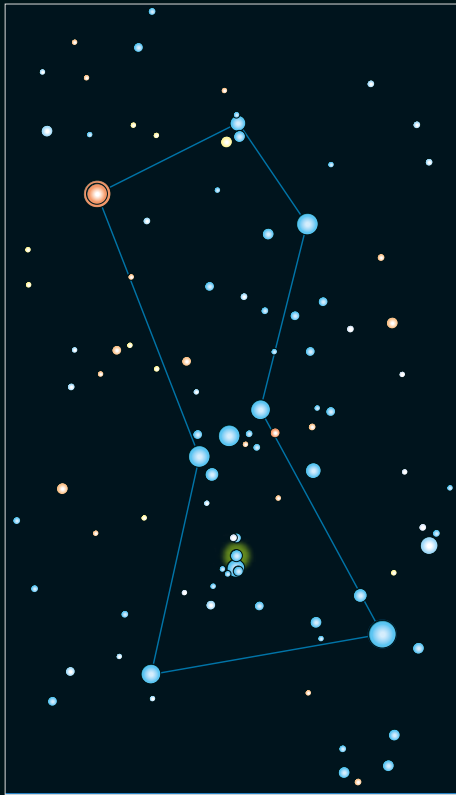


CONSTELLATIONS CIRCUMPOLAIRES

Pour chaque endroit sur Terre, il y a un ensemble de constellations circumpolaires – celles qui ne se couchent jamais quel que soit le moment de l'année. Ces constellations encerclent le pôle céleste, mais le

nombre de celles qui restent au-dessus de l'horizon dépend de votre latitude. Si vous êtes proche du pôle, vous voyez plus de constellations circumpolaires et moins de constellations équatoriales.

Constellations circumpolaires vues depuis Londres (à gauche) et depuis Sydney (à droite), aux alentours de l'équinoxe de printemps. Les constellations situées à l'intérieur du cercle ne se couchent jamais à ces latitudes.



Constellation d'Orion vue depuis l'hémisphère Nord (à gauche) et depuis l'hémisphère Sud (à droite).

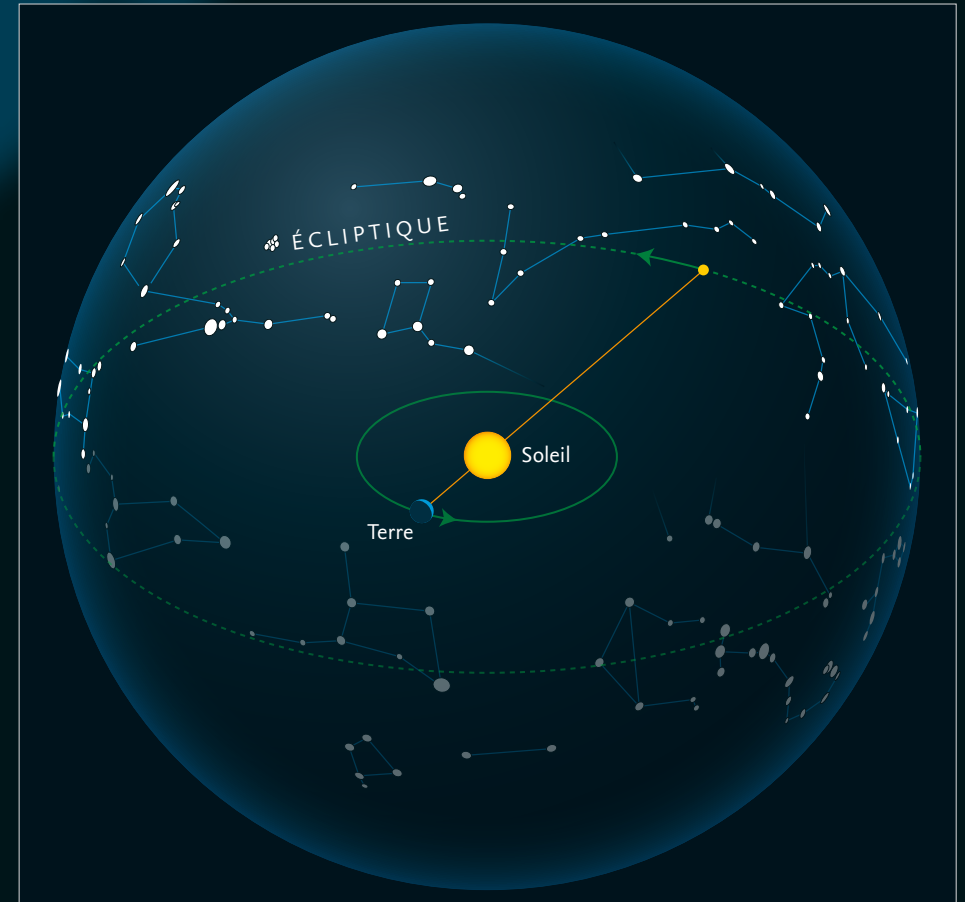
CONSTELLATIONS ÉQUATORIALES

Nombre des constellations les plus célèbres et les plus reconnaissables sont des constellations équatoriales. Celles-ci sont visibles presque partout dans le monde. Les observateurs qui se trouvent dans l'hémisphère Nord regardent vers le sud pour les voir, tandis que ceux qui se trouvent dans l'hémisphère Sud regardent vers le nord. Ainsi, deux amis situés dans différents hémisphères verront ces constellations en sens inverse l'un par rapport à l'autre.

LE ZODIAQUE

Le plus célèbre groupe de constellations est probablement le zodiaque. Ces formes, qu'on appelle parfois signes astrologiques, ont une signification particulière pour les astronomes. Tandis que nous tournons autour

du Soleil, nous remarquons que le Soleil change de position le long de l'écliptique. Ce chemin traverse les douze constellations zodiacales, ainsi qu'une treizième – l'Ophiuchus (ou le Serpente) – d'après les limites fixées par l'IAU en 1930. Notons que les constellations et les signes astrologiques ne se correspondent que vaguement : en effet, les signes divisent l'écliptique en douze portions égales de 30°, tandis que les constellations varient en taille selon la position des étoiles. Voici l'ordre des constellations par lesquelles passe le Soleil, en commençant en janvier : Sagittaire, Capricorne, Verseau, Poissons, Bélier, Taureau, Gémeaux, Cancer, Lion, Vierge, Balance, Scorpion et Ophiuchus (qui n'est pas officiellement une constellation zodiacale).



Bande zodiacale indiquant l'écliptique.

Le Système solaire

LE SOLEIL

Le Soleil est une étoile naine jaune ; sa luminosité est trop faible pour qu'elle soit une étoile géante. Dans le noyau du Soleil, des atomes d'hydrogène fusionnent pour former de l'hélium à une fréquence de cent trillions de trillions de réactions par seconde ! Ce processus génère de l'énergie sous forme de lumière. Contrairement aux étoiles géantes, les étoiles naines ne meurent pas en une explosion de supernova. Comme le Soleil est l'étoile la plus proche de nous, il est l'un des rares objets célestes que l'on peut observer



Notre étoile active, boule d'hydrogène et d'hélium.

le jour. En moyenne, la Terre et le Soleil sont distants de 149 millions de kilomètres, pourtant nous ressentons l'influence de notre étoile : l'intensité du Soleil est si grande qu'elle inonde de lumière notre atmosphère riche en nitrogène. La lumière bleue est diffusée de manière préférentielle dans toutes les directions, nous empêchant de voir les étoiles tant qu'il fait jour.

LE SOLEIL EST UNE ÉTOILE G2

Les étoiles sont classées selon leur température – elles ont toutes un type spectral. Ces spectres sont catégorisés ainsi : O, B, A, F, G, K et M. Les étoiles de type O sont les plus chaudes et leur lumière est bleue, celles de type M sont les plus froides et leur lumière est rouge. Le Soleil est de type G2 : une étoile jaune naine dont la température de surface est de 5 500 °C. (Voir le tableau page 53.)

LA LUNE

La Lune est un satellite naturel de la Terre et le seul autre monde visité par les hommes. Extraite de la croûte terrestre lors d'une collision il y a des milliards d'années, la Lune devait

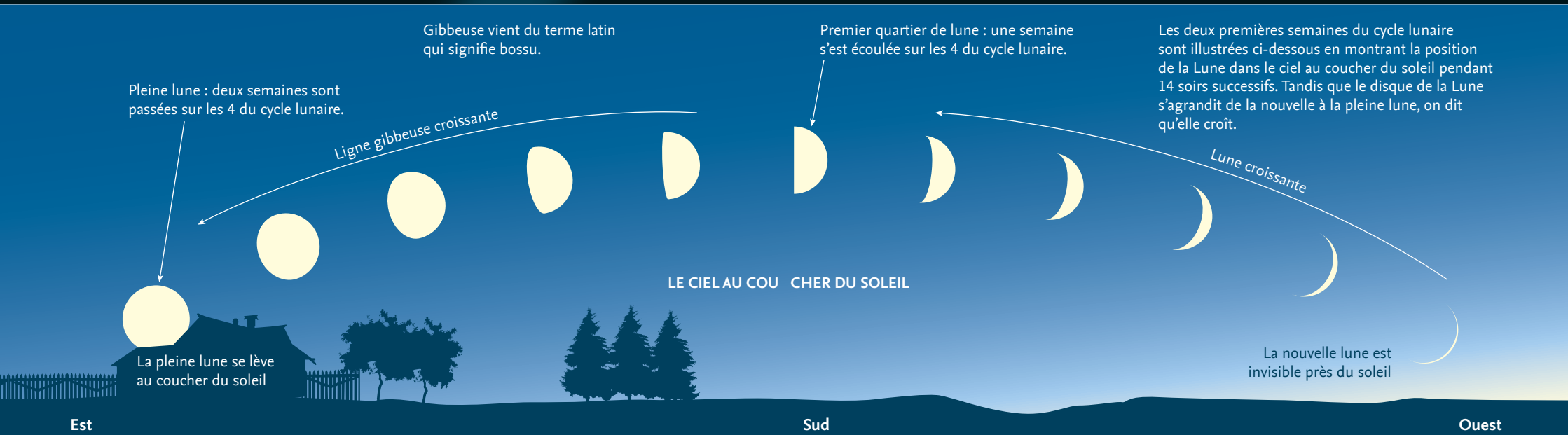
être plus grande dans notre ciel et émettre un éclat provenant de la chaleur des larges mers de lave sur sa surface. Elle s'est refroidie, solidifiée et éloignée de la Terre. La Lune s'éloigne toujours de la Terre, mais à un rythme si lent que les observateurs ne le remarqueront jamais.

Aujourd'hui, la Lune effectue une orbite autour de la Terre en 27,3 jours. À cause du mouvement de la Terre et de la Lune autour du Soleil, il existe un décalage entre la durée d'une orbite lunaire et l'intervalle de temps entre deux nouvelles lunes successives, qui est de 29,5 jours. Au cours de cette période, appelée mois lunaire synodique, les phases connues de la Lune apparaissent tour à tour.

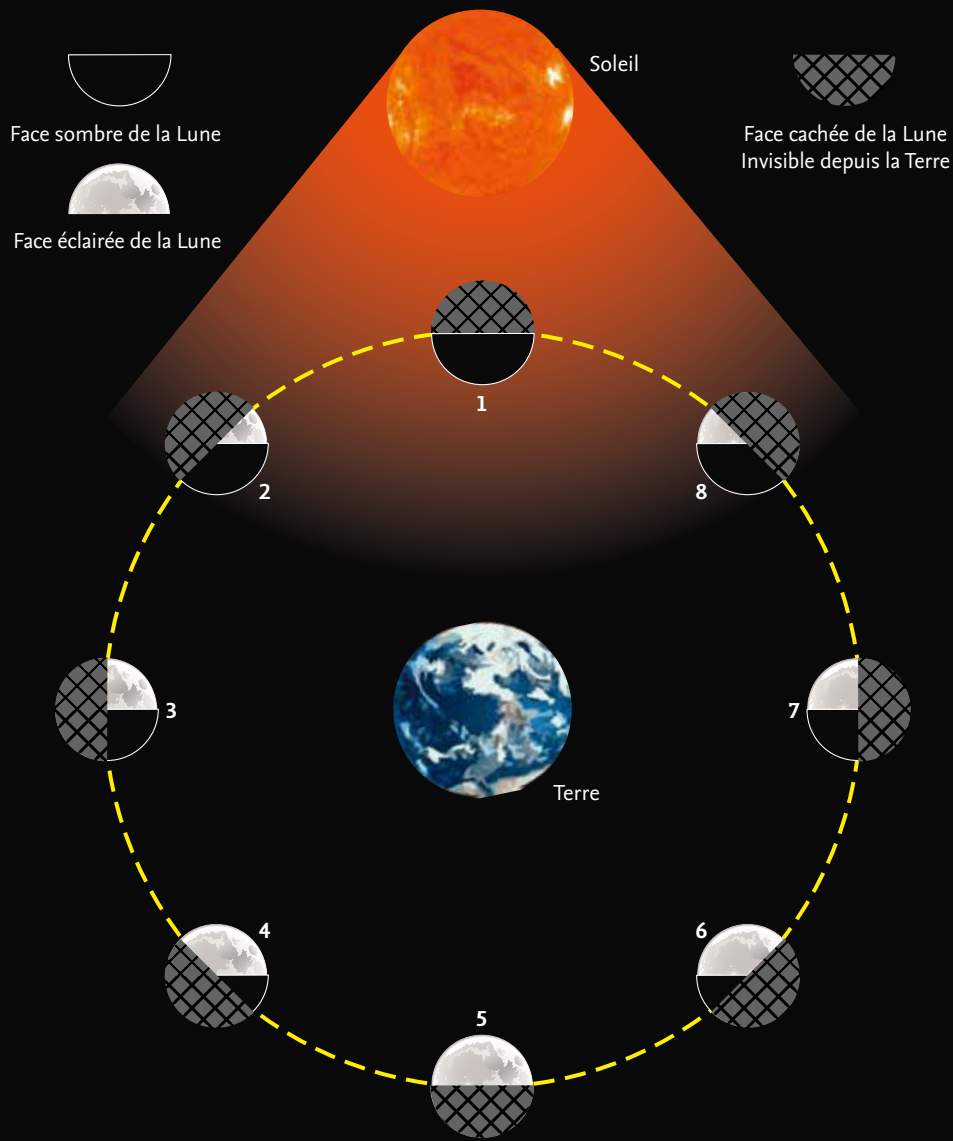
La Lune tourne sur son axe en 27,3 jours et donne l'illusion qu'elle ne tourne pas puisque nous voyons toujours la même face. Seuls les astronautes d'Apollo ont vu sa face cachée de leurs propres yeux. Nous devons nous contenter des images prises par les sondes en orbite qui ont cartographié la surface lunaire en détail.



Dernier quartier de lune et Vénus au coucher du soleil, depuis l'Observatoire européen austral du Cerro Paranal au Chili.



Représentation de la première moitié du cycle lunaire montrant la phase et la position de la Lune au coucher du soleil.



PHASES LUNAIRES OBSERVABLES



La distance entre la Lune et la Terre change également car l'orbite de la Lune n'est pas parfaitement circulaire : elle varie entre 356 500 km au périgée lunaire et 406 700 km à l'apogée lunaire. Lorsque la pleine lune se produit aux alentours du périgée lunaire, elle apparaît un peu plus grande et plus brillante que la moyenne – ce phénomène est connu sous le nom de superlune.

PLANÈTES

Huit planètes connues orbitent autour du Soleil, séparées par plusieurs millions de kilomètres les unes des autres. En Grèce antique, les astronomes les avaient nommées astères planetai – les étoiles errantes. (Voir pages 36-37.)

Parce que le Système solaire s'est formé d'une certaine façon, les orbites des planètes sont presque alignées avec le plan de l'équateur solaire. Ainsi, elles ne s'éloignent jamais vraiment de l'écliptique dans le ciel. Comme elle est proche du Soleil, Mercure peut être particulièrement difficile à observer après le coucher du Soleil ou avant son lever, à moins qu'il n'y ait aucun obstacle à l'horizon comme des arbres ou des bâtiments. Vénus, bien plus brillante que Mercure et plus éloignée du Soleil, est plus clémente. Mars et les quatre planètes géantes gazeuses peuvent parfois apparaître à l'opposé du Soleil, observables toute la nuit.

PLANÉTOÏDES

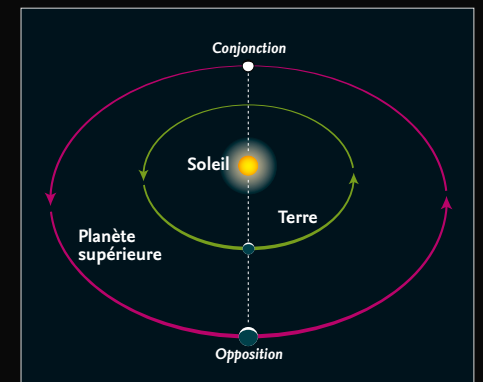
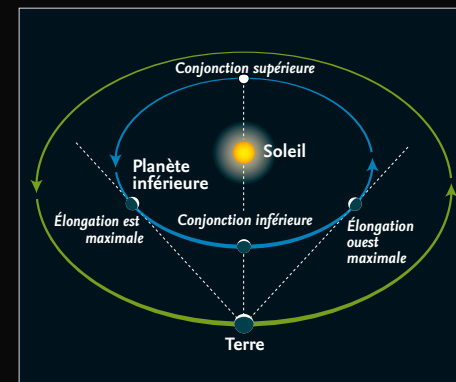
Un planétoïde est un objet naturel orbitant autour du Soleil, qui n'est ni une planète ni une comète : un astéroïde ou une planète naine, par exemple. Parce qu'ils sont de petite taille, les planétoïdes ressemblent souvent à des étoiles, même dans de grands télescopes. Des centaines de milliers de planétoïdes ont été découverts et catalogués mais seulement quelques-uns, comme Pluton, Cérés et Vesta, sont observables par les astronomes amateurs.

ASTÉROÏDES

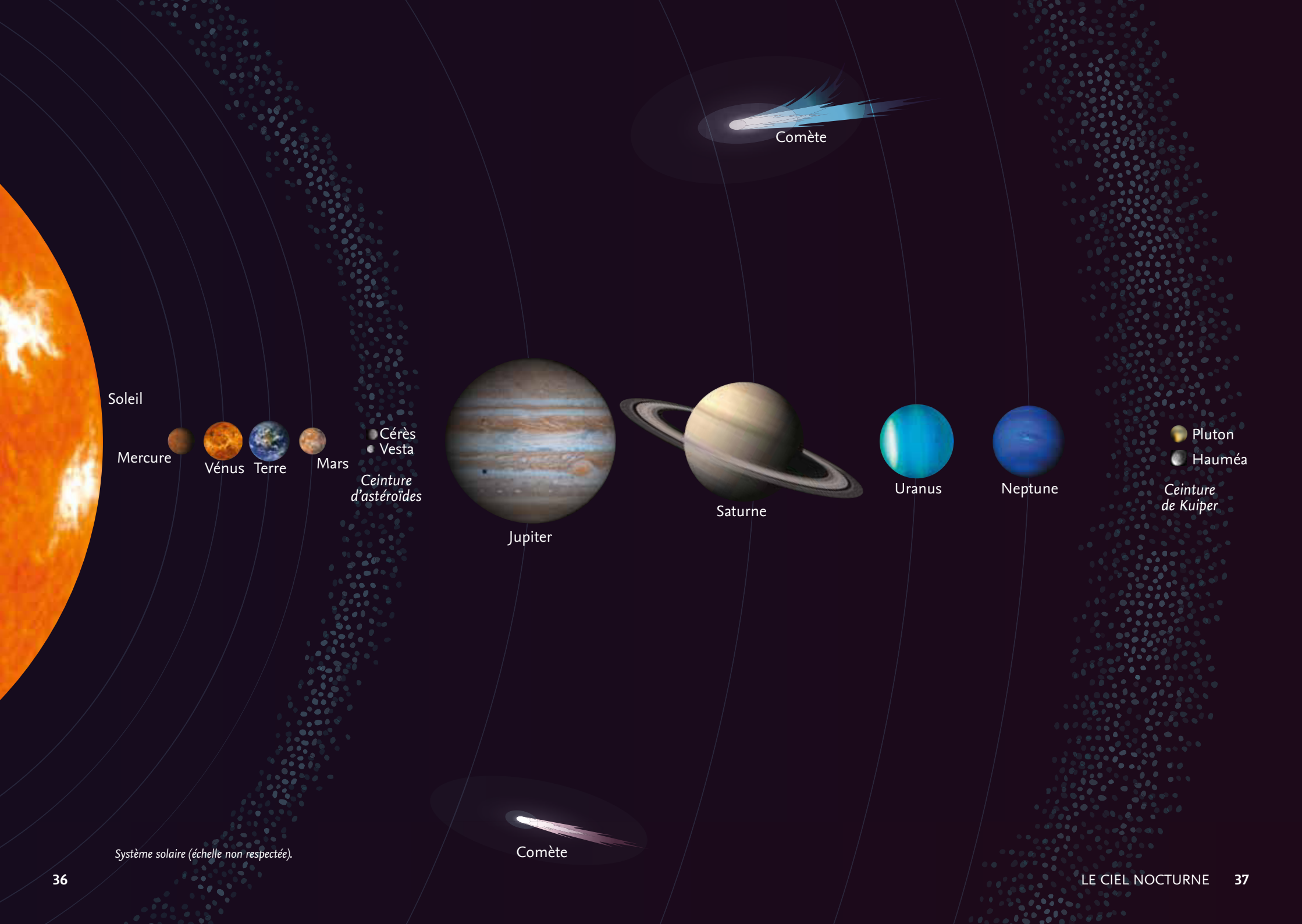
Ce sont les restes de la formation du Système solaire : des fragments irréguliers de roche et de métal concentrés dans une région située entre les orbites de Mars et de Jupiter. Même s'ils n'ont pas l'air dangereux, ils nous rappellent le véritable danger que représentent les roches spatiales, comme celle qui a causé la disparition des dinosaures voici 66 millions d'années. Le plus grand astéroïde facilement observable, Vesta, est environ 60 fois plus gros !

COMÈTES

Ces petits objets composés de poussières et de glace sont des visiteurs de passage provenant de la lointaine ceinture de Kuiper – un anneau constitué de planètes naines et de comètes, où se trouve notamment Pluton – ou du nuage d'Oort, une immense bulle de roches glacées qui entourerait le Système solaire.



Planètes inférieures (qui orbitent entre le Soleil et la Terre) et planètes supérieures (dont les orbites se situent au-delà de celle de la Terre).



Soleil

Mercure

Vénus

Terre

Mars

Cérès

Vesta

Ceinture
d'astéroïdes

Jupiter

Saturne

Uranus

Neptune

Pluton

Hauméa

Ceinture
de Kuiper

Comète

Comète

Système solaire (échelle non respectée).