



L'équinoscope :

Les mouvements apparents du Soleil résultent de la rotation de la Terre sur elle-même et de sa révolution annuelle autour de cette étoile.

De nombreux logiciels permettent de les visualiser, mais le choix est ici de vous présenter un petit assemblage en carton, simple à confectionner, qui montrera les trajectoires apparentes pour différentes périodes de l'année et en différents lieux sur Terre.

En effet, la portion de ciel (ou sphère céleste) que vous observez au-dessus de votre horizon (ou sphère locale) dépend de la date et de l'heure de l'observation mais aussi de la latitude du lieu où vous vous trouvez. Les cartes du ciel réglables tiennent compte de l'heure et de la date mais sont en général fixées à une latitude donnée. Inconvénient que ne présente pas l'équinoscope.

Au fil de quelques manipulations, vous découvrirez un outil pédagogique qui peut être utile aux animateurs et aux enseignants. Pour son montage, reportez vous au paragraphe "Assemblage" et la photo (figure 1) vous montre son aspect définitif.

Les arcs dessinés (analogues aux méridiens terrestres) permettent de "représenter" cette rotation apparente de la voûte céleste. Un disque correspond à la rotation de 0 à 12 heures (coté Est) et un autre, correspond à la rotation de 12 à 24 heures (coté Ouest).

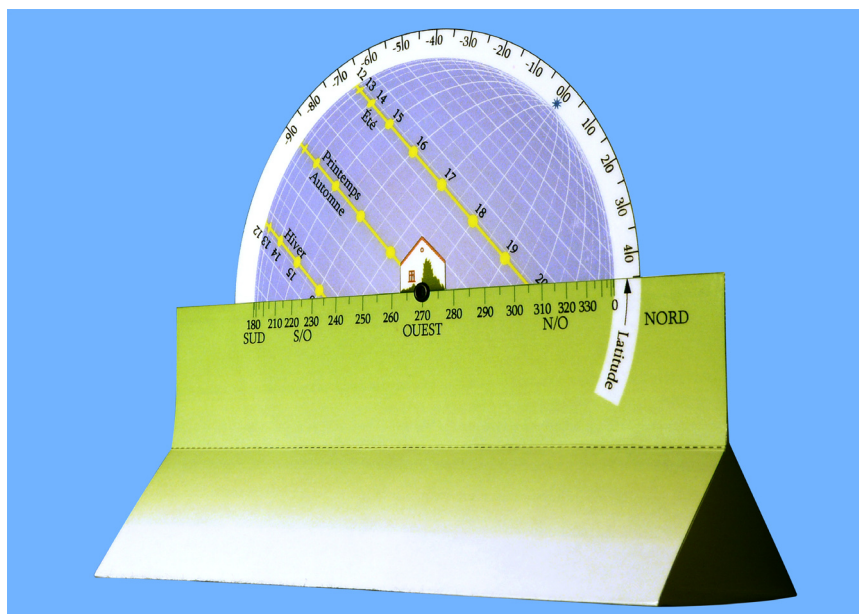
Sur les disques, on remarque les trois principales trajectoires apparentes saisonnières du Soleil ponctuées par sa position d'heure en heure.

Ce sont les trajectoires apparentes aux premiers jours des saisons. Les trajectoires apparentes du Soleil en dehors de ces dates peuvent être dessinées en position intermédiaire entre les trajectoires imprimées.

Comme sur les cartes du ciel, les heures inscrites ne correspondent pas à celles de votre montre.

Sur le pourtour des disques sont inscrites des graduations qui indiquent les latitudes, de 0 à 90° pour l'hémisphère Nord et de 0 à -90° pour l'hémisphère Sud. La latitude d'un lieu est affichée en mettant sa valeur **en regard de la flèche "latitude" située sur l'horizon Nord.**

Figure 1



Les éléments de la maquette :

Les deux disques présents (figure 2) correspondent à une projection de la sphère céleste vue depuis l'infini et sur le plan de l'équateur.

Vous y devinerez rapidement ce dernier ainsi que l'axe des pôles qui lui est perpendiculaire et rejoint l'étoile Polaire "matérialisée" par une petite étoile noire.

Il va falloir imaginer que cette sphère tourne autour de cet axe polaire.

À propos de l'étoile polaire

Du fait de la rotondité de la Terre, la hauteur apparente de cette étoile au-dessus de l'horizon nord varie notablement. A l'équateur (latitude 00°), elle apparaît au ras de l'horizon. Au pôle Nord (latitude +90°), elle apparaît au zénith (hauteur apparente +90°). Il suffit donc d'afficher la hauteur de la polaire au-dessus de l'horizon nord pour régler la latitude du lieu. Dans l'hémisphère sud la polaire n'est pas visible. Il faut alors afficher les latitudes négatives en regard de la même flèche "latitude".



Les horizons Est et Ouest :

Le montage représente l'horizon pour un observateur regardant vers l'ouest ou l'est. Il est très simple avec juste les principaux points cardinaux (pour faciliter l'utilisation, les azimuts indiqués sont ceux utilisés sur les boussoles, et non pas ceux utilisés en astronomie).

Le petit arc blanc permet l'affichage de la latitude au bout de la flèche.

On peut imaginer l'observateur près de la petite maison, celle-ci étant située devant l'horizon qui, par définition, est plus loin de l'observateur.

Observations à l'aide de la maquette :

Cette dernière étant construite, nous allons pouvoir effectuer des manipulations et ré-découvrir des phénomènes bien connus mais aussi d'autres moins familiers. Ceci à des latitudes différentes, repérant ainsi quelques lieux bien particuliers sur notre planète en liaison avec les observations astronomiques.

Les heures du coucher du Soleil au cours de l'année.

Pour cette première manipulation, supposons que nous sommes à Bordeaux, à la latitude de + 45°. Cette latitude affichée, nous voyons immédiatement les heures de coucher du Soleil pour les premiers jours de chaque saison : le 21 juin, il se couche à environ 19 h 45 et le 20 décembre à 16 h 15. Aux débuts du printemps et de l'automne il se couche vers 18 h.

Remarquons que l'azimut (la direction) du coucher du Soleil varie au cours de l'année. On peut le lire sur la graduation. C'est seulement au début du printemps et au début de l'automne que le soleil se couche exactement à l'ouest. Au début de l'été. Il se couche au nord-ouest et au début de l'hiver il se couche au sud-ouest..

Si la trajectoire d'été est rallongée d'environ 1h 45 le soir, la journée aura dans les 3 h 30 supplémentaires et sera de environ 15 h 30. Les ordinateurs nous ont habitués à des précisions bien supérieures, mais on peut dire que notre petit montage ne s'en sort pas si mal car le calcul conduit à 15 h 26.

Les durées des journées au cours de l'année ; les équinoxes.

Pour un jour donné, la durée de présence du Soleil dans le ciel s'obtient en additionnant le nombre d'heures au-dessus de l'horizon sur la face « est » du disque céleste depuis son lever jusqu'à 12 h (culmination = midi solaire) et le nombre d'heures entre 12 h et son coucher, sur l'autre face. La trajectoire du Soleil est ainsi bien définie, avec une partie au-dessus de l'horizon et une partie en dessous.

En première approximation on a tendance à décréter que lorsque ces deux parties sont égales, c'est l'équinoxe. Ce dernier se produirait donc deux fois dans l'année, aux débuts du printemps et de l'automne. (Ceci est vrai à toutes les latitudes et signifie que les jours d'équinoxe, partout sur Terre (sauf aux pôles), le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest).

Mais ! Par le passé où l'activité humaine s'effectuait principalement à la lumière solaire, l'unité de temps était la longueur de la journée. On divisait l'intervalle entre lever et coucher du Soleil en périodes égales. Les heures temporaires ainsi définies variaient au rythme des saisons. Aux équinoxes, les heures diurnes et nocturnes sont égales et on les appelait alors les heures équinoxiales. En réalité, le crépuscule fait que ce n'est pas exactement à ce moment que la journée est égale à la nuit.

Rappelons que le crépuscule est la durée qui sépare le coucher du Soleil de la nuit noire et on considère que cet astre doit se trouver à -18° sous l'horizon pour que la nuit soit totale.

Les azimuts des levers et couchers du Soleil.

Petit voyage à la latitude de l'équateur (latitude 00°). Nous remarquons que les levers ou couchers du Soleil ne s'écartent pas de plus de 23,5° de part et d'autre de l'est ou de l'ouest. Mais, plus on part vers le nord (en faisant "monter" l'étoile polaire au dessus de l'horizon nord. Plus l'écart par rapport aux deux points cardinaux précédents augmente. À la limite du cercle polaire (latitude voisine de 66,5°), tout l'horizon peut à un moment ou l'autre de l'année être occupé par un lever ou un coucher de Soleil.

Plus on s'éloigne de l'équateur, plus les saisons sont marquées.

Réglons à nouveau le montage sur l'équateur (latitude 00°). Les trois trajectoires saisonnières ont des longueurs presque égales, que ce soit au-dessus ou au-dessous de l'horizon. Résultat, à toutes saisons, les journées sont pratiquement de même durée. De plus, la différence saisonnière de hauteur du Soleil à midi, varie très peu. Elle oscille de part et d'autre du zénith local d'environ 23,5° (angle d'inclinaison de l'axe terrestre). Ces deux phénomènes font que les saisons ne sont pas marquées sur l'équateur.

À présent à partir de l'équateur progressons lentement vers le pôle et intéressons nous uniquement aux trajectoires apparentes été et hiver. Plus on s'éloigne de l'équateur, plus les différences des durées des journées entre saisons s'amplifient.



Les variations saisonnières de la hauteur apparente du Soleil (à midi) prennent aussi toute leur amplitude. Ce n'est plus $23,5^\circ$ de part et d'autres du zénith qu'il faut considérer, mais deux fois $23,5^\circ$ par rapport à l'horizon.

Ces deux phénomènes (variations de durée des journées et des hauteurs apparentes du Soleil) concourent pour amplifier les différences saisonnières quand on s'éloigne de l'équateur.

Toujours sur l'équateur, il suffit d'imaginer le mouvement du Soleil sur un jour pour comprendre que ce dernier «plonge» perpendiculairement à l'horizon. Ainsi la nuit tombe-t-elle plus vite.

L'été, les touristes migrent du nord vers le midi pour «chercher le Soleil».

Partons de la latitude 50° nord (le nord de la France), et voyageons en direction du sud jusqu'à la latitude 35° (la Tunisie par exemple). Sans forcément chercher à obtenir des durées précises, on constate qu'en été, la journée raccourcit en progressant vers le sud. Par contre le Soleil apparaît plus haut dans le ciel et la plus grande concentration de ses rayons chauffe mieux le sol. Le mot climat vient du mot grec klima qui signifie inclinaison, l'inclinaison des rayons solaires.

Sous le Soleil exactement.

Les tropiques correspondent aux latitudes à partir desquelles le Soleil peut atteindre le zénith, c'est-à-dire le point géométrique imaginaire qui se trouve sur la verticale au-dessus d'un observateur. Il n'est pas rare d'entendre dire que midi est l'heure ou le Soleil est au zénith. Prenons alors le montage, et réglons-le à la latitude moyenne de la France (environ 47°). Nous sommes dans la petite maison au centre de l'horizon.

Même en été, le Soleil ne parvient pas à notre verticale. Pour que cela se produise, il faut se trouver à une latitude comprise entre les deux tropiques. Au tropique du Cancer ($+23,5^\circ$), le Soleil passe une fois l'an au zénith, le 21 juin. Au tropique du Capricorne ($-23,5^\circ$), cela se produit le 21 décembre. Dans toute la bande intertropicale, le Soleil passe au zénith deux fois par an.

Quand le Soleil levant (ou couchant) fait «demi-tour».

Un réglage à la latitude de 45° montre l'écart des levers ou couchers du Soleil relativement à l'est et à l'ouest. Le montage matérialise les principales trajectoires apparentes du Soleil aux quatre saisons. Pour toutes les dates intermédiaires, il aurait fallu inscrire un grand nombre de lignes parallèles. Elles n'ont pas été représentées pour améliorer la clarté de l'ensemble. Si on imagine toutes ces lignes, on peut se représenter le mouvement apparent de va et vient du soleil levant sur l'horizon de part et d'autre de l'est.

En été le Soleil se lève vers le nord-est puis il s'approche de l'est qu'il franchit en automne et se décale vers le sud-est jusqu'en hiver. Alors il rebrousse chemin pour repartir vers l'est qu'il franchit au printemps puis se dirige vers le nord-est ... et ainsi de suite.

Quand le Soleil «rebrousse chemin», pendant quelques jours, il semble se lever sur le même point d'horizon. C'est le «Soleil arrêté» (sol-sistere), le solstice, aux dates des 21 juin et 21 décembre.

Aux solstices (aux époques où il semble rebrousser chemin sur l'horizon), le Soleil se situe sur les cercles tropiques et le terme tropique, du grec tropos, signifie demi-tour.

Le Soleil de minuit.

En partant de l'équateur en direction du pôle, arrive une limite où la trajectoire estivale du Soleil ne recoupe plus l'horizon et où se trajectoire hivernale n'apparaît plus. Aux imprécisions près du montage, ce phénomène se produit sur le cercle polaire.

Positionnons-nous en effet sur le cercle polaire nord (latitude $66,5^\circ$ N). Imaginons le mouvement apparent du Soleil le jour de l'été. Vers midi il se situe à 47° au-dessus de l'horizon sud. Dans le courant de l'après-midi il baisse très lentement et atteint l'horizon nord à minuit. C'est le fameux Soleil de minuit.

Ce dernier par définition, n'est visible que sur le cercle polaire, le jour du solstice d'été (l'inverse pour l'hémisphère Sud). Mais la réfraction atmosphérique fait qu'il peut être visible un petit peu plus au sud. Nous avons déjà fait les observations pour le printemps/automne. En hiver, le Soleil ne passe pas au-dessus de l'horizon. Une clarté de plusieurs heures subsiste toutefois, selon le principe du crépuscule, quand le Soleil s'élève à moins de 18° sous l'horizon.

Quand le Soleil ne se couche plus.

Notons que lorsque nous réglons la sphère céleste à l'un ou l'autre pôle, les points cardinaux de l'horizon devraient s'effacer. Imaginons-nous exactement au pôle Nord. Quelle que soit la direction dans laquelle nous tendons le bras, il désigne le sud.

Un dernier petit réglage sur le pôle (latitude 90° ou -90°) pour constater que les trois trajectoires saisonnières sont parallèles à l'horizon. En été le Soleil semble faire le tour de l'horizon à une hauteur de $23,5^\circ$. Puis au cours des jours suivants, il descend lentement en spirale. En automne se produit un fabuleux coucher de Soleil. Il dure des heures, tout en courant sur l'horizon.

À partir de cette période, le Soleil n'apparaît plus pendant six mois. Mais attention pour que la nuit soit noire, il faut attendre quelques bonnes semaines. Le Soleil doit s'abaisser suffisamment sous l'horizon.



Vient ensuite la période de nuit noire. Après avoir atteint la trajectoire d'hiver, le Soleil va sensiblement remonter en spirale. Quelques semaines avant le printemps, le crépuscule rend le ciel de plus en plus blafard. Au printemps, c'est enfin ce curieux lever qui prend son temps. Puis nous tournant autour, le Soleil gagne chaque jour un peu plus de hauteur. Il rejoint enfin sa trajectoire d'été. Si, au pôle, le Soleil reste apparent pendant six mois, en raison du crépuscule la nuit noire, elle, ne dure pas six mois (de mi-novembre à fin janvier pour le pôle Nord).

Assemblage.

Imprimez les deux planches ci-dessous.

IMPORTANT !

Pour respecter les proportions des croquis : imprimez sans adaptation au format de la page. Se méfier des imprimantes qui déforment. Un test simple consiste à imprimer un cercle de 20 cm de diamètre sur deux feuilles. Vérifiez ensuite, par transparence, si ces deux cercles se superposent bien après en avoir tourné un de 90°.

Il est ensuite possible de coller les tirages sur du carton léger comme ceux des chemises de papeterie.

(1) Avant toute découpe il y a quatre petits trous à pratiquer (1 au centre de chaque sphère céleste, 1 au niveau de la graduation 270 de l'horizon ouest et 1 au 90 de l'est). Le diamètre des ces ouvertures dépend de l'axe choisi (œillet miniature, attache parisienne, simple punaise...).

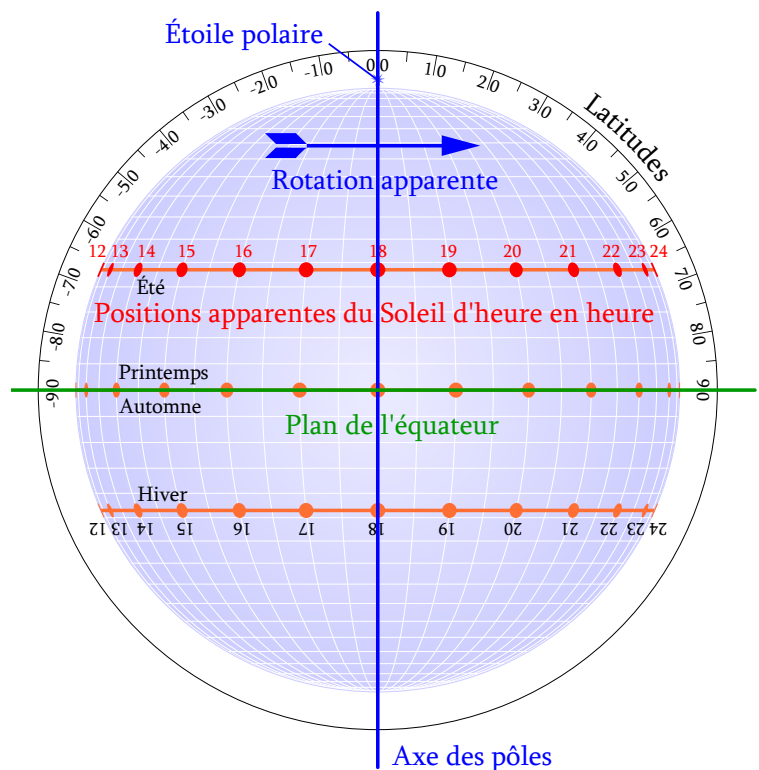
(2) Découper les trois pièces.

(3) En s'aidant d'une règle, plier les quatre pointillés sur la partie horizon.

(4) Assembler avec l'axe les deux disques et l'horizon. Attention : le disque portant le Soleil de 18h doit être visible du côté de l'ouest et celui contenant 06h doit apparaître à l'est.

(5) Appliquer des points de colle entre les extrémités des horizons nord et sud (juste ce qu'il faut pour rigidifier l'ensemble sans bloquer la rotation). Avec un point de colle entre les deux sphères célestes maintenir les étoiles polaires en parfait vis-à-vis (utiliser la transparence du carton ou une petite épingle). Ceci est beaucoup plus aisé à faire si l'ensemble est déjà maintenu par l'axe.

Figure 2



Pour nous contacter :
Site : www.couleurs-etoiles.com
Mail : m26@orange.fr
Tél : **06 30 56 23 07**



180 210 220 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330 0
SUD S/O OUEST N/O



NORD

Les couleurs du ciel et des étoiles

Site : www.couleurs-etoiles.com

Mail : m26@orange.fr Tél : 06 30 56 23 07

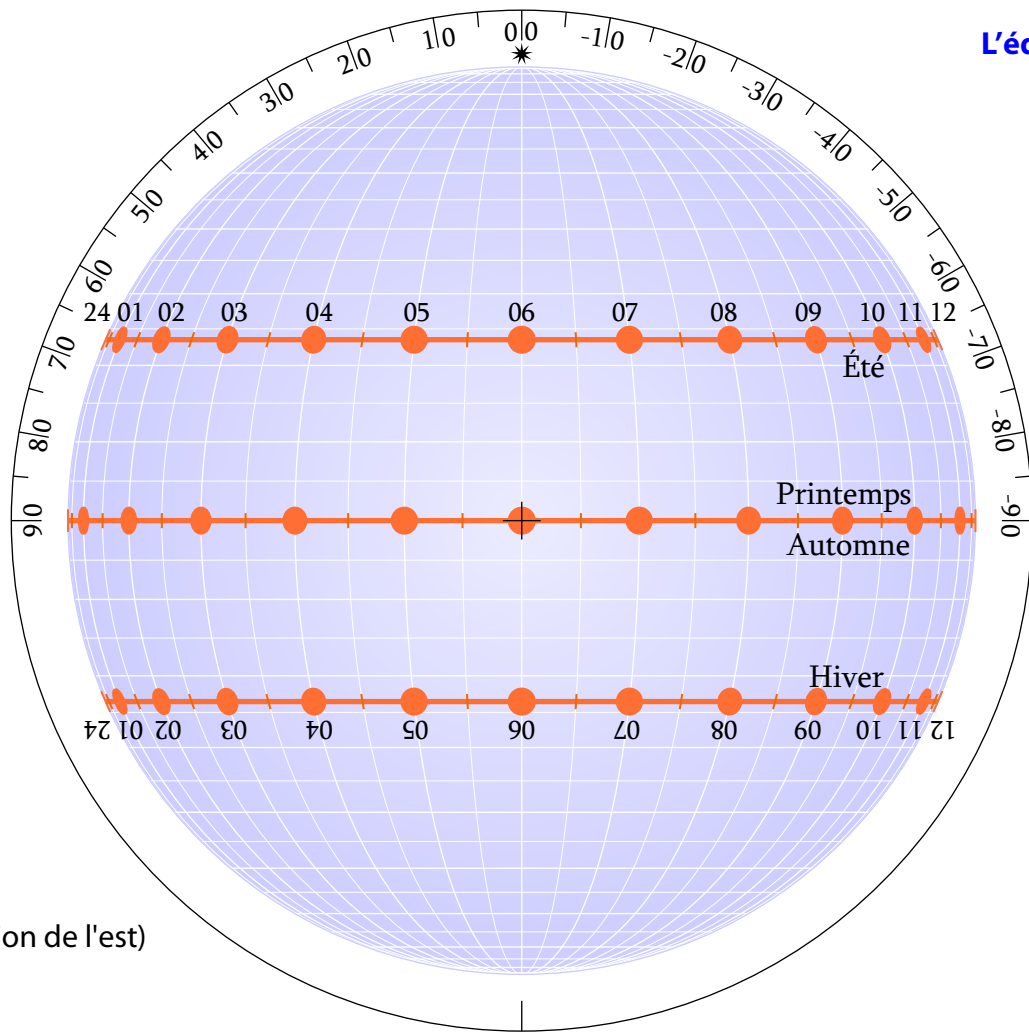
Mail : m26@orange.fr Tél : 06 30 56 23 07
Site : www.couleurs-etoiles.com
Les couleurs du ciel et des étoiles

180 150 140 130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 0
SUD S/E EST N/E

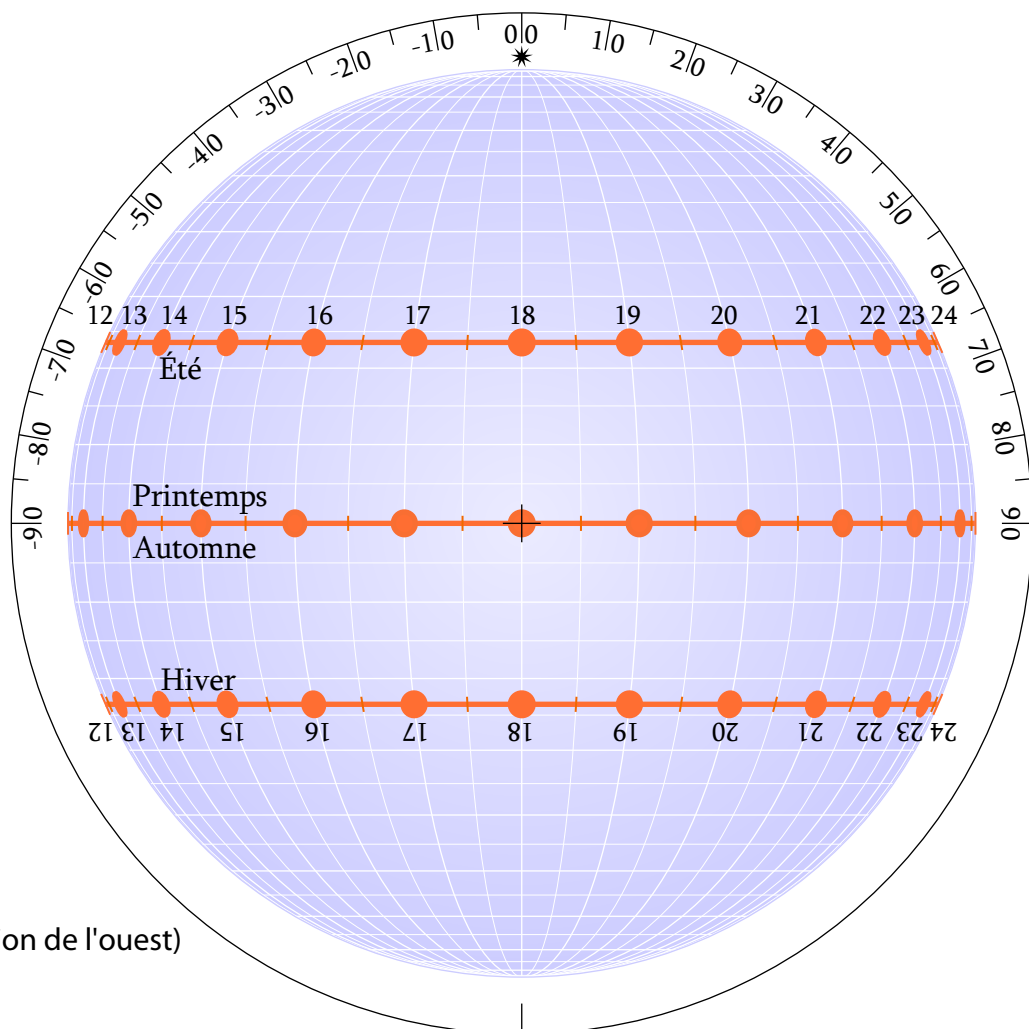


NORD





(Direction de l'est)



(Direction de l'ouest)