

Ederlinda Viñuales Gavín · Cristina Viñas Viñuales

B

Durée du jour



INTRODUCTION

Au cours de cette séance, nous demandons aux élèves d'effectuer les mesures et les calculs suivants :

- ▮ relever pour un jour donné les heures de lever et de coucher du soleil,
- ▮ calculer la durée du jour en question et
- ▮ représenter graphiquement la hauteur du soleil par rapport à l'horizon au cours de la journée. Les élèves peuvent inscrire les données recueillies sur une journée dans un tableau puis refaire des calculs identiques pour le jour suivant et enfin comparer les données entre elles.

Les élèves de ce cours doivent avoir entre 15 et 18 ans ; ils doivent en effet posséder des connaissances minimum en trigonométrie et en astronomie.

N.B. : Dans ce texte, l'analyse de la durée du jour est indiquée en fonction des saisons pour l'hémisphère Nord.

Quelques éléments d'astronomie

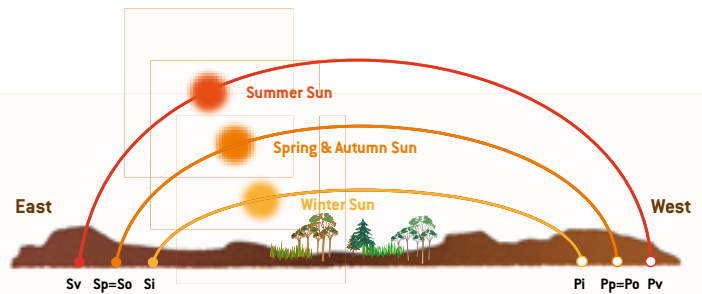
La course journalière du soleil dans le ciel varie en fonction de la période de l'année. En été, le soleil est au plus haut dans le ciel tandis qu'en hiver sa trajectoire est la plus basse : ce phénomène explique que les jours sont plus longs en été qu'en hiver. Au printemps et en automne, le soleil suit une trajectoire intermédiaire comme indiqué dans le schéma suivant. ①

Le premier jour du printemps, le soleil traverse l'équateur céleste (déclinaison = 0). Les jours d'après, la course apparente du soleil s'élève jusqu'au premier jour de l'été où le soleil suit la trajectoire la plus haute (déclinaison ϵ). Le lendemain, sa trajectoire est plus basse dans le ciel : elle va en diminuant jusqu'au premier jour de l'automne où le soleil traverse à nouveau l'équateur céleste (déclinaison = 0), puis jusqu'au premier jour de l'hiver où le soleil est au plus bas de sa course (déclinaison $-\epsilon$). La course du soleil s'allonge alors de nouveau tous les jours un peu plus jusqu'au retour du printemps et à la traversée en montant de l'équateur céleste... les jours s'allongent et le soleil recommence sa course annuelle.

La durée du jour correspond à l'intervalle de temps situé entre l'apparition à l'horizon du bord supérieur du disque solaire au lever du soleil et sa disparition au moment du coucher du soleil.

La durée du jour varie en fonction de la période de l'année et dépend de la latitude. L'inclinaison de la terre sur son

① Trajectoire du Soleil le premier jour de chaque saison

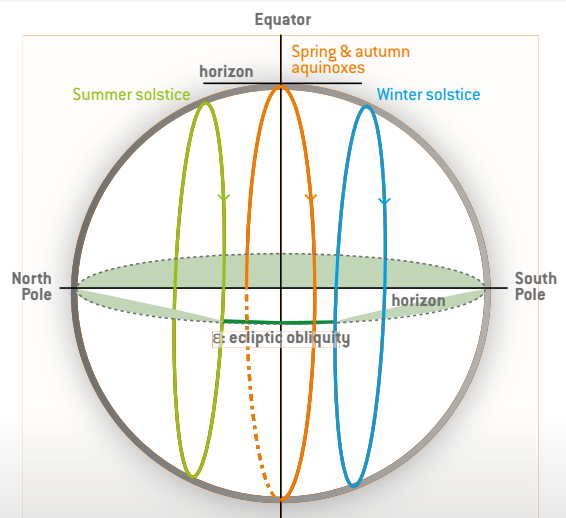


Sv, Sp, So, Si dots indicate the sunrise in summer, spring, autumn, & winter. Pv, Pp, Po, Pi dots indicate the setting sun in summer, spring, autumn & winter.

axe de rotation permet d'expliquer à la fois le phénomène des saisons et le fait que le soleil ne se lève ni ne se couche jamais au même endroit.

La distance angulaire maximum entre deux levers et deux couchers de soleil correspond à l'angle entre deux solstices. Cet angle change en fonction de la latitude de l'endroit considéré. Il est le plus faible à l'équateur (où il est égal à l'inclinaison de l'écliptique ϵ), puis augmente en fonction de la valeur absolue de la latitude jusqu'à provoquer le soleil de minuit dans les régions polaires. Ainsi dans une ville située sur l'équateur (de latitude $\phi = 0^\circ$), la distance entre deux couchers de soleil sera au plus de 2ϵ (entre les solstices de juin et de décembre) (voir fig. ②). La durée du jour et de la nuit est identique en tous points de l'équateur où elle est égale à 12 heures.

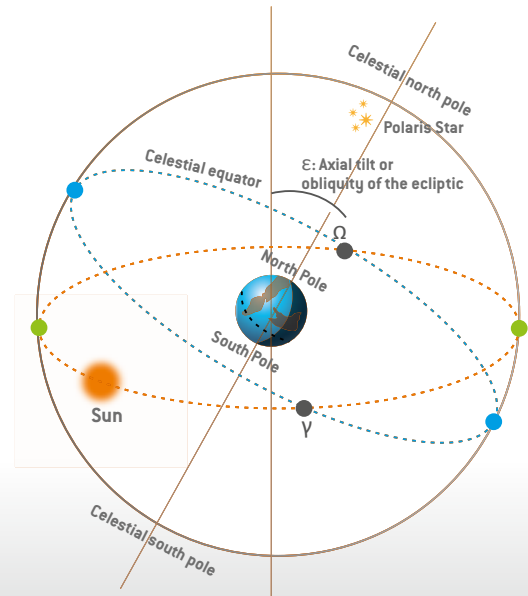
② Trajectoire du Soleil à la latitude 0° (à l'équateur)



Aux pôles, la course du soleil est parallèle à l'horizon (soleil de minuit) et il n'est pas possible d'établir la distance angulaire entre deux couchers de soleil puisque l'on ne peut définir l'endroit où le soleil se couche faute de points de coucher du soleil. Sur le cercle polaire, la durée du jour (ou de la nuit) varie entre un jour et six mois en fonction du lieu.

Par exemple, si notre ville est située à une latitude supérieure à 40° N et est comprise dans la zone pour laquelle nous calculons la durée du jour et ses variations en fonc-

④ Ecliptique et équinoxes



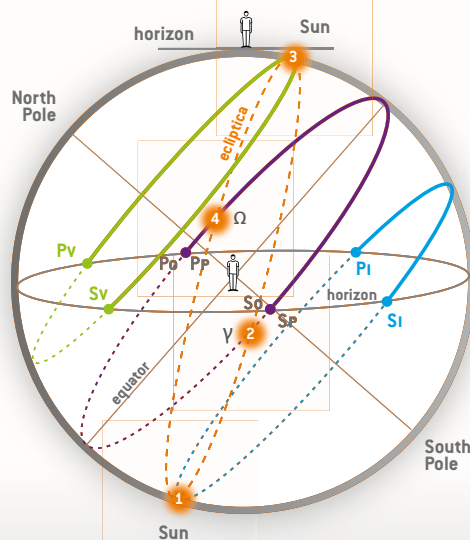
plus être perpendiculaire à ce dernier. L'axe de la Terre fait un angle d'environ 23,26° avec la perpendiculaire au plan de l'écliptique. C'est ce qu'on appelle l'obliquité de la terre, représentée par le symbole ϵ .

Les intersections entre le plan de l'équateur et le plan de l'écliptique avec la sphère céleste donnent deux grands cercles connus sous le nom d'équateur céleste et d'écliptique. Les points d'intersection de ces deux cercles situés en vis-à-vis correspondent aux équinoxes (voir fig. ④). Le point Vernal (équinoxe de printemps) correspond au passage du soleil du sud au nord (de l'équateur céleste); l'équinoxe d'automne, ou point d'Oméga est atteint lorsque le soleil passe du nord au sud. L'obliquité de l'écliptique n'est pas une valeur immuable, elle varie dans le temps selon un cycle de 26 000 années. La modification lente et graduelle de l'orientation de l'axe de rotation de la Terre est provoquée par le couple qu'exercent les forces de marée de la Lune et du soleil sur le renflement équatorial de la Terre. Ces forces tendent à amener l'excès de masse présent à l'équateur vers le plan de l'écliptique.

RESSOURCES

Pour la première partie «Introduction et présentation du travail», nous avons utilisé un ordinateur MAC OS X, version 10.4.11 et les programmes Word et Adobe Illustrator CS pour les illustrations. Pour réaliser l'application, nous avons eu recours à l'IDE Eclipse fonctionnant avec Java sur un système Windows.

③ Le Soleil au dessus de notre horizon



In the blue the winter solstice, in purple the equinoxes and in green the summer solstice

tion de la période de l'année. Dans notre zone géographique, l'année ne comporte que deux jours, appelés équinoxes, qui se caractérisent par une durée du jour identique à celle de la nuit. Entre l'équinoxe du printemps et l'équinoxe d'automne, les jours seront plus longs que les nuits et inversement entre l'équinoxe d'automne et celui du printemps. La fig. ③ représente la course du soleil les jours des solstices et des équinoxes à des latitudes équivalentes à notre exemple.

Qu'entend-t-on exactement par écliptique et inclinaison de l'écliptique ?

L'écliptique est le plan comprenant l'orbite de la terre autour du soleil. En d'autres termes, elle correspond à l'intersection de la sphère céleste avec le plan comprenant l'orbite de la Terre autour du soleil (plan de l'écliptique).

L'axe de rotation de la Terre n'étant pas perpendiculaire au plan de l'écliptique, le plan de l'équateur ne peut pas non

Pour vérifier les valeurs calculées par l'application Java, il serait souhaitable de disposer d'un appareil photo à sténopé, ou d'un bâton, une corde et un rapporteur de façon à ce que les étudiants puissent faire les mesures eux-mêmes avec des outils simples.

CONTENU

Le programme Java (voir www.science-on-stage.de) permettant de calculer la durée du jour est divisé en deux parties. La partie de gauche sert à introduire les paramètres comme la date, la latitude et la longitude d'un lieu. Elle donne également les résultats numériques correspondant à l'heure du lever et du coucher du soleil et la durée du jour. La partie droite indique la hauteur du soleil pour une journée et un lieu donnés. La ligne commence à l'heure du lever du soleil, évolue jusqu'à la valeur maximale et décroît jusqu'au coucher du soleil.

Le programme dispose de trois boutons «Calculer» («Calculate»), «Réinitialiser» («Clear Values») et «Réinitialiser la course du soleil» («Clear Sun Paths») qui permettent de remettre les valeurs à zéro, de lancer les calculs et de supprimer le graphique de la course du soleil.

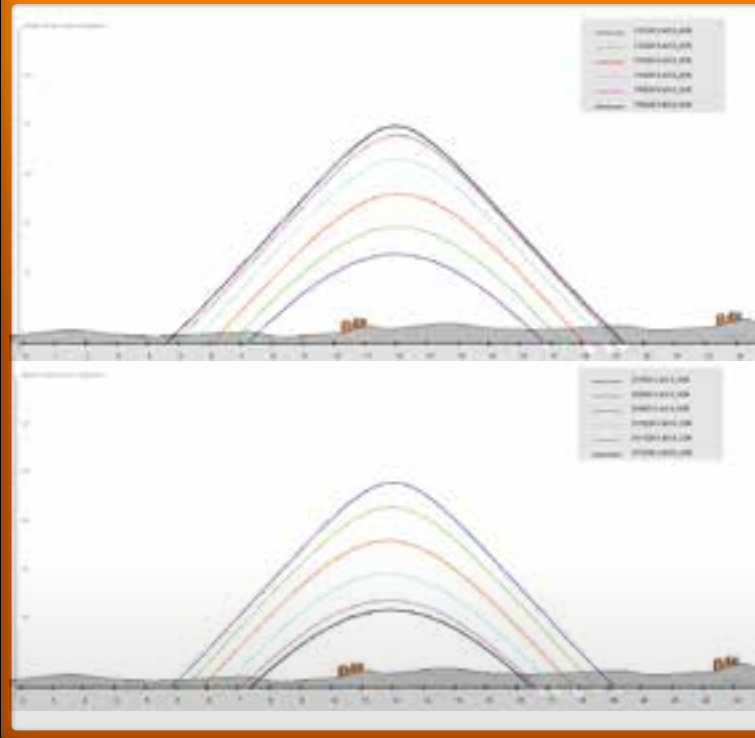
La version internet du cours indique les calculs possibles avec le programme, lesquels peuvent servir à calculer la durée du jour de façon manuelle. Comme il s'agit d'un processus complexe, il est vivement conseillé d'utiliser le logiciel Java de façon à obtenir différents résultats et de pouvoir les analyser.

Observons par exemple comment la hauteur du soleil évolue sur une année en un lieu donné avec des valeurs différentes. La figure ci-après donne les résultats. ©

Sur la dernière figure, on peut observer comment la hauteur du soleil augmente jusqu'au mois de juin et comment la durée du jour augmente, le soleil se levant de plus en plus tôt et se couchant de plus en plus tard. En revanche entre juillet et décembre, on peut observer comment la hauteur décroît ce qui influe sur la durée du jour et les heures de lever et de coucher du soleil.

Il est également intéressant d'observer que la hauteur du soleil diffère d'un lieu à l'autre à un jour donné : on pourra prendre le 21 juin 2012 et noter ces différences en fonction que l'on se trouve à une latitude de 40° Nord, à l'équateur ou à une latitude de 40° Sud. Il est intéressant de voir que les heures de lever et de coucher du soleil sont à peu

⑤ Comparaison de la trajectoire du Soleil au même endroit à chaque mois de l'année



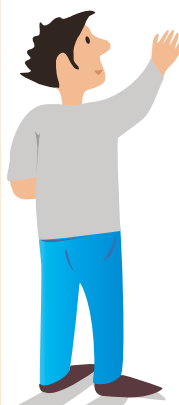
de choses près identiques mais que la hauteur du soleil diffère de plus de 60° entre l'équateur et le pôle Nord.

Changer uniquement la longitude tout en conservant la date et la latitude permet d'obtenir d'autres constats. La durée de la journée et la hauteur du soleil sont identiques mais les heures de lever et de coucher du soleil diffèrent en fonction de la longitude entrée.

Il est également intéressant de constater que le jour et la nuit ont une durée égale d'environ 12 heures au moment des équinoxes (soit vers le 21 mars et le 21 septembre tandis que le jour le plus long est atteint au solstice d'été (vers le 21 juin) et le jour le plus court au solstice d'hiver (vers le 21 décembre).

Enfin, il peut être intéressant pour les élèves de vérifier certains résultats obtenus par le programme Java en créant leur propre appareil, par exemple un appareil photo à sténopé pour reproduire la variation de la hauteur du soleil au cours d'une journée.

Un simple bâton permet aux élèves de calculer l'angle formé par les rayons du soleil et l'horizon. Cet angle correspond à l'altitude angulaire (hauteur) du soleil à un moment donné. Les étudiants pourront observer que les



valeurs mesurées à différentes heures de la journée avec cet outil des plus rudimentaires sont identiques à celles obtenues par le programme Java.

Une autre méthode de mesure consiste à marquer au sol les points correspondant à l'ombre de la pointe d'un bâton à des heures données.

CONCLUSION

L'application Java que nous avons créée peut être utilisée pour n'importe quel jour de l'année sous n'importe quelle latitude. Pourtant les étudiants seront bien obligés de constater que le programme donne parfois des résultats bien étranges. A certaines latitudes, il y a des jours où le soleil ne se couche pas si bien qu'il n'est pas possible de mesurer la durée de la journée. Le programme génère alors un texte en rouge indiquant que l'on se trouve en un lieu de la planète baigné en été par le soleil de minuit et complètement immergé dans le noir pendant 24 heures certains jours d'hiver.

Le programme peut calculer la durée du jour à différentes dates et sauvegarder la représentation graphique pour chacune d'entre elles ce qui permet de comparer les variations dans les heures de lever et de coucher de soleil en fonction de la saison et donc les variations de la durée du jour.

Il pourrait également être intéressant de diviser les étudiants en groupes de 3 ou 4 et de demander à chaque groupe de mesurer la durée du jour à une latitude donnée. En fonction du nombre d'étudiants, il serait envisageable d'effectuer des mesures pour chacun des hémisphères sur des zones comprenant une différence de latitude de 15 à 20°. Sur la base des graphiques obtenus à partir des calculs effectués, chaque groupe pourrait ensuite préparer un PowerPoint ou une présentation à montrer aux autres étudiants afin de permettre une discussion sur les résultats obtenus par les différents groupes.

DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Abad, A. ; Docobo, J.A. & Elipe, A. *Curso de Astronomía. Colección textos docents*. Prensas Universitarias de Zaragoza. 2002.

Duffett-Smith, Peter. *Astronomy with your personal computer*. Cambridge University Press. 1986.

Viñuales Gavín, Ederlinda. *Euroastro. Astronomy in the city*. Socrates Comenius 1 project. 1998-2001.

