

Cristina Viñas Viñuales · Ederlinda Viñuales Gavín



C

## Les phases de la Lune



## INTRODUCTION

Avez-vous jamais remarqué que la Lune a toujours la même forme, quel que soit le point de la Terre d'où on l'observe un jour donné ? Avez-vous jamais remarqué que l'évolution de la partie éclairée de la Lune est cyclique et séquentielle ?

Cette unité d'enseignement vise à faire comprendre aux élèves comment la position relative du Soleil, de la Terre et de la Lune influe sur chaque phase de la Lune, à les mettre en mesure de déterminer cette phase pour un jour donné et de calculer le pourcentage de sa partie éclairée.

Cette unité d'enseignement est destinée, de préférence, à des élèves âgés entre de 14 à 16 ans, car ils auront besoin de certaines connaissances de trigonométrie et d'astronomie.

### Quelques notions d'astronomie

La phase de la Lune désigne l'aspect que présente la partie éclairée de la Lune pour un observateur terrestre. Cet aspect évolue de façon cyclique, au fur et à mesure que la Lune parcourt son orbite autour de la Terre, en fonction des positions relatives de la Terre, de la Lune et du Soleil. Une moitié de la surface de la Lune est toujours éclairée par le Soleil, mais un observateur terrestre en voit une partie variable : de la totalité du disque lunaire éclairé (pleine lune) à son absence totale (nouvelle lune).

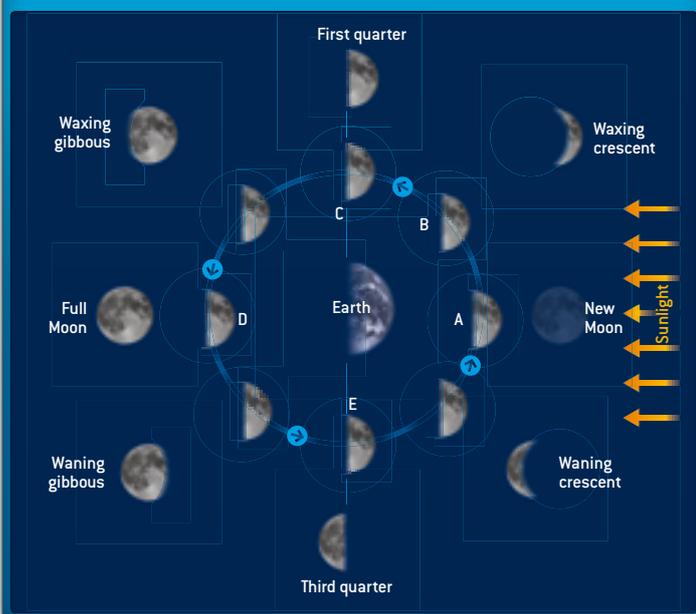
On s'est aperçu très tôt que la forme de la Lune dépend de son âge, c'est-à-dire du nombre de jours écoulé depuis la dernière nouvelle lune. Dans la figure ①, le cercle intérieur représente l'orbite de la Lune, considérée comme circulaire, autour de la Terre qui en occupe le centre. La direction du Soleil est indiquée par la lumière solaire (sunlight), et comme le Soleil est à une distance d'environ 400 fois celle de la Lune, on peut considérer que vue de la Lune, la position du Soleil est toujours parallèle à sa direction géométrique. La Lune étant illuminée par le Soleil, les faces nocturne et diurne de la Lune à différents points de son orbite y ont l'aspect présenté à la figure ①.

Les images figurant en périphérie montrent l'aspect de la Lune tel qu'il est perçu depuis la Terre, c'est-à-dire les phases de la Lune. Au point A, c'est la nouvelle lune; en B, on voit le premier croissant (la taille de la partie illuminée de la Lune a augmenté). La Lune a son premier quartier au point C; entre C et E, plus de la moitié de la surface éclairée est visible, et on parle alors de lune gibbeuse (c'est-à-dire bossue). Le point D est celui de la pleine lune; au point E, la Lune est à son dernier quartier. Entre E et A, c'est la lune décroissante (on dit que la Lune décroît quand sa partie visible diminue un peu chaque jour jusqu'à sa disparition complète à la nouvelle lune).

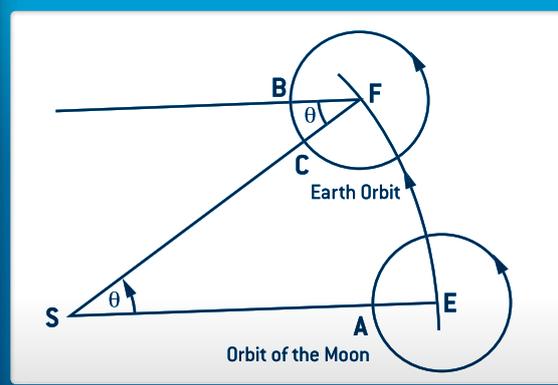
On peut maintenant définir la période synodique de la Lune (ou lunaison, ou mois lunaire). Bien que l'orbite de la Lune connaisse des variations, on peut affecter, donner pour cette période (qui correspond à l'intervalle entre deux nouvelles lunes successives) une valeur moyenne. Cette valeur, appelée  $S_c$ , est de 29,53059 jours.

La période sidérale de la Lune, ou mois sidéral lunaire, est le temps mis par la Lune pour effectuer une révolution complète autour de la Terre par rapport aux étoiles, c'est-

### ① Apparences de la Lune au cours de la lunaison



### ② Relations géométriques entre le Soleil, la Terre et la Lune



à-dire aller de A à B dans la figure ②. Là encore on peut déterminer une valeur moyenne, qui est de 27,32166 jours.

La différence entre ces deux périodes est due au fait que la Lune doit progresser un peu plus sur son orbite pour rattraper le Soleil qui, du point de vue géométrique, tourne lui aussi autour de la Terre (la Terre est passée de E à F dans la figure ②), tandis que la Lune doit parvenir au point C et non au point B pour être une nouvelle lune comme au point A). Les trois grandeurs, en l'occurrence les périodes sidérales de révolution de la Lune autour de la Terre et de la Terre autour du Soleil et la période synodique de la Lune, doivent donc être en corrélation.

## RESSOURCES

Pour la première partie, Introduction et présentation du travail, nous avons utilisé un ordinateur Mac OS X, version : 10.4.11. Logiciels : Word et Adobe Illustrator CS pour les illustrations.

Pour le développement de l'application, nous avons utilisé Eclipse IDE (voir annexe) avec Java 1.6 et la bibliothèque Java3D. On trouvera l'application à [www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de), où elle peut être téléchargée ainsi que la source.

## CONTENU

Dans cette section, nous expliquerons la démarche à suivre pour calculer la phase de la Lune d'un jour donné dans l'hémisphère Nord. Les élèves peuvent suivre cette démarche pour calculer manuellement la phase ou, s'ils le préfèrent, ils peuvent s'y référer pour programmer une application telle que la version Java que nous avons préparée pour le cours d'informatique.

### Contribution

Tout ce qui est requis pour calculer la phase de la Lune est la date pour laquelle l'élève veut connaître cette phase. Cette date est constituée d'un jour, d'un mois et d'une année.

### Analyse

1. Les élèves commencent par travailler sur la date choisie (jour, mois, année). Cette date est convertie en jours juliens (les JJ sont un système de datation utilisé par les astronomes et indiquant le nombre de jours écoulés depuis le 1er janvier 1900, 0 heure, puisque cela correspond à midi à Greenwich le 31 décembre 1899). L'heure est fixée à 0 h. Ainsi, pour exprimer une date {jour, mois, année} en jours julien, il faut résoudre l'équation simple suivante :

$$a = \frac{(14 - \text{month})}{12}$$

$$y = \text{year} + 4800 - a$$

$$m = \text{month} + 12 * a - 3$$

JJ[jour,mois,année] de

$$JD[\text{day}, \text{month}, \text{year}] = \text{day} + \frac{(153 * m + 2)}{5} + 365 * y + \frac{y}{4} - \frac{y}{100} + \frac{y}{400} - 32045$$

est la date choisie exprimée en jours juliens.

2. Une date de référence d'une nouvelle lune antérieure est également requise, par exemple le 1er janvier 1900. Cette date doit elle aussi être convertie en jours juliens comme à l'étape précédente.

Noter que si  $JJ[1,1,1900]_{\text{Reference}}$  est la date de référence, il n'est pas possible de calculer les phases de la Lune antérieures à cette date.

3. L'étape suivante consiste à calculer la différence entre la date choisie et la date de référence :

$$JD[x]_{\text{Current}} - JD[x]_{\text{Reference}} = D$$

Ce calcul permet de déterminer combien de jours se sont écoulés depuis cette date connue de nouvelle lune.

4. Comme expliqué plus haut,  $Sc$  est l'intervalle entre deux nouvelles lunes successives. Ainsi, si on fait une division entière  $D/Sc$ , le reste est le nombre de jours écoulés depuis la dernière nouvelle lune. Si l'on appelle ce reste  $A$ , alors  $A$  est l'âge de la Lune. Ainsi, âge de la Lune =  $A = D \bmod Sc$

5.  $Sc$  étant égal à 29,53059, si la division a un reste égal à zéro, la phase est celle de la nouvelle lune. Le reste peut donc prendre des valeurs situées entre 1 et 29, 29 équivalant à 0 ou à la nouvelle lune.

Il est alors facile d'assigner à chacune des autres phases un nombre en procédant en sens inverse des aiguilles d'une montre dans la figure 1. La valeur 0 équivaut donc à la nouvelle lune, une valeur de 7,38 correspondant au premier quartier, 14,76 à la pleine lune et 22,15 au dernier quartier.

6. Si en plus de la phase de la Lune correspondant à la date choisie on veut calculer le pourcentage de la partie éclairée, il faut utiliser la formule

$$\text{Percentage} = \frac{1}{2} \left( 1 - \cos\left(\frac{360}{Sc} * A\right) \right),$$

qui donne précisément ce pourcentage.  $P = 0$  correspond à la nouvelle lune,  $P = 1$  à la pleine lune, mais est-ce que  $P = 1/2$  correspond au premier ou au dernier quartier ?

Quelques réflexions sont ici nécessaires. Soit  $A$  l'âge de la Lune utilisé dans la formule précédente, et  $\eta = 360 \cdot (A / S_c)$ ,  $\eta$  représentant l'élongation de la Lune. Voir figure ②B. Lorsque le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés dans l'ordre indiqué, que  $\eta = 180^\circ$  et que c'est la pleine lune, 29/2 jours se sont écoulés depuis la dernière nouvelle lune; à partir de là et vu la figure ②B, on peut se livrer aux réflexions suivantes:

Si  $0 < A \leq 29/2 \rightarrow 0 < \eta \leq \pi$  deux cas se présentent:

- ▮ pour  $0 < \eta < \pi/2$  il s'agit du premier croissant, l'ombre est à gauche et la partie éclairée représente moins de la moitié du disque lunaire ③
- ▮ pour  $\pi/2 < \eta < \pi$  il s'agit de la Lune gibbeuse croissante, l'ombre est à gauche et la partie éclairée représente plus de la moitié du disque lunaire ④

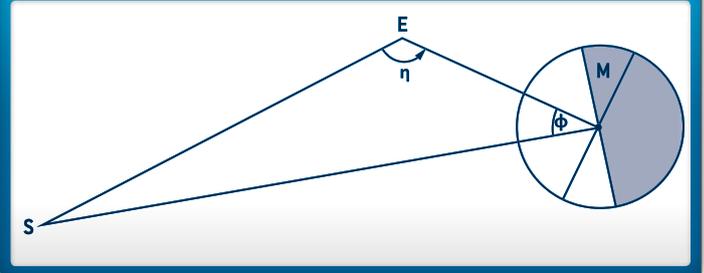
Si  $A = 29/2 \rightarrow \eta = \pi \rightarrow$  pleine lune.

Si  $A \geq 29/2 \rightarrow \pi < \eta \leq 2\pi$  deux cas se présentent :

- ▮ pour  $\pi < \eta < 3\pi/2$  il s'agit de la Lune gibbeuse décroissante, l'ombre est à droite et la partie éclairée représente plus de la moitié du disque lunaire ⑤.
- ▮ pour  $3\pi/2 < \eta < 2\pi$ , il s'agit du dernier croissant, l'ombre est à droite et la partie éclairée représente moins de la moitié du disque lunaire ⑥.

Ces considérations permettent de spécifier si pour  $P = 1/2$  la Lune est au premier ou au dernier quartier. De la même façon, on peut déduire par exemple si un pourcentage de 0,8 correspond à la partie droite ou gauche du disque lunaire et donc s'il s'agit d'une phase croissante ou décroissante de la Lune.

## ②B L'élongation de la Lune



### Résultats

Une fois l'analyse effectuée, les élèves peuvent déterminer quelle phase correspond à une date donnée et quel pourcentage de la surface de la Lune est éclairé.

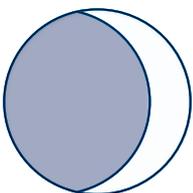
Le développement d'une application Java fait partie de l'unité d'enseignement. Élèves et enseignants peuvent l'utiliser pour mieux comprendre l'influence de la position relative du Soleil, de la Terre et de la Lune sur les phases de la Lune, ou bien pour vérifier leurs résultats.

Cette application comporte trois zones : à gauche une fenêtre d'information présentant la phase actuelle de la Lune, à droite une fenêtre d'animation avec le Soleil, la Terre et la Lune, et en bas les champs de saisie de texte où doit être inscrite la date.

La fenêtre d'animation comporte deux boutons, «Play» et «Stop», qui permettent de piloter la position de la Lune, de la Terre et du Soleil. La fenêtre d'information située à droite présente la phase actuelle de la Lune en fonction de la position.

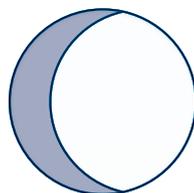
Pour calculer quelle est la phase correspondant à une date donnée, il suffit de saisir le jour, le mois et la date dans les champs de saisie du bas et d'actionner "Calculer". Les fenêtres d'information et d'animation sont alors actualisées en fonction de la phase de la Lune ainsi calculée.

### ③ Premier quartier



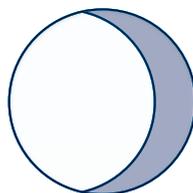
$0 < A < 29/2$      $0 < \eta < \pi/2$

### ④ Lune gibbeuse croissante



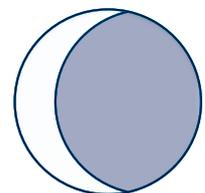
$0 < A < 29/2$      $\pi/2 < \eta < \pi$

### ⑤ Lune gibbeuse décroissante



$A > 29/2$      $\pi < \eta < 3\pi/2$

### ⑥ Dernier quartier



$A > 29/2$      $3\pi/2 < \eta < 2\pi$

Pour calculer manuellement la phase de la Lune, il suffit de suivre la démarche expliquée ci-dessus et d'utiliser l'application pour vérifier ses résultats.

Comme on l'a vu, ce logiciel peut calculer la phase de la Lune pour tout point quelconque de l'hémisphère Nord. On encouragera les élèves à rechercher comment les habitants de l'hémisphère Sud voient la Lune un jour donné. Voient-ils la même phase que nous ? Quelle est la différence d'aspect d'une même phase (sauf la nouvelle lune et la pleine lune) entre les deux hémisphères ? Comment expliquer cette différence ? Et enfin, on encourage les élèves à rédiger un programme permettant de visualiser les phases de la Lune dans l'hémisphère Sud.

### CONCLUSION

Cette unité d'enseignement présente une méthode guidée pour calculer la phase de la Lune à une date donnée.

Il est recommandé aux enseignants d'encourager leurs élèves à apprendre ces notions élémentaires d'astronomie ainsi qu'à suivre cette démarche simple de calcul et d'explication des phases de la Lune.

Les enseignants et les élèves peuvent également utiliser l'application Java pour mieux comprendre le processus, pour vérifier leurs résultats ou tout simplement pour comparer les phases de la Lune de jours consécutifs. Le code source Java est fourni pour montrer comment programmer ce type de simulations.

### 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, E & Ros Ferré, R.M. *Movimientos Astronómicos. Un enfoque con cuatro modelos*. Mira Editores. Zaragoza (Espagne). 2003.
- ▮ *Java 3D Api development* : [java.sun.com/developer/onlineTraining/java3d/index.html](http://java.sun.com/developer/onlineTraining/java3d/index.html)

