

AVEC NOS ÉLÈVES

Les phases de la Lune dans les livres d'enseignement scientifique

Franck Smanio, professeur de physique-chimie au lycée Paul Guérin de Niort

Dans les manuels scolaires les schémas réalisés avec une véritable rigueur sont des supports importants pour éviter des représentations erronées. C'est malheureusement rarement le cas.

Avant de présenter quelques rappels utiles pour l'analyse de plusieurs extraits issus de manuels, il m'a semblé important de relater les contraintes de cet enseignement. En effet, pour sa mise en place, plusieurs difficultés sont apparues :

- les intervenants. Si une grande majorité des lycées a opté pour un co-enseignement physique SVT, certains établissements ont préféré incorporer dans l'équipe des collègues de mathématiques afin, parfois, de rassurer les parents sur la présence systématique des mathématiques en première générale. Ces interventions en mathématiques se font soit ponctuellement, soit sur des chapitres entiers. Elles sont légitimes mais compliquent les emplois du temps ;
- mener consciencieusement à terme ce programme est une gageure. Chaque chapitre doit être traité en moins de 4 h, évaluation comprise... Cela laisse peu de place au débat et à l'expérimentation ;
- l'hétérogénéité du public. Une classe de première générale aujourd'hui est composée d'élèves ayant choisi différentes spécialités. Parmi ces élèves, certains ont fait le choix de ne plus faire de sciences. Leur apporter cependant des bases scientifiques, leur faire comprendre la différence entre science et croyance est louable. Le programme est ambitieux et la complexité de certaines notions, associée aux difficultés en mathématiques, rebute des élèves. Quelques élèves font même remarquer que l'enseignement scientifique apparaît plus ardu que la spécialité physique-chimie.

Lors de la préparation de ma progression, j'ai détecté plusieurs erreurs dans les ouvrages scolaires, erreurs qui peuvent engendrer de mauvaises interprétations. Je vais m'attacher ici à la partie 3 du programme, « La Terre, un astre singulier » et plus particulièrement le chapitre sur la Terre dans l'Univers.

Ce chapitre s'articule autour de deux savoirs : le mouvement de la Terre (associé à la controverse

qui a opposé géocentrisme et héliocentrisme) et le mouvement de la Lune autour de la Terre (associé aux phases de la Lune).

Quelques rappels utiles pour l'analyse des documents trouvés dans les manuels scolaires

Orbite de la Lune

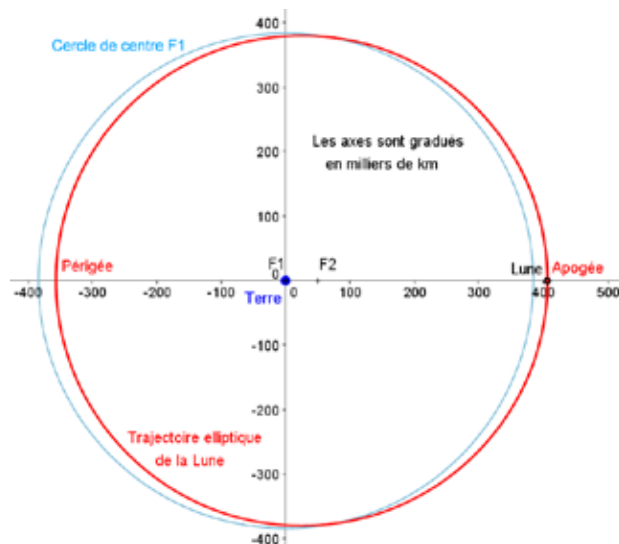


Fig.1. L'orbite de la Lune à l'échelle (l'échelle de distance et de taille des astres est la même).

Dans le référentiel géocentrique (repère lié au centre de la Terre), la Lune est animée de deux mouvements :

- la Lune tourne sur elle-même, c'est sa rotation. La période de rotation de la Lune est de 27,3 jours ;
- la Lune tourne autour de la Terre sur une trajectoire quasi circulaire, c'est sa révolution. La période de révolution est de 27,3 jours.

Comme les deux périodes (révolution et rotation) sont identiques, la Lune nous présente toujours la même face.

La trajectoire de la Lune est en réalité une ellipse dont d'un des deux foyers F_1 est occupé par la Terre.

L'orbite de la Lune est quasiment un cercle. Sa forme est en effet très proche de celle du cercle bleu en pointillés.

Néanmoins cette trajectoire n'est pas centrée sur la Terre et par conséquent :

- lorsque la Lune est au périgée (point de l'orbite le plus proche de la Terre), elle se situe à environ 356 000 km de la Terre ;
- lorsque la Lune est à l'apogée (point de l'orbite le plus éloigné de la Terre), elle se situe à environ 406 000 km.

Les phases de la Lune

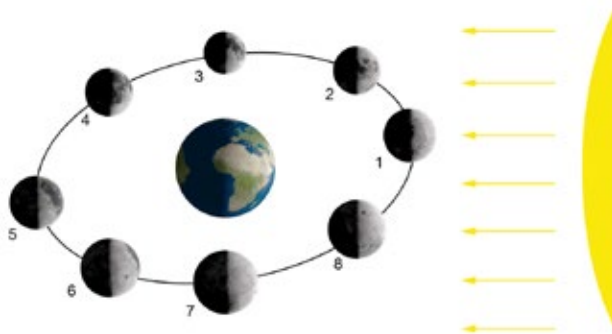


Fig.2. Les phases de la Lune. Image composite réalisée à partir de captures sur le logiciel Celestia. Les échelles de taille et de distance ne sont pas respectées.

La portion de la face de la Lune éclairée par le Soleil que l'on peut voir depuis la Terre est appelée phase lunaire.

La position des trois astres, Soleil, Terre et Lune, change au cours du périple de la Lune autour de la Terre. La Lune se présente alors sous différents aspects que l'on appelle les phases de la Lune.

1 Nouvelle Lune	2 Premier Croissant	3 Premier Quartier	4 Gibbeuse croissante
Phase non visible sauf lors d'une éclipse			
5 Pleine Lune	6 Gibbeuse décroissante	7 Dernier Quartier	8 Dernier Croissant

Fig.3. Phases de la Lune dans l'hémisphère nord.

1 Nouvelle Lune	2 Premier Croissant	3 Premier Quartier	4 Gibbeuse croissante
Phase non visible sauf lors d'une éclipse			
5 Pleine Lune	6 Gibbeuse décroissante	7 Dernier Quartier	8 Dernier Croissant

Fig.4. Phases de la Lune dans l'hémisphère sud.

(pour les figures 3 et 4, les images sont extraites du site NASA's Scientific Visualization Studio, <https://svs.gsfc.nasa.gov/4768>).

Si la Lune met 27,3 jours pour parcourir son orbite, il faut en revanche 29,5 jours pour retrouver une phase identique de la Lune : c'est la lunaison. La différence s'explique par le fait qu'en 27,3 jours, la Terre s'est déplacée sur son orbite.

Le terminateur

Le terminateur désigne la ligne frontière entre le jour et la nuit sur la Lune. Cette ligne est un cercle dont on ne voit que la moitié depuis la Terre (sauf lors de la pleine Lune). Or un cercle vu en perspective devient une ellipse.

C'est toujours à proximité du terminateur que les reliefs de la Lune sont le plus visibles car la lumière du Soleil est alors rasante : l'un des côtés d'un cratère est illuminé tandis que l'autre est plongé dans l'obscurité. Les ombres des reliefs sont aussi plus grandes.

De plus, les extrémités du terminateur, vues de la Terre, se situent à proximité des pôles de la Lune. Ainsi, quelle que soit notre position sur Terre, ces extrémités seront systématiquement proches du cratère Clavius et la Mer du Froid.

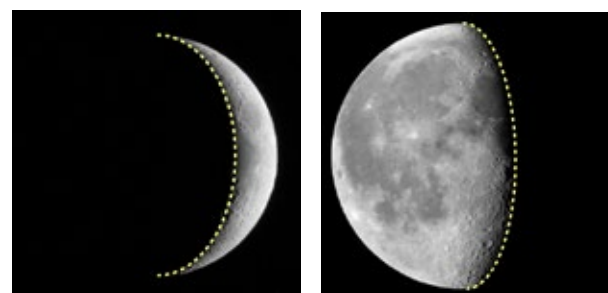


Fig.5. Que la Lune soit en croissant ou gibbeuse, le terminateur est toujours une demi-ellipse.

La lumière cendrée

Lorsque la Lune est en croissant, la partie non éclairée par le Soleil est visible à l'œil nu et apparaît de couleur gris cendre.

Pour l'observer sur une photographie, il est nécessaire de surexposer la photographie en augmentant le temps de pose car l'écart de luminosité est trop important. Il n'est donc pas possible d'avoir des détails nets de chacune des parties sur une même photographie.

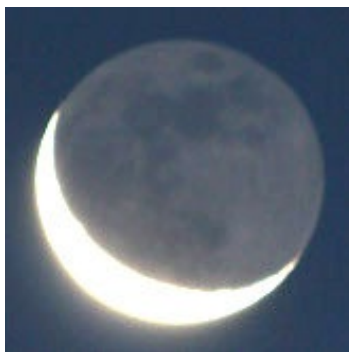


Fig.6. Lumière cendrée.
La partie non éclairée par le Soleil apparaît ici de couleur cendre, illuminée par le clair de Terre.
La lumière cendrée n'est plus visible lorsque la Lune est en quartier ou gibbeuse.
(photo de l'auteur).

Les figures suivantes sont extraites des manuels et sites des éditeurs. Si certaines erreurs sont flagrantes pour les observateurs du ciel et ceux qui s'intéressent à l'astronomie, elles ne le sont pas forcément pour les collègues qui interviennent dans l'enseignement scientifique.

Premier type d'erreurs : des images improbables

Les phases de la Lune



DOC 1 Quatre phases lunaires. La phase lunaire, ou phase de la Lune, désigne la portion de la Lune illuminée par le Soleil qui est vue depuis la Terre.

Fig.7. Belin page 164.

Le relief lunaire est ici méconnaissable, ce ne sont pas des photos mais des « vues d'artistes ».

Les ombres ne passent pas par les pôles, en particulier sur la dernière image.

Le terminateur est une frontière floue et n'est pas elliptique.



DOC 1 Quatre phases lunaires. La phase lunaire, ou phase de la Lune, désigne la portion de la Lune illuminée par le Soleil qui est vue depuis la Terre.

Il faut noter que les images ont été remplacées par des images plus réalistes de la Lune dans la version numérique du livre.



Fig.8. Magnard page 176.

Il s'agit ici de photos de pleine Lune sur laquelle un masque sombre au contour flou a été appliqué pour simuler les phases.

Observer la lumière cendrée de la Lune au premier quartier est bien difficile, quant à la voir en phase gibbeuse...

Et que dire de la position des pôles lunaires par lesquels passent le terminateur (sur ces photos le pôle nord de la Lune, repérable grâce au relief, est sur la gauche !).

Si la compréhension des phases n'est en rien handicapée par ces « détails », on peut tout de même reprocher à ces entorses au réel d'induire de fausses idées telles que la Lune est entièrement visible, quelle que soit la phase, y compris la nouvelle Lune.

Deuxième type d'erreurs : la Lune passe au-dessus des pôles terrestres

Cette erreur apparaît dans de nombreux ouvrages.

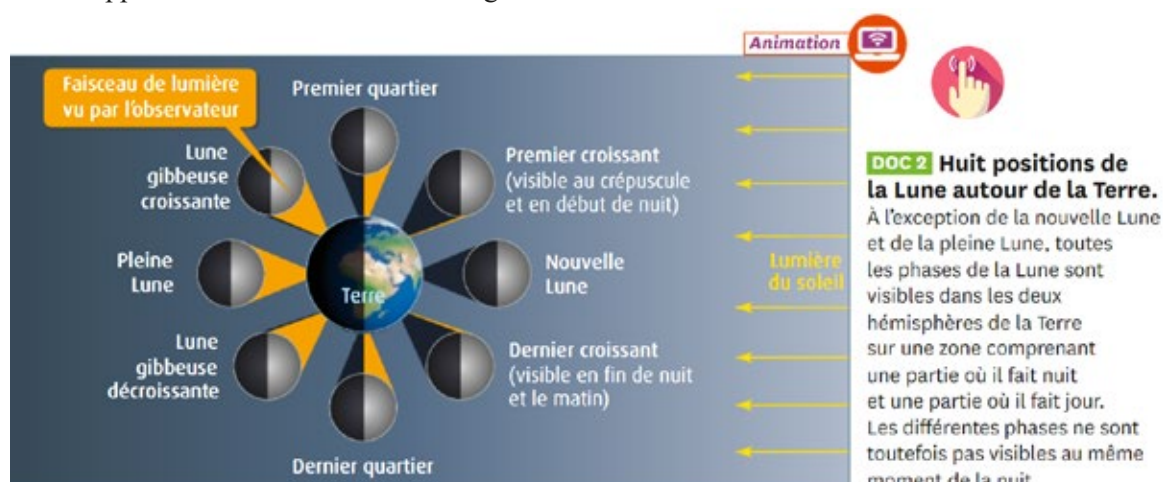


Fig.9. Belin page 164

La Lune semble passer au-dessus des pôles de la Terre. Les illustrateurs ont dû se contenter de choisir une image de la Terre au hasard. Dans ce type de vue, il faudrait que le pôle Nord soit proche du centre du disque terrestre.

Si le faisceau jaune représente un faisceau de lumière vue par l'observateur, que représente le faisceau sombre ?

Quant à l'explication étrange en légende, qu'en conclure ? Que la nouvelle Lune et la pleine Lune ne sont pas visibles depuis les deux hémisphères ? Et que les phases ne sont observables que la nuit ?

Troisième type d'erreurs : combiner images de la Lune vues depuis la Terre et celle d'un observateur extérieur au système Terre-Lune

Selon la position de la Lune par rapport à la Terre et au Soleil, la face visible de la Lune est plus ou moins éclairée. Ces différents aspects sont les phases de la Lune (Fig. 5).

La Lune apparaît de nouveau sous la même phase au bout de 29,5 jours. Cette période s'appelle la **lunaison**.

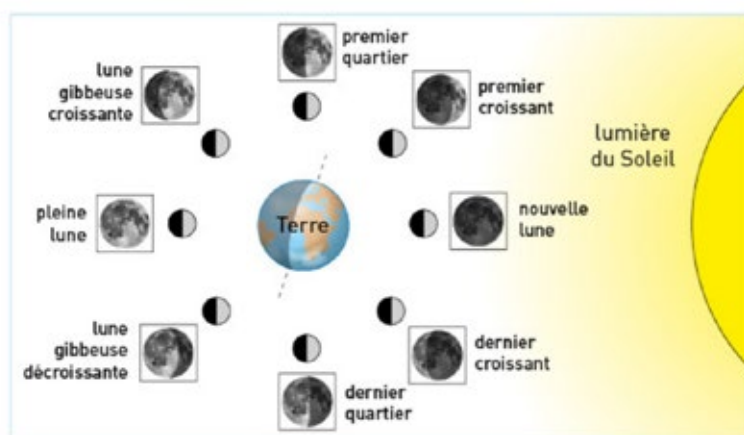


Fig. 5 : Les phases de la Lune.

Fig.10. Bordas page 195.

On retrouve la Lune au-dessus des pôles de la Terre.

Pas d'explication sur les images présentées et le référentiel utilisé.

On peut se demander pourquoi les terminateurs sur Terre et sur la Lune ne sont pas parallèles.

Ce type de représentation avec deux points de vue différents placés côte à côte est difficilement compréhensible pour les élèves. Observez les deux images du dernier quartier par exemple où les deux ombres sont inversées.

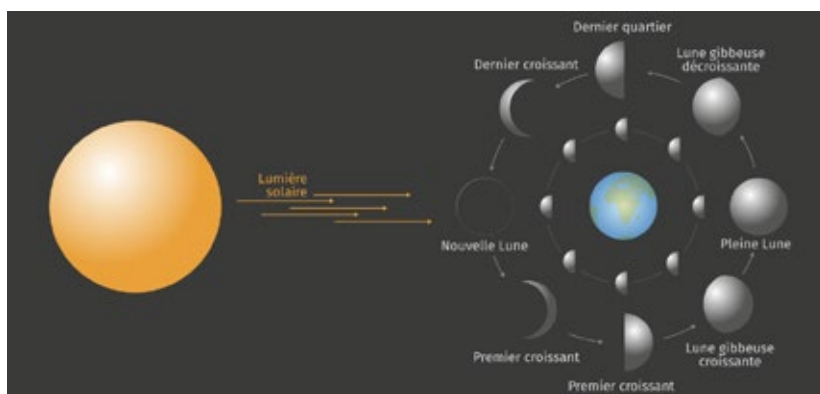


Fig.11. Le Livre Scolaire page 171.

On retrouve la Lune au-dessus des pôles de la Terre.

Pas d'explication sur les images présentées et le référentiel utilisé.

Pas de nuit sur la Terre ?

Des phases lunaires découpées à l'emporte-pièce circulaire et quelle est cette étrange nouvelle Lune ?

Quatrième type d'erreurs : quelle interprétation donner à ce qui est présenté ?



Fig.12. Belin page 167.

Même si on laisse sous-entendre que la nouvelle Lune est visible ainsi que la lumière cendrée en phase gibbeuse..., les images sont cohérentes et la Lune nous présente bien toujours la même face.

Alors pourquoi rajouter cette ligne bleue et cette flèche que l'élève va forcément rapprocher de l'orbite de la Lune et de toutes les images qu'il a vu jusque-là sur l'explication des phases ?

Mais alors, où est la Terre ?



Fig.13. Didier page 157.

Le schéma de gauche est presque parfait. L'inclinaison de la Terre est respectée. Les terminateurs sont parallèles. L'inclinaison de l'orbite lunaire apparaît. L'illustrateur ici a même fait apparaître le relief lunaire, un point positif sauf que c'est la même image de la Lune sur toutes les positions, ce qui laisse croire que la Lune ne nous présente pas toujours la même face... et en plus, comme la Lune vue du nord (comme sur ce schéma) doit tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, les phases ne sont pas indiquées dans le bon ordre puisque le premier quartier devrait être avant la pleine lune !!!

Quant aux photos de droite, comment rapprocher ces 13 images des 8 positions différentes indiquées à gauche ?

De nombreuses erreurs mentionnées dans cet article sont inhérentes à la production de manuels dans les délais trop courts impartis. Il n'y a aucune volonté de jeter le discrédit sur les auteurs. C'est à nous enseignants, lorsque nous nous en servons, de connaître les défauts et les limites des modèles et schémas utilisés, quitte à nous en servir de support pour développer l'analyse critique des élèves.



Quelques ressources

- <https://svs.gsfc.nasa.gov/4768> ; ce site de la NASA offre plusieurs vidéos téléchargeables sur les phases de la Lune en 2020. Certaines sont très complètes et affichent les librations, les positions respectives de la Lune et de la Terre et leur éclairage par le Soleil. Ainsi que la variation de la distance Terre-Lune...
- La Lune à portée de main : Pierre Causeret - Jean-Luc Fouquet – Liliane Sarrazin-Vilas. Éditions Belin.
- Deux animations : http://www.pccl.fr/physique_chimie_college_lycee/cinquieme/optique/phases_lune.htm
http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/Phases_Lune_R8.xml