
SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE

Maquette du système Terre-Lune

Éclipses de Lune et de Soleil

Phases de la Lune

par Serge TRICOIRE
IUFM de Nice

Lycée Guillaume Apollinaire - 06000 Nice

RÉSUMÉ

A partir d'un questionnaire simple, se donner les moyens de réaliser et d'exploiter une maquette du système Terre-Lune. A ce propos, aborder, manipuler et traiter les grands nombres. Effectuer une petite réalisation technique réinvestissable dans la compréhension de phénomènes qu'il est difficile de se représenter mentalement : les phases de la Lune, le phénomène des éclipses de Lune et de Soleil, en utilisant directement le Soleil, comme source lumineuse (mise en scène d'une situation réelle à échelle réduite, et comparaison avec la réalité visible). Préparation de l'éclipse de Soleil du 11 août 1999.

Cette réalisation est initialement destinée aux maîtres et élèves du premier degré, et aux professeurs et élèves de collège. Testée en première L, elle a permis de mettre en place et de favoriser la réflexion sur les distances «astronomiques» et la place de l'homme dans l'Univers.

Le travail peut être amorcé selon le contexte de classe, et la progression de travail en cours, en posant ou en faisant émerger, le problème suivant :

«Est-il possible et simple de réaliser une maquette manipulable du système Terre-Lune ?».

Une discussion s'ensuivra dans la classe sur les moyens à se donner, les documents à utiliser. Elle permettra de préciser si l'opération s'avère possible et réalisable (aspect technologique).

 SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE

Analyse du projet

La phase suivante est bien évidemment la **recherche de données** sur la *distance* Terre-Lune, les *diamètres* (ou les *rayons*) respectifs des deux astres. (lieux de recherche : classe, BCD, centre de documentation, bibliothèque, domicile,...). (Ne pas oublier de demander aux élèves de noter les sources, les références, les titres des ouvrages contenant des données numériques collectées).

Lors de la mise en commun des données plusieurs problèmes vont se poser :

- Comment traiter les informations et les valeurs recueillies ?
- La présentation des résultats : en *tableau* afin de permettre la comparaison des données ?
- Les différentes sources ne fournissent pas les mêmes valeurs pour les même types de mesures : les astronomes ne seraient-ils pas d'accord entre eux ? Qu'en penser ?
- Les données relatives au diamètre de la Terre (ou à celui de la Lune), prises dans divers ouvrages, ont des valeurs voisines. Devons-nous en faire une moyenne exploitable ? En avons-nous le droit ?
- Sur la distance Terre-Lune, nous trouvons deux types de réponses dans les ouvrages de référence :
 - Soit une seule valeur numérique (par exemple 380 000 km ; ou bien : 384 000 km...) : on pourra faire la moyenne de ces nombres de valeurs voisines provenant de sources différentes. Ce qu'il est important de faire émerger ici comme implicite, dans l'analyse des données par les élèves, c'est le fait que les fournisseurs de données ont choisi d'affecter une seule valeur à la distance Terre-Lune : celle-ci ne peut donc correspondre qu'au rayon de l'orbite Terre-Lune, ce qui suppose une trajectoire circulaire de la Lune autour de la Terre.
 - Soit deux valeurs numériques (par exemple 360 000 km et 400 000 km...) : que signifient-elles ? Là, implicitement, ces valeurs indiquent, par défaut, le choix du fournisseur de données d'une trajectoire elliptique (cf. compléments) de la Lune, dont il propose les distances minimale et maximale à la Terre.

Compléments

De nouvelles recherches documentaires sur la trajectoire des planètes, des astéroïdes et des comètes peuvent faire émerger cette connaissance : la trajectoire de la Lune autour de la Terre est une *ellipse*. Cette notion peut aussi être introduite directement par l'enseignant. On pourra *réaliser une ellipse* après en avoir trouvé la définition dans la

SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE

littérature (à partir d'une plaque de liège, d'une feuille de papier, de deux épingles et d'une ficelle tendue accrochée aux épingles) pour illustrer le propos (les épingles figurant les foyers sont fixées sur le grand axe). Il sera intéressant de travailler sur des familles d'ellipses, pour des ficelles de même longueur - ce qui est relativement difficile à réaliser techniquement - et de comparer les familles de courbes entre les positions extrêmes des épingles (foyers confondus et corde tendue).

L'aspect général de cette notion de trajectoire elliptique en astronomie pourra être présenté en réinvestissement, et la position privilégiée du *foyer* de l'ellipse mise en avant sur un exemple concret.

Réalisation de la maquette

Pour des raisons pratiques, avant de passer à la réalisation de la maquette, *on décide* que la trajectoire de la Lune autour de la Terre est quasiment un cercle, dont on détermine le rayon par la moyenne des distances extrêmes des deux valeurs précédentes (hypothèse elliptique). On peut constater que cela correspond approximativement à la moyenne des rayons dans l'hypothèse circulaire.

A l'aide du tableau de résultats, on déterminera, en utilisant des méthodes de calcul de proportions, les tailles respectives de la Terre, de la Lune, de la distance Terre-Lune dans la maquette. Une discussion sera nécessaire à propos des dimensions à donner à la maquette, *pour qu'elle soit manipulable* : après avoir testé une longueur de deux mètres pour la distance Terre-Lune, *on s'apercevra qu'il est plus aisé de choisir* un diamètre de 1 cm pour la Lune, ce qui implique un diamètre d'environ 4 cm pour la Terre, et une distance Terre-Lune de 120 cm.

La réalisation technique présente peu de difficultés, à partir d'un matériel facile à trouver dans une école : baguette de bois d'environ 1,40 m, boules de bois, de papier mâché ou de coton de 1 cm et 4 cm de diamètre (dans ce cas, la distance des boules sur la tige est de 120 cm, et la fixation se fait par vis ou clous).

Un *petit lexique astronomique* peut être constitué à cette occasion par les élèves (étoile, soleil, orbite, comète, planète, astéroïde, satellite, ellipse (foyers, grand axe, petit axe), ...).

SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE

Utilisation de la maquette

Le réinvestissement de cette fabrication s'effectue sur deux applications :

- *Simulation des phases de la Lune*

Par beau temps, en plein jour, et en choisissant la période d'observation (Lune visible dans le ciel), aller dans un espace découvert. Se positionner par rapport à la tige-maquette, placée à bout de bras, de manière à *voir en même temps et sous le même angle* la Lune de la maquette ainsi que la Lune réelle, éclairées par le Soleil (même croissant, situé du même côté, par exemple).

On nommera et on dessinera dans un deuxième temps les phases de la Lune, et l'ordre des phases dans un cycle lunaire.

- *Simulation d'éclipses de Lune ou de Soleil* :

En se servant de l'éclairage solaire, manipuler la maquette de façon à projeter l'ombre de la boule simulant la Lune sur la Terre (éclipse de Soleil), ou l'ombre de la Terre sur la Lune (éclipse de la Lune passant dans l'ombre de la Terre).

La préparation de l'éclipse de Soleil du 11 août 1999 peut s'effectuer à partir de cette modélisation. La trajectoire de totalité est facilement perceptible par la manipulation. Par contre, la zone de pénombre est difficile à mettre en évidence.

A partir de ces observations, on pourra réfléchir sur les positions spatiales relatives du Soleil, de la Terre et de la Lune («Ombres et lumières» du programme cycle III).

Les enseignants ont l'habitude de simuler ces situations en classe avec une lampe, un rétroprojecteur ou un projecteur diapos comme source lumineuse. L'inconvénient de ces matériels est que les ombres projetées sont souvent nettement plus grandes que les objets* : ici, il est important de tenter de se rapprocher la réalité dans la simulation, ce que l'utilisation du Soleil comme source lumineuse permet sans difficulté.

* Pour pallier cet inconvénient, il serait intéressant de pouvoir disposer d'une source lumineuse étendue assez intense, que ne possèdent généralement pas les établissements scolaires.

SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE

Apports pédagogiques

De plus, la comparaison de la maquette et de la réalité directement observées, les allers-retours entre les deux, dans le cas d'étude des phases de la Lune, ou de la distance Terre-Lune, sont pédagogiquement riches et intéressantes :

- Le simple fait de pouvoir réaliser une maquette de quelque chose qui nous dépasse par ses dimensions (le système Terre-Lune), et la fonction de représentation de la maquette aident à donner du sens :
 - à l'existence de ces corps célestes par le fait qu'ils sont modélisables (donc accessibles à notre compréhension, et non plus seulement objets d'images ou de documents),
 - à l'étude des phénomènes considérés (phases de la Lune, éclipses de Lune et de Soleil).
- La transition réalité-maquette, le changement d'échelle sont rendus plus accessibles à des enfants qui sont en train de mettre en place (en CM2) les concepts de *proportions*. Ces travaux participent et renvoient à la construction mathématique de cette notion, menée dans le cadre des objectifs des programmes du premier degré.
- Cette approche des *grands nombres* (la distance Terre-Lune, les diamètres de la Terre et de la Lune) en dédramatise et en relativise l'aspect «effrayant» et non-maîtrisable.
- L'accès aux *notions d'ordres de grandeur*, un objectif important et souligné des programmes du cycle III, est facilité par la prise en considération de la signification de cette maquette. L'action d'*arrondir* pour calculer plus simplement les dimensions de la maquette sera justifiée par le processus de réduction des dimensions, et l'impossibilité de voir une différence à la fin.
- La simplicité technique de la construction de quelque chose représentant un système considéré initialement comme hors d'échelle par les enfants permet d'ouvrir la porte de l'*infiniment grand physique* - qui n'est plus inaccessible.

Elle introduit auprès des élèves les concepts de réflexion, de recherche d'informations, d'analyse et d'inventivité permettant d'effectuer des découvertes scientifiques à l'école élémentaire, à partir de questionnements simples.

Attention : sécurité élèves !

NE PAS REGARDER DIRECTEMENT LE SOLEIL au cours des réglages de position de la maquette !

SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE – SCIENCES À L'ÉCOLE

Approfondissement

Il ne faut pas oublier, bien sûr, dans les éventuelles recherches postérieures des élèves, de baliser l'approche historique des sciences pour la compréhension de ces phénomènes : par exemple le rôle des éclipses de Lune pour une première validation de la thèse de la rotondité de la Terre (forme du bord de l'ombre de la Terre sur la Lune, quelle que soit la position de l'ombre projetée), qui nous amène à fréquenter les philosophes Grecs antiques, à faire apprécier l'inventivité et l'ingéniosité dont ils ont fait preuve.

***Quelques informations complémentaires
communiquées par...***

Francis BERTHOMIEU
Lycée Jean Moulin - 83300 Draguignan
berthomi@ac-nice.fr

- On trouvera dans le n° 83 (automne 98) des Cahiers Clairaut, la publication du CLEA (quatre numéros par an, voir présentation du CLEA dans ce numéro) une maquette également destinée au modèle Soleil Terre Lune.

- Par ailleurs, les publications du CLEA ont étudié abondamment le problème «Lune à l'école et au collège» et fait de multiples propositions de travaux pédagogiques.

- Références des «fiches d'activités pédagogiques du CLEA» :

S1 : l'astronomie à l'école élémentaire ; HS2 : la Lune, niveau collège 1.

Références des «diapositives» :

D2 : les phases de la Lune, où l'on retrouve la problématique de cet article (maquette avec une petite balle, «pêche à la Lune», taille de la source de lumière, etc.).

- A ce sujet : une manipulation simple : découper un disque de carton de 10 cm de diamètre. Sur une feuille rigide, tracer un cercle de 10 cm de diamètre. Deux élèves se placent à deux ou trois mètres l'un de l'autre en tenant ces deux objets, et tentent de faire coïncider l'ombre du disque et le cercle de la feuille...

Succès et questions garantis. (Notion d'ombre et pénombre, cône d'ombre, etc.).

Voir également la rubrique Internet de ce numéro.