



DESTINATION LUNE

Liens avec les programmes scolaires
Proposition d'activités pour les élèves et correction
Professeur(e) des écoles



Département éducation – formation

Cité des sciences et de l'industrie

30 avenue Corentin-Cariou

75019 Paris

www.cite-sciences.fr

2015

Sommaire

I	Liens avec les programmes scolaires	3
II	Proposition d'activités pour les élèves	
II.1	Les phases de la Lune	6
II.2	Ordres de grandeur, classement et conversions	10
II.3	Dessinez la surface de la Lune	13
II.4	Cercles et ellipses	15
II.5	Fabriquez des cratères lunaires !	17
III	Correction des exercices	
III.1	Ordres de grandeur, classement et conversions	19
III.2	Fabriquez des cratères lunaires !	22



I Liens avec les programmes scolaires

CE2

Mathématiques

Éléments de connaissances et de compétences pour les nombres et le calcul

Les nombres entiers jusqu'au million.

Calcul mental, calcul posé et à la calculatrice sur des nombres entiers.

Éléments de connaissances et de compétences pour la géométrie

Dans le plan : construire un cercle avec un compas.

Problèmes de reproduction, de construction : Reproduire des figures à partir d'un modèle.

Éléments de connaissances et de compétences pour les grandeurs et la mesure

Connaître les unités de mesure suivantes et les relations qui les lient :

Longueur : le mètre, le kilomètre, le centimètre, le millimètre. Masse : le kilogramme, le gramme.

Temps : l'heure, la minute, la seconde, le mois, l'année.

Utiliser des instruments pour mesurer des longueurs, des masses, puis exprimer cette mesure par un nombre entier ou un encadrement par deux nombres entiers.

Lire l'heure sur une montre à aiguilles ou une horloge.

Éléments de connaissances et de compétences pour l'organisation et gestion de données

Savoir organiser les données d'un problème en vue de sa résolution.

Utiliser un tableau ou un graphique en vue d'un traitement des données.

Sciences expérimentales et technologies

Lumières et ombres

Connaître les conditions d'obtention d'une ombre.

Savoir qu'à plusieurs sources lumineuses correspondent plusieurs ombres.

Vocabulaire : lumière, ombre, écran, source lumineuse.

Le mouvement de la Terre (et des planètes) autour du Soleil

Mettre en lien l'évolution de la durée du jour au cours de l'année et les saisons.

Définir les termes équinoxes, solstices.

Savoir que le Soleil est une étoile, centre d'un système solaire constitué de planètes dont la Terre.

Différencier étoile et planète, planète et satellite (exemple : la Lune, satellite naturel de la Terre).

Vocabulaire : saison, planète, étoile, système solaire, satellite naturel, rotation, révolution.

CM1

Mathématiques

Éléments de connaissances et de compétences pour les nombres et le calcul

Les nombres entiers jusqu'au milliard.

Fractions.

Nombres décimaux.

Calcul mental, calcul posé et à la calculatrice sur des nombres entiers et décimaux.

Éléments de connaissances et de compétences pour la géométrie

Dans le plan :

Reconnaître que des droites sont parallèles.

Utiliser en situation le vocabulaire géométrique : points alignés, droite, droites perpendiculaires, droites parallèles, segment, milieu, angle, axe de symétrie, centre d'un cercle, rayon, diamètre.

Problèmes de reproduction, de construction : tracer une figure simple à partir d'un programme de construction ou en suivant des consignes.

Éléments de connaissances et de compétences pour les grandeurs et la mesure

Connaître et utiliser les unités usuelles de mesure des durées, ainsi que les unités du système métrique pour les longueurs, les masses, et leurs relations.

Éléments de connaissances et de compétences pour l'organisation et gestion de données

Interpréter un tableau ou un graphique.

Sciences expérimentales et technologies

Lumières et ombres

Savoir expliquer la variation de la forme de l'ombre d'un objet en fonction de la distance source lumineuse / objet et de la position de la source lumineuse.

Mobiliser ses connaissances sur *Lumières et ombres* pour expliquer et comprendre le phénomène d'alternance du jour et de la nuit.

Le mouvement de la Terre (et des planètes) autour du soleil

Repérer et comprendre le mouvement apparent du soleil au cours d'une journée et son évolution au cours de l'année.

Connaître le sens et la durée de rotation de la Terre sur elle-même.

Savoir interpréter le mouvement apparent du Soleil par une modélisation.

Connaître la contribution de Copernic et Galilée à l'évolution des idées en astronomie.

Vocabulaire : solstice, équinoxe, sens et axe de rotation, inclinaison, points cardinaux.

CM2

Mathématiques

Éléments de connaissances et de compétences pour les nombres et le calcul

Les nombres entiers.

Fractions.

Nombres décimaux.

Calcul mental, calcul posé et à la calculatrice sur des nombres entiers et décimaux.

Éléments de connaissances et de compétences pour la géométrie

Dans le plan : utiliser les instruments pour vérifier le parallélisme de deux droites (règle et équerre) et pour tracer des droites parallèles.

Problèmes de reproduction, de construction : tracer une figure à partir d'un programme de construction ou d'un dessin à main levée.

Éléments de connaissances et de compétences pour les grandeurs et la mesure

Calculer une durée à partir de la donnée de l'instant initial et de l'instant final.

Formule de la longueur d'un cercle.

Connaître et utiliser les unités d'aire usuelles (cm^2 , m^2 et km^2).

Problèmes : résoudre des problèmes dont la résolution implique simultanément des unités différentes de mesure.

Éléments de connaissances et de compétences pour l'organisation et gestion de données

Résoudre des problèmes relevant de la proportionnalité et notamment des problèmes relatifs aux pourcentages, aux échelles, aux vitesses moyennes ou aux conversions d'unité, en utilisant des procédures variées (dont la "règle de trois").

Sciences expérimentales et technologies

Lumières et ombres

Mobiliser ses connaissances sur *Lumières et ombres* pour comprendre et expliquer le phénomène de phases de la Lune.

Le mouvement de la Terre (et des planètes) autour du soleil

Différencier les planètes du système solaire (caractéristiques, ordres de grandeur).

Vocabulaire : planète gazeuse / rocheuse.

Le mouvement de la Lune autour de la Terre

Connaître les différentes phases de la Lune, savoir que ces phases se reproduisent toujours dans le même ordre et la même durée.

Savoir que les phases de la Lune s'expliquent par la révolution de la Lune autour de la Terre.

Comprendre les phases de la Lune par une modélisation.

Vocabulaire : nouvelle lune, pleine lune, premier / dernier quartier.

II Proposition d'activités pour les élèves

II.1 Les phases de la Lune

Cette activité a pour but de faire comprendre aux élèves la raison des phases de la Lune et de leur succession. On leur rappellera que le Soleil est la source de lumière dans le système solaire, que la Lune n'est visible que parce qu'elle réfléchit la lumière du Soleil et qu'elle tourne autour de la Terre en environ un mois.

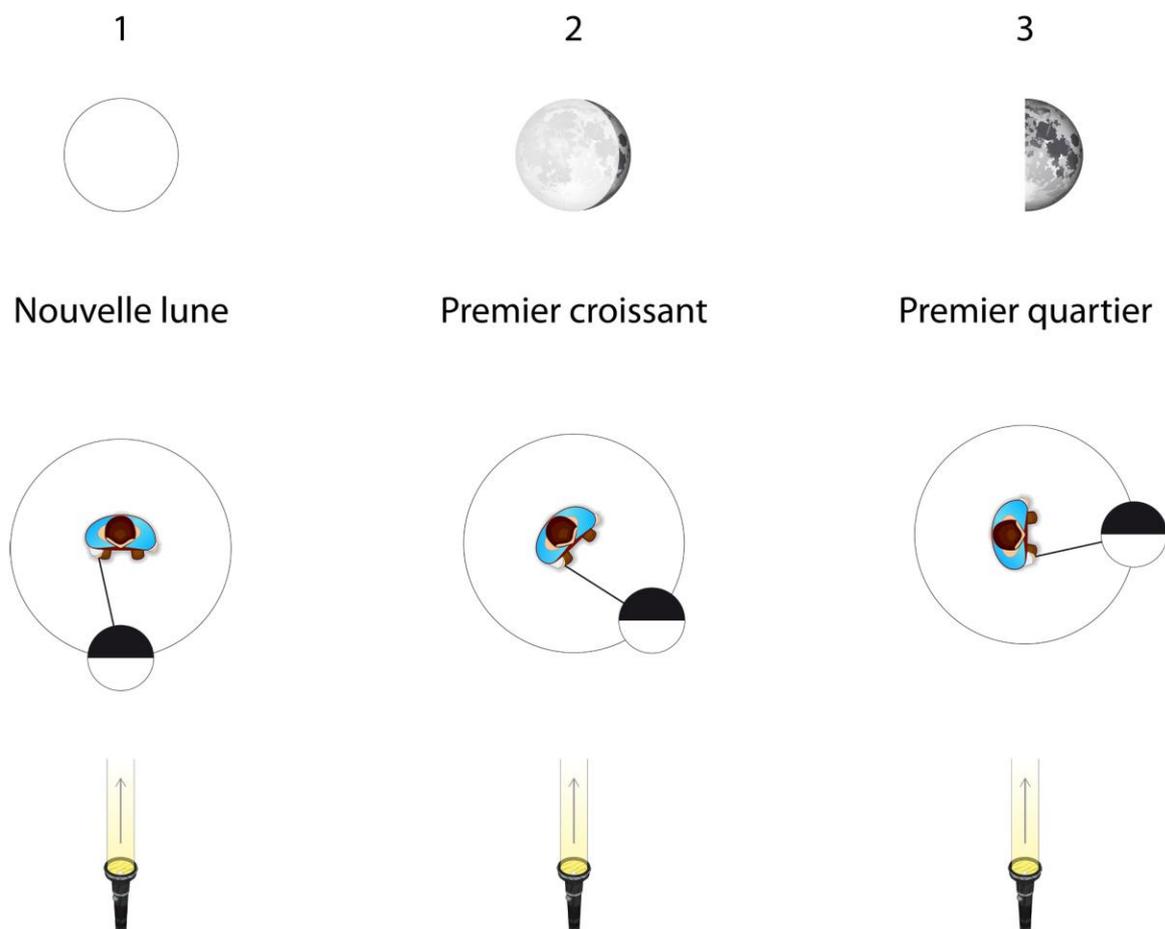
Ce dont vous avez besoin

- une boule blanche (polystyrène, balle de tennis de table), éventuellement fixée sur un bâton
- une source puissante de lumière blanche (rétroprojecteur)
- une pièce sombre, dont les murs ne réfléchissent pas trop la lumière pour éviter les réflexions parasites

1. Tenez la boule devant, à peu près à la hauteur des yeux et **tournez sur vous-même dans le sens contraire des aiguilles d'une montre**. Le projecteur doit être placé un peu au-dessus de votre tête, de manière à ne pas provoquer d'éclipse. Sauf si cela est votre but ! Dans ce cas, pour simuler une éclipse de Soleil, placez vos yeux dans l'alignement Lune – Soleil, c'est-à-dire dans l'alignement boule – rétroprojecteur. Attention à l'aveuglement ! Pour simuler une éclipse de Lune, interposez-vous entre le rétroprojecteur – Soleil et la boule – Lune.
2. Après un tour complet sur vous-même, vous aurez assisté à toutes les phases de la Lune dans le bon ordre.



Ce que l'on voit

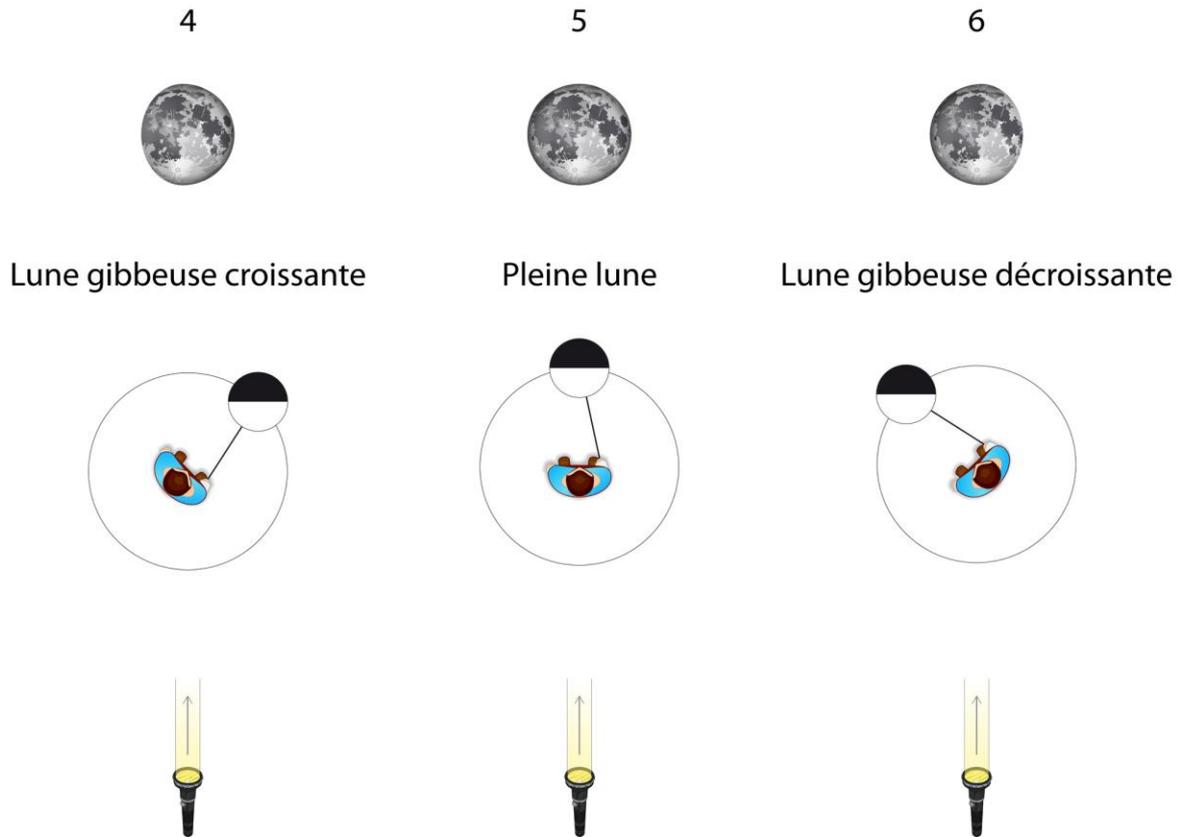


Position 1 La Lune se trouve dans la direction du Soleil, à qui, bien évidemment, elle présente sa face éclairée. Elle présente son côté nuit à la Terre ; par conséquent, elle est inobservable. C'est la **nouvelle lune**.

Position 2 Entre 3 et 4 jours après la nouvelle lune, notre satellite s'est suffisamment écarté de la direction du Soleil pour être bien visible en soirée sous la forme d'un **premier croissant**. On remarque que le reste du globe lunaire est observable, quoique moins lumineux. Ce phénomène s'appelle la **lumière cendrée**. Il s'agit de la lumière solaire incidente ayant subi une première réflexion sur la Terre et illuminant le côté nuit de la Lune.

Position 3 Environ une semaine après la nouvelle lune, notre satellite se trouve à 90° à l'est du Soleil, vu depuis la Terre, et se présente à nous sous la forme d'une demi-lune ; c'est le **premier quartier**, bien visible en soirée et en première partie de nuit. Il se couche approximativement 6 h après le Soleil.

Ce que l'on voit



Position 4 La phase lunaire est plus grande qu'un premier quartier mais ce n'est pas encore la pleine lune. La Lune nous apparaît "bossue", on parle de **lune gibbeuse**. Ici, nous sommes en phase de lune gibbeuse croissante, puisque sa phase va en augmentant.

Position 5 Environ une semaine après le premier quartier, soit deux semaines après la nouvelle lune, notre satellite se trouve à l'opposition, dans la direction opposée au Soleil, à 180° de lui vu depuis la Terre. Nous voyons alors l'intégralité de son hémisphère éclairé, c'est la **pleine lune**. Visible toute la nuit, la pleine lune se lève au moment où le Soleil se couche et se couche au moment où le Soleil se lève. À cause de son éclat, la pleine lune est extrêmement gênante et constitue une véritable source de pollution lumineuse, au même titre que les halos des grandes villes. On estime qu'un millier d'étoiles disparaissent du ciel lorsque la Lune est pleine.

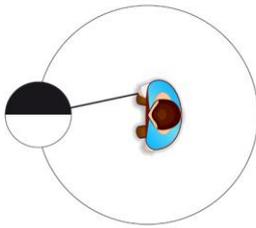
Position 6 C'est la lune gibbeuse décroissante.

Ce que l'on voit

7



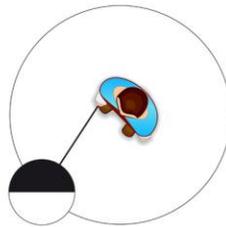
Dernier quartier



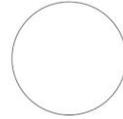
8



Dernier croissant



9



Nouvelle lune



Position 7 Environ trois semaines après la nouvelle lune, notre satellite se trouve à 270° à l'est du Soleil, soit à 90° à l'ouest de celui-ci. Il se présente à nous sous la forme d'une demi-lune ; c'est le **dernier quartier**, qui se lève en seconde partie de nuit, approximativement 6 h avant le Soleil.

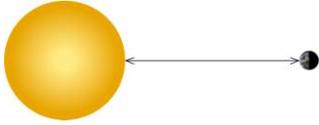
Position 8 Plus les jours passent, plus l'intervalle de temps entre le lever de la Lune et le lever du Soleil diminue. Nous sommes maintenant entre 3 et 4 jours avant la nouvelle lune et notre satellite est visible le matin sous la forme d'un **dernier croissant**, là aussi nimbé de sa lumière cendrée.

Position 9 Environ un mois après la nouvelle lune, on retourne dans la position 1, et ainsi de suite.

Notez que la Lune est tellement brillante qu'on peut la voir sans problème en plein jour, lorsque les conditions le permettent.

II.2 Ordres de grandeur, classement et conversions

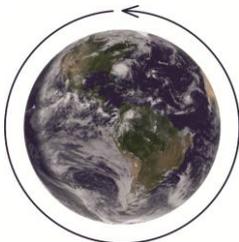
1. Reliez les éléments de la colonne de gauche aux bons éléments de la colonne de droite.



Distance moyenne Terre – Soleil



775 km



Circonférence de la Terre



3 476 km



Distance Paris – Marseille



149,6 millions de kilomètres

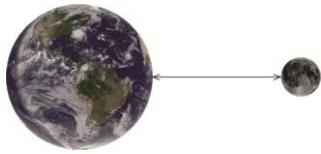


Diamètre de la Lune



Environ 40 000 km

2. **Même question** avec cette série de nouveaux éléments.



384 400 km

Distance moyenne Terre – Lune



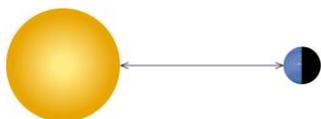
12 756 km

Longueur de l'avenue
des Champs-Élysées



4,5 milliards de kilomètres

Diamètre équatorial de la Terre



1 910 m

Distance moyenne Soleil - Neptune

3. **Classez dans l'ordre croissant** ces tailles et ces distances caractéristiques des corps du système solaire.

4. **Écrivez en chiffres :**

Distance moyenne Terre – Soleil : _____ km

Longueur de l'avenue des Champs-Élysées : _____ km

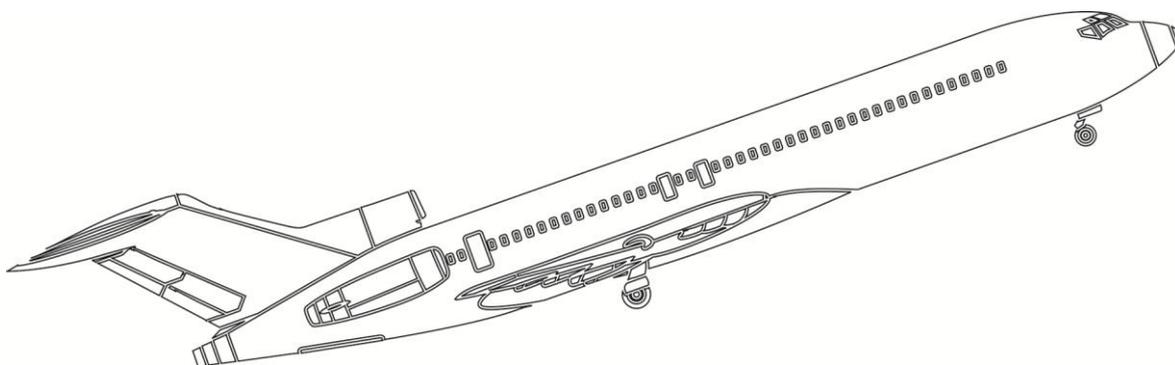
Distance moyenne Soleil – Neptune : _____ km

Distance moyenne Terre – Lune : _____ m

À partir du CM1

5. Un avion de ligne vole à la vitesse respectable de 900 km/h. **En combien d'heures atteindrait-il la Lune à cette vitesse ? À combien de jours cela correspond-il ?** On attend une réponse du type « 3 jours et 14 h ». **En combien d'heures atteindrait-il le Soleil (quelle drôle d'idée !) toujours à la même vitesse ? À combien d'années cela correspond-il ?** On attend une réponse du type « 3 ans et environ 113 jours », sachant qu'une année possède 365,25 jours.

6. La lumière ne met que 8 minutes et 19 secondes pour nous parvenir du Soleil. Elle est donc beaucoup plus rapide que notre avion de ligne ! D'ailleurs, **combien de fois plus rapide ?** Armé de toutes ces données, **pouvez-vous calculer la vitesse de la lumière ?**



II.3 Dessinez la surface de la Lune

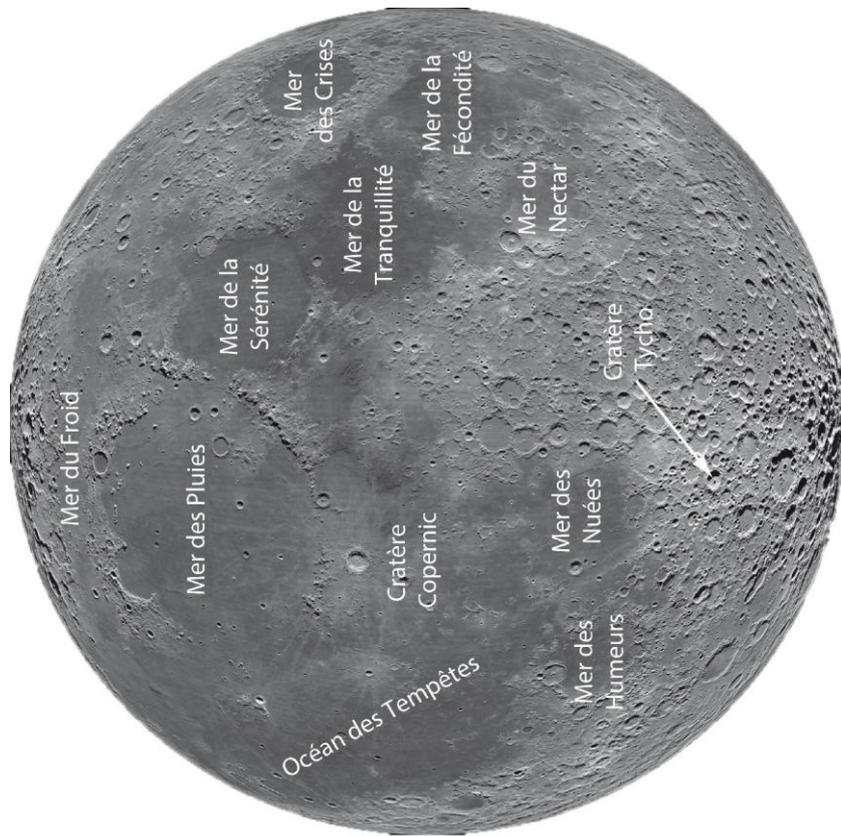
La Lune étant relativement proche de nous, il est possible d'étudier sa surface depuis notre belle planète. Une lunette astronomique ou un télescope révèle une quantité insoupçonnée de détails, comme d'innombrables cratères, des montagnes, des plaines, des vallées etc. A l'aide d'une simple paire de jumelles, il est déjà possible de voir les grandes structures de notre satellite.

Toutefois, quel que soit l'instrument d'optique, il convient de bien choisir son moment pour observer. Il est inutile de s'appesantir sur le cas de la nouvelle lune, bien évidemment. Fait peut-être plus étonnant, la pleine lune est également à proscrire car, non seulement, son état est tel que l'éblouissement nous guette, mais en plus les reliefs sont en quelque sorte « effacés », puisqu'édairés de face. Les meilleurs moments pour observer notre satellite se situent près des quartiers. Les plus fins détails de la moitié occidentale de la surface lunaire sont visibles au premier quartier et ceux de sa moitié orientale, eux, le sont au dernier quartier.

Ce dont vous avez besoin

- une paire de jumelles
- un crayon à papier
- du papier
- un calendrier des phases de la Lune. L'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides fournit les dates des phases de la Lune avec une précision de quelques minutes ici : http://www.imcce.fr/fr/grandpublic/phenomenes/phases_lune/index.php

1. Trouvez la Lune dans le ciel alors qu'elle est en phase de premier quartier. L'observation se déroulera dans l'après-midi ou en soirée.
2. Prenez votre paire de jumelles et faites le point sur notre satellite. Que voyez-vous ? Les taches sombres sont d'anciens grands cratères d'impact, recouverts par de la lave qui s'est ensuite solidifiée. On les appelle *mers* ou *océans*. Les zones claires sont des hauts plateaux encore plus anciens, parfois nommés *continents*.
3. Dessinez sur le papier les formations lunaires que vous distinguez. Utilisez la carte de la page suivante pour vous aider à placer leur nom.
4. Répétez les étapes 1 à 3 deux semaines plus tard, lors du dernier quartier. L'observation se déroulera en fin de nuit ou au matin.



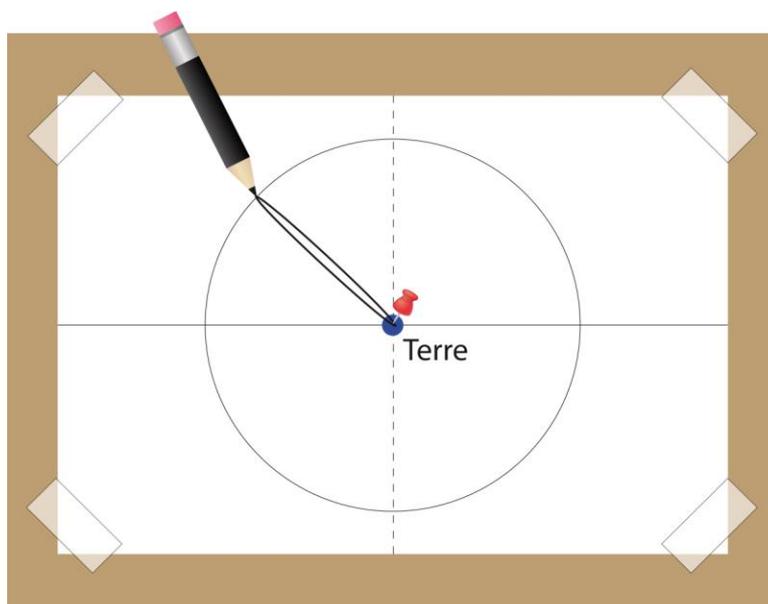
II.4 Cercles et ellipses

Au début du XVII^e siècle, le grand astronome Johannes Kepler a découvert que les planètes ne se déplaçaient pas autour du Soleil selon des cercles, mais selon des ellipses, qui sont des courbes ovales plus ou moins aplatis. De même, la Lune tourne autour de la Terre selon une ellipse (très peu aplatie). On se propose ici de dessiner et de comparer une orbite circulaire et une orbite elliptique.

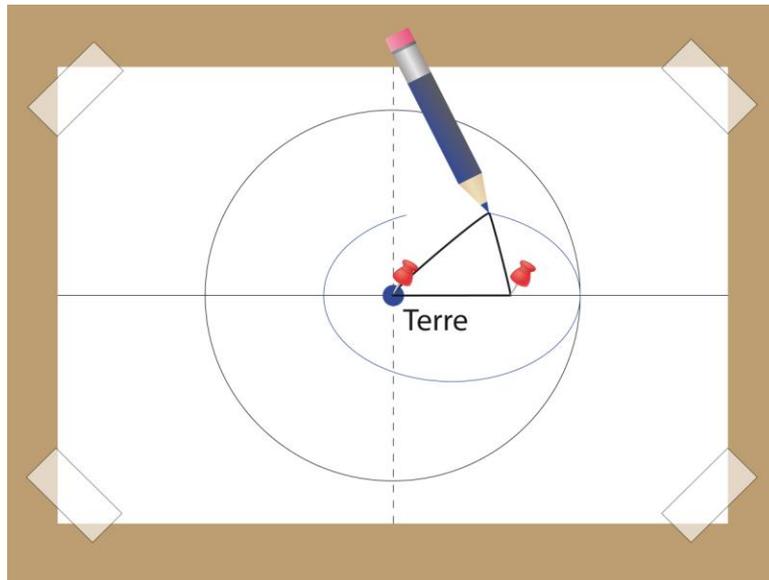
Ce dont vous avez besoin

- une feuille de papier A4
- une règle
- un crayon à papier ou un feutre noir
- un morceau de carton un peu plus grand que la feuille de papier A4
- du ruban adhésif ou un rouleau de scotch
- deux punaises
- une ficelle d'une dizaine de centimètres dont les deux bouts sont reliés pour former une boucle.
- un crayon ou un feutre de couleur

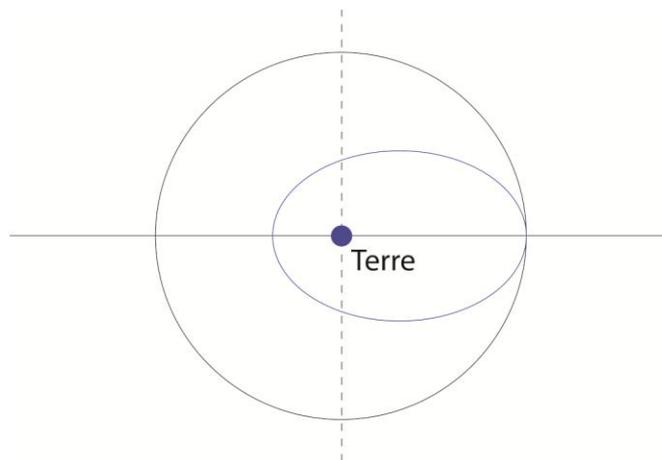
1. Prenez votre feuille de papier A4, pliez-la soigneusement en deux puis encore en deux. Dépliez-la entièrement et à l'aide d'une règle, repassez au crayon le plus long des deux plis.
2. Le point d'intersection entre la ligne que vous venez de tracer et l'autre pli est *a priori* le centre de votre feuille. Nommez ce point « Terre ». Placez la feuille sur le carton et appliquez du ruban adhésif sur ses quatre coins, de telle sorte qu'elle ne puisse plus bouger.
3. Insérez une punaise au centre de la feuille, au niveau du point « Terre ». Disposez la ficelle autour de la punaise. Fichez la pointe du crayon à l'intérieur de la boucle et tendez-la. Déplacez le crayon tout en maintenant la ficelle bien tendue. Vous venez de dessiner une orbite circulaire autour de la Terre !



4. Insérez maintenant l'autre punaise sur la ligne horizontale que vous avez repassée, à gauche ou à droite du Soleil, peu importe. Passez la boucle autour des deux punaises. A l'aide du crayon de couleur, en tendant bien la ficelle, dessinez un ovale comme sur l'illustration ci-dessous. Cet ovale est en fait une ellipse. Les deux punaises constituent les deux foyers de l'ellipse. Cette construction répond à une définition mathématique de l'ellipse, qui est le lieu des points dont la somme des distances à deux points fixes est constante.



5. Ôtez les punaises, enlevez la boucle et comparez les deux orbites. Voyez combien un corps en orbite elliptique n'est pas toujours à la même distance de la Terre, à la différence d'un corps en orbite circulaire.



Dans la pratique, l'orbite lunaire ressemble beaucoup à un cercle. Si l'on dessinait cette orbite sous la forme d'un cercle de un mètre de rayon, l'ellipse serait contenue dans l'épaisseur du trait ! Toutefois, la Terre n'occuperait pas le centre du cercle, on la trouverait à 5,5 cm de celui-ci.

II.5 Fabriquez des cratères lunaires !

Nous savons toutes et tous que la Lune est couverte de millions de cratères de toutes tailles. Ce sont des cratères d'impact, générés par la chute de météorites, d'astéroïdes et de comètes à sa surface. Certains sont grands, profonds et bien ronds. D'autres sont plus petits, peu profonds et pas vraiment ronds. Découvrons ensemble ce qui donne sa forme à un cratère !

Ce dont vous avez besoin

- un vieux journal
- un plat à four rectangulaire
- un kilogramme de farine et deux kilogrammes de sel
- une spatule
- du paprika, de la cannelle en poudre ou de la poudre de cacao
- trois « impacteurs » : une bille, une pierre et une pièce de monnaie
- des pinces

1. Étalez le journal au sol et déposez le plat à four dessus.
2. Remplissez votre plat à four avec le sel et la farine. Mélangez bien. Ceci constituera votre « sol lunaire ». A l'aide de la spatule, lissez et adoucissez la surface.
3. Saupoudrez deux cuillères à soupe de paprika, de cannelle en poudre ou de poudre de cacao sur toute la surface. Les cratères n'apparaîtront que mieux. Impact imminent !
4. Tenez l'un des impacteurs à une trentaine de centimètres au-dessus de votre paysage lunaire, près d'un bord. Laissez-le tomber.
5. Répétez la quatrième étape avec les deux autres impacteurs, au centre du plat et près de l'autre bord. En quoi diffèrent les trois cratères ? Quel impacteur a créé le cratère le plus profond ? Le plus large ? Celui à la forme la plus étrange ?
6. À l'aide des pinces, extrayez avec précaution les impacteurs de leur cratère. Demandez alors à un élève de deviner à quel impacteur correspond chaque cratère. Bonne chance !



Si vous, enseignants, souhaitez aller plus loin. Calculatrice souhaitée.

Le diamètre final D d'un cratère est donné empiriquement par la formule :

$$D = 1,45 \cdot \left(\frac{\rho_{\text{astéroïde}}}{\rho_{\text{sol}}} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot d^{0,78} \cdot v^{0,44} \cdot g^{-0,22} \cdot (\sin \theta)^{\frac{1}{3}}$$
, où d est le diamètre de l'astéroïde (m), v la vitesse de l'astéroïde à l'impact ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), g la pesanteur à la surface du corps considéré ($\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$) et θ l'angle d'impact par rapport à l'horizon.

Prenons le cas d'un astéroïde d'un diamètre d de 100 m tombant sur la terre ferme. La masse volumique du sol ρ_{sol} est celle de la croûte continentale, soit $2800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. On considère que l'astéroïde est constitué de roches ($\rho_{\text{astéroïde}} = 3400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$).

En supposant que l'astéroïde arrive de l'infini avec une vitesse nulle, on montre que sa vitesse au moment de l'impact est $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$. On montre également que la pesanteur à la surface d'un corps de masse M et de rayon R est $g = \frac{GM}{R^2}$. Enfin, on l'impact n'est ni rasant, ni « de face », bref nous examinons le cas d'un angle d'impact θ de 45° .

Calculer v , g et enfin D .

À titre d'information, un cratère typique sur Terre est environ dix à vingt fois plus grand que l'impacteur lui ayant donné naissance. **La règle est-elle respectée ?**

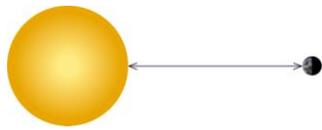
Données $R_{\text{Terre}} = 6\,378 \text{ km}$
 $M_{\text{Terre}} = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
 $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$



Meteor Crater est un cratère d'impact situé dans l'Arizona (États-Unis), à environ 60 km à l'est de Flagstaff. D'un diamètre de 1 200 m, il est profond de 170 m. Son origine résiderait dans la chute d'une météorite d'environ 50 m de diamètre, composée de fer et de nickel.

III Correction des exercices

III.1 Ordres de grandeur, classement et conversions



Distance moyenne Terre – Soleil



Circonférence de la Terre



Distance Paris – Marseille



Diamètre de la Lune



775 km



3 476 km

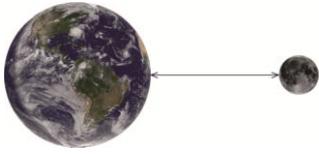


149,6 millions de kilomètres



Environ 40 000 km

2. **Même question** avec cette série de nouveaux éléments.



Distance moyenne Terre – Lune



384 400 km



Longueur de l'avenue
des Champs-Élysées



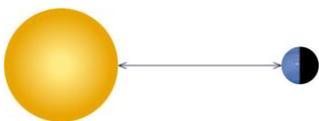
12 756 km



Diamètre équatorial de la Terre



4,5 milliards de kilomètres



Distance moyenne Soleil - Neptune



1 910 m

3. **Classez dans l'ordre croissant** ces tailles et ces distances caractéristiques des corps du système solaire.

- | | | |
|----|------------------------------|---|
| 1) | 1 910 m | Longueur de l'avenue des Champs-Élysées |
| 2) | 775 km | Distance Paris – Marseille |
| 3) | 3 476 km | Diamètre de la Lune |
| 4) | 12 756 km | Diamètre équatorial de la Terre |
| 5) | 40 000 km | Circonférence de la Terre |
| 6) | 384 400 km | Distance moyenne Terre – Lune |
| 7) | 149,6 millions de kilomètres | Distance moyenne Terre – Soleil |
| 8) | 4,5 milliards de kilomètres | Distance moyenne Soleil - Neptune |

4. **Écrivez en chiffres :**

Distance moyenne Terre – Soleil : **149 600 000 km**
Longueur de l'avenue des Champs-Élysées : **1,91 km**
Distance moyenne Soleil – Neptune : **4 500 000 000 km**
Distance moyenne Terre – Lune : **384 400 000 m**

5. Un avion de ligne vole à la vitesse respectable de 900 km/h. **En combien d'heures atteindrait-il la Lune à cette vitesse ? À combien de jours cela correspond-il ?**

384 400 / 900 = 427,11 h ≈ 17 jours et 19 heures

En combien d'heures atteindrait-il le Soleil toujours à la même vitesse ? À combien d'années cela correspond-il ?

149 600 000 / 900 ≈ 166 222 h ≈ 6 926 jours ≈ 18 ans et 351 jours

6. La lumière ne met que 8 minutes et 19 secondes pour nous parvenir du Soleil. Elle est donc beaucoup plus rapide que notre avion de ligne ! D'ailleurs, **combien de fois plus rapide ?** Armé de toutes ces données, **pouvez-vous calculer la vitesse de la lumière ?**

Temps que mettra l'avion pour atteindre le Soleil : $(149\,600\,000 / 900) \times 3600 = 598\,400\,000$ s

Temps que met la lumière pour nous parvenir du Soleil : 8 min 19 s = 499 s

La lumière est donc $(598\,400\,000 / 499) \approx 1\,200\,000$ fois plus rapide que l'avion !

Sa vitesse vaut ainsi $(598\,400\,000 / 499) \times 900 = 1,08$ milliards de kilomètres par heure ! Soit environ 300 000 kilomètres par seconde.

III.2 Fabriquez des cratères lunaires !

Si vous, enseignants, souhaitez aller plus loin. Calculatrice souhaitée.

Le diamètre final D d'un cratère est donné empiriquement par la formule :

$$D = 1,45 \cdot \left(\frac{\rho_{\text{astéroïde}}}{\rho_{\text{sol}}} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot d^{0,78} \cdot v^{0,44} \cdot g^{-0,22} \cdot (\sin \theta)^{\frac{1}{3}}$$
, où d est le diamètre de l'astéroïde (m), v la vitesse de l'astéroïde à l'impact ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), g la pesanteur à la surface du corps considéré ($\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$) et θ l'angle d'impact par rapport à l'horizon.

Prenons le cas d'un astéroïde d'un diamètre d de 100 m tombant sur la terre ferme. La masse volumique du sol ρ_{sol} est celle de la croûte continentale, soit $2800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. On considère que l'astéroïde est constitué de roches ($\rho_{\text{astéroïde}} = 3400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$).

En supposant que l'astéroïde arrive de l'infini avec une vitesse nulle, on montre que sa vitesse au moment de l'impact est $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$. On montre également que la pesanteur à la surface d'un corps de masse M et de rayon R est $g = \frac{GM}{R^2}$. Enfin, on l'impact n'est ni rasant, ni « de face », bref nous examinons le cas d'un angle d'impact θ de 45° .

Calculer v , g et enfin D .

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6,674 \cdot 10^{-11} \times 5,972 \cdot 10^{24}}{6\,378\,000}} \approx 11\,180 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$g = \frac{6,674 \cdot 10^{-11} \times 5,972 \cdot 10^{24}}{6378000^2} \approx 9,80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$D = 1,45 \times \left(\frac{3400}{2800} \right)^{\frac{1}{3}} \times (100)^{0,78} \times (11\,180)^{0,44} \times (9,80)^{-0,22} \times (\sin 45^\circ)^{\frac{1}{3}} \approx 1\,830 \text{ m}$$

À titre d'information, un cratère typique sur Terre est environ dix à vingt fois plus grand que l'impacteur lui ayant donné naissance. **La règle est-elle respectée ?**

Données $R_{\text{Terre}} = 6\,378 \text{ km}$
 $M_{\text{Terre}} = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
 $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Le diamètre du cratère fait environ dix-huit fois le diamètre de l'impacteur. La règle est respectée.