

OBJECTIF LUNE

OU DE L'ASTRONOMIE AU C.M. 2

Claude CROQUETTE
Daniel LACROIX, P.E.N. à Grenoble

Deux activités liées à l'astronomie et concernant la trajectoire de la lune ont été menées en parallèle dans une classe de CM 2, au 2ème trimestre scolaire 1982-1983.

La première porte sur les échelles et la seconde sur le calcul de l'aire d'une ellipse par pesée.

Les objectifs visés sont :

- structurer l'espace et décrire un mouvement dans un repère donné
- motiver le calcul d'aires et développer d'autres techniques que celles couramment utilisées pour leur détermination
- compléter, rassembler, creuser les informations véhiculées par les médias ou le milieu familial
- utiliser les grands nombres et les puissances de 10
- trouver des techniques pour faire le point
- traiter les résultats des mesures
- lier les activités d'éveil et les disciplines instrumentales (math ou français) à partir d'un problème concret.

L'année précédente, les élèves ont étudié les différentes phases de la lune, la durée d'une lunaison, le système solaire.

Cette année, on se propose de faire le point à l'aide du questionnaire 1 (page suivante).

Les réponses fournies sont très édifiantes ou décevantes.

Toutefois, ce questionnaire redonne de l'intérêt à l'astronomie et quelques enfants apportent des livres pour vérifier leurs réponses.

Questionnaire 1

- 1 – Toutes les nuits, quand il n'y a pas de nuages, on peut voir la lune.
- 2 – On peut voir la lune le jour.
- 3 – La lune est un satellite de la terre.
- 4 – En 1950, les Américains savaient déjà lancer des satellites qui tournaient autour de la terre.
- 5 – En 1970, Amstrong a posé son pied sur la lune.
- 6 – On voit toujours la même face de la lune depuis la terre.
- 7 – La lune ne tourne pas sur elle-même.
- 8 – La face cachée de la lune ne reçoit jamais le soleil.
- 9 – Le "jour" lunaire dure 14 jours.
- 10 – La terre occupe toujours la même place dans le ciel lunaire.
- 11 – Le ciel de la lune est noir.
- 12 – Il fait très froid sur la face cachée de la lune.
- 13 – Il y a des mers sur la lune.
- 14 – Les cratères de la lune sont des volcans éteints.
- 15 – La lune tourne autour du soleil en 29 jours.
- 16 – Les quartiers lunaires se succèdent dans cet ordre :



- 17 – La durée entre deux "pleine lune" est de 29 jours.
- 18 – La distance entre la terre et la lune est de 350 000 km.
- 19 – La distance entre la terre et la lune est toujours la même.
- 20 – La lune émet une lumière froide qui fait geler les bourgeons au printemps.
- 21 – On doit semer les salades à la lune montante.

Pour répondre, les enfants ont le choix entre :

- *oui*
- *non*
- *je ne sais pas.*

SEQUENCE 1

”On vous a proposé un questionnaire avec, entre autres, la phrase suivante : la distance de la terre à la lune est de 350 000 km. Douze d’entre vous ont répondu oui, trois non et six je ne sais pas.

Comment savoir qui a raison ? ”

Les enfants font différentes propositions :

- mesurer directement (ce qui provoque des rires !)
- vérifier dans les livres.

Certains affirment qu’ils l’ont déjà fait et qu’ils ont trouvé des valeurs différentes suivant les livres. La distance de la terre à la lune ne serait donc pas toujours la même ? Comment savoir si cette distance varie ?

Au cours de la discussion qui suit, on conduit les enfants à constater qu’une voiture qui se rapproche d’un observateur immobile paraît de plus en plus grosse. Par analogie, ils pensent qu’on pourrait soit regarder la lune avec une lunette, soit utiliser des photos de la lune.

On leur propose alors un cliché de douze disques lunaires photographiés dans les mêmes conditions à différentes périodes de l’année et une feuille de papier calque avec 6 cercles de rayon : 45 mm, 47 mm, 49 mm, 51 mm, 53 mm, 55 mm. (voir pages suivantes). Le travail consiste à trouver le cercle correspondant à chaque cliché. Les enfants comparent par transparence les disques lunaires avec les cercles inscrits sur le calque, ceci par superposition. Ils viennent inscrire leurs résultats au tableau. En cas de désaccord, l’ensemble de la classe vérifie et, pour chaque cas, un résultat unique fait l’unanimité.

On demande alors aux enfants d’écrire leurs conclusions.

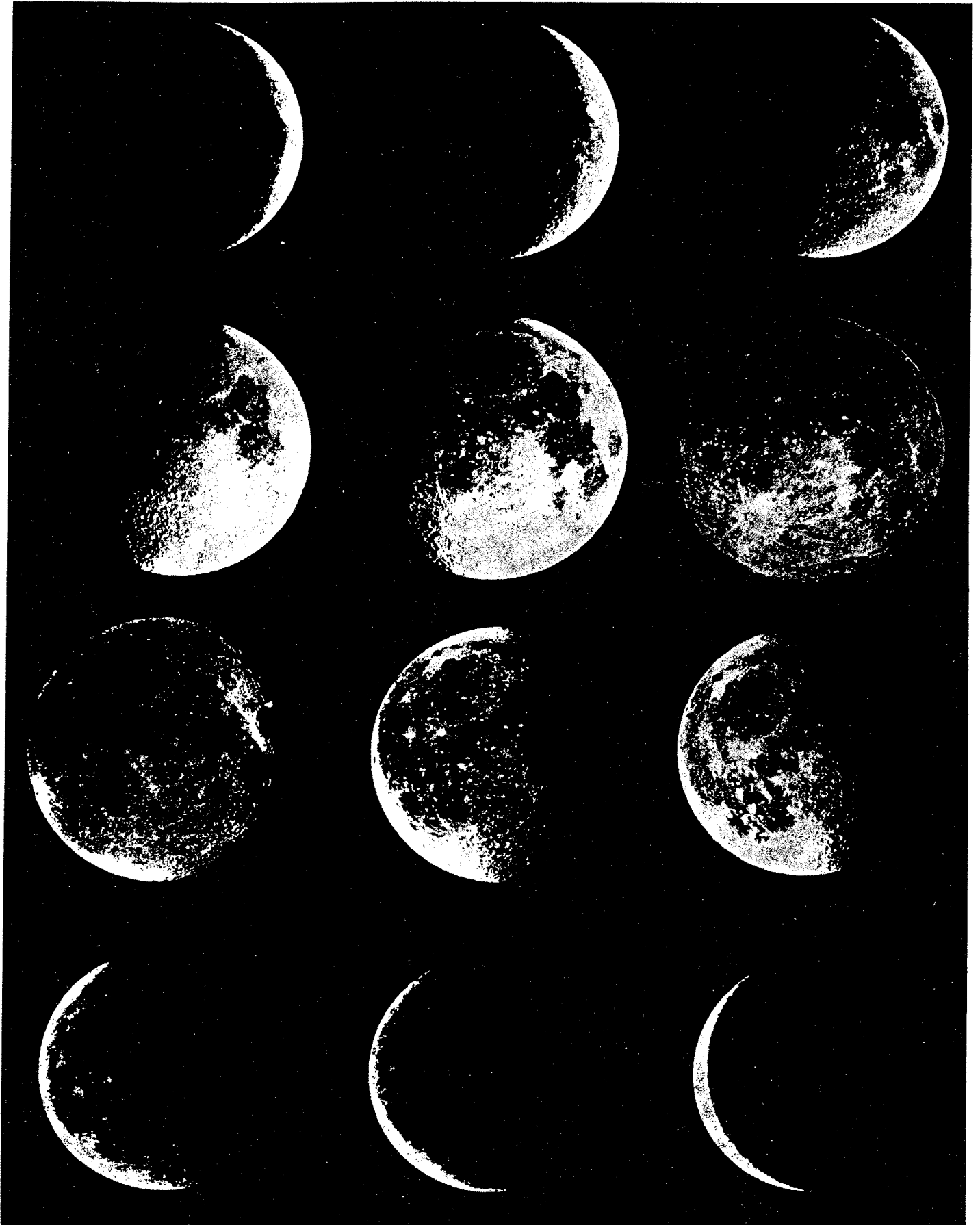
Voici trois phrases proposées :

- La lune a toujours le même diamètre
- Nous constatons que la lune n’a pas toujours le même diamètre
- La lune n’est pas toujours à la même distance de la terre.

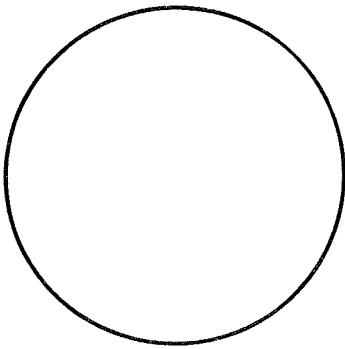
Ces phrases sont lues, discutées, puis reformulées collectivement de la façon suivante :

- La lune a toujours le même diamètre.
- Le disque lunaire n’apparaît pas toujours avec le même diamètre.
- La lune n’est pas toujours à la même distance de la terre.

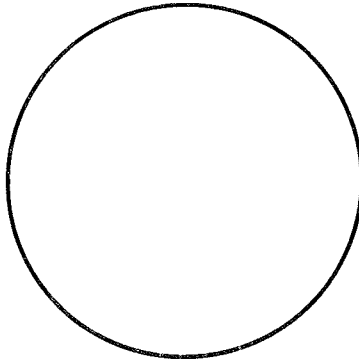
On demande aux enfants de bien préciser le sens de ces phrases, de les ordonner et de les relier entre elles par des conjonctions de coordination si nécessaire.



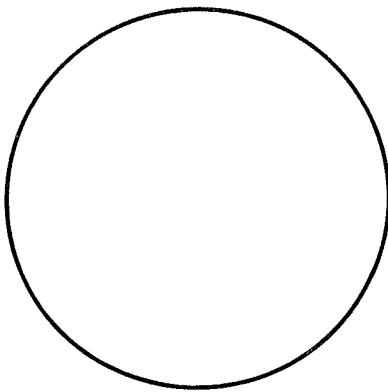
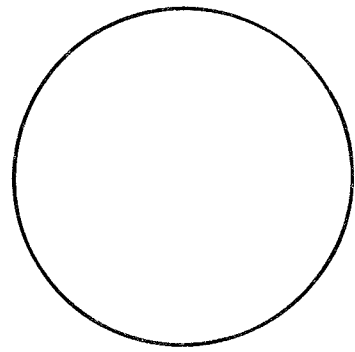
45 mm.



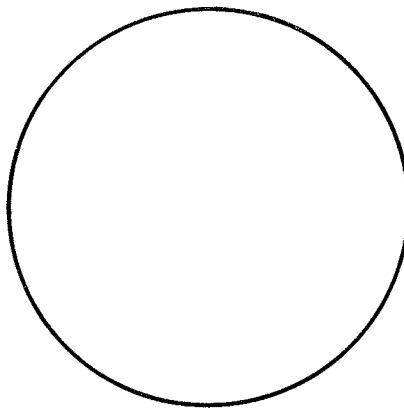
47 mm.



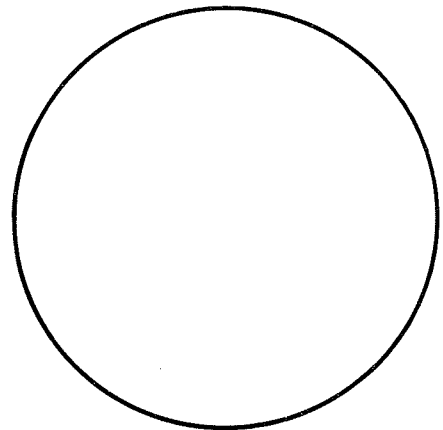
49 mm.



51 mm.



53 mm.



55 mm.

Remarque importante : cette feuille est en réalité un calque.

De nombreux enfants éprouvent des difficultés à coordonner les phrases entre elles. Aussi, on leur propose de se pencher sur ce problème pendant une leçon de français.

Le lendemain, on les invite à travailler sur l'emploi des conjonctions mais, ou, donc, car . . .

A la fin de la séance, un texte est élaboré à partir des trois phrases écrites la veille :

La lune a toujours le même diamètre, mais le disque lunaire n'apparaît pas toujours avec le même diamètre, donc la lune n'est pas toujours à la même distance de la terre.

SEQUENCE 2

A l'aide des différentes valeurs trouvées pour les douze disques lunaires photographiés, les enfants, par groupe de deux, ont tracé un graphique du diamètre apparent de la lune en fonction du temps. Cette activité était presque uniquement destinée à réinvestir certains acquis antérieurs, en particulier l'utilisation de papier millimétrique et le choix d'une unité en abscisse et en ordonnée. Pour un œil bien exercé, on peut voir apparaître une sinusoïde !

SEQUENCE 3

Rappel de la première séquence et des conclusions qui en avaient été tirées. On demande ensuite aux enfants de dessiner la terre et la lune ainsi que la trajectoire de la lune.

Certaines représentations sont affichées au tableau et la discussion s'engage : le cercle ne convient pas puisque la distance terre-lune n'est pas constante. Certains en avaient tenu compte dans leurs schémas en faisant des "décrochements". Pourtant, ceci ne satisfait pas les autres enfants qui ne comprennent pas comment la lune peut ainsi changer de trajectoire. D'autres ont dessiné un "ovale" et expliquent qu'ainsi on voit bien que la distance terre-lune est variable.

D'autres enfin n'ont pas fait coïncider la terre avec le centre du cercle représentant la trajectoire.

On dit aux enfants qu'ils ont tous eu de bonnes idées, mais qu'en fait, la lune et les satellites se déplacent sur une trajectoire d'une forme bien particulière que l'on appelle ellipse.

Tous tracent alors une ellipse, en utilisant la méthode du "jardinier".

La lune tourne toujours autour de la terre mais jamais à la même distance.

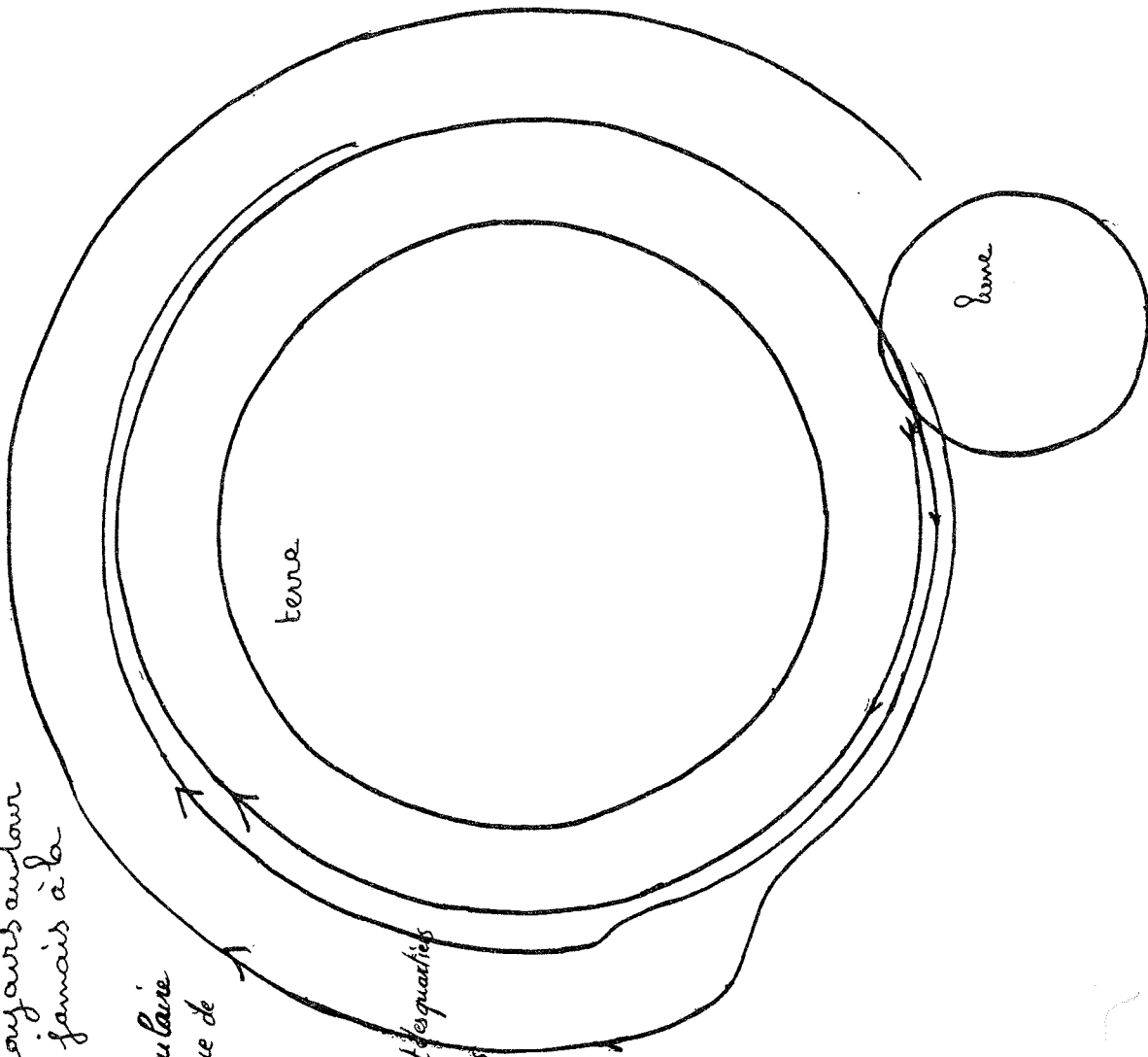
La trajectoire circulaire augmente ou diminue de manière continue de rayon

Sur le calendrier

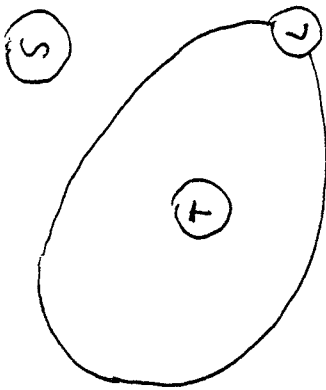
On voit des croissants et des quarts

La lune est elle alors

plus près ou loin de la terre ? -

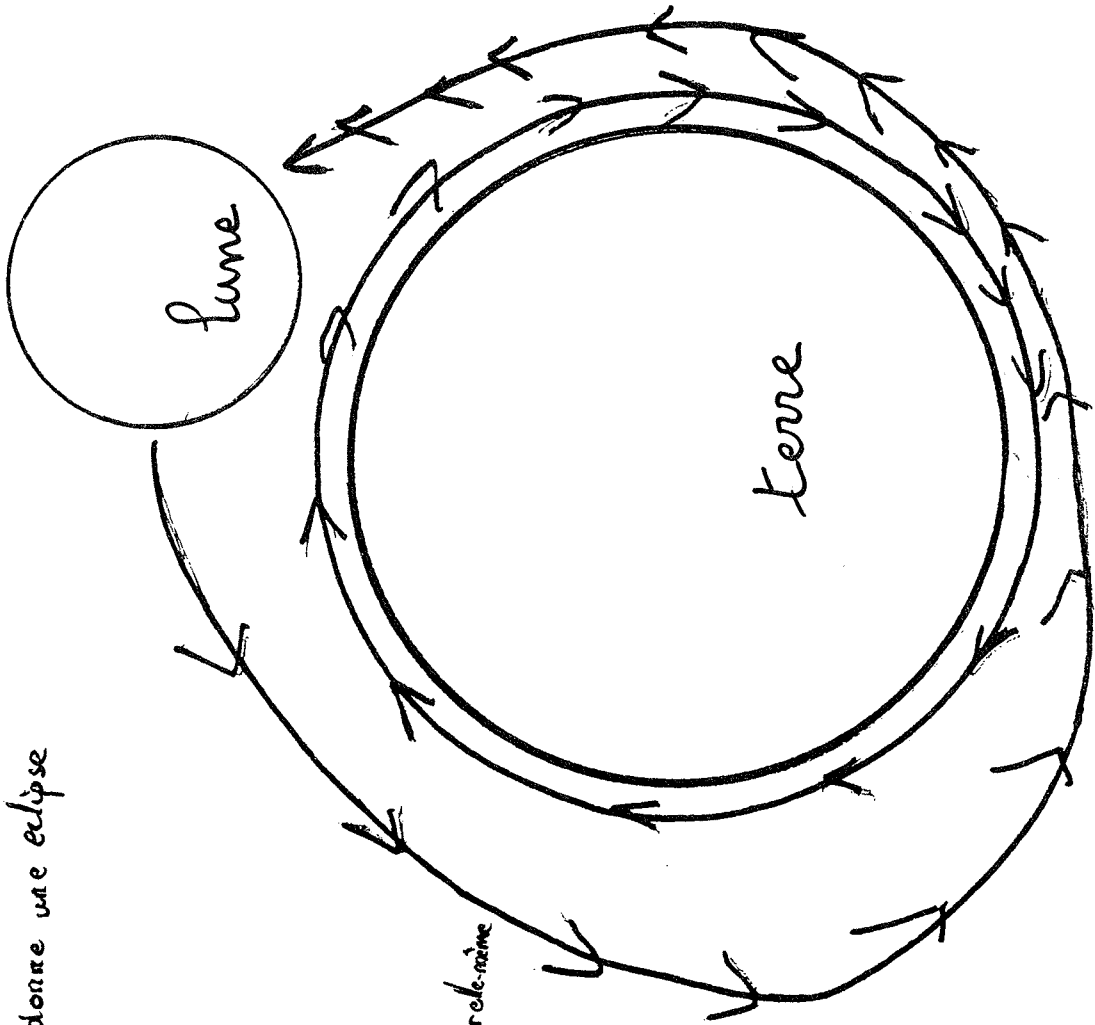


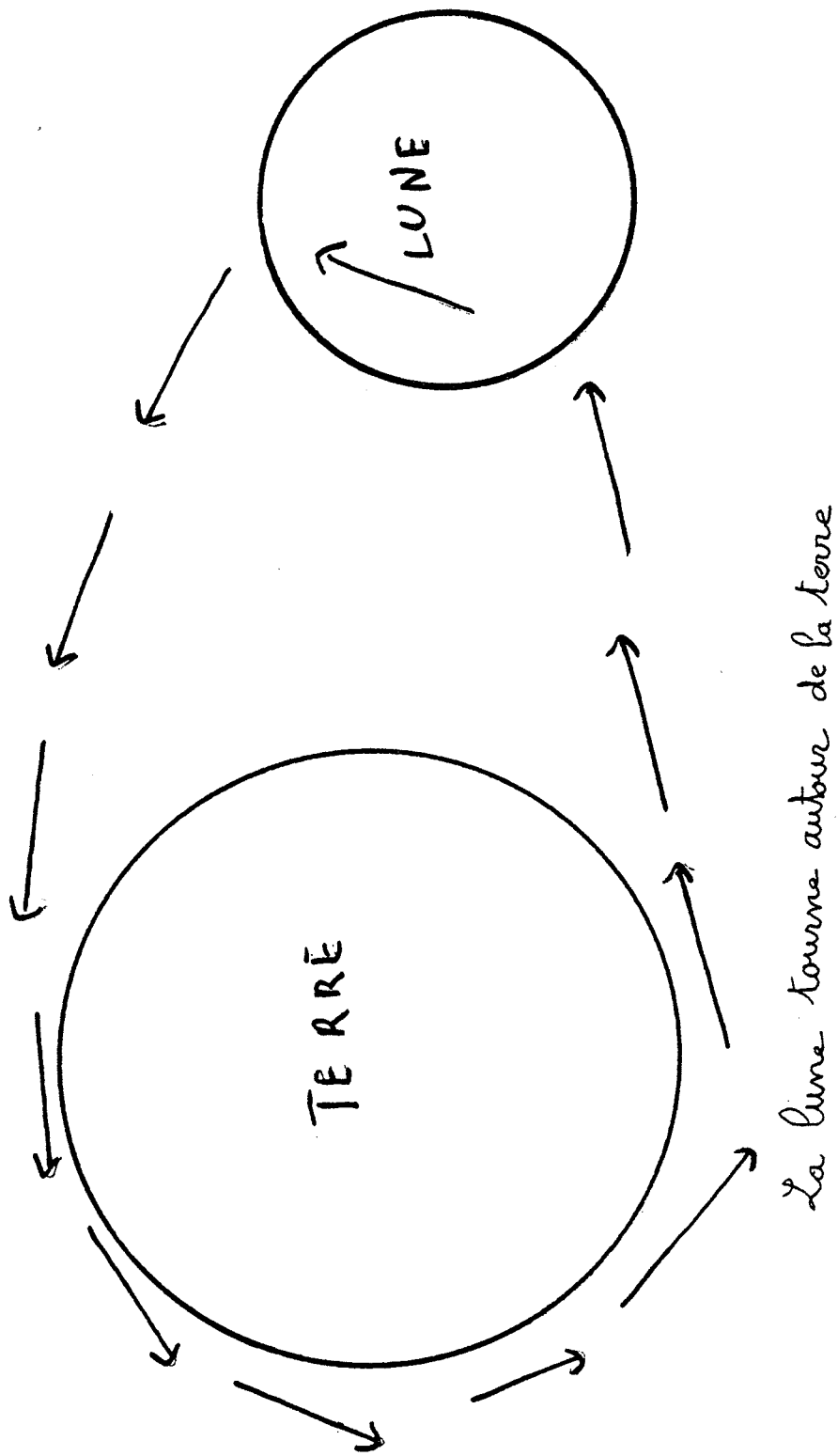
la terre tourne sur elle-même
 le soleil tourne autour de la terre lui aussi
 lorsque le soleil et la lune se rencontrent
 ça donne une éclipse

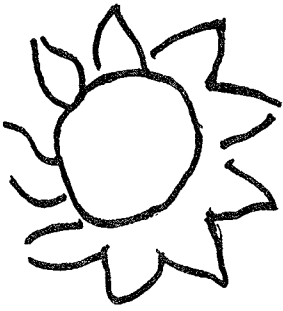


la terre tourne sur elle-même

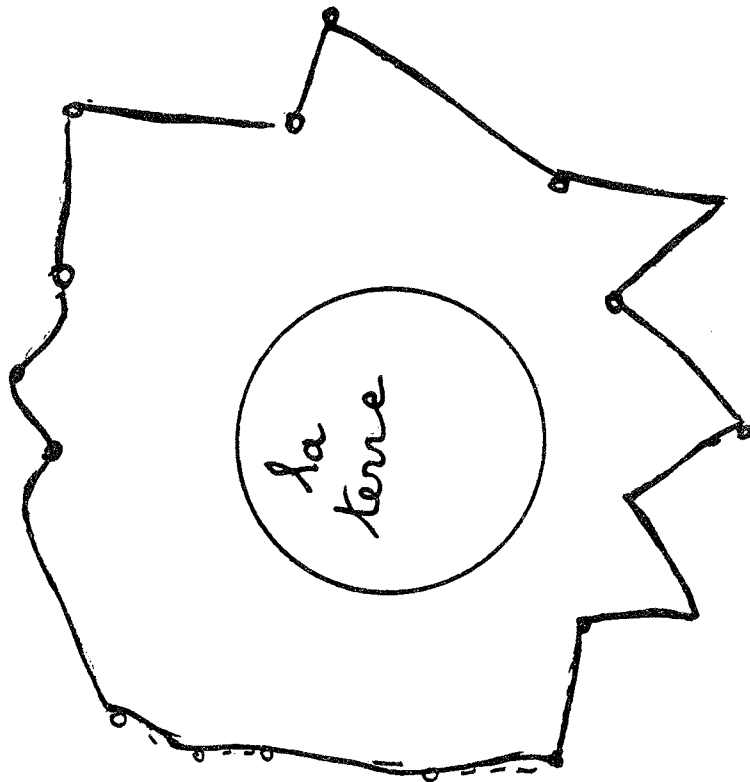
la terre
 tourne
 sur
 elle
 même



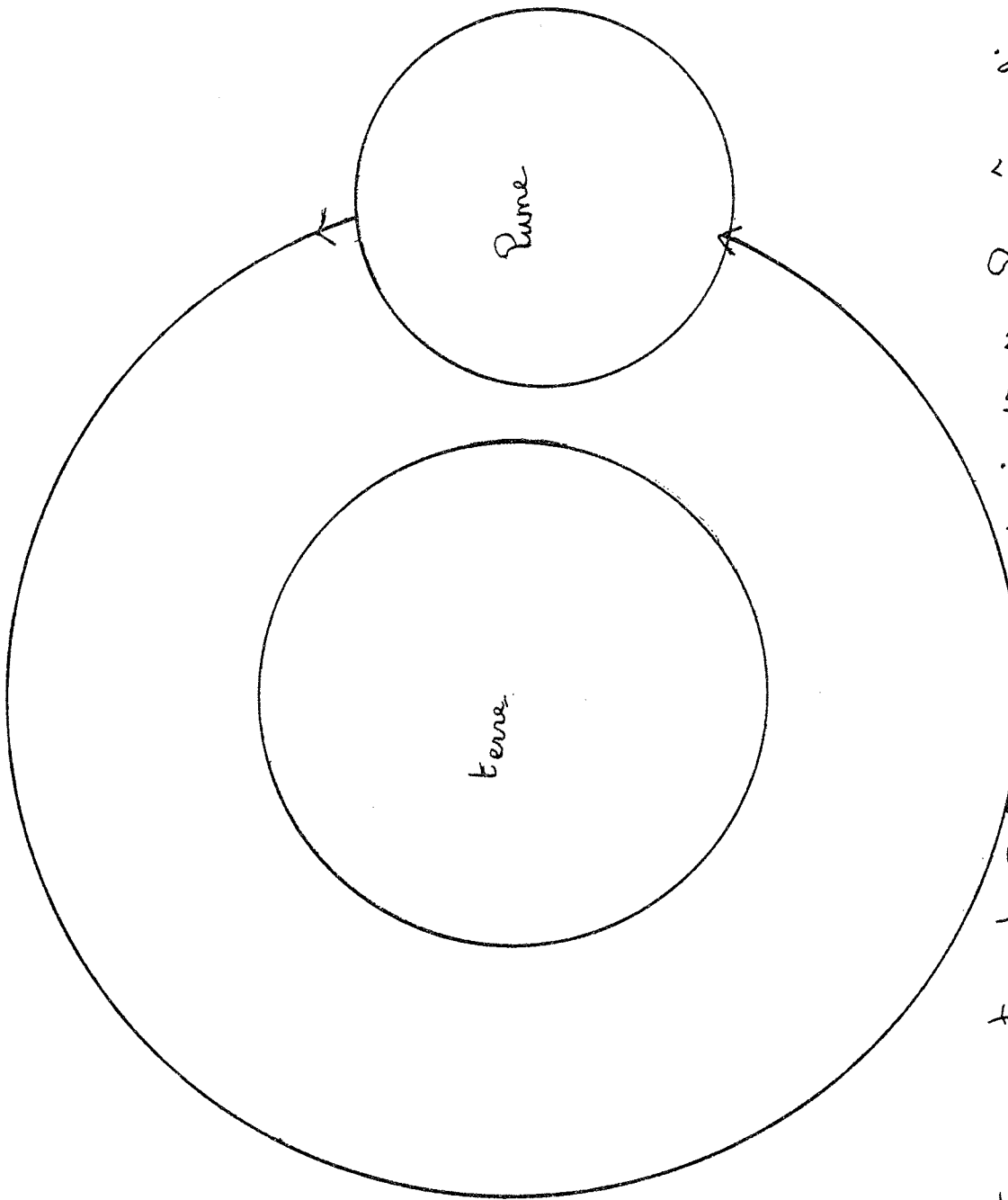




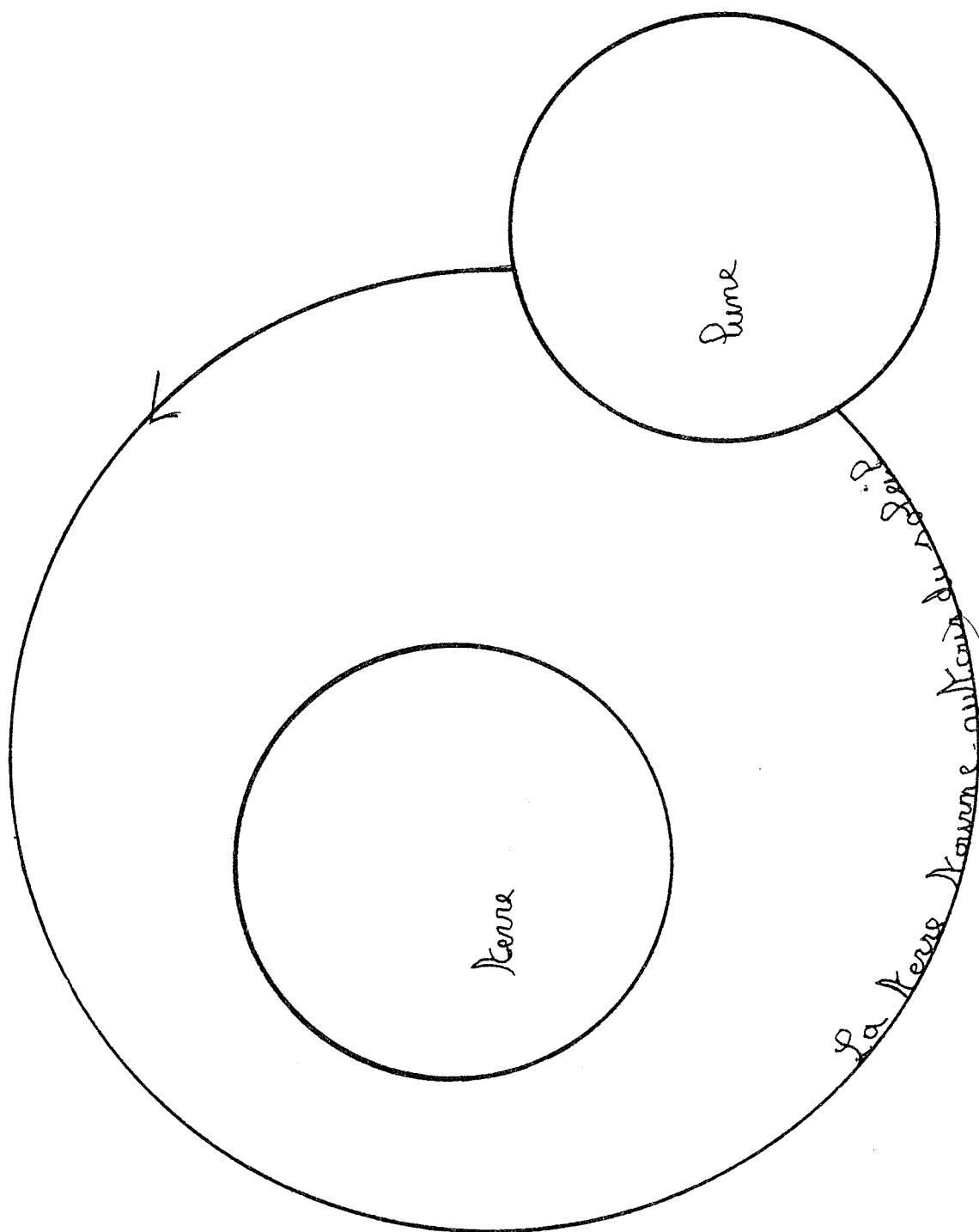
lune = 0



P10



Si la Lune tourne autour de la terre, elle est toujours sur le même diamètre
 or nous avons remarqué que, elle n'était pas toujours sur la même
 distance de la terre



P. 11

SEQUENCE 4

Les enfants reprennent les ellipses qu'ils ont tracées et les comparent. Elles ne sont pas toutes pareilles, il y en a de plus aplaties que d'autres, certaines leur semblent presque des cercles. On cherche d'où peuvent provenir ces différences : distance entre les deux punaises qui ont servi à faire le tracé, longueur de la ficelle. Comme certains enfants ne paraissent pas très convaincus que leurs ellipses ne sont pas des cercles, on leur propose de rechercher les caractéristiques de cette figure géométrique : elle a deux centres alors que le cercle n'en a qu'un. On va également voir si elle possède des axes de symétrie et combien (rappel rapide de ce qu'est un axe de symétrie et du fait que le cercle en possède une infinité qui sont tous des diamètres).

Par pliage pour la plupart, les enfants découvrent que l'ellipse a deux axes de symétrie et on essaie de les définir collectivement :

- la droite passant par les deux punaises
- la médiatrice du segment délimité par ces punaises (ceci a permis de redéfinir le mot médiatrice et d'en revoir le tracé).

Travail sur agrandissements réductions

Pour amener les enfants à la notion d'échelle, plusieurs séquences ont suivi, portant sur agrandissement et réduction de figures (cf N° 13 ou spécial CM tome 2).

A la fin de ces séquences, les enfants avaient compris que, pour agrandir ou réduire une figure, toutes les dimensions devaient être multipliées ou divisées par le même nombre et savaient l'exprimer sous forme d'une fraction lorsqu'il était inférieur à un.

A l'aide de ces figures ont été également effectués des calculs d'aires, en utilisant les quadrillages.

SEQUENCE 5

On demande aux enfants s'ils connaissent les dimensions de la terre et celles de la lune. Les réponses sont très variées ! On leur fournit alors les renseignements suivants : (relevés dans le livre d'un élève)

- diamètre de la terre : 13 524 km
- diamètre de la lune : 3 568 km.

Les nombres fournis apparaissent très précis et on décide que, pour simplifier, on adoptera les valeurs suivantes : respectivement 13 000 km et 3 500 km.

Certains enfants remarquent que la terre est à peu près quatre fois plus grosse que la lune.

On leur demande de dessiner la terre et la lune sur une feuille de papier, comme ils le désirent mais en conservant leurs proportions respectives. Spontanément tous dessinent deux cercles, en prenant pour mesures des diamètres : 13 cm et 3,5 cm. A la question : "Qu'avez-vous réalisé ?" tous répondent "une réduction". On leur demande alors de calculer l'échelle de cette réduction. Assez vite ils trouvent $1/1000$ et sont fort étonnés de s'entendre dire non. On rappelle alors le travail précédent où l'on conservait toujours la même unité . . . Certains pensent alors à convertir les km en cm et trouvent l'échelle convenable $1/100000000$. Pour simplifier l'écriture, on décide d'employer les puissances, étudiées antérieurement, ce qui conduit à $1/10^8$.

SEQUENCE 6

On annonce aux enfants que l'on va tracer la trajectoire de la lune autour de la terre en conservant la même échelle que celle à laquelle ils ont tracé la terre et la lune, soit $1/10^8$.

Que devra-t-on savoir pour faire ce tracé ?

- la longueur de la ficelle
- la distance entre les deux clous.

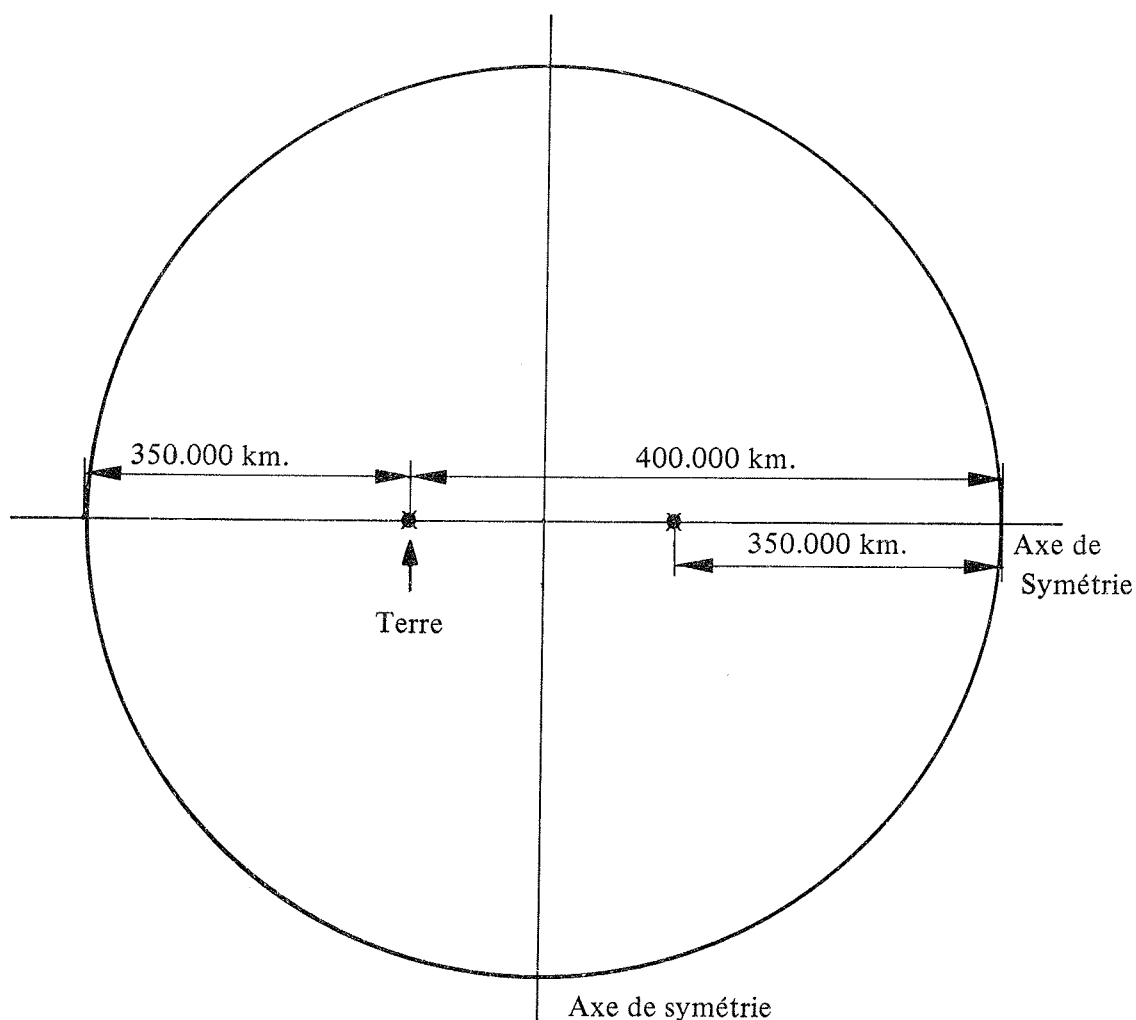
Comment va-t-on trouver tous ces renseignements ?

On reprend une ellipse tracée et on demande aux enfants où se trouve placée la terre. Tous répondent en désignant le centre de symétrie de l'ellipse. On reprend alors la feuille sur laquelle figurent les photos des disques lunaires et on rappelle qu'il n'y a qu'une seule valeur maximum et une seule valeur minimum du diamètre du disque lunaire. Ceci permet de conclure que la terre ne peut pas être placée au centre de symétrie de l'ellipse puisqu'on verrait ainsi deux fois le disque lunaire sous le plus petit diamètre et deux fois sous le plus grand. La terre est donc à la place de l'une des deux punaises.

On donne alors la distance minimum terre-lune : 350 000 km et la distance maximum : 400 000 km. Les enfants repèrent sur l'ellipse à quoi correspondent ces deux données. Ils calculent ces deux distances à l'échelle $1/10^8$ et trouvent 4 m et 3,5 m.

On refait devant eux le tracé de l'ellipse et ils constatent que la distance maximum terre-lune est égale à la moitié de la longueur de la ficelle. Il faudra donc une ficelle de 8 m de long.

Il ne manque plus que la distance entre les deux clous pour pouvoir tracer l'ellipse. Le report des données sur la figure permet de faire rapidement le calcul : 50 cm. Ils constatent alors que ce travail ne pourra pas se faire sur une feuille de papier et on décide de faire le tracé dans la cour, deux enfants serviront de "clous".



Le lendemain, le tracé de l'ellipse est fait dans la cour à l'échelle $1/10^8$. Les élèves placent la lune et la terre dessinées à la même échelle. Ils sont dans l'ensemble très surpris par l'éloignement de la lune par rapport à la terre. (Sur leurs représentations la lune était souvent très proche de la terre.).

Ultérieurement, ils ont calculé le diamètre du soleil et la distance terre-soleil à l'échelle $1/10^8$. Ils ont ainsi trouvé que le soleil aurait dû se trouver à 1,5 km de la cour de l'école !

Ils ont cherché sur un plan de Grenoble où aurait pu se trouver le soleil.

Pour terminer cette série d'activités sur la trajectoire de la lune, on leur a proposé le questionnaire 2,* pour savoir essentiellement quelles idées ils se faisaient de la composition des mouvements terre-lune autour du soleil.

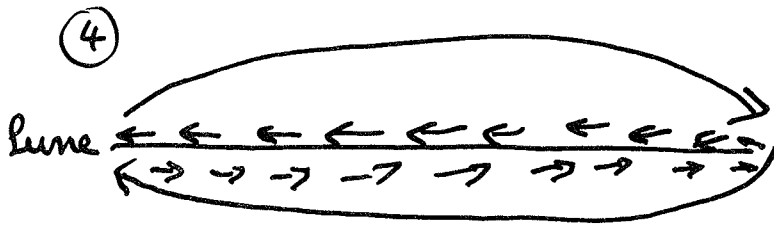
Quelques représentations intéressantes, en réponses aux questions 4 et 5 sont proposées ici , après le questionnaire.

* voir page suivante

Questionnaire 2

Un de tes camarades pense que la lune tourne autour de la terre et la terre tourne autour du soleil.

- 1 – Est-ce que cette idée te semble exacte ? (réponse oui 17 sur 18)
- 2 – A ton avis, combien de temps met la terre pour faire un tour autour du soleil ?
- 3 – A ton avis, combien de temps met la lune pour tourner autour de la terre ?
- 4 – Je suppose que la terre se déplace suivant une ligne droite.
Quel serait le trajet de la lune ?
- 5 – On suppose que la terre décrit un cercle autour du soleil.
Quel serait le trajet de la lune par rapport au soleil ?
- 6 – Pour ton camarade, la terre et la lune tournent dans le même sens.
Est-ce que cela te paraît normal ?
- 7 – Est-ce que la terre tourne dans un sens, s'arrête puis repart sur sa trajectoire en sens inverse ?
Explique pourquoi dans les deux cas.
- 8 – On admet généralement que la terre tourne autour du soleil et que la lune tourne autour de la terre.
Depuis la terre on voit toujours la même face de la lune.
Est-ce que, du soleil, on voit toujours la même face de la lune ?
Est-ce que c'est la même que celle que l'on voit depuis la terre ?
- 9 – Si la terre était immobile par rapport au soleil, est-ce que, du soleil, on verrait toujours la même face de la lune ?
Est-ce que ce serait la même que précédemment ?

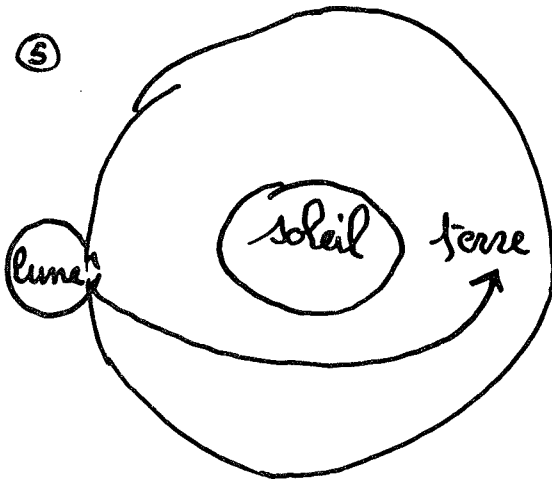


Question 4

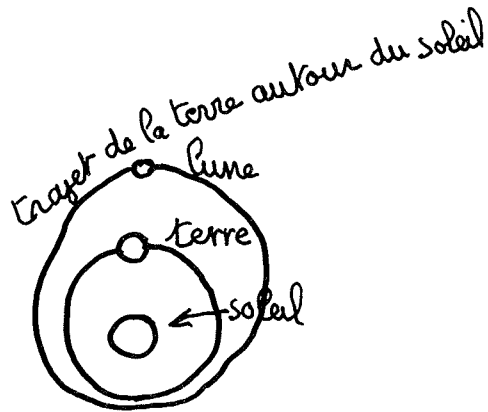
De façon à conserver une trajectoire elliptique pour la lune, l'enfant imagine que la terre fait des aller-retours le long d'un segment de droite.

Question 5

La lune apparaît comme un satellite du soleil.



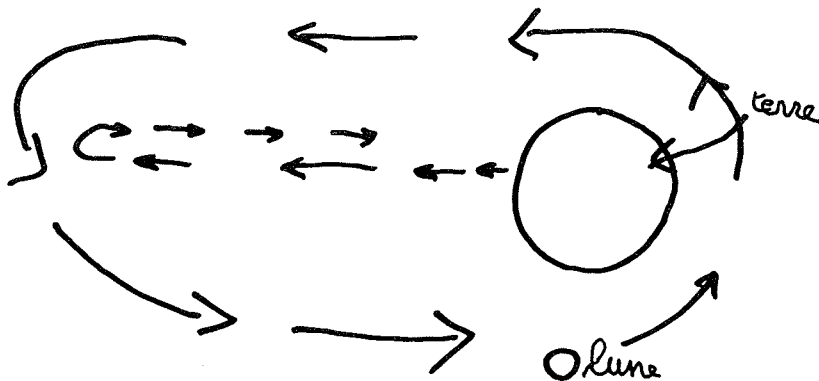
⑤



Pour la question 4, l'enfant reste attaché à la trajectoire elliptique de la lune et inclut à l'intérieur de celle-ci un déplacement rectiligne et fini, de la terre.

Pour la question 5, la lune semble devenir un satellite du soleil, comme la terre.

④

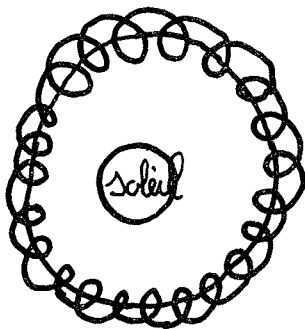


456

④

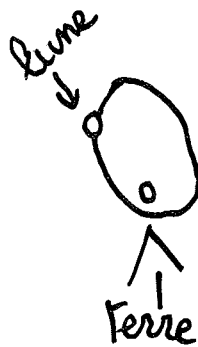


⑤



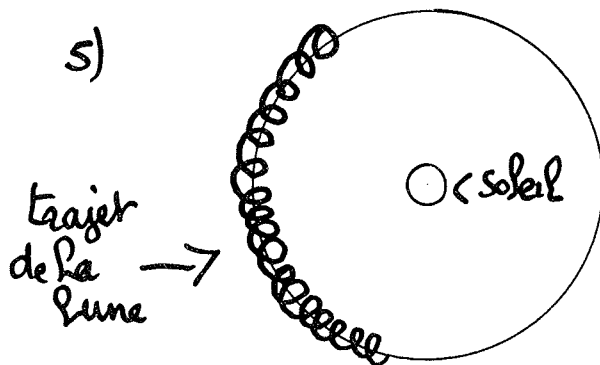
Ici, l'enfant imagine que, quelle que soit la trajectoire de la terre, la lune décrit une spirale autour de celle-ci.

4)



Pour un déplacement rectiligne de la terre, la trajectoire de la lune n'est représentée que pour une position donnée de la terre. L'enfant éprouve vraisemblablement des difficultés à représenter la composition des deux mouvements.

5)



Quelques remarques sur les différents schémas des enfants

● Tourner autour d'un point, pour certains, est synonyme de se déplacer autour, en restant toujours à la même distance de ce point. Pour avoir un dessin qui tienne compte de cette définition et des résultats antérieurs, une fillette imagine une trajectoire faite de portions de cercles concentriques. La lune saute d'une trajectoire à l'autre (cela rappelle un modèle quantique de l'atome, modèle de Borh).

La lune, le soleil, la terre sont en mouvement.

Qui tourne ? Autour de quoi ? En décrivant quelle trajectoire ?

Cette trajectoire est-elle ouverte ou fermée ? Quel est son centre ? Comment s'effectue ce mouvement ? Quelle est sa période ? Dans quel sens est parcourue cette trajectoire ? Est-ce toujours dans le même sens, à la même vitesse ?

Y-a-t-il composition de ces mouvements ?

Chacun a son interprétation.

● Peu d'enfants ont une notion des dimensions relatives. Sur leurs dessins la distance terre-lune est du même ordre que la distance terre-soleil : or elles sont de 380 000 km dans le premier cas et de 150 000 000 km dans le second ! La lumière émise par la lune frappe la terre une seconde après son départ. Or celle lumière a été émise par le soleil 8 minutes avant.

Les astres sont très souvent représentés avec la même "taille", en particulier la terre et la lune.

Les enfants n'ont pas la notion des distances et les trajectoires de la lune sont pratiquement du même ordre de grandeur que les diamètres des astres.

Diverses activités seront donc proposées aux enfants pour les amener à mieux appréhender ces problèmes d'échelle.

● Les trajectoires sont presque toujours, sauf rares exceptions, des courbes fermées.

Les sens de rotation sont quelconques, il n'y a jamais de point de rebroussement.

Quelle est l'origine de cette représentation circulaire des trajectoires ? Les livres de vulgarisation et leurs représentations peut-être ?

Est-ce une perception nette du retour cyclique des phénomènes célestes, phases de la lune, saisons ? Ces cycles sont représentés par une courbe fermée décrite dans un sens constant, est-ce la perception d'une mécanique céleste bien huilée, parfaite, sans à coups ? Ces mondes ne peuvent avoir que des mouvements parfaits, toujours semblables à eux-mêmes. C'est l'harmonie dont parlaient les anciens jusqu'à Kepler qui représentait les mouvements célestes comme une composition de mouvements circulaires, décrits à vitesse constante.

Est-ce la perception du monde comme plaqué sur la voûte céleste ?

Est-ce la perception des mouvements apparents du soleil sur cette voûte qui peut sembler circulaire ?

Ce sont ces différentes interprétations qui apparaissent dans les réponses au questionnaire 2.

La deuxième partie du travail a eu pour objectif le calcul de l'aire d'une ellipse par pesée. Elle s'est déroulée en trois séquences, que nous ne jugeons pas utile de développer ici, puisque l'activité s'est déroulée dans le même esprit que ce qui est décrit dans l'article "Aires et pesées" de Micheline BURGUN et Raymond GUINET, paru dans IN n° 27 pages 33 à 44.