

Corrections

Questions

1/Une planète est un astre sphérique qui orbite autour d'une (ou plusieurs) étoile. Elle ne produit pas de lumière.

2/Une étoile est un astre qui produit de la lumière et de la chaleur à partir de réactions nucléaires. Les étoiles sont plus massives et plus grandes que les planètes. Elles sont composées de gaz, principalement de l'hydrogène et de l'hélium.

3/Une ellipse est un «cercle écrasé», la forme tracée par un corps céleste qui orbite autour d'un autre. C'est aussi la projection d'un cercle sur un plan qui lui est pas parallèle, où l'intersection d'un cône avec un plan.

4/Une orbite est le chemin, fermé sur lui même, suivi par un astre qui tourne autour d'un autre.

5/La Terre est âgée de 4,4 milliards d'années (soit 4400 millions d'années).

6/Un satellite est un corps céleste qui tourne autour d'un autre: la Lune est le satellite de la Terre, mais la Terre est un des satellites du soleil...

7/ Les humains ont longtemps pu croire que le soleil tournait autour de la Terre parce qu'en apparence, cela semble être le cas. En fait, cette impression est due à un manque de point de repère extérieur à la Terre. Ainsi, si vous êtes dans un train, et que tout ce que vous voyez par la fenêtre est un autre train; lorsque vous voyez ce train bouger, vous ne savez pas si c'est lui qui s'en va ou si c'est votre propre wagon qui commence à se déplacer. Comme l'écrivait La Fontaine dans sa fable «un animal dans la Lune», en parlant du Soleil:

*«L'ignorant le croit plat, j'épaissis sa rondeur :
Je le rends immobile, et la terre chemine .
Bref je démène mes yeux en toute sa machine .
Ce sens ne me nuit point par son illusion.
Mon âme en toute occasion
Développe le vrai caché sous l'apparence.»*

8/ Les Humains ont-ils commencé à observer le ciel afin de se repérer dans le temps en établissant des calendriers basés sur les événements réguliers facilement visibles dans le ciel: phases de la Lune, lever et coucher des étoiles brillantes, hauteur du soleil dans le ciel... Ils pensaient aussi que des événements dans le ciel (passage de comètes, éclipses...) étaient des présages permettant de prévoir l'avenir.

9/Nicolas Copernic a été le premier astronome de la renaissance à affirmer que la Terre n'était pas immobile au centre de l'univers, mais tournait autour du soleil. Lui même avoue que cette idée ne lui est pas personnelle: elle avait été développée par plusieurs philosophes grecs (en particulier Aristarque de Samos, vers -280), mais sans réussir à s'imposer à l'époque à cause, entre autres, d'une connaissance insuffisante de la physique permettant d'expliquer le mouvement de la Terre.

10/ Galilée n'a pas de preuves directes du mouvement de la Terre, seulement des preuves indirectes (de forts indices, pourrait-on dire):

- il observe des phases de Venus et Mercure, ce qui ne s'explique que si ces deux planètes tournent autour du soleil.
- il observe que Jupiter possède quatre satellites, ce qui prouve que, dans l'univers, tout ne tourne pas autour de la Terre
- de façon plus subtile, ces deux découvertes de Galilée (auxquelles s'ajoutent celle des montagnes de la Lune et des taches du soleil)

montrent que les conceptions provenant de certains anciens Grecs et reconnues depuis plus de dix siècles comme étant LA vérité pouvaient être fausse (c'est d'ailleurs cette possibilité de changement qui a motivé la peur de l'église catholique)..

Colles

1/Comparer dans un tableau les planètes telluriques et Joviennes.

2/ Les 2 h du DVD représentent 13 milliards d'années, soit 13 000 millions d'années. $2h = 120 \text{ min}$, donc chaque minute du dvd représente $130000/120 = 108$ millions d'années.

la formation du système solaire a eu lieu il y a 4,5 milliards d'années, en même temps que celle de la Terre (oui, c'était un piège!), donc $13-4,5 = 8,5$ milliards d'années après le big bang, soit 8500 millions d'années. Pour notre DVD, cela nous donne, en min: $8500/108$ soit 79 min à attendre avant que le soleil, la terre et les planètes ne se forment (pendant ce temps, après le «flash» du commencement, vous avez assisté à la formation des galaxies, à leur éloignement progressif, à la naissance des étoiles, à leur mort puis à leur renaissance sous forme d'autres étoiles...)

En raisonnant de la même manière, on obtient les résultats suivants:

- premières espèces ayant laissé des fossiles directement visibles il y a 600 millions d'années, donc 1h 54 min 30 s après le début du film (en gros 5 min avant la fin)

- développement des espèces d'hominés il y a 4 millions d'années soit 2 s avant que le mot «A SUIVRE» ne s'affiche (vous ne pensez tout de même pas que nous en sommes à la fin, pas vrai ?)



● Univers ● S.Solaire ● "gros" fossiles ● hominés

Si on représente ces durées avec un diagramme «camembert», on obtient la représentation ci-contre, qui montre que les hominés n'existent que depuis un temps si court qu'il n'est même pas visible sur cette représentation...

3/Si la Terre avait la taille d'un ballon de football... Un ballon de foot mesure 22 cm de diamètre. la Lune mesure 3500 km de diamètre (oui, je sais, ce n'est pas écrit dans le manuel. Et alors ? pour faire les exercices, il faut rechercher l'information, vous n'êtes plus au collège! Alors oui, il faut utiliser d'autres sources d'information: livres, films, sites web, coiffeurs...). La lune mesure donc $3500/12700 = 0,27$ fois la Terre. Si la Terre fait 22 cm, la Lune doit faire $0,27 \times 22 = 6$ cm, soit un peu moins qu'une balle de tennis (6,5 cm). De la même façon, on calcule que:

- Mars doit avoir un peu moins de 11 cm de diamètre
- Jupiter est représentée par une sphère de 2,46 m (oui, mètre) de diamètre
- Titan doit avoir 8,9 cm de diamètre à cette échelle

4/Si le soleil avait la taille d'un ballon de basket (24 cm de diamètre, alors que notre étoile mesure en réalité 1392000 km de diamètre), on peut appliquer le même raisonnement que dans l'exercice précédent pour trouver que:

- la Terre (12700 km de diamètre) est représentée par une boule de 2 mm de diamètre (la pointe d'un stylo bille, où la bille de plastique présente dans les cartouches d'encre pour stylo-plume)
- Jupiter est représentée par une sphère de 2,4 cm de diamètre (la taille d'une noix)

5/ Sur une maquette du système solaire, on place Mars à un mètre du soleil. Mars est en moyenne à 228 millions de km du soleil, Venus à 108 millions de km. Elle est donc $228/108 = 2,1$ fois plus près de notre étoile. Il faut donc la placer sur la maquette à $1/2,1 = 0,47$ m du soleil, soit 47 cm. De même, on calcule que:

- Saturne doit être placée à 6,25 m du soleil
- Neptune, dernière «vraie» planète du système solaire, sera éloignée sur cette maquette de 19,7 m du soleil.

Exercices

1 la Terre est ronde

Les trois observations de Platon, Aristote et Strabon constituent des preuves de la rotondité de la Terre car:

- Au cours de n'importe quelle éclipse de Lune, l'ombre de la Terre est ronde. On pourrait croire que la Terre est un disque (plat), mais alors son ombre serait déformée, et pas toujours ronde. La Terre est donc une sphère.
- En se déplaçant vers le sud, on voit de nouvelles étoiles apparaître dans le ciel. La Terre n'est donc pas plate, car sinon on verrait tout le ciel d'un coup. La Terre est donc inclinée dans le sens nord-sud. C'est peut-être un cylindre, mais une sphère serait une forme plus «logique».
- Lorsque l'on regarde un bateau s'éloigner sur la mer, on voit les parties basses disparaître en premier. Si la terre était plate, on verrait tout le bateau devenir de plus en plus petit et disparaître. Si la coque est cachée en premier, c'est que la Terre est courbée. Comme cette observation est valable dans toutes les directions (que le bateau s'éloigne vers le nord, le sud, l'est ou l'ouest), alors la Terre est courbée dans toutes les directions. Si la Terre est courbée dans toutes les directions, elle est donc de forme sphérique.

L'ensemble de ces trois observations ne laisse pas de place au doute: la Terre est une sphère.

2 - Eratosthène (and friends) (4 pts)

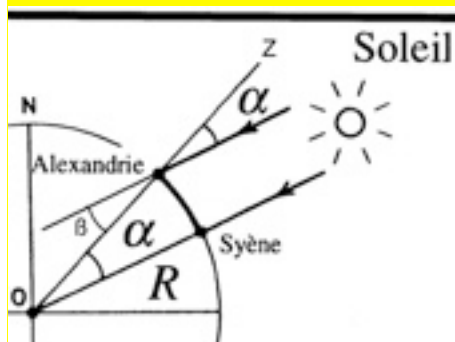
21 - Pour résoudre ce problème, il faut être attentif à l'information suivante: «Eratosthène montre que l'angle qu'il a mesuré est égal à l'angle qui sépare les deux villes sur une Terre sphérique» donc $7,2^\circ$ de la circonférence de la Terre correspondent, sur le terrain, à 5000 stades égyptiens. Avec nos unités modernes, nous écrivons: $7,2^\circ = 5000 \times 157,5 = 787500$ m soit 787,5 km (ne pas se tromper dans la conversion...)

Or (c'est là l'idée géniale), le cercle complet représentant le tour de la Terre vaut 360° (comme tous les cercles...). Donc si $7,2^\circ$ représentent 787,5 km, combien représentent 360° ? (le tour de la terre, sa circonférence...). C'est un simple calcul de proportionnalité: $7,2/360 = 787,5/x$ donc $x = (360 \times 787,5)/7,2 = 39375$ Km

Eratosthène a donc calculé une circonférence de 39375 Km pour la Terre, ce qui correspond à un diamètre de $39375/\pi = 12533$ Km

La valeur réelle du diamètre terrestre étant de 12742 Km, on dit reconnaître qu'Eratosthène, avec l'ombre d'un bâton et des distances mesurées approximativement, n'avait pas mal travaillé!

22 Il existe plusieurs façons de refaire la démonstration d'Eratosthène. Elles font appel à de la géométrie de niveau cinquième (oui).



- Vous pouvez considérer que, les rayons du soleil étant parallèles, l'ombre (représentée par le segment OZ) est sécante à deux parallèles. Dès lors, le théorème que vous connaissez tous et disant «un segment coupant

deux parallèles le fait selon deux angles égaux» vous permet d'en conclure à l'égalité des deux angles alpha.

- Vous pouvez aussi considérer que les angles alpha étant opposés par leur sommet, ils sont égaux. Ce sont des angles correspondants.
- Vous pouvez aussi raisonner en remarquant que l'angle beta est alterne-interne à l'angle alpha extérieur à la Terre. Ils sont donc

égaux. L'angle beta étant alterne-interne avec alpha inférieur, ils sont donc égaux aussi. Ainsi, l'égalité des deux alpha est démontrée.

3 Antiquités

Les arguments de Pline:

Corrects: Les arguments de Pline basés sur les ombres, toujours parallèles quelle que soit la distance qui sépare des objets (arbres, habitants), à la surface de la Terre. Toutefois, on peut remarquer que les résultats sont aussi dus à l'éloignement de la source lumineuse. Pour les éclipses de Lune, la description des ombres de Pline (comparez là à celle de votre cours de physique), assez correcte (il ne distingue pas ombre et pénombre) est aussi un bon argument. La dimension du soleil levant par rapport au mont Ida est plus une indication de la distance de l'astre (comme Pline le reconnaît) que de sa grandeur, mais l'argument reste recevable.

Erreurs: Le Soleil ne s'éloigne pas de nous la moitié de l'année (et ne se rapproche pas l'autre moitié), et les déserts ne sont pas plus chauds parce qu'ils sont plus proches du Soleil que les régions tempérées. Paradoxalement, Pline raisonne bien sur la taille du Soleil, mais ne peut concevoir la distance à laquelle il se trouve.

Pline était-il un mauvais scientifique ? Loin de là. À son époque, la plupart pensaient que le Soleil tournait autour de la Terre, aussi l'idée que ce dernier pouvait s'éloigner et se rapprocher de la Terre, même fautive, aurait pu être précieuse (si le soleil tournait sur un cercle autour de la Terre, il n'en serait jamais plus près à un moment où à un autre...). Pline utilise des raisonnements logiques basés sur les connaissances de son époque. C'est donc un excellent scientifique.

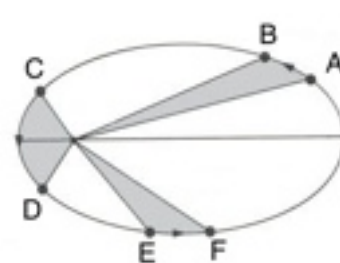


On ne peut juger les scientifiques du passé à la lumière de nos connaissances actuelles. Un bon scientifique, à toutes les époques, est celui qui raisonne correctement à partir des observations dont il dispose et en fonction des connaissances qui sont les siennes. L'interprétation d'une observation peut être fautive (pour nous qui connaissons «la fin» - provisoire - de l'histoire, tout en étant rigoureuse. C'est là une des plus grandes difficultés des sciences: savoir interpréter, utiliser une observation ou les résultats d'une expérience.

4 - Quand Kepler fait la loi. (8 pts)

41 - Le premier des deux schémas est certes correct, car il représente bien une orbite en forme d'ellipse (elliptique) mais les ellipses décrites par les planètes sur leurs orbites sont beaucoup plus proches que de la forme circulaire que celle qui est ici représentée ! (Le soleil, par exemple, occupe quasiment le centre de ces orbites «presque circulaires». Par contre, les orbites des comètes ressemblent davantage à celle représentée ici (ce qui signifie que les comètes voient leur distance au soleil varier bien davantage que les planètes).

42 - La deuxième loi (parfois appelée loi des aires) nous dit que sur



l'orbite, les rayons joignant la planète à l'étoile parcourent des aires égales en des temps égaux. Autrement dit, sur le schéma ci contre, les trois aires grisées étant égales, la planète met autant de temps pour aller de A en B, de C en D et de E en F. Hors, nous avons

$CD > EF > AB$. Pour aller de C en D, la planète doit mettre le même temps que pour aller de A en B. Le seul moyen pour elle est donc d'accélérer ! On en déduit que la vitesse d'une planète augmente lorsqu'elle se rapproche du Soleil et diminue lorsqu'elle s'en éloigne.

43 On nous parle de période de révolution et de distance à l'étoile, nous allons donc utiliser la loi 3 (le rapport entre le cube du demi-grand axe de l'orbite et le carré de la période de révolution est constant.)

431 - La planète Zeta II est éloignée de 25 millions de km de son étoile et boucle son orbite en 50 jours terrestres. Ces indications nous permettant de calculer la fameuse constante:

$$C = (\text{distance})^3 / (\text{période})^2 = (25)^3 / (50)^2 = 6,25$$

Cette constante est la même (c'est pour cela que c'est une constante, justement!) pour tout ce qui tourne autour de l'étoile Zeta Eridani.

Pour la planète Zeta IV, on cherche la distance à l'étoile d. D'après la relation $C = (\text{distance})^3 / (\text{période})^2$, on a $(\text{distance})^3 = C \times (\text{période})^2$ donc $(\text{distance})^3 = 6,25 \times (400)^2 = 1000000$. La touche «racine cubique» de votre calculatrice vous donne alors le nombre qu'il faut mettre au cube pour obtenir 1000000, c'est-à-dire 100 - Oui, la calculatrice était inutile, un peu de réflexion aurait suffi (comme souvent, tiens!). Zeta IV est donc située à 100 millions de km de son étoile (hé oui, nous avons comté en millions de km, ne pas se tromper dans les unités).

432 - L'exercice précédent permet de répondre: si l'on veut utiliser la troisième loi de Kepler pour mesurer les distances des planètes dans le système solaire, on a besoin des périodes des planètes (facile à mesurer, c'est le temps au bout duquel elles reviennent à la même place dans le ciel) et de la fameuse constante appelée C dans l'exercice précédent. Pour calculer C, il faut connaître la distance au soleil d'au moins une des planètes du système solaire.

5 - Problèmes de transit (8 pts)

51 - $D^3/P^2 = K$ donc $D^3 = K P^2$. Oui, c'est facile, surtout si vous avez fait l'exercice précédent!

52 - En prenant comme référence l'unité astronomique (c'est dit dans le texte) je considère que la distance Terre-Soleil est de 1. Je peux donc calculer K puisque je connais la période de la Terre, c'est-à-dire le temps qu'elle met pour tourner autour du soleil: un an (hé oui) donc 365 jours (ont pourra oublier les 0,25 qui nous donnent les années bissextiles). Je peut alors calculer K: $K = D^3/P^2 = 1^3/365^2$ donc $K = 7,5 \times 10^{-6}$.

Dès lors, pour Mercure, il vient $D^3 = K P^2 = 7,5 \times 10^{-6} \times 88^2 = 5,8 \times 10^{-2}$. Avec la touche «racine cubique», il vient $D = 0,39$. Mercure est éloignée du soleil de 0,39 unités astronomiques, donc de $0,39 \times$ la distance Soleil-Terre. En procédant de même, on remplit le tableau suivant:

| planète | Mercure | Vénus | Mars | Jupiter | Saturne | Uranus | Neptune |
|---------|---------|-------|------|---------|---------|--------|---------|
| période | 88 | 225 | 687 | 4330 | 10756 | 30687 | 59790 |
| D^3 | 0,058 | 0,38 | 3,54 | 141 | 868 | 7068 | 26833 |
| D | 0,39 | 0,72 | 1,52 | 5,2 | 9,5 | 19,2 | 29,9 |

53 - Les meilleures conditions pour réaliser la mesure décrite se trouvent facilement en regardant le schéma. Premier indice: ces conditions ne peuvent se réaliser que sur Terre (c'est là que l'on fait la mesure, non ?). Donc en regardant la Terre, on s'aperçoit que la différence de position de Venus sur le Soleil est liée à la différence entre les lignes de visées passant par Venus et partant de la Terre. Dès lors, on comprend aisément que pour que l'écart, vu projeté sur le soleil, soit le plus grand possible, il faut que ces lignes de visée soient le plus différentes possible: Il est donc nécessaire d'observer le transit de Vénus depuis deux points les plus éloignés possible sur Terre (A l'époque, cela nécessitait des voyages lointains qui pouvaient provoquer des aventures hautes en couleurs, voir par exemple ce qui est arrivé à l'astronome [Guillaume le Gentil](#)).

6 - E pur si muove ! (5 pts)

Malgré les meilleures observations, impossible de distinguer un changement dans la position d'une étoile par rapport aux autres au cours d'une année.

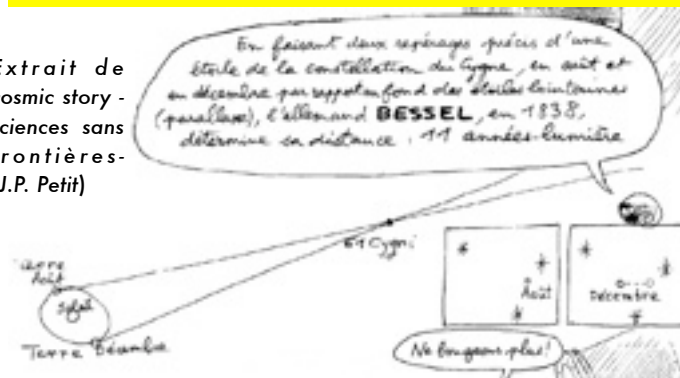
61 - L'argument d'Aristote vous est résumé par Galilée dans la BD: si l'on lâche un objet depuis un autre en mouvement, il ne devrait pas suivre ce mouvement. Cette idée est intuitive, mais fautive. Vous avez sans doute déjà lancé une balle, ou un autre objet, tout en roulant en vélo, par exemple: difficile de la rattraper, car elle vous semble rester «en arrière»! Mais, en fait, tout comme Aristote, vous oubliez une notion importante: la résistance de l'air change tout, votre balle y étant plus sensible que votre vélo!

Refaites l'expérience en bus: lorsque le bus roule à vitesse constante, laissez tomber un objet: celui-ci tombe bien «droit», et pas vers l'arrière du bus, qui pourtant se déplace! Aristote (et les jésuites) se trompait donc sur ce point. Le mouvement de la Terre n'est donc pas détectable, car tout ce qui est lié (par la pesanteur) à la Terre est entraîné par ce mouvement, qui est donc imperceptible*.

Il y a une autre erreur d'Aristote, plus difficile à voir, qui est de croire que pour que la Terre se déplace, il faut constamment que quelque chose la «pousse» et la conclusion qu'il en tire... Mais là s'ouvre le domaine de votre professeur de physique, qui se fera un plaisir (j'espère) de vous expliquer les mystères de trucs comme «l'inertie» ou la chute des corps...**

62 - Tycho n'a jamais pu détecter le mouvement d'une étoile par rapport aux autres au cours de l'année à cause de la distance qui nous sépare des étoiles, qui est bien plus grande que tout ce qu'il pouvait imaginer à l'époque! (C'est un peu comme si, en fermant un oeil et puis l'autre, vous espériez voir la Lune se déplacer par rapport aux étoiles situées en arrière-plan: cela n'est visible qu'avec un objet proche de vos yeux. Le mouvement que cherchait à mettre en évidence Tycho ne sera détecté qu'en 1838:

Extrait de cosmic story - sciences sans frontières - (J.P. Petit)



63 -

Tycho part d'une hypothèse: la Terre est mobile autour du soleil. Il en tire une conclusion logique: dans ce cas, il devrait observer un changement de position de certaines étoiles au cours de l'année, à cause d'un effet de «perspective». Il ne peut observer cet effet, et en déduit donc que la Terre est immobile. Il construit ensuite son modèle du système solaire à partir de ses résultats expérimentaux et de ses connaissances. Jusque-là, il suit exactement un raisonnement scientifique tout à fait correct. On peut en déduire deux choses:

- un raisonnement correct ne conduit pas automatiquement à la vérité (hé oui, malgré ce que l'on vous raconte sur les fiches de TP, et en math...)

- il faut envisager toutes les interprétations d'une observation: Tycho ne détectant pas d'effet de perspective, il aurait pu aussi considérer l'hypothèse explicative selon laquelle les étoiles sont bien plus éloignées que tout ce que l'on pensait à son époque. Cela lui est apparu trop «fantastique». En sciences, les hypothèses les plus «raisonnables» ne sont donc pas toujours les meilleures...

* On peut «voir» tourner la Terre grâce à une expérience que vous pouvez refaire si vous avez du temps, un haut plafond, du fil et une boule de pétanque: parlez donc à votre prof de physique du «pendule de Foucault» (non, pas Jean Pierre), qui peut constituer un remarquable sujet de travail personnel pour un groupe de TP...

** Une petite explication à ce sujet vous attend dans les documents complémentaires.

7 - Principe de précaution (3 pts)

71 - Il est très clair qu'Osiander considère les idées de Copernic comme fausses, mais utiles pour faire des calculs («si elles permettent des calculs en accord avec les observations cela suffit»). S'il agit de cette façon, c'est pour se protéger des réactions possibles de l'église: souvenez-vous (vous avez étudié l'inquisition... je sais, c'est loin) mais si les livres d'Osiander étaient «mis à l'index» (c'est à dire interdits) par l'église, il n'avait plus qu'à fermer boutique...

De plus, il est aussi possible qu'à titre personnel Osiander ne croie pas une minute que la Terre puisse tourner autour du soleil. Il

fait alors part, dans cette préface de son scepticisme (oui, un mot nouveau, cherchez-le dans le dictionnaire si vous ne le connaissez pas...)

72 - Contrairement à Osiander, Copernic pense qu'il décrit la réalité. Cela se voit, car:

- il a publié (sous le nom de son étudiant, on ne sait jamais *) un résumé pour faire connaître largement ses idées par «tous le monde (enfin, les rares personnes qui savaient lire...)». S'il avait pensé que ses idées ne servaient que pour les calculs, cela n'aurait servi à rien.

- il se «couvre» dans son livre en invoquant l'autorité de philosophes grecs reconnus. S'il ne pensait pas que ses idées décrivaient la réalité, cette précaution aurait été inutile.

- Enfin, il évite soigneusement de publier son livre pendant 40 ans, redoutant d'avoir à affronter l'inquisition et d'être condamné (après procès et torture, cela va de soi) à finir en barbecue.

Ces précautions montrent bien que pour Copernic, la Terre mobile autour du soleil n'est pas un artifice (une fiction) de calcul, mais bien une réalité dont il revendique la découverte.

8 - La famille Herschel (4 pts)

81 - Pour expliquer l'observation d'Herschel, on a la choix entre deux hypothèses: soit ce sont bien toutes les étoiles qui bougent, soit c'est «nous» qui bougeons. Les hypothèses possibles sont donc les suivantes:

- les étoiles s'écartent réellement d'un objet invisible dans le ciel (peu probable)

- le mouvement de la Terre créé l'illusion de se mouvement (lorsque l'on se rapproche de ses étoiles, elles semblent s'écarter, comme on le voit en accéléré dans les films de science-fiction). Le problème, c'est que comme la Terre a un mouvement grosso modo circulaire, si les étoiles se rapprochaient la moitié de l'année, elles s'éloigneraient l'autre, ce qui n'est pas le cas. Cette hypothèse est donc à rejeter.

- C'est le système solaire tout entier qui se déplace vers ces étoiles, en emmenant la Terre avec lui (c'est l'hypothèse correcte).

82 - Pour construire sa représentation, Herschel s'est basé sur une hypothèse qui, en 1785, pouvait sembler logique: «il suppose que toutes les étoiles brillent avec la même intensité, et que leur distance dépend donc seulement de leur éloignement». Il croit donc que toutes les étoiles émettent la même quantité de lumière: les moins brillantes sont donc les plus éloignées. Malheureusement, ce n'est pas si simple: il existe des étoiles de toutes tailles et de toute luminosité. Une grosse étoile, vue de loin, paraît avoir le même éclat qu'une toute petite située plus près. Herschel aurait pu se douter de cette différence, car, par exemple, les étoiles n'ont pas toutes de la même couleur (regardez le ciel, par une nuit sans lune ni lumière: vous verrez des étoiles blanches, jaunes, rouges...). A son époque, toutefois, il était obligé de faire cette hypothèse (et d'espérer que les différences de luminosité entre étoiles étaient minimes), car personne ne connaissait une distance d'étoile. Malheureusement, c'est là qu'il se trompait: les étoiles ne sont pas égales entre elles... La représentation qu'il a construite ne pouvait donc être exacte (mais c'était une idée ingénieuse).

9 - Cosmic connection (2 pts)

Le message (l'émission de télévision) est parti de la Terre le 30 septembre 2006. A quelle vitesse voyagent les ondes utilisées par la télévision ? A la vitesse de la lumière (je vous vois déjà hurlant en brandissant vos petits poings crispés: «comment on le sait ? C'est marqué ou dans l'exo, hein ?») et m'affublant de quantité de noms d'oiseaux exotiques... On se calme! Vous êtes au lycée! C'est fini les solutions fournies toutes cuites dans les énoncés des exos! Vous devez apprendre à rechercher par vous même les informations manquantes dont vous avez besoin! Vous croyez quoi ? C'est un manuel de Sciences, pas de littérature!

Après cette salutare mise au point, reprenons: l'étoile Gamma Cephei b est située à 45 années lumières du soleil. Les Ondes émises par l'antenne toulousaine vont donc mettre... 45 ans à faire le voyage! Les éventuels habitants des planètes autour de cette étoile recevront peut être nos émissions culturelles (hum!) sur leurs éventuels (re-hum!) postes de TV en $2006+45=2051$... (Ils ont donc tout le temps de faire chauffer le pop-corn pour la soirée TV mémorable qui se prépare).

10 - Les tables et la loi (4 pts)

10-1 Les prévisions de Ptolémée étaient basées sur les idées de Ptolémée, qui croyait que les planètes avaient des orbites circulaires et centrées sur la Terre*. Comme les orbites des planètes ne sont pas centrées sur la Terre et ne sont pas non plus des cercles (bien qu'en étant très proche), une erreur, au départ minime, s'amplifie avec le temps (à chaque orbite d'une planète, la petite erreur sur sa position s'accumule). Cette lente accumulation de petites erreurs aboutit à des prévisions de moins en moins exactes au fur et à mesure que les siècles s'écoulent.

10-2 Les tables de Copernic n'étaient pas meilleures que celles de Ptolémée, car lui aussi faisait l'erreur de croire que les orbites des planètes étaient des cercles. La faible différence entre une orbite circulaire et l'ellipse réelle créait donc, comme chez Ptolémée, une petite erreur qui s'accumulait lentement.

* Centrer toutes les orbites autour de la Terre créait aussi d'énormes erreurs, mais Ptolémée savait qu'il y avait quelque chose qui ne tournait pas rond (c'est le cas de le dire): pour «sauver» les phénomènes observés, il avait rajouté aux orbites circulaires tout un tas d'orbites secondaires, tertiaires, parfois décentrées, qui aboutirent à un système très compliqué dont les erreurs n'étaient visibles que sur de longues périodes de temps (supérieures à la durée de vie d'un astronome...).

11 - Décrocher la Lune (4 pts)

11-1 Sur la photographie, on distingue des cristaux diversement colorés. Venant de la Lune, cette roche ne peut pas être sédimentaire (car il n'y a pas de sédimentation sur la Lune) donc c'est une roche volcanique (d'après vos connaissances de quatrième). Les cristaux ont eu le temps de grandir, donc on pourrait penser que le refroidissement du magma qui a donné naissance à cette roche a dû être relativement lent. Toutefois, le grossissement de la photo (x 100) vous indique que les cristaux visibles sont tout de même microscopiques: on a donc bien une roche volcanique à cristaux microscopiques, donc à refroidissement rapide (hé oui, ne pas oublier le grossissement - c'est pour cela que la légende d'un document est primordiale). La surface lunaire est donc formée d'une espèce de basalte, seule roche que vous connaissez correspondante à cette définition.

11-2 En observant attentivement la photographie vous constaterez que tous les cristaux visibles sont étrangement déformés: leurs contours sont polis, arrondis, comme usés... En fait, certains sont presque sphériques... Cela signifie simplement qu'elles ont commencé à fondre, ce qui prouve la forte température à laquelle la météorite a été exposée en traversant rapidement notre atmosphère..

12 - Les imposteurs (4 pts)

Les arguments contre l'astrologie ne manquent pas:

- Au niveau pratique, on ne voit pas quelle influence la position des planètes pourrait avoir. Si elles agissent par une mystérieuse «force» inconnue liée à leur masse, alors des objets plus proches (une montagne, votre voisin...) devraient avoir plus d'influence que Mars ou Saturne.

- Au niveau philosophique (et physique), on ne peut prédire notre avenir, car il n'est pas «précalculé»: notre futur se construit à chaque instant en fonction de nos actes, des lois de la physique et aussi d'une part de «chance» ou de hasard.

Rules, Britannia

It is the beginning of history, not the end. In more than one respect, exploring the Solar System and homesteading other worlds constitutes the beginning, much more than the end, of history.

C'est le début de l'Histoire, pas la fin. À plus d'un égard, explorer le système solaire et coloniser d'autres mondes constitue le début, beaucoup plus que la fin, de l'Histoire.