Une maquette Terre-Soleil-Lune

André Malengreau <andre.malengreau at orange.fr>
Publié par Gérard Vidal

Une maquette Terre-Soleil-Lune

par André Malengreau et Gérard Vidal

Copyright © 2015-06-27 Ce livret est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage à l'identique 4.0 International [http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/]

Résumé

La maquette Terre-Soleil que nous présentons dans cet article permet de présenter différents phénomènes liés aux mouvements de la Terre sur elle même et autour du Soleil.

Table des matières

1. Réalisation de la maquette	1
Présentation de la maquette	1
Caractéristiques	2
Matériau utilisé	2
Matériel nécessaire	2
Choix des dimensions.	2
Description	3
Le plateau support (en pin)	
La planche inférieure.	3
L'axe du Soleil.	
L'axe de la Terre.	
La planche supérieure.	
Montage du bras sur le support.	
Le support de la Terre.	
Le support du Soleil.	
Le module Lune	
Introduction	
Composition	11
Aspect définitif.	
Compléments	
Dans un environnement lumineux	
Visualiser l'axe de rotation de la Terre	15

Liste des illustrations

1.1. Maquette assemblée en position "équinoxe de printemps d'hémisphère Nord"	1
1.2. La maquette dans sa valise	2
1.3. Plateau support	3
1.4. Le Bras rotatif	3
1.5. Le bras terminé	4
1.6. L'axe du soleil	
1.7. Réalisation pratique de l'axe du Soleil	5
1.8. L'axe de la Terre	5
1.9. Réalisation pratique de la partie inférieure du bras rotatif	6
1.10. L'axe du Soleil et l'axe de la Terre	
1.11. Réalisation pratique de la partie inférieure du bras rotatif	7
1.12. Bras rotatif assemblé	
1.13. Le support de la Terre	7
1.14. Le bras rotatif terminé	
1.15. Maquette assemblée	
1.16. Maquette dans l'obsurité	9
1.17. Système de fixation du soleil	9
1.18. La Terre et le laser	
1.19. Module monté sur le bras rotatif de la maquette.	10
1.20. Equerre de renforcement du cadre	
1.21. Pièce de fixation sur le bras rotatif	
1.22. Evidement d'encastrement de la pièce en bois sur le bras rotatif	
1.23. Etrier figurant la ligne des nœuds.	12
1.24. Cales (pour les non-initiés)	12
1.25. Plan de l'orbite de la Terre incliné par rapport à l'écliptique.	13
1.26. Lune placée entre la Terre et le Soleil sans éclipse.	13
1.27. Module Lune garni et peint	14
1.28. Planchette amovible remplaçant la lumière du Soleil	15
1.29. Remplacement de la Terre par un laser	15

Chapitre 1. Réalisation de la maquette

Présentation de la maquette

Figure 1.1. Maquette assemblée en position "équinoxe de printemps d'hémisphère Nord"



A gauche, La Terre sur son support perpendiculaire à l'axe T/S.

Au centre, le Soleil, matérialisé par une lampe de poche.

La maquette permet de montrer

- la succession des saisons grâce à la rotation de la Terre autour du soleil.
- la variation des jours et des nuits au cours de l'année sous toutes les latitudes
- la différence entre jour solaire et jour sidéral
- l'influence de la rotation de l'axe de la Terre sur les saisons, c'est-à-dire la précession des équinoxes et le changement d'étoile indiquant le Nord.

Figure 1.2. La maquette dans sa valise



La forme de de la valise est voulue. Je vous laisse le soin d'y réfléchir!!

Caractéristiques

Matériau utilisé

Ma maquette est en bois, car c'est un prototype. Quand on conçoit, on doit parfois modifier certaines pièces (pertes) en cours de fabrication et le bois est moins cher que l'aluminium. De plus, je ne possède pas (encore) de poste de soudure me permettant de souder l'aluminium mais vous pouvez réaliser votre maquette en aluminium. Elle sera plus belle, mais plus coûteuse.

Les dimensions des différentes pièces sont données à titre indicatif. Elles dépendent essentiellement de l'espace disponible pour faire tourner la Terre. La seule chose à respecter est d'utiliser deux roues dentées (pignons de vélo de récupération) ayant le même nombre de dents pour que l'axe de la terre reste toujours dans le même plan.

Matériel nécessaire

La réalisation est à la portée du bon bricoleur disposant

- d'une scie circulaire (sur bâti fixe de préférence pour la facilité)
- d'une défonceuse si possible
- · de scies-cloches
- d'une ponceuse pour la finition

Choix des dimensions.

Le premier point est de déterminer les dimensions que vous voulez donner à votre maquette en fonction de l'espace dont vous disposez et du fait que votre maquette restera dans un local ou pourra être déplacée sans trop de difficultés. La dimension à choisir est la distance entre le Soleil (au centre de la maquette) et la Terre (au bout du bras tournant); elle fixera le cercle d'encombrement de la maquette en mouvement. Il faut compter un peu plus, car l'axe de la Terre n'est pas au bout du bras.

Les dimensions que j'indique (en mm) sont celles de ma maquette. Distance Soleil/Terre : +/- 580 mm.

Bois utilisés : Panneaux en pin de 18. Contreplaqués de 10 et 5.

La maquette est transportable dans une valise en bois fabriquée pour elle.

Description

Le plateau support (en pin)

Le plateau support peut être polygonal ou circulaire (plus difficile, car à découper à la défonceuse, mais plus beau). φ : 640 ; épaisseur : 18 .

Des pieds en matière plastique (avec 3, on a toujours un plan) ou 2 lattes fixées en dessous permettent de le surélever (l'écrou de l'axe du Soleil se trouve sous le plateau).

Un disque de 10 d'épaisseur et de Φ 40 a été découpé dans la planche inférieure (voir plus loin). Il est fixé au centre du plateau. Il est percé d'un trou de Φ 12 ainsi que le plateau. Un morceau de tube PVC d'évacuation placé autour permettra un meilleur glissement de la planche inférieure autour de l'axe. Les 2 trous sur le disque central recevront les tiges de l'axe Soleil pour l'immobiliser.

Figure 1.3. Plateau support



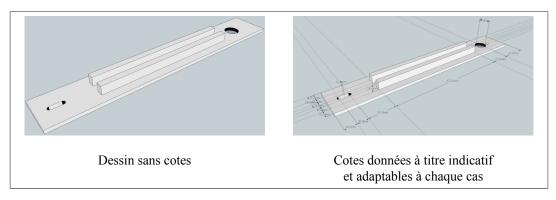
On observe l'axe (disque épais) de rotation

La planche inférieure.

La planche inférieure est la partie du bras qui glisse sur le plateau support, soit directement, soit sur une plaque facilitant le glissement. Dans ce cas, c'est du Perspex (matière plastique).

La partie inférieure du bras rotatif

Figure 1.4. Le Bras rotatif



A gauche, lumière (trou allongé) pour l'axe Terre. A droite, trou d'emboîtement dans l'axe de la figure 1.3

Le trou à droite se place sur le disque central du plateau support (autour du PVC). La lumière à gauche (trou allongé) recevra l'axe de la Terre. Sa forme permettra un léger déplacement de l'axe afin de tendre la chaîne d'entraînement.

Les 2 pièces de bois au centre (entretoises) servent à fixer la planche supérieure et donnent l'écartement entre les 2 planches.

La distance entre les 2 trous doit être ajustée en fonction de la dimension des pignons et de la chaîne d'entraînement.

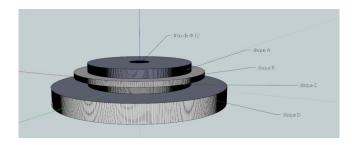
Figure 1.5. Le bras terminé



Réalisation pratique

L'axe du Soleil.

Figure 1.6. L'axe du soleil



Le disque B est le pignon d'entraînement

Le disque B est un pignon de vélo. Le nombre de dents n'a pas d'importance, mais le pignon de la terre doit en avoir autant (ici 19 dents). Comme les 2 pignons ont le même nombre de dents, la chaîne engrène sur la moitié des dents sur chaque pignon. Plus il y a de dents engrenées, plus le mouvement d'entraînement est souple, mais plus la planche est large.

Le disque D est plus grand pour supporter la chaîne en cas de décrochage (au montage). Les disques A et C sont plus petits pour ne pas accrocher la chaîne.

Ici, les Φ sont : B 80, D 104, A et C 63.

Un tube de Φ 12 traverse l'ensemble, les 2 planches et le plateau support. Une tige filetée de Φ 10 fixera le tout avec 2 écrous frein.

L'ensemble A, B, C et D doit être fixé sur le disque placé au départ sur le plateau support (le pignon ne tourne pas, la chaîne s'enroule autour de lui).

- soit par 2 vis (au moins).
- soit par 2 tiges à emboîter si on veut pouvoir enlever le bras sans le démonter (c'est mon cas)

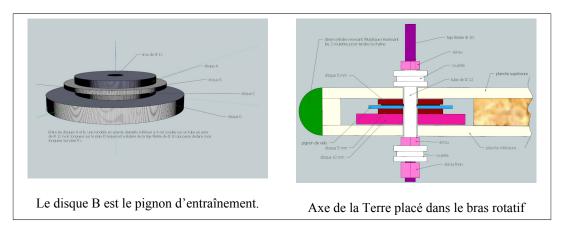
Figure 1.7. Réalisation pratique de l'axe du Soleil



A droite, les deux tiges de solidarisation sont visibles

L'axe de la Terre.

Figure 1.8. L'axe de la Terre



Le montage est semblable à celui du soleil, sauf que l'axe tourne avec le pignon grâce à la rondelle en acier soudée sur le tube, lui-même fixé à la tige filetée par une tige qui le traverse.

La planche supérieure.

La planche supérieure a les mêmes dimensions que la planche inférieure. Elle a la même lumière du côté Terre ; côté Soleil, le trou a le même axe, mais un Φ de 12.

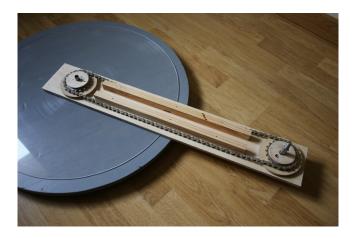
Côté Soleil, une pièce de bois permettra de fixer la glissière supportant la lampe de poche figurant le Soleil.

Côté Terre, une pièce de bois identique supporte un demi-cylindre (Figure 1.11cadre) pour tendre l'élastique qui tire sur l'axe.

La planche sera vissée sur les 2 entretoises après avoir placé les axes et la chaîne.

Montage du bras sur le support.

Figure 1.9. Réalisation pratique de la partie inférieure du bras rotatif



On voit ici le bras monté sur le support

- enfoncer la planche inférieure sur le disque central fixé sur le plateau support.
- placer le tube de Φ 12 dans le disque central jusqu'à la face inférieure du plateau.
- placer l'axe Soleil et le fixer sur le disque central (vis ou tiges).
- placer l'axe Terre dans la lumière le plus près de l'axe Soleil.
- placer la chaîne de vélo sur les 2 pignons.
- placer la planche supérieure et la visser sur les entretoises.
- placer une tige filetée de Φ 10 dans le tube Soleil et mettre les 2 écrous frein. Le tube doit être légèrement plus long que la hauteur totale bord à bord pour ne pas coincer le bras.
- placer les différentes pièces sur l'axe Terre.
 - en dessous : un écrou à serrer contre le tube, une roulette, un écrou frein.
 - au dessus : une roulette, un écrou à serrer contre le tube.

Rem : les roulettes sont faites avec des disques de contreplaqué de 5 d'épaisseur de diamètres différents collés. Lors de l'utilisation, un gros élastique ou un gros joint torique allant d'une roulette à l'autre par le demi-cylindre vert permettra de tendre la chaîne.

Figure 1.10. L'axe du Soleil et l'axe de la Terre



Axe fixe du Soleil et plateau support.



Axe de la Terre placé dans le bras rotatif

Les extrémités des tiges visibles à gauche et à droite du tube solidarisent l'axe fixe du Soleil et le plateau support.

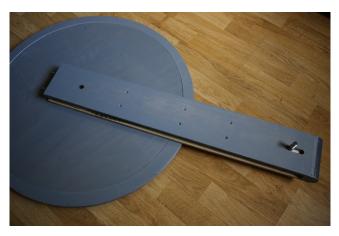
Figure 1.11. Réalisation pratique de la partie inférieure du bras rotatif



A gauche : extrémité Terre.

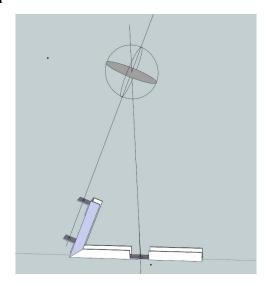
A droite : extrémité Soleil avec les 2 vis permettant la fixation de la planchette support du Soleil.

Figure 1.12. Bras rotatif assemblé



Le support de la Terre.

Figure 1.13. Le support de la Terre



La partie grise à gauche est inclinée de 23,5 degrés par rapport à la verticale

Le support de la Terre se place sur l'axe Terre. Il est bloqué par un écrou papillon qui permet de le décaler pour expliquer la précession des équinoxes.

Il est fait à partir d'un U d'aluminium plié à 113°5 pour former avec la verticale un angle de 23°5.

Le centre de la Terre doit passer par l'axe de rotation du support. Le cercle gris figure l'équateur terrestre, donc aussi céleste.

L'axe qui porte la Terre (en bleu) peut être

- soit une tige filetée avec des écrous pour bloquer la Terre à la bonne hauteur.
- soit une tige de carbone avec des bouts de tuyau en matière plastique qu'on glisse pour régler la hauteur

Figure 1.14. Le bras rotatif terminé



Le joint torique à l'extrémité du bras tend la chaîne

Le bras tournant est assemblé et l'élastique qui tend la chaîne est placé.

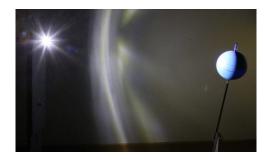
Figure 1.15. Maquette assemblée



La maquette est ici placée en position « équinoxe de printemps » d'hémisphère N

Le support Terre est placé et bloqué sur l'axe Terre. Le bras est dans la position « équinoxe de printemps » pour l'hémisphère Nord. Le soleil est de la partie.

Figure 1.16. Maquette dans l'obsurité



La terre est placée en position « équinoxe de printemps » d'hémisphère Nord.

On voit très bien que la limite partie éclairée/partie dans la nuit passe par les 2 pôles : il y a donc bien 12 heures de jour et 12 heures de nuit.

Le support du Soleil.

Le support Soleil est simplement une planchette qui coulisse dans une autre planchette en U avec une vis de blocage.

La lampe de poche (prévoir des piles de réserve!!, ça consomme) doit être à une hauteur telle, qu'au solstice, la lumière éclaire tout le cercle arctique.

La fixation de la lampe peut se faire simplement en la bloquant dans un trou ou au moyen de pièces métalliques permettant la rotation dans tous les sens pour une plus grande précision (nécessaire avec un pointeur laser).

Figure 1.17. Système de fixation du soleil



Le mécanisme permet le réglage de la position du point laser sur la Terre.

Sur la photo suivante, on voit le point du laser sur la Terre. Il se déplacera d'un tropique à l'autre avec la rotation de la Terre autour du Soleil

Figure 1.18. La Terre et le laser



On distingue le point laser vers le tropique du Capricorne.

La dernière version est munie d'un globe terrestre à la place d'une sphère peinte en bleu

Le module Lune

Introduction

Le module expliqué dans ce dossier se fixe sur la maquette Terre/Soleil. Il est très simple, mais permet de montrer dans quelles conditions il peut y avoir éclipse de Soleil.

Il est impératif de remplacer la Terre de la maquette Terre/Soleil par une Terre plus petite étant donné l'impossibilité de respecter les rapports dimensions des astres/distances.

Figure 1.19. Module monté sur le bras rotatif de la maquette.



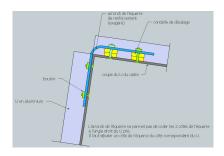
La ligne des nœuds est perpendiculaire à l'axe Terre/ Soleil. Le plan de l'orbite de la Lune correspond à la réalité.

Composition

Le cadre

C'est une histoire de U. Le support de la Lune est fixé sur un cadre (voir figure 1.19) formé d'un U en aluminium (rigidité et légèreté) plié lui-même en forme de U fixé sur un U en bois qui vient se glisser sous le support de la Terre (grâce à un évidement) et qui est fixé par 2 boulons ou tiges filetées et une plaque métallique percée au même écartement que le U en bois sous le bras rotatif . A la partie supérieure, le cadre est renforcé par 2 équerres.

Figure 1.20. Equerre de renforcement du cadre



L'angle des équerres est légèrement arrondi. Si on veut mettre l'équerre à l'extérieur du cadre (cachée), il faut en tenir compte.

Lors du pliage du U, il faut donner un trait de scie pour affaiblir le métal à l'extérieur du pli, sinon on a un arrondi au lieu d'un angle droit

On pourrait plier le U d'aluminium dans l'autre sens, mais cela n'est pas à la portée du « bricoleur » débutant (n'y voyez aucun sens péjoratif). Le plan médian du cadre en aluminium doit passer par l'axe de la Terre (tracer un repère sur le bras rotatif de la maquette T/S).

Les dimensions du cadre ne sont pas critiques. Il faut cependant que

- La hauteur permette d'amener la Lune à hauteur de la Terre lorsque le plan de l'orbite de la Lune coïncide avec le plan de l'écliptique (cale rectangulaire).
 - La position de la Terre n'est pas modifiable ; elle doit se trouver exactement au-dessus de l'axe de rotation de son support.
- La largeur permette de faire tourner la Lune lorsque le plan de l'orbite de la Lune est incliné de +/- 5° par rapport au plan de l'écliptique (cale inclinée).
- L'épaisseur de la pièce inférieure en bois lui permette de glisser sous le support Terre.

Figure 1.21. Pièce de fixation sur le bras rotatif



On voit les extrémités encastrées des 2 vis et la pièce inférieure pour la fixation.

Figure 1.22. Evidement d'encastrement de la pièce en bois sur le bras rotatif



Les 2 vis de fixation sont visibles. L'évidement positionne le trou de fixation de l'étrier à la verticale de l'axe de rotation de la Terre et de la Lune dans le sens perpendiculaire au bras.

Voir Figure précédente

L'étrier

Un étrier rectangulaire fixé au centre de la partie centrale supérieure du cadre figure la ligne des nœuds. Il doit pouvoir tourner pour montrer la rotation de la ligne des nœuds. Ses dimensions sont quelconques, mais sa largeur doit correspondre au diamètre du disque en bois que vous pouvez réaliser avec vos scies cloches ; voir paragraphe suivant "Le Disque".

Figure 1.23. Etrier figurant la ligne des nœuds.



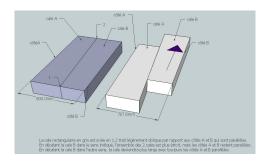
Le disque en bois représente le plan de l'orbite de la Lune.

Le disque.

Un disque en bois (réalisé avec une scie cloche) fixé dans l'étrier recevra le bras de rotation de la Lune. On peut modifier son inclinaison au moyen de cales à fabriquer:

- une rectangulaire pour mettre le plan de l'orbite de la Lune dans le plan de l'écliptique.
- une autre avec une face inclinée de +/- 5° par rapport à l'autre.

Figure 1.24. Cales (pour les non-initiés)



Il est impossible de fabriquer une cale rectangulaire de dimensions exactes pour caler le plan de rotation de la Lune ;

En pratique, on fabrique une cale un peu plus large que nécessaire et on la coupe légèrement en oblique. En faisant glisser les 2 morceaux l'un sur l'autre, on fait varier l'épaisseur de la cale.

Figure 1.25. Plan de l'orbite de la Terre incliné par rapport à l'écliptique.



La cale a une face inclinée de 5° par rapport à l'autre.

Figure 1.26. Lune placée entre la Terre et le Soleil sans éclipse.



La Lune est au-dessus de la ligne Terre/Soleil. Le point laser sur la Terre montre qu'il n'y a pas éclipse.

Aspect définitif.

Vous pouvez donner un meilleur aspect à votre travail en garnissant le U en aluminium, par exemple avec du bois. Vous pouvez voir un exemple sur la figure ci-dessous.

Figure 1.27. Module Lune garni et peint



La ligne des nœuds est perpendiculaire à l'axe Terre/Soleil.

Le plan de l'orbite de la Lune correspond à la réalité.

Compléments

Dans un environnement lumineux

En cas d'impossibilité de travailler dans un environnement suffisamment sombre, on peut utiliser une simple planchette avec une ouverture de diamètre un peu plus grand que celui de la Terre et qui figurera la limite partie éclairée/partie dans le noir. La planchette est réglable en hauteur et fixée sur une pièce de bois à poser sur le bras tournant.

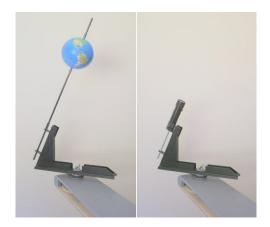
Figure 1.28. Planchette amovible remplaçant la lumière du Soleil



Visualiser l'axe de rotation de la Terre

Si on enlève la Terre, on peut placer sur le support une lampe à faisceau laser qui permettra de montrer, lors de la rotation toupie de l'axe de la Terre l'étoile qui indique le N (actuellement Polaris). Attention, ne pas essayer de montrer que l'axe de la Terre pointe toujours Polaris lors de la rotation autour du Soleil!! Polaris se trouve à +/-430 a-l (1 a-l = +/-10000 milliards de km) et votre plafond à 3 m du sol.

Figure 1.29. Remplacement de la Terre par un laser



Le déplacement du point laser au plafond montre le changement d'étoile « polaire », c'est-à-dire indiquant le N au cours des siècles

Je ne peux donner que des indications très vagues pour la fabrication de cet accessoire, car elle dépend de la lampe que vous utiliserez. Personnellement, j'ai troué le culot de la lampe et je l'ai « bidouillé » pour pouvoir y fixer une tige filetée.