

Volvelle « miroir du monde »

Cosmographie, Pierre Apian

Résumé : Cette volvelle, utilisée pour une partie du globe, du pôle Nord au Tropic du Capricorne, sert à se repérer sur Terre, à lire où le Soleil passe à la verticale à midi solaire, l'heure à différents endroits sur le globe terrestre et aussi à lire la déclinaison du Soleil selon la date. Toutes ces informations sont importantes aux géographes, aux astronomes et aussi aux navigateurs.

Il est conseillé de fabriquer la volvelle avant la lecture.

1) Aux sources de la volvelle

Au début du XVI^e siècle, les cartes et les globes terrestres évoluent sans cesse et on publie des listes, de plus en plus complètes, de la longitude et de la latitude des lieux et des villes connus. Parallèlement, l'astronomie devient une science essentielle pour les pilotes-cartographes qui parcourent les océans.

C'est sans doute pour répondre à ces nouveaux besoins, que Pierre Apian propose en 1524 son instrument appelé *miroir de Cosmographie*, *miroir cosmographique* ou encore *miroir du monde*.

Pierre Apian s'inspire de l'astrolabe planisphérique mais remplace le tympan fait de projections de lignes astronomiques par une projection de la partie de la Terre située au nord de la ligne du tropique du Capricorne. L'Amérique du Sud, en partie dessinée, apparaît sous le nom "AMERICA" et au nord de ce nouveau continent seul un chapelet d'îles est ébauché.

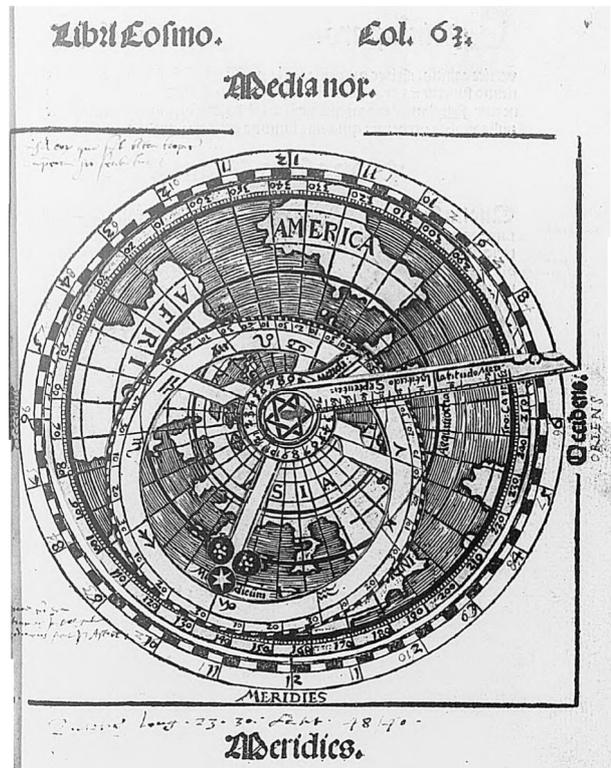


Fig. 1 : Volvelle « miroir du monde », Fo. 63, [Cosmographie, Apian, 1524, BnF](#)

Dans *Margarita philosophica*, écrit en 1512 par Gregor Reisch (vers 1467 - 1525), une projection du monde de Ptolémée est dessinée¹ sans aucun tracé du « nouveau monde ».

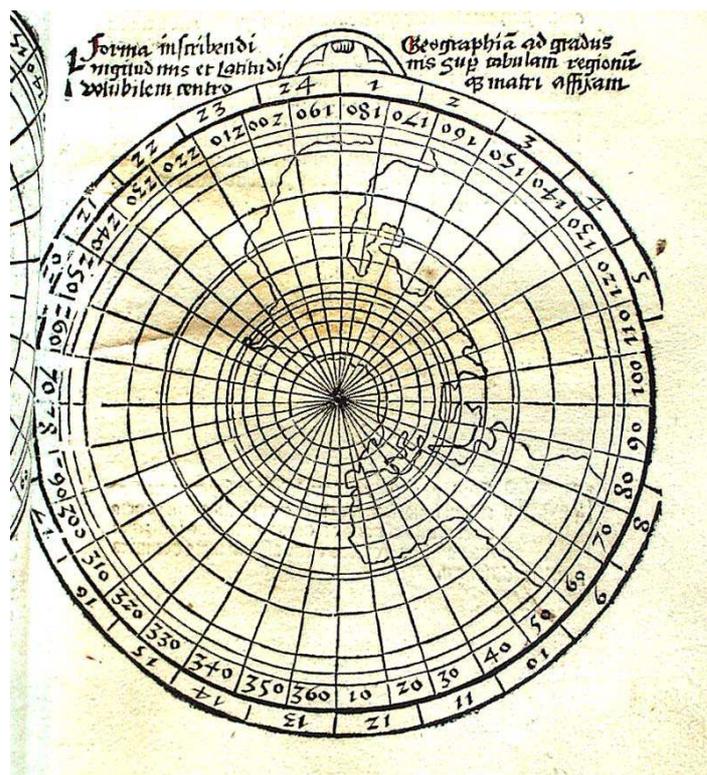


Fig. 2. [Projection du monde de Ptolémée](#)², *Margarita philosophica*, Gregor Reisch, 1512



Fig. 3. [Astrolabe terrestre en laiton](#), Gillis Coignet, mhs, Anvers, 1560

Un miroir du monde, aussi appelé astrolabe terrestre, a été réalisé en laiton à Anvers en 1560 par Gillis Coignet, fils du célèbre Michel Coignet³ (1549-1623). Il reprend la volvelle d'Apian avec une meilleure représentation de l'Amérique du Nord. Au verso, on trouve la volvelle « sphère plate universelle ».

¹ Sur le site de la figure 2, dans "Cartography", p.10.

² Projection stéréographique sur le plan de l'équateur de pôle, le pôle sud, de l'œcoumène du pôle nord au tropique du Capricorne.

³ Mathématicien et créateur d'instruments, Michel Coignet est fabricant d'instrument comme son fils et l'auteur de *Instruction nouvelle des poincts plus excellents & nécessaires, touchant l'art de naviguer* en 1581.

2) Description

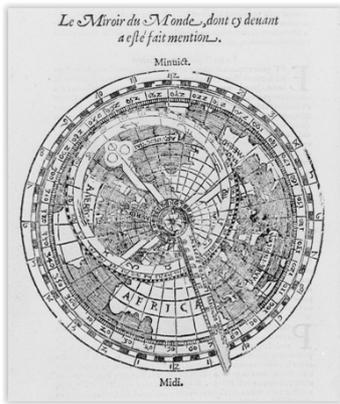


Fig. 4. Volvelle « miroir du monde », p.66
[Cosmographie, Apian, 1581, BnF](#)⁴

« Il y a un ourlet, ou limbe immobile, partie en 24 parties égales, appelé le cercle ou ourlet des heures. Chaque espace de chaque heure est partie en quatre autres petits espaces, chacun contient 15 minutes.

Il y a après trois roues qui sont mobiles. La première représente le miroir du monde, lequel est communément appelé la *mappa mundi*. La deuxième, pour sa ressemblance à la toile que fait l'araignée, est appelé des arabes *Alhancabut*. Elle porte le cercle du zodiaque [...]. La troisième est petite et divisée en 24 heures avec un index indiquant midi. En plus il y a un autre index, appelé *alidade*, fixé au centre avec les autres roues afin qu'il ne tourne pas facilement. »

(*Cosmographie*, Pierre Apian, 1544, Fo. XXIX)

La volvelle « miroir du monde » comporte un disque fixe et quatre pièces mobiles, trois roues dont une avec index et une alidade graduée :

* Le disque fixe

Appelé matrice sur l'astrolabe planisphérique, il est gradué en heure dans le sens indirect qui correspond au mouvement apparent du Soleil, vu au-dessus du pôle Nord de la voûte céleste. L'est *ORIENS* est à droite et l'ouest *OCCIDENS* à gauche. Comme le Soleil se déplace journalièrement de l'est vers l'ouest dans le sens indirect sur la Fig.4, le *Midi* ou *Meridies* est en bas et le *Minuit* ou *Media nox* en haut. Selon la position de l'observateur sur Terre, on peut voir le Soleil à midi vers le nord, au zénith ou vers le sud.

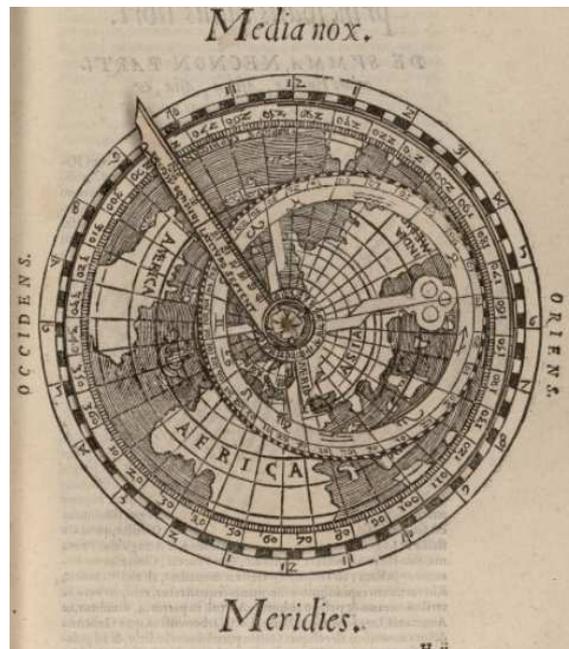


Fig. 5. Volvelle « miroir du monde », Fo. 28

[Cosmographia, Apiani, 1550, Uranie](#),59/140

La volvelle est formée d'un disque fixe, de trois disques mobiles et d'une longue alidade.

* La première roue

Par la projection stéréographique centrée au pôle sud sur le plan de l'équateur, est dessinée la partie de la Terre allant du pôle Nord jusqu'au tropique du Capricorne avec les connaissances de cartographe qu'avait Pierre Apian en 1524. Elle est appelée la *mappa mundi* ou *miroir du monde* et correspond au tympan de l'astrolabe planisphérique.

Les projetés des arcs de méridiens de 10° en 10° sont des segments passant par le centre. Ils sont gradués depuis le 0° en longitude. Pierre Apian reprend le méridien origine de Ptolémée qui l'a placé au II^e siècle dans les îles des Bienheureux, identifiées comme la partie occidentale des îles Canaries, à l'époque le point le plus occidental du monde connu.

⁴ Dans cette édition, *occident* et *orient* ne sont pas écrits.

Le cercle projeté du tropique du Capricorne est sur le pourtour de ce disque. Il est contigu à une graduation en degré de 0° à 360° dans le sens direct, indiquant la longitude. Les projetés de l'équateur et du tropique du Cancer sont aussi des cercles concentriques, du plus grand au plus petit. Les projetés des parallèles sont tracés tous les 10°.

* La deuxième roue

La roue *Alhancabut* que l'on appelle araignée sur l'astrolabe planisphérique, correspond à la voûte céleste qui tourne en 24 heures dans le système géocentrique.

Le cercle excentré est la projection de l'écliptique, trajectoire apparente du Soleil dans les constellations du zodiaque de la voûte céleste. Il est tangent aux tropiques du Cancer et du Capricorne et coupe l'équateur en deux points opposés.

L'écliptique est gradué dans le sens direct selon le calendrier des signes du zodiaque qui contient douze mois de 30°, soit trois mois par saison. La projection de cette graduation donne les graduations du cercle excentré.

* La troisième roue avec index

Une petite roue mobile est graduée de 1 à 12, deux fois, dans le sens indirect avec un petit index « *MERID* » sur 12, midi, et donne l'écart d'heures en repérant deux lieux de longitudes différentes.



Fig. 6. Zoom de la figure 4
La troisième roue avec index « *MERID* ».

* L'alidade

La longue alidade est graduée en degré selon la latitude. La graduation se lit à partir de l'équateur de 0° à 23,5° jusqu'au tropique du Capricorne « *LATITUDO MERIDIO.* », et de 0° à 90° pour l'hémisphère nord jusqu'au pôle « *LATITUDO SEPTENT.* ».



Fig. 7. Zoom de la figure 4
L'alidade permet de lire la latitude en degré.

3) Pour comprendre

La projection stéréographique

La projection stéréographique sur un plan permet de transformer la sphère céleste ou la sphère terrestre en une figure du plan. Celle qui nous intéresse est centrée au pôle sud O , sur le plan E de l'équateur.

Par la projection stéréographique de pôle O sur le plan E , tout point M de la sphère S , autre que O , a pour image le point M' de E qui est à l'intersection de la droite (OM) et du plan E .

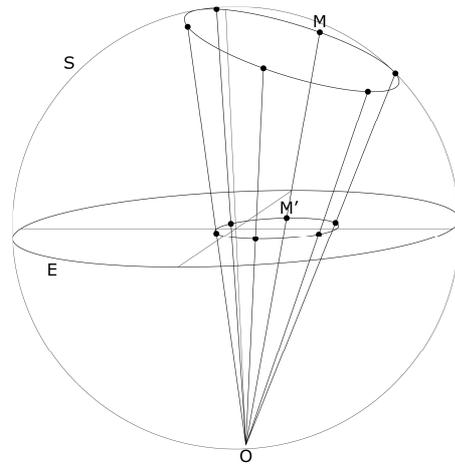


Fig. 8. Projection stéréographique de pôle, le pôle Sud sur le plan de l'équateur. L'image d'un cercle, en général, est un cercle.

On ne peut pas projeter une sphère sur un plan sans déformation mais on peut conserver certaines propriétés dont :

- la conservation des angles ;
- l'image d'un cercle de la sphère S ne passant pas par le pôle O est un cercle sur E ;
- l'image d'un cercle passant par le pôle O est une droite sur E .

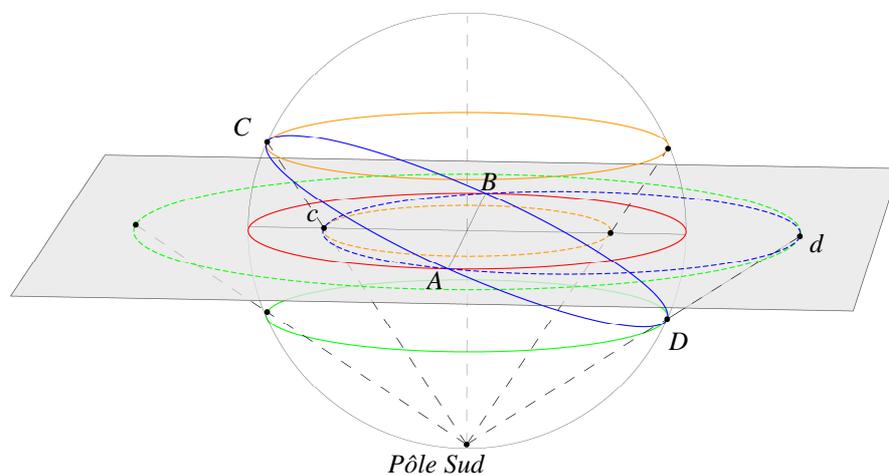


Fig. 9. L'image de l'écliptique est un cercle excentré par la projection stéréographique centrée au pôle Sud sur le plan de l'équateur. (Dessins : [P. Causeret](http://www.p.causeret.com))

Apian trace les projetés de l'équateur, des tropiques, cercles de la sphère céleste ainsi que les parallèles de la sphère terrestre qui sont tous des cercles concentriques sur le tympan.

Midi au sud ?

En France métropolitaine, quand le Soleil est à midi solaire, il est dans la direction du sud toute l'année mais ça n'est pas le cas en-dessous du Tropique du Cancer.

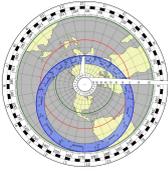
Entre les deux tropiques, le Soleil passe au zénith deux fois par an. À midi solaire, il est dans la direction⁶ du nord ou du sud selon la date.

Sous le tropique du Capricorne, à midi solaire, le Soleil est orienté vers le nord toute l'année.

Apian place l'est et l'ouest sur l'horizontale puis marque midi et minuit sur la verticale et non nord et sud. On peut s'aider de la volvelle pour comprendre.

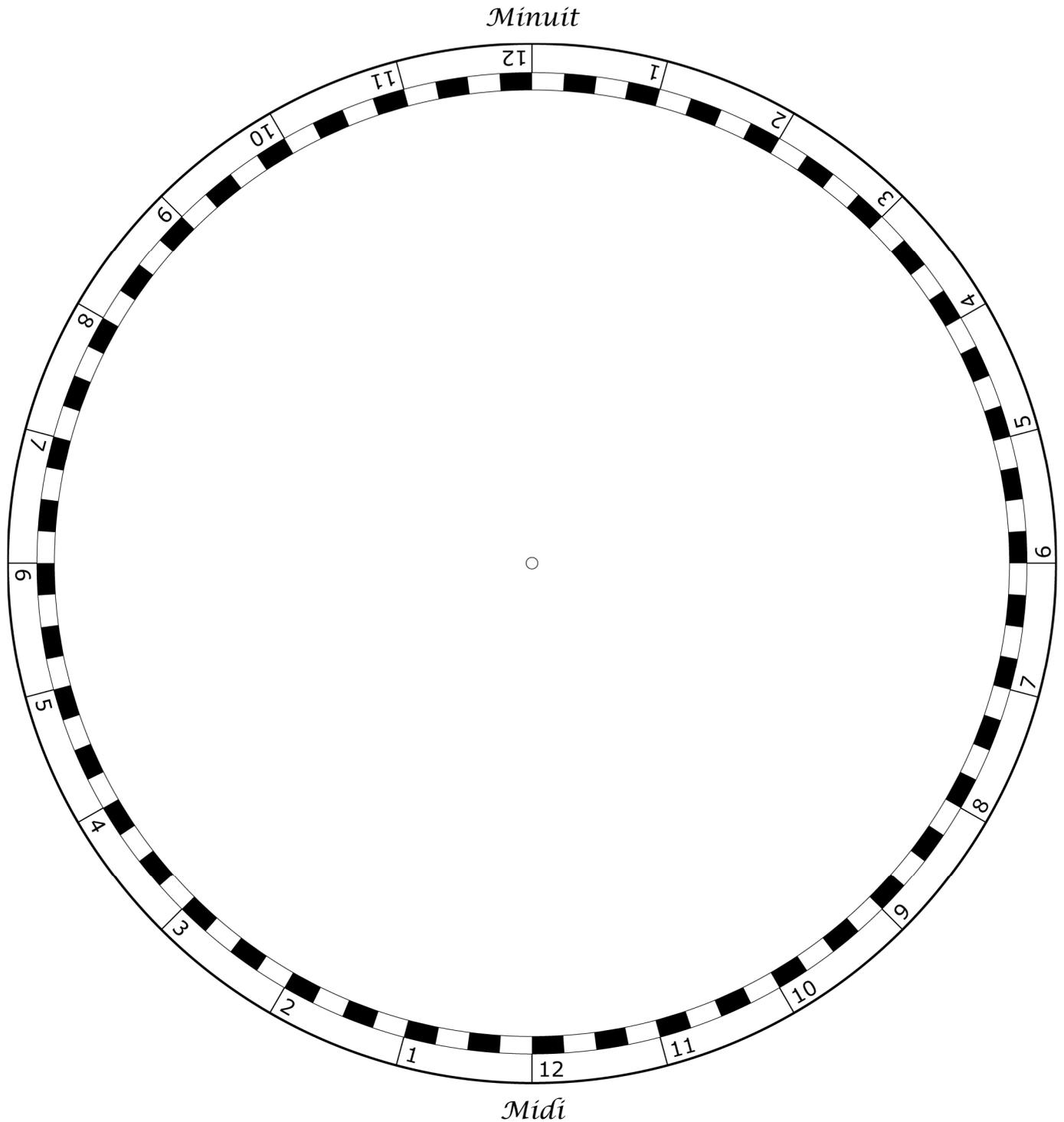
⁶ L'ombre est alors respectivement vers le sud ou vers le nord.

4) a Patrons - Dessins : Pierre Causeret : astromaquettes21@orange.fr

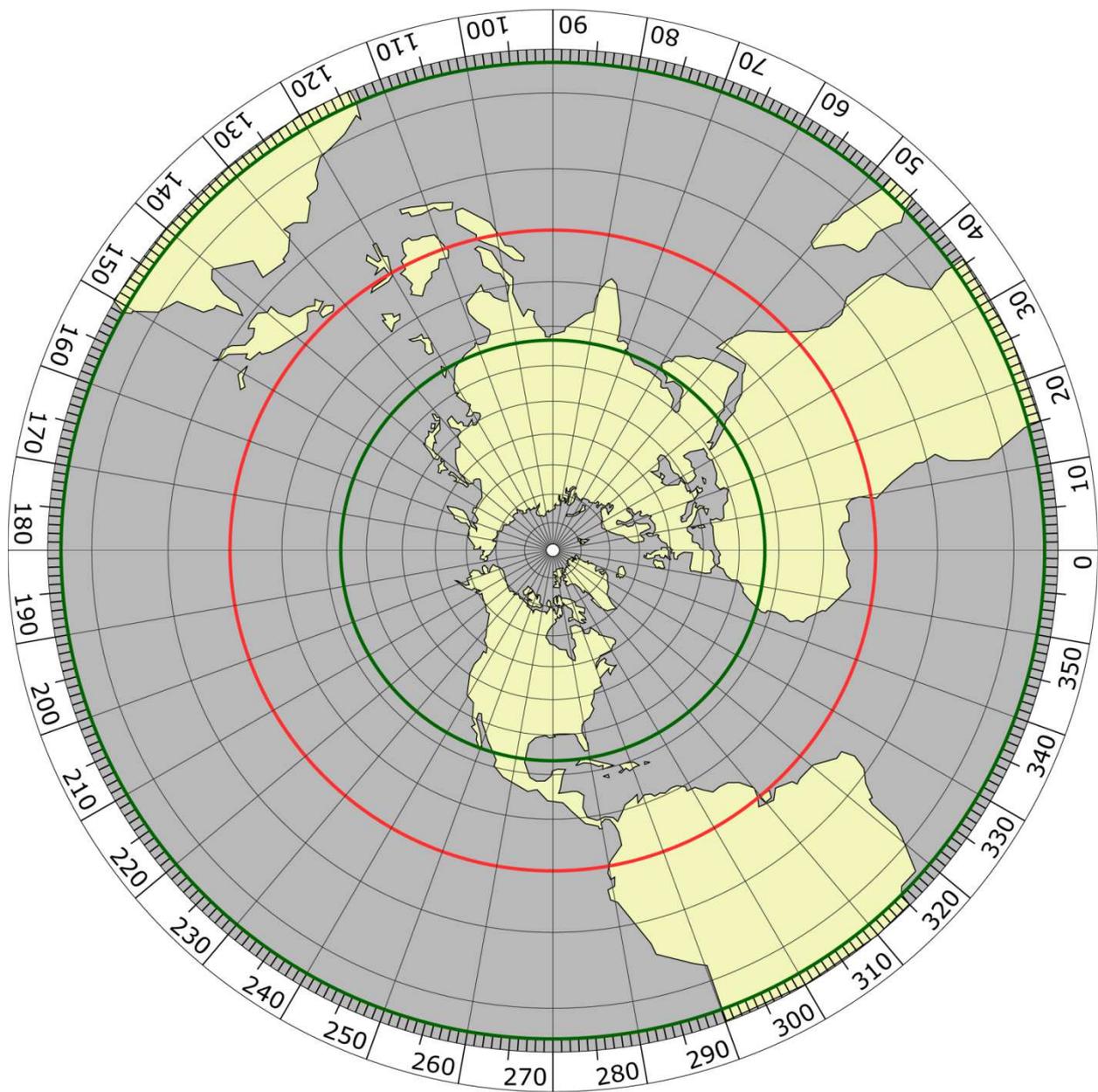


Matériel

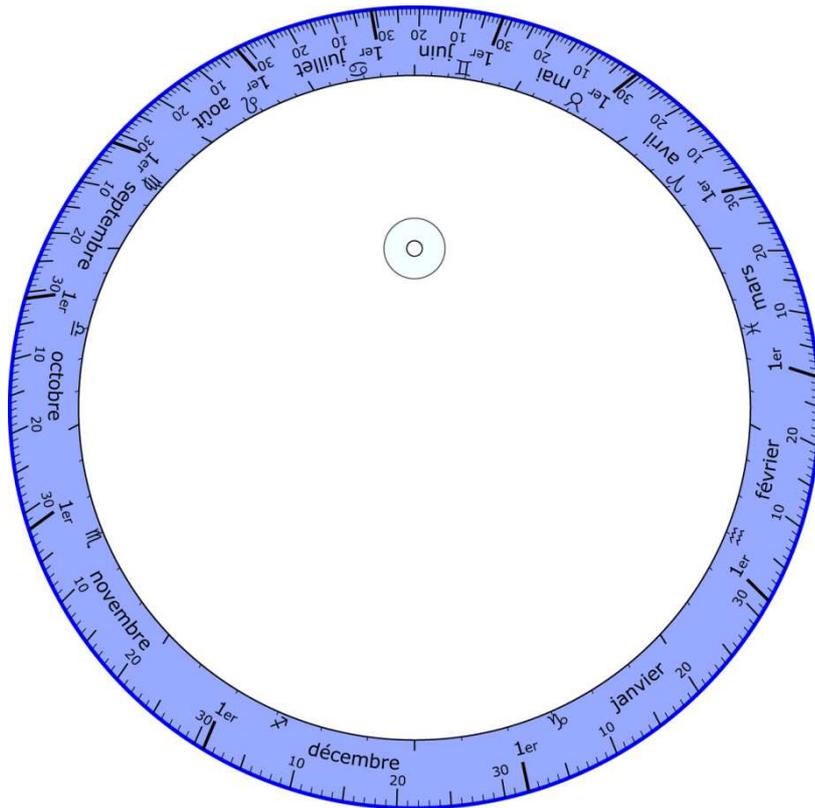
- un bristol avec le disque gradué en heure (pièce 1/5) ;
- un bristol avec le disque mobile (pièce 2/5) et l'alidade;
- un transparent avec l'araignée (pièce 3/5), la roue des heures (pièce 4/5) et l'alidade (pièce 5/5);
- un bouton pression, pin's ou attache parisienne.



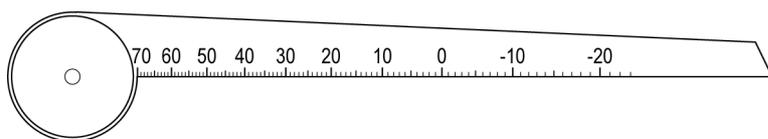
4-1 Pièce 1/5 : Disque fixe gradué en heure



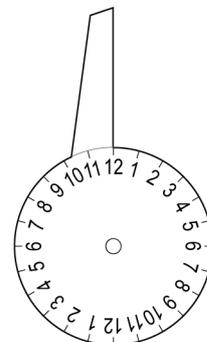
4-1 Pièce 2/5 : Disque avec la carte d'une partie de la Terre gradué sur le pourtour en degré de longitude



4- 1 Pièce 3/5 : Écliptique, couronne excentrée, gradué en mois (calendriers grégorien et zodiacal)



4-1 Pièce 5/5 : Alidade graduée en degré de latitude



4-1 Pièce 4/5 : Petit disque gradué en heure avec index

Montage

- 1/ Découper la pièce 2 puis découper les 3 pièces sur transparent loin des lignes ((laisser du transparent pour tenir les pièces pendant la manipulation)
- 2/ Faire un petit trou avec un compas sur le centre des disques des pièces 1, 2 et 4. Puis sur la pièce 3 et à l'extrémité de la pièce 5 où un petit cercle est dessiné.
- 2/ Placer dans l'ordre les pièces 1, 2, 3, 4 et 5 en faisant coïncider les petits trous.
- 3/ Fixer avec un pin's, un bouton pression ou une attache parisienne les 5 pièces.

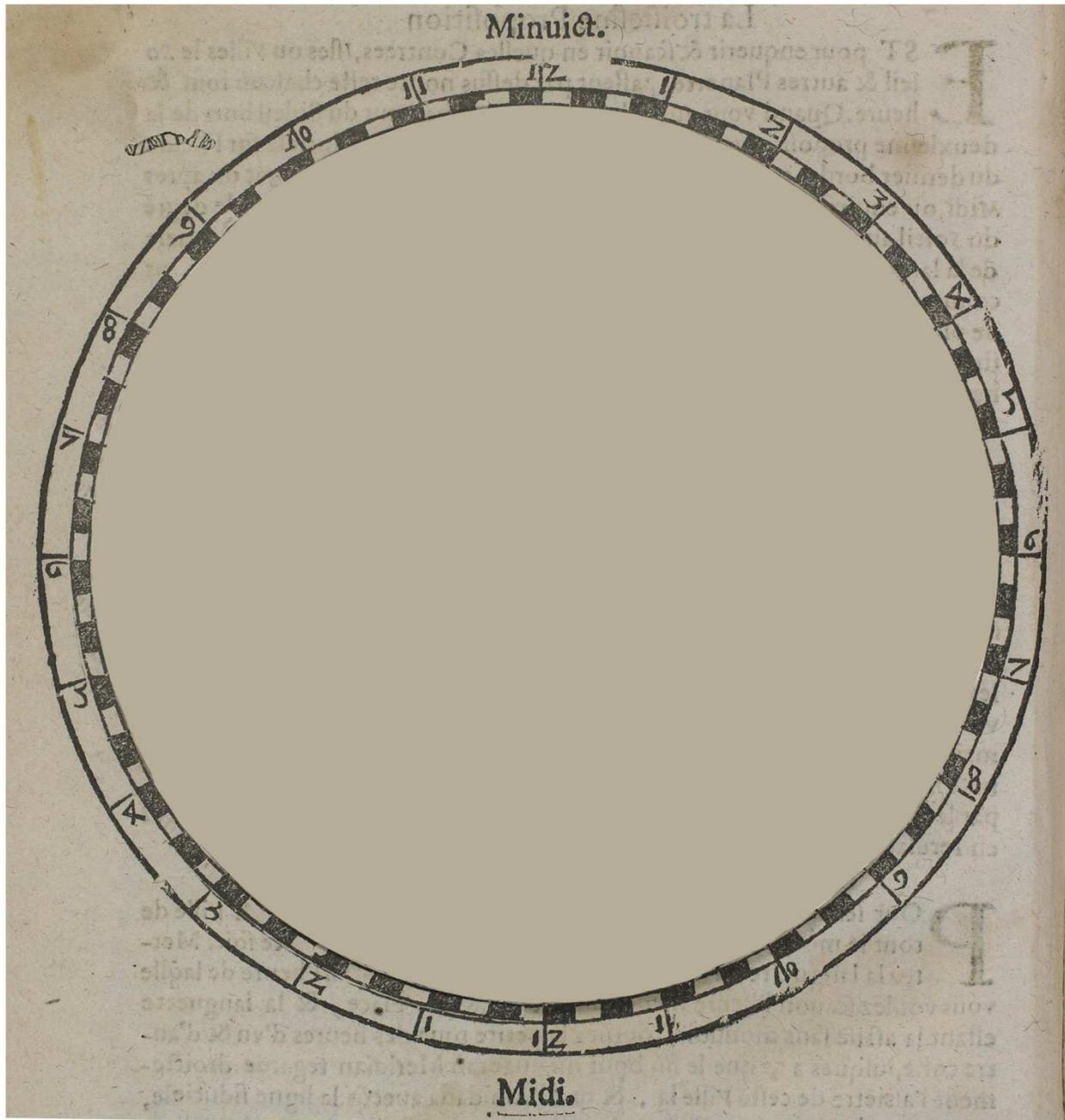
Votre volvelle « miroir du monde » est prête à fonctionner

4) b-Patrons - *Cosmographie*, Pierre Apian, 1581- d'après photos BMRouen

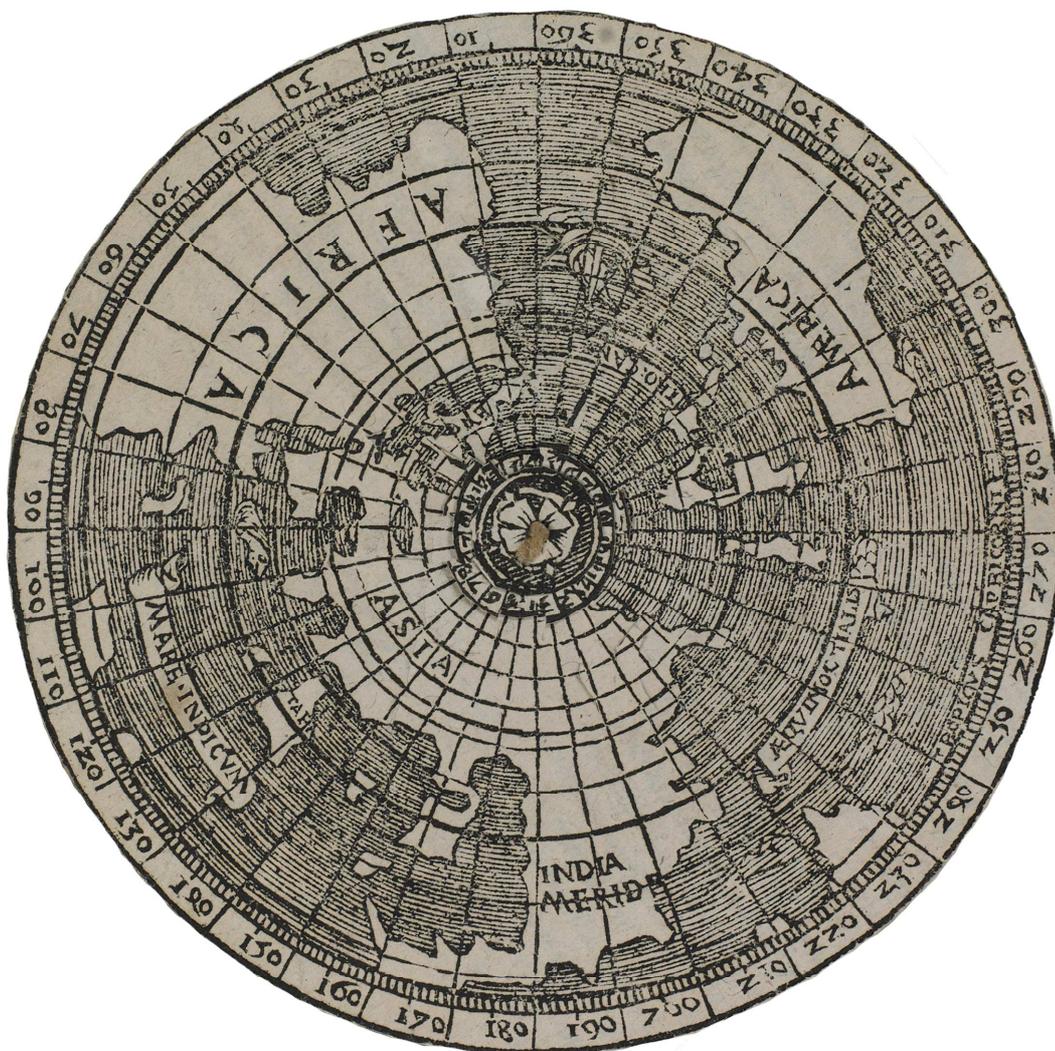


Matériel

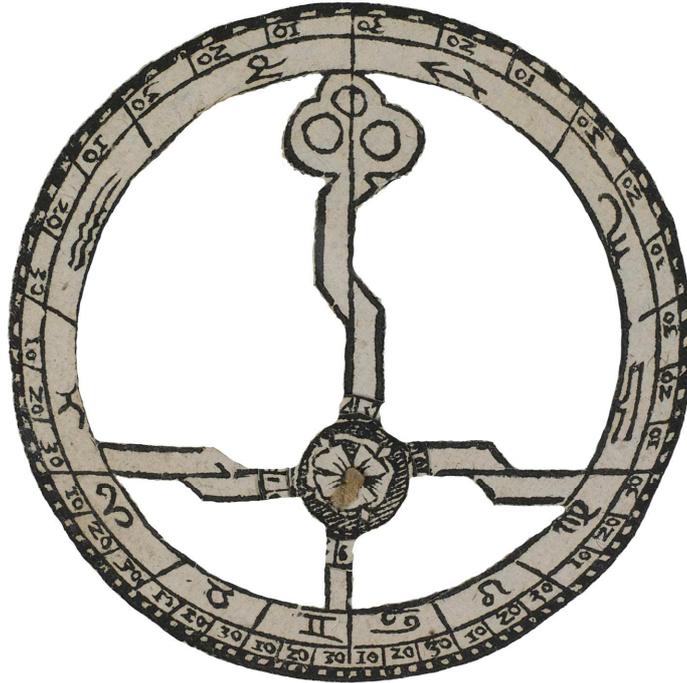
- un bristol avec le disque gradué en heure (pièce 1/5) ;
- un bristol avec le disque mobile (pièce 2/5) et l'alidade;
- un transparent avec l'araignée (pièce 3/5), la roue des heures (pièce 4/5) et l'alidade (pièce 5/5);
- un bouton pression, pin's ou attache parisienne.



4-2 Pièce 1/5 : Disque fixe gradué en heure



4-2 Pièce 2/5 : Disque avec la carte d'une partie de la Terre gradué sur le pourtour en degré de longitude



4- 2 Pièce 3/5 : Écliptique, couronne excentrée, gradué en mois (calendriers grégorien et zodiacal)



4- 2 Pièce 4/5 : Petit disque gradué en heure avec index



4- 2 Pièce 5/5 : Alidade graduée en degré de latitude

Montage : voir montage du 4-1

5) Utilisation de la volvelle

Pierre Apian dessine une carte du monde du pôle Nord au tropique du Capricorne et propose toutes une série de manipulations pour comprendre la localisation sur Terre, pour savoir pourquoi le Soleil et les planètes ne passent pas à la verticale en tout lieu sur Terre et pour connaître la différence d'heures solaires entre deux lieux de la Terre.

- Pour retrouver sur la carte la situation d'un lieu connaissant la latitude et la longitude
(Proposition 1, Fo. 27) - **Activité 2**

- * On recherche les coordonnées de *la région, cité, ville ou lieu* ;
 - * on tourne l'alidade sur la longitude souhaitée, de 0° à 360° sur le bord du « miroir du monde » ;
 - * la graduation sur l'alidade de la latitude indique sur la *mappa mundi* le lieu choisi.
- On obtient ainsi la situation d'un lieu sur la carte.

- Premier réglage pour utiliser le miroir du monde
(Proposition 2, Fo. 27) - **Activité 3**

- * On met l'alidade sur les 12 heures de midi ;
 - * on tourne le disque de la *mappa mundi* jusqu'à ce que le point du lieu choisi soit sous la ligne de l'alidade, à midi ;
 - * on immobilise le grand disque avec de la cire.
- Ainsi l'instrument est réglé pour cet endroit.

- Pour savoir au-dessus de quel lieu passent le Soleil au zénith connaissant le jour et l'heure
(Proposition 3, Fo. 27 v) - **Activité 4**

- * On règle le miroir du monde (prop. 2) à l'endroit choisi ;
 - * on prend le signe du zodiaque où est situé le Soleil et son quantième à partir de la date dans le calendrier julien ou grégorien avec la volvelle « calendriers », on repère la graduation sur le cercle excentré, l'écliptique ;
 - * on tourne l'alidade sur l'heure, soit avant midi ou soit après midi, sur la couronne fixe ;
 - * on tourne l'araignée jusqu'à ce que la date du calendrier du zodiaque soit sur le bord de l'alidade.
- Alors l'instrument bien réglé montre l'endroit où le Soleil est à la verticale à midi sur Terre. Si on connaît la situation des planètes dans le zodiaque, on peut observer, sans rien bouger, en quel lieu sur Terre chacune des planètes passent à la verticale comme dit Apian *les régions qui ont le Soleil ou les étoiles au-dessus de leur tête à ce moment-là*.

- Pour trouver les régions au-dessus desquelles passe le Soleil au zénith une ou deux fois par an et là où il ne passe pas
(Proposition 4, Fo. 27 v) - **Activité 5**

On observe sur cette volvelle que le Soleil passe au zénith entre les 2 tropiques, une fois par an sur chacun des tropiques et deux fois par an entre les deux tropiques. Mais nulle part ailleurs, on ne verra le Soleil au zénith : *Ce sont donc mensonges et fables de ceux qui disent que le Soleil ne fait pas d'ombre et passe par dessus la tête de ceux qui demeurent à la cité de Jérusalem car la latitude de cette cité est supérieure à 31°.*

- Pour savoir à tout moment quelle heure il est quelque part dans le monde
(Proposition 5, Fo. 27 v) - **Activité 6**

- * On règle le miroir du monde (prop. 2) à l'endroit où on est ;
- * on tourne l'alidade à l'heure du lieu où on est, sur la couronne fixe extérieure ;
- * on tourne la petite roue pour que l'index soit dans la direction du lieu choisi ;
- * l'alidade indique sur la petite roue l'heure du lieu choisi.

6) Activités

Les activités sont dans l'ordre des propositions de *Cosmographie d'Apian*, voir §5 Utilisation

Pour cette volvelle, certaines activités sont tournées vers la géographie uniquement (act. 2), d'autres utilisent aussi la position du Soleil (act. 4, act. 5 et act.6). Le tableau suivant montre les pièces de la volvelle « miroir du monde », utilisées (×) dans les activités :

	Disque fixe	1° roue <i>mappa mundi</i>	2° roue l'araignée	3° roue	Alidade
Activité 1	×	×	×	×	×
Activité 2		×			×
Activité 3	×	×			×
Activité 4	×	×	×		×
Activité 5		×	×		
Activité 6	×	×		×	×

Activité 1 - travail manuel

Fabriquer la volvelle « miroir du monde » en utilisant les patrons donnés dans la partie 4.

Activité 2 - manipulation et moteur de recherche

Comparaison de coordonnées de lieu entre les résultats sur la volvelle et le moteur de recherche.
(Proposition 1, Fo. 27)

1- Trouver la latitude et la longitude du lieu où vous êtes

a. avec la volvelle ;

b. avec un moteur de recherche.

2- Trouver la différence de longitude entre le point le plus occidental et le point le plus oriental du continent Europe/Asie

a. avec la volvelle ;

b. avec un moteur de recherche.

Comparer les 2 résultats.

3- Trouver les longitudes du point le plus occidental et du point le plus oriental de l'Amérique du Sud

a. sur la volvelle

Rectifier la mesure de longitude en prenant comme méridien origine, celui de Greenwich sachant que l'Île de Fer, point le plus occidental des îles Canaries est à 17° 40' du méridien de Greenwich.

b. avec un moteur de recherche

Quel est l'écart de longitude entre ces deux points sur la volvelle ? Avec les mesures actuelles?

Comparer les résultats.

Activité 3 - manipulation

Régler la volvelle (Proposition 2, Fo. 27)

1- Mettre l'alidade sur midi.

2- Tourner le disque *mappa mundi* pour que le point du lieu choisi soit sous la ligne de l'alidade.

Activité 4 - manipulation de 2 volvelles et logiciel stellarium

Rechercher où le Soleil passe au zénith connaissant la date et l'heure. (Proposition 3, Fo. 27 v)

1- Régler la volvelle « miroir du monde » là où vous êtes.

2- Connaissant la date,

a. donner dans le calendrier des signes du zodiaque, le mois et les degrés, de la date d'aujourd'hui à l'aide de la volvelle « calendriers » ;

b. repérer la situation du Soleil sur l'écliptique. En déduire le parallèle où le Soleil passe au zénith ce jour.

c. y a-t-il un autre jour où le Soleil se déplace sur le même cercle ? Si oui, lequel dans le calendrier du zodiaque ? Dans le calendrier grégorien ?

3- Connaissant la date et l'heure,

a. placer l'alidade sur l'heure inscrite sur la couronne fixe ;

b. tourner le cercle excentré, l'écliptique, jusqu'à ce que la date du calendrier du zodiaque soit sur le bord de l'alidade. Cette date correspond à la position du Soleil ce jour à cette heure.

c. repérer le lieu où le Soleil passe au Zénith à ce moment précis. En ce lieu, quelle heure est-il ?

4** - À l'aide de *stellarium*, observer où sont les planètes⁷ et repérer-les sur l'écliptique le jour et l'heure choisis. En déduire les coordonnées des lieux où chacune passe au zénith (difficile !!).

Activité 5 - manipulation (Proposition 4, Fo. 27 v)

Généralisation de l'activité 4.

Trouver les régions au dessus desquelles passe le Soleil au zénith une ou deux fois par an et là où il ne passe pas.

Activité 6 - manipulation (Proposition 5, Fo. 27 v)

Pour savoir à tout moment quelle heure il est quelque part dans le monde.

1- Régler le miroir de cosmographie là où vous êtes (voir activité 3).

2- Pour trouver l'heure quelque part, s'il est midi, là où vous êtes.

a. Repérer le haut du "I" de AMERICA et pointer l'index de la petite roue à cet endroit ;

b. Lire l'heure à l'aide de l'alidade sur le petit index. À quoi correspond cette heure ?

3- Pour trouver l'heure quelque part, s'il est une autre heure que midi, là où vous êtes.

a. Mettre l'alidade sur 9 heures du matin de la couronne fixe ;

b. En repérant encore le haut du "I" de AMERICA et en pointant l'index de la petite roue à cet endroit, lire l'heure à l'aide de l'alidade sur le petit index. À quoi correspond cette heure ?

⁷ On estime que les planètes se déplacent sur le plan de l'écliptique.