

Modèle local de l'horizon et cadrans solaires

Rosa M. Ros

International Astronomical Union

Technical University of Catalonia, Barcelona, Espagne



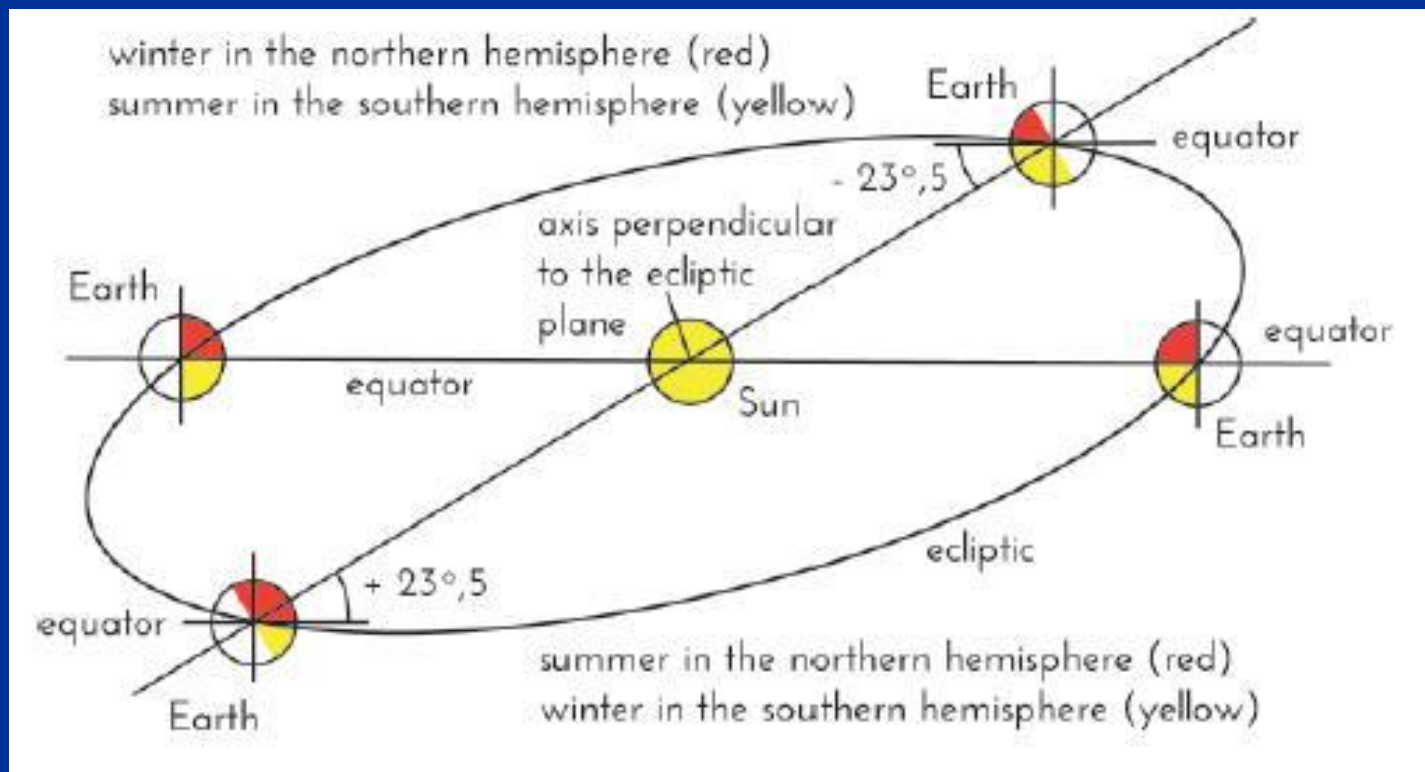
Objectifs

- Comprendre le mouvement diurne du soleil
- Comprendre le mouvement annuel du Soleil
- Comprendre le mouvement de la sphère céleste
- Comprendre la construction d'un cadran solaire



Les mouvements de la Terre et leurs conséquences

La rotation de la Terre sur elle-même (le jour et la nuit)
la révolution de la Terre autour du soleil (les saisons)



Activité 1: Quatre globes terrestres avec une lampe au milieu représentant le Soleil.

L'angle entre la droite qui joint le centre du Soleil au centre de la Terre et le sol est de $23,5^\circ$
(le sol est parallèle au plan de l'équateur)



C'est l'hiver dans
l'hémisphère Nord
et l'été dans
l'hémisphère Sud



C'est l'été dans
l'hémisphère Nord
et l'hiver dans
l'hémisphère Sud.



Activité 2: Terre parallèle

Un projecteur éclaire deux sphères de la même façon, les deux sphères présentent les mêmes zones éclairées et les mêmes zones d'ombre.



Activité 2: Terre parallèle



- Un globe terrestre sans support posé sur un verre.
- À l'aide d'une boussole, on peut orienter l'axe de rotation de la Terre.
- On essaie d'indiquer notre position sur le globe

Activité 2: Terre parallèle

On place:

- un personnage miniature pour indiquer notre position
- De la pâte à modeler pour pointer la ligne lumière / ombre
- des cure-dents et de la pâte à modeler pour simuler l'ombre d'un gnomon.



Activité 2: Terre parallèle

- Si le pôle Nord est dans la zone ensoleillée, cela signifie donc que c'est l'été pour cet hémisphère (le soleil de minuit)
- Si le pôle Sud est à l'ombre, c'est donc l'hiver pour cet hémisphère



Activité 2: Terre parallèle

- Si le pôle N
ord est dans la zone de la
nuit, alors c'est l'hiver de
l'hémisphère nord
- Si le pôle sud est dans la
zone ensoleillée, alors
c'est l'été pour cet
hémisphère



Activité 2: Terre parallèle

La ligne de séparation entre la partie éclairée et la partie sombre passe par les deux pôles, c'est le premier jour du printemps ou le premier jour de l'automne.



Activité 2: Terre parallèle

H. Nord été



H. Nord équinoxe



H. Nord hiver



H. Sud hiver

H. Sud équinoxe

H. Sud été

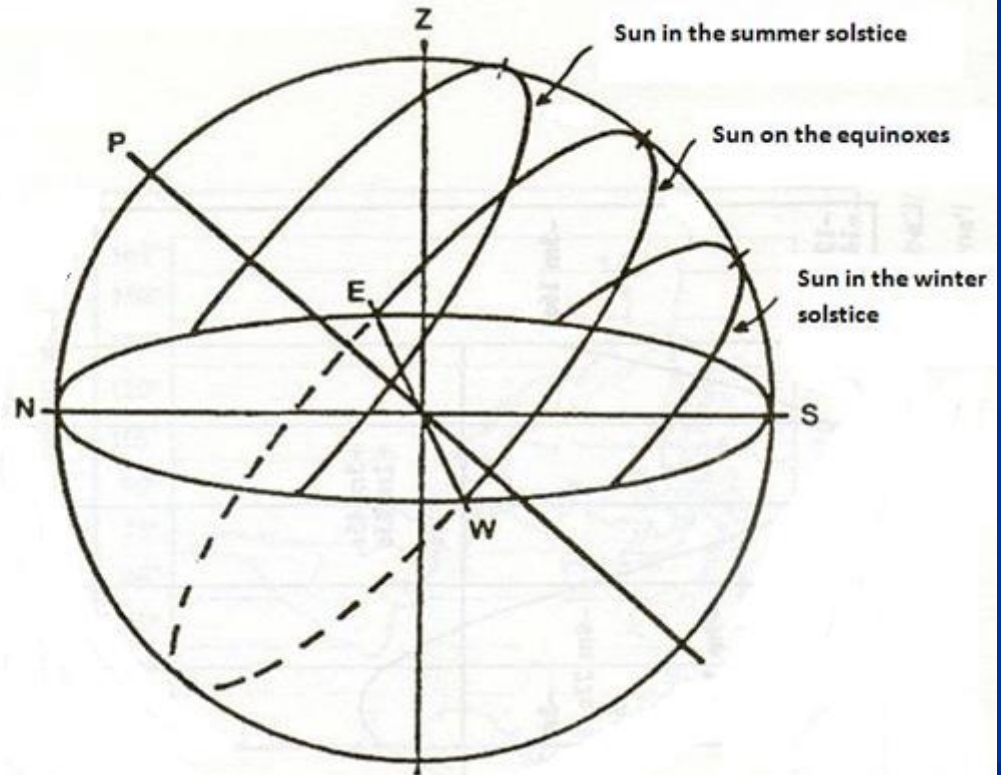
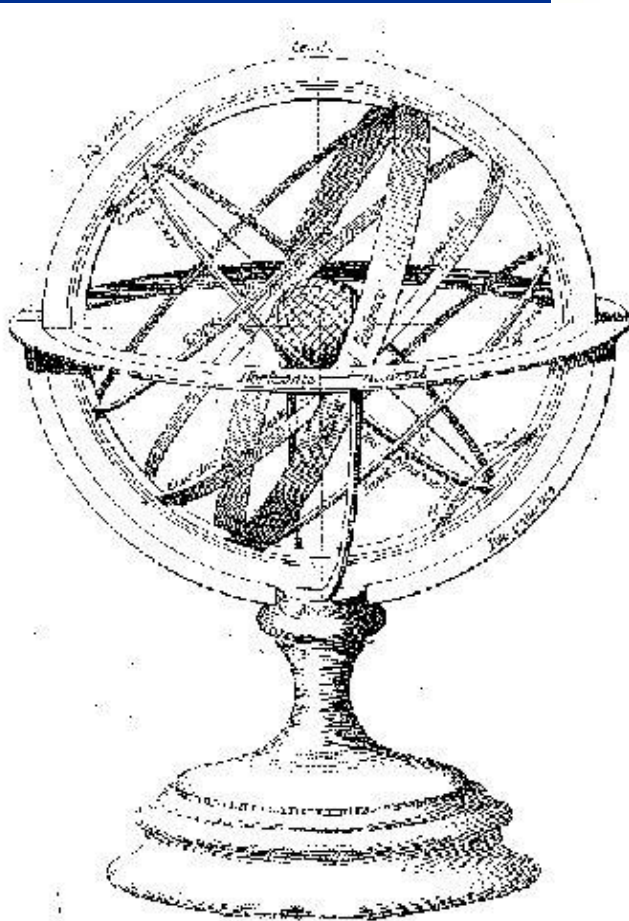
Rotation et mouvements célestes du jour et de la nuit

La sphère céleste n'est pas la même de l'intérieur et de l'extérieur

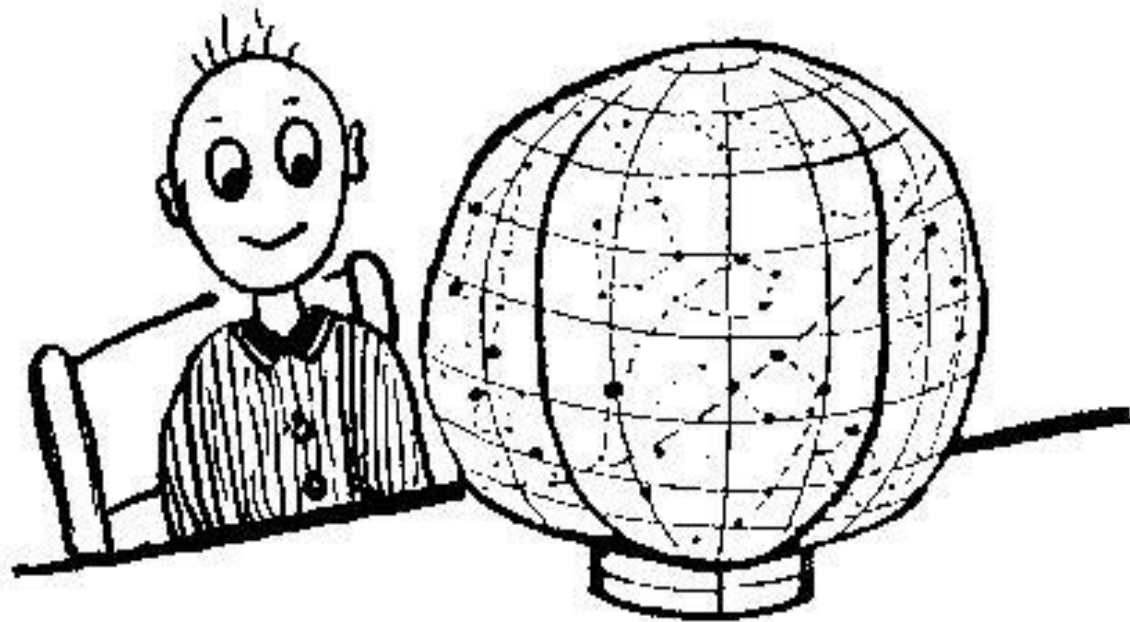


La sphère céleste vue de l'extérieur

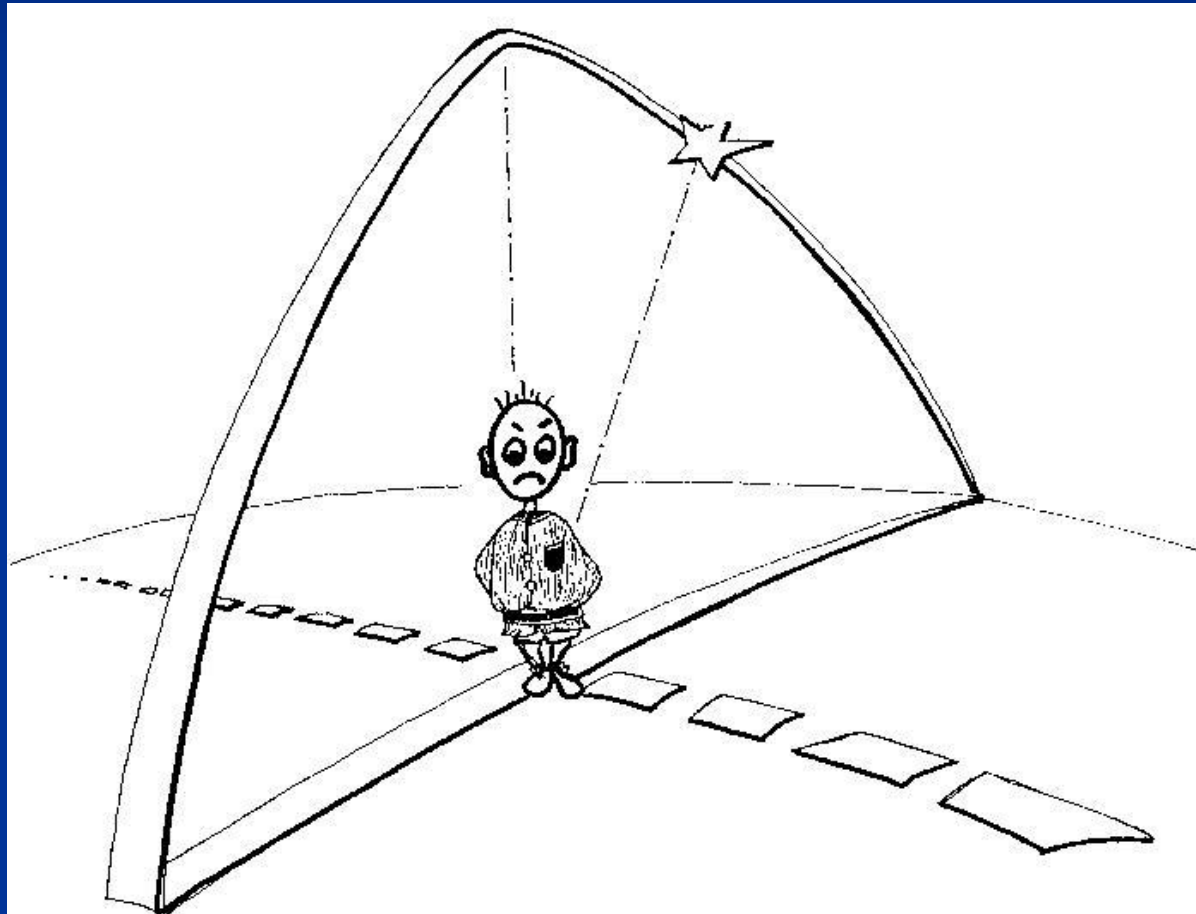
SUN DAY MOVEMENT



...Il semble que tout soit contrôlé



... mais après la classe, ... il est déconcerté



Toutes les écoles ont un "Laboratoire d'Astronomie"

- Ils ont un terrain de jeux ou la cour de l'école
- Ils ont le ciel au-dessus
- Ils ont des jours et des nuits avec un ciel dégagé
- Ces conditions devraient être utilisées!

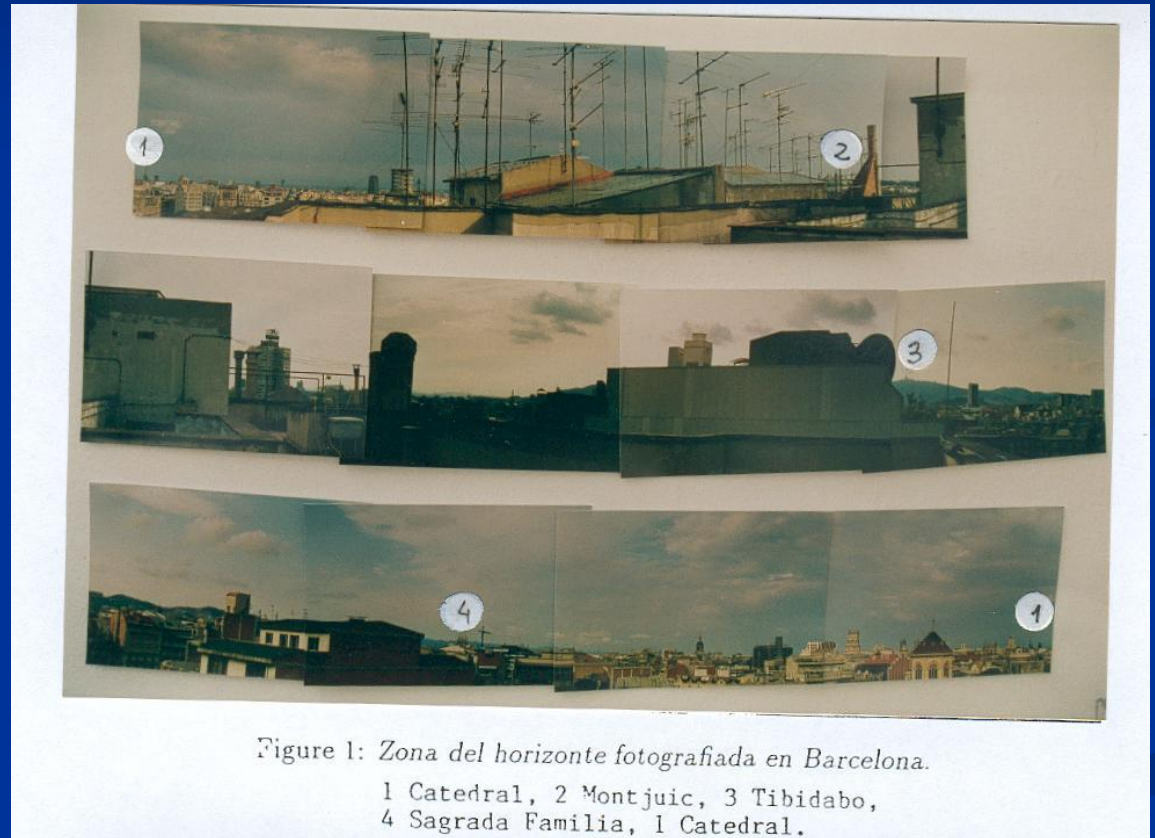


Activité 3: Nous allons construire un modèle de l'horizon visible de l'école



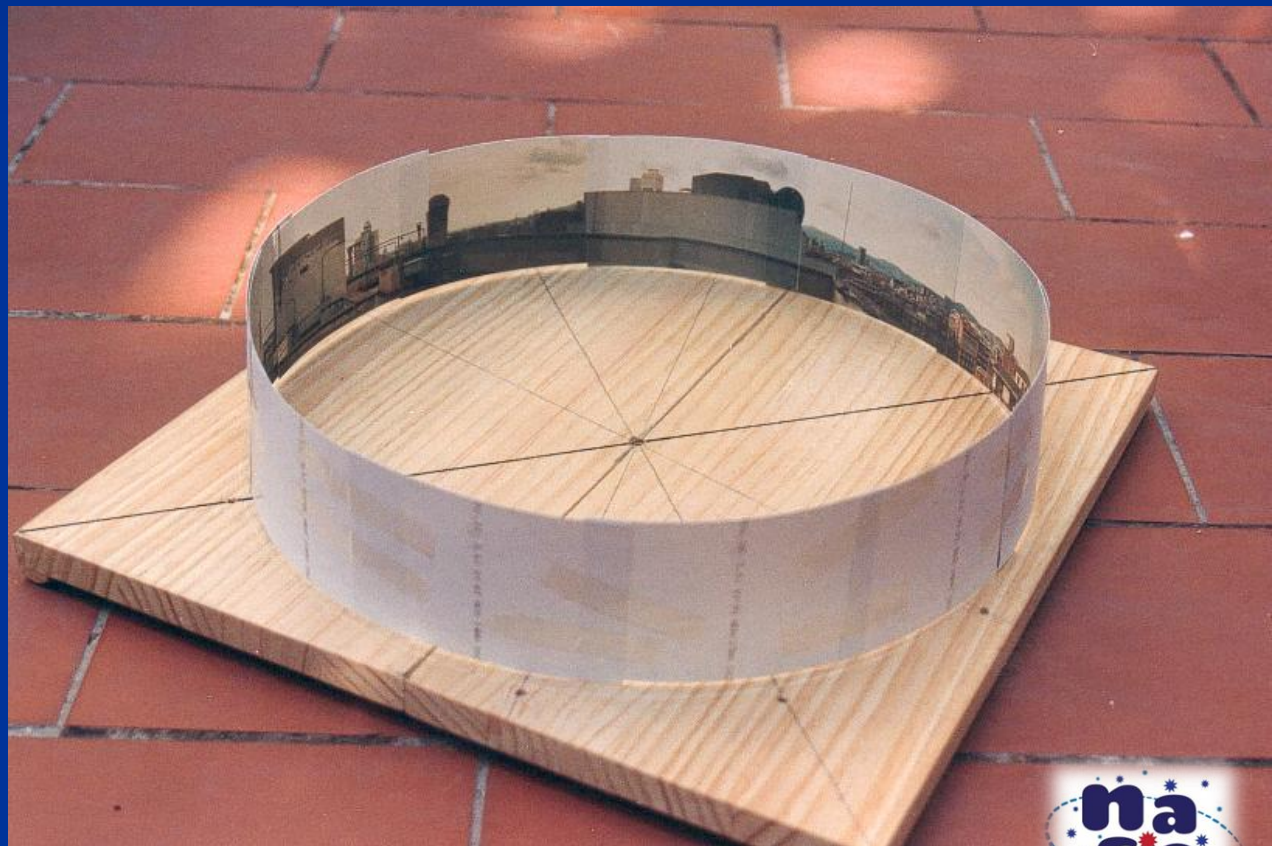
Nous commençons par photographier le lieu d'observation

■ L'horizon local



Assemblons les photos sur la plateforme

■ L'horizon local



... Il faut faire correspondre l'horizon photographié avec l'horizon réel

- La ligne N - S et le méridien local

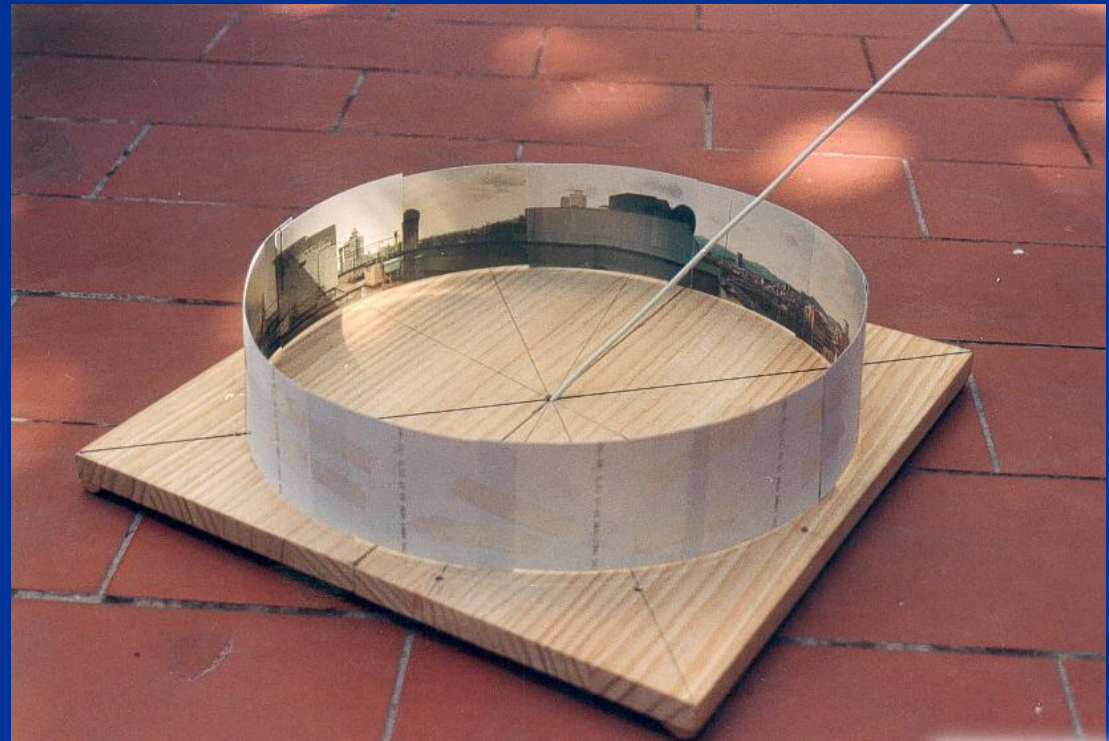


Pour positionner le modèle, on peut se servir de la boussole, ou mieux, utiliser la projection du pôle au-dessus de l'horizon

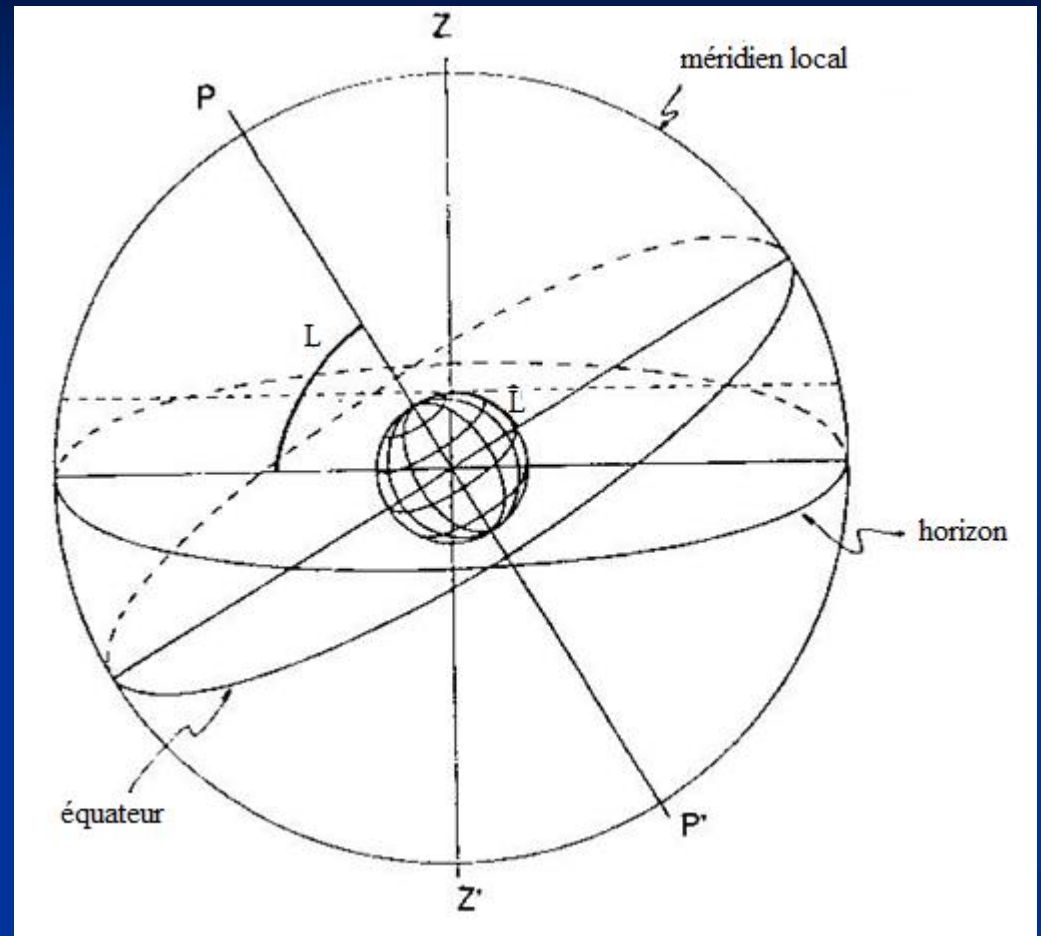


Introduire la rotation de la Terre

- L'axe de rotation de la Terre

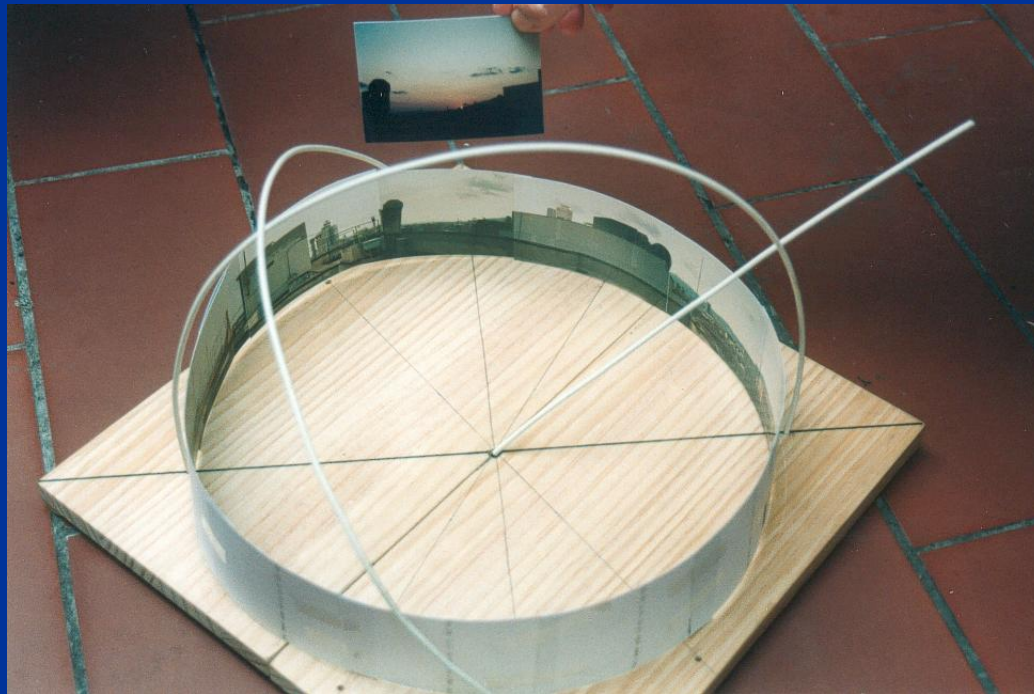


Votre latitude
est égale à la
hauteur de
l'étoile polaire.



Indiquer la trajectoire apparente du soleil le premier jour du printemps ou le premier jour de l'automne

- Utiliser les photos du lever et du coucher du soleil



Mouvement dû à la rotation de la Terre: marquer la trajectoire du Soleil

- Prise de photos: plusieurs jours dans la direction du coucher du soleil

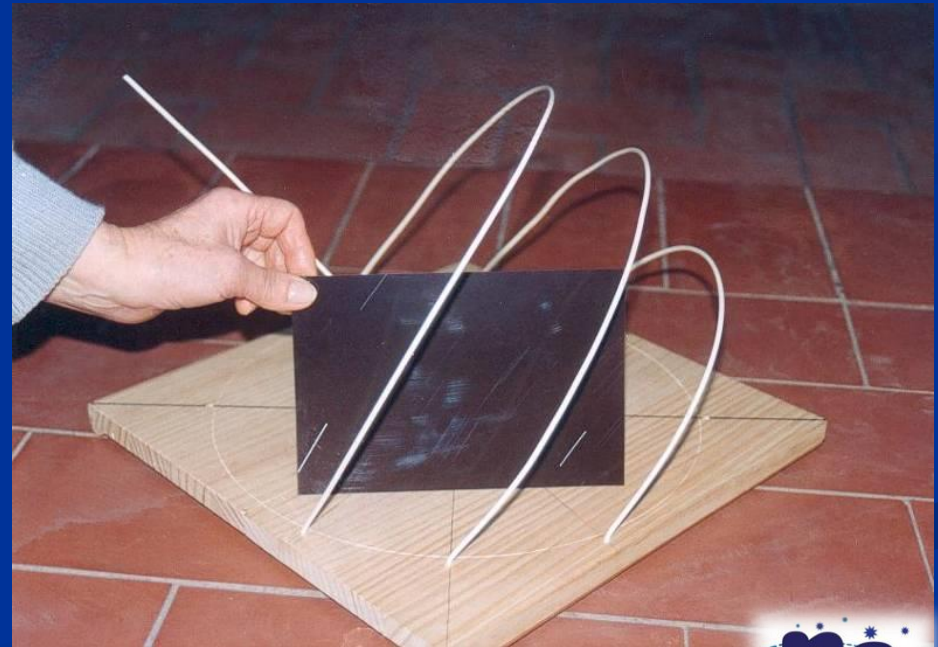
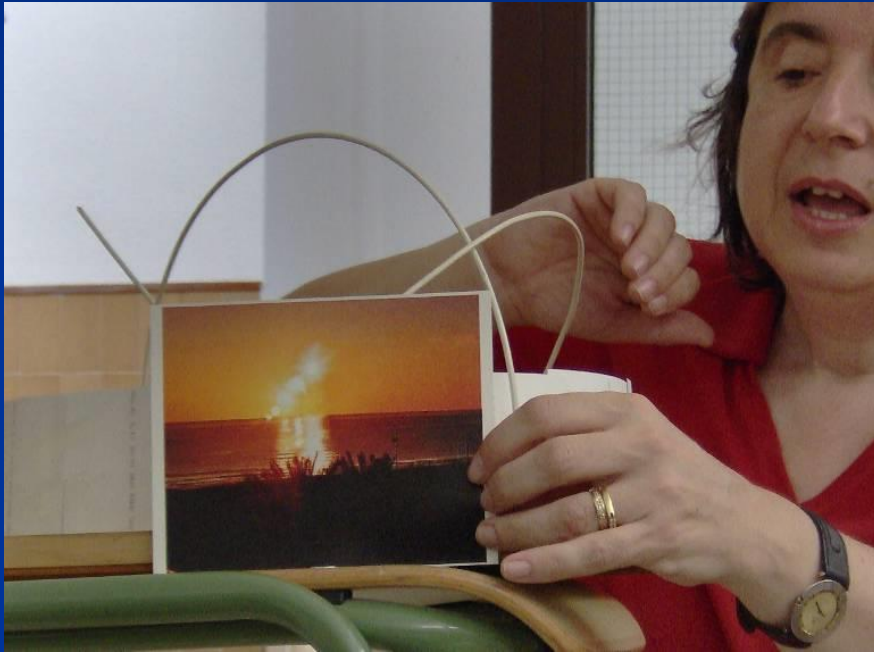


Mouvement dû à la rotation de la Terre: Remarquez la traînée des étoiles

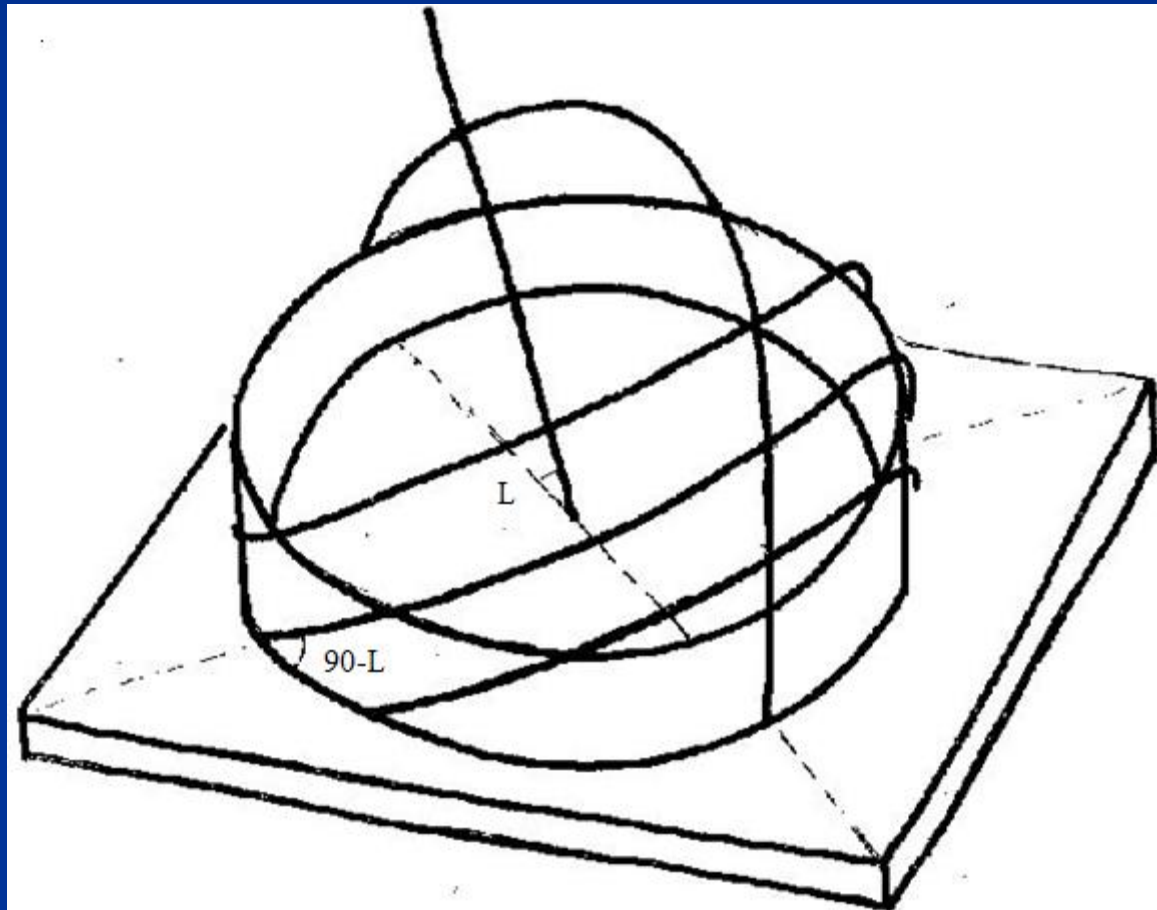
- La trajectoire apparente des étoiles



Le mouvement de rotation dans le modèle

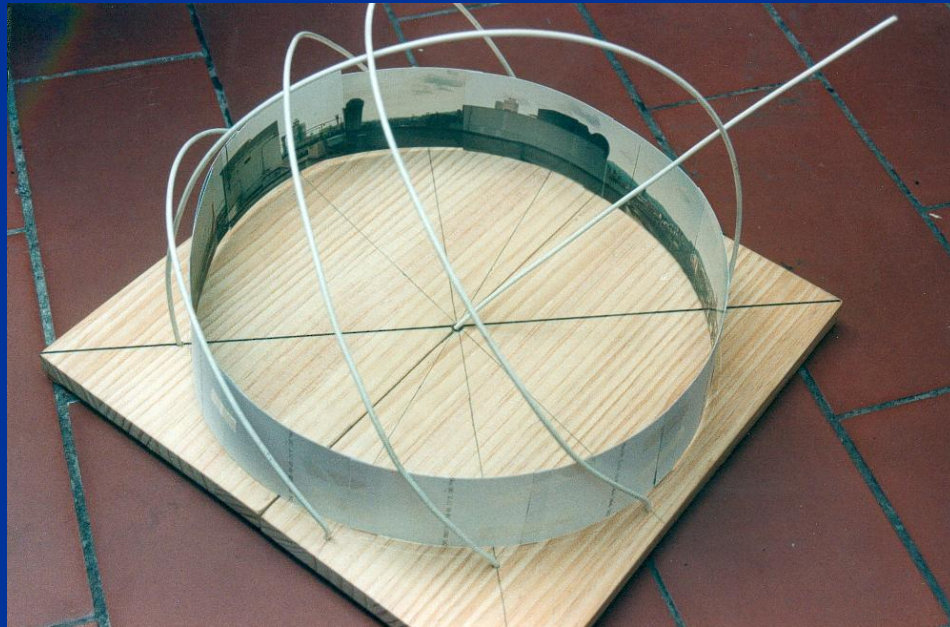


L'inclinaison de la trajectoire apparente du soleil et le mouvement apparent des étoiles dépendent de la latitude du lieu



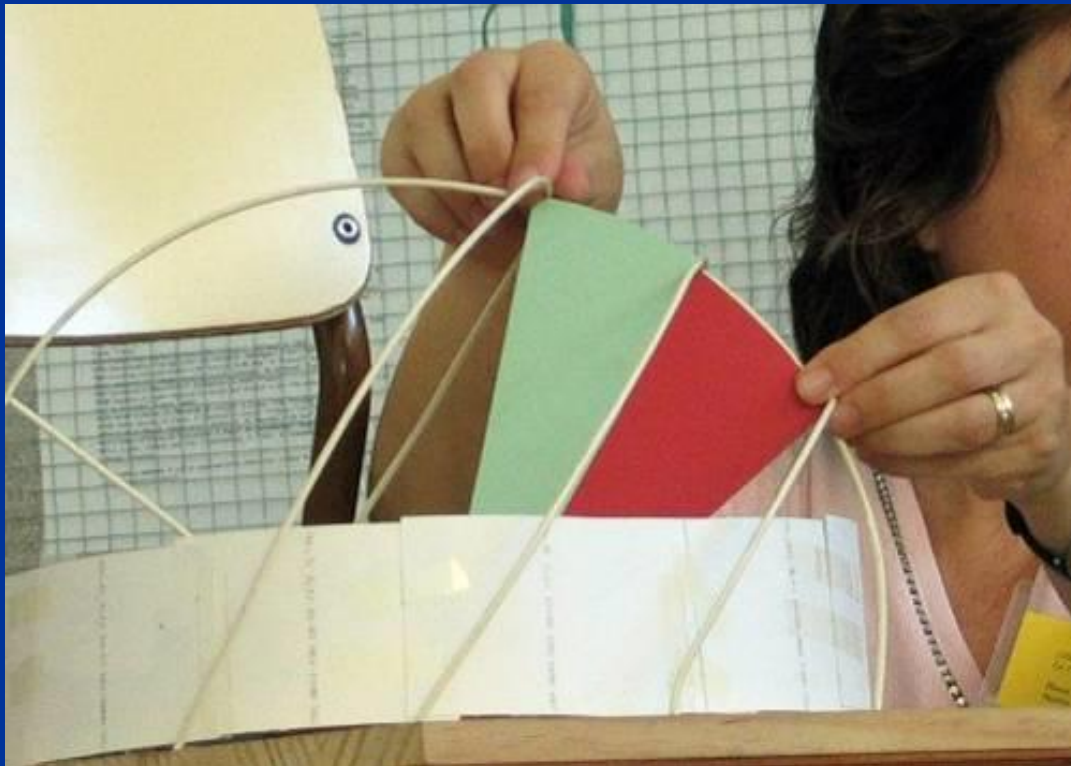
La trajectoire apparente du soleil le premier jour de chaque saison (indiquer aussi la durée du jour)

- Le solstice d'été
- L' équinoxe de printemps et l'équinoxe d'automne
- Le solstice d'hiver



Relation entre les mouvements apparents du soleil et les saisons

- L'été
- Le printemps / l'automne
- L'hiver
- $23,5^\circ$



La position du coucher du soleil dépend du mouvement de la Terre dans son plan orbital

- 3 positions du coucher du soleil

En hiver – Au printemps ou en automne- En été



La position
du lever du
Soleil
dépend du
mouvement
de la Terre
dans son
plan orbital

Variación de la posición del Sol al amanecer
(Lleida, de Junio a Diciembre de 2008)



25 de Junio



24 de Julio



16 de Agosto



27 de Septiembre



16 de Octubre



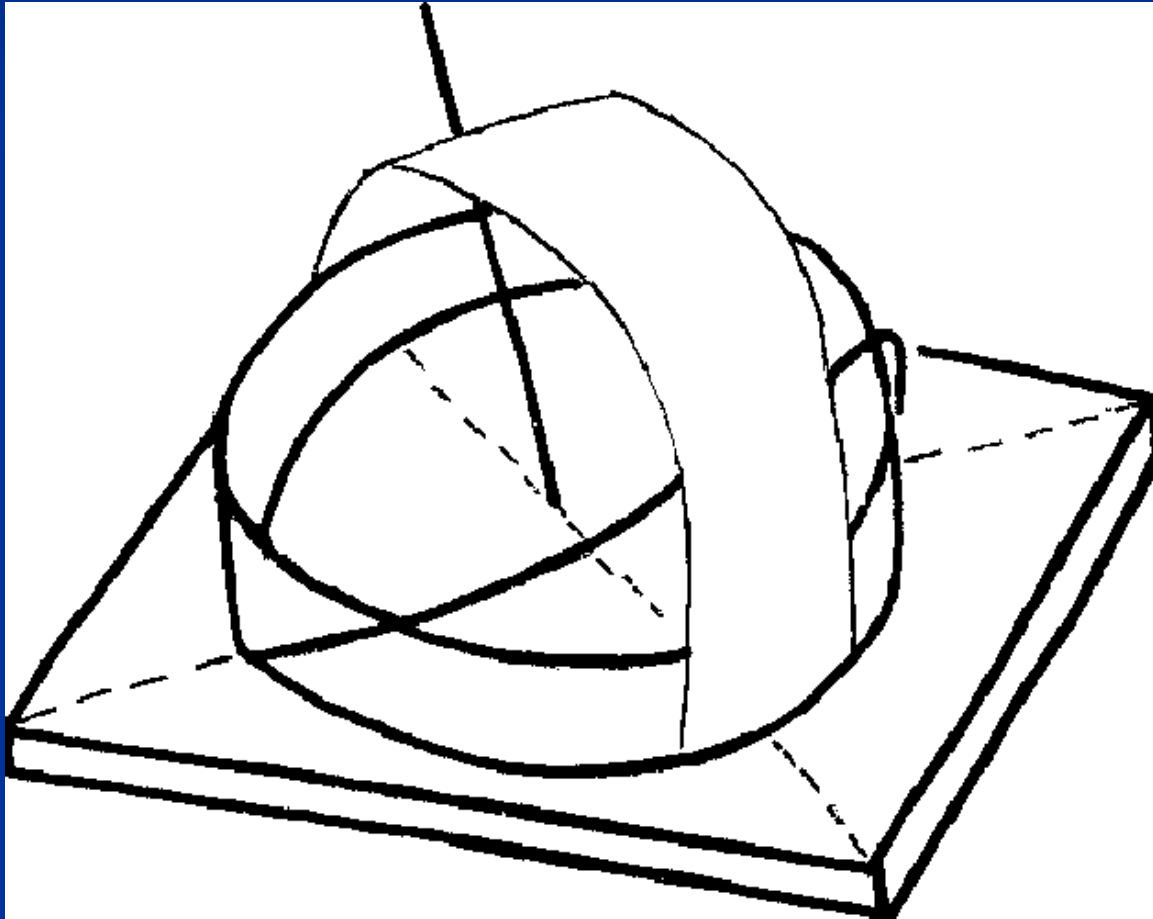
23 de Noviembre



30 de Diciembre



Visualisation du “méridien” dans le modèle



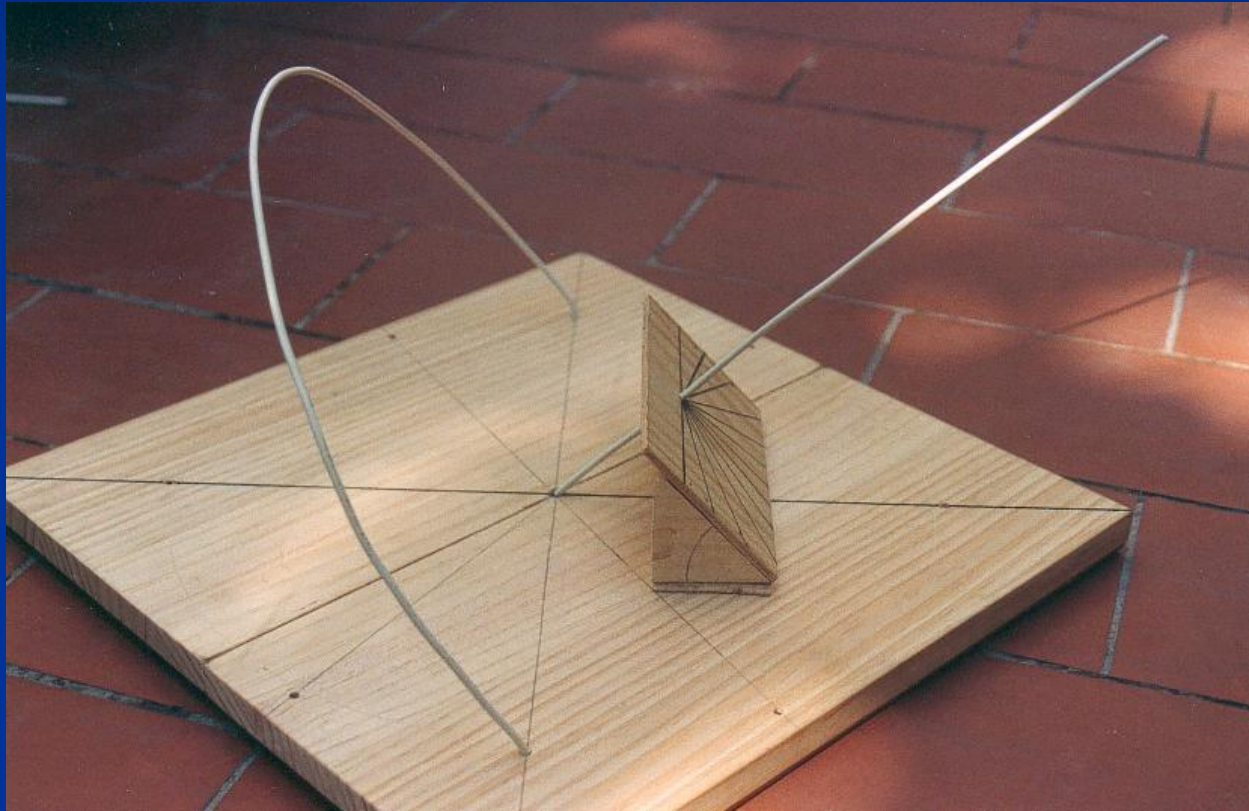
... des cercles autour du pôle



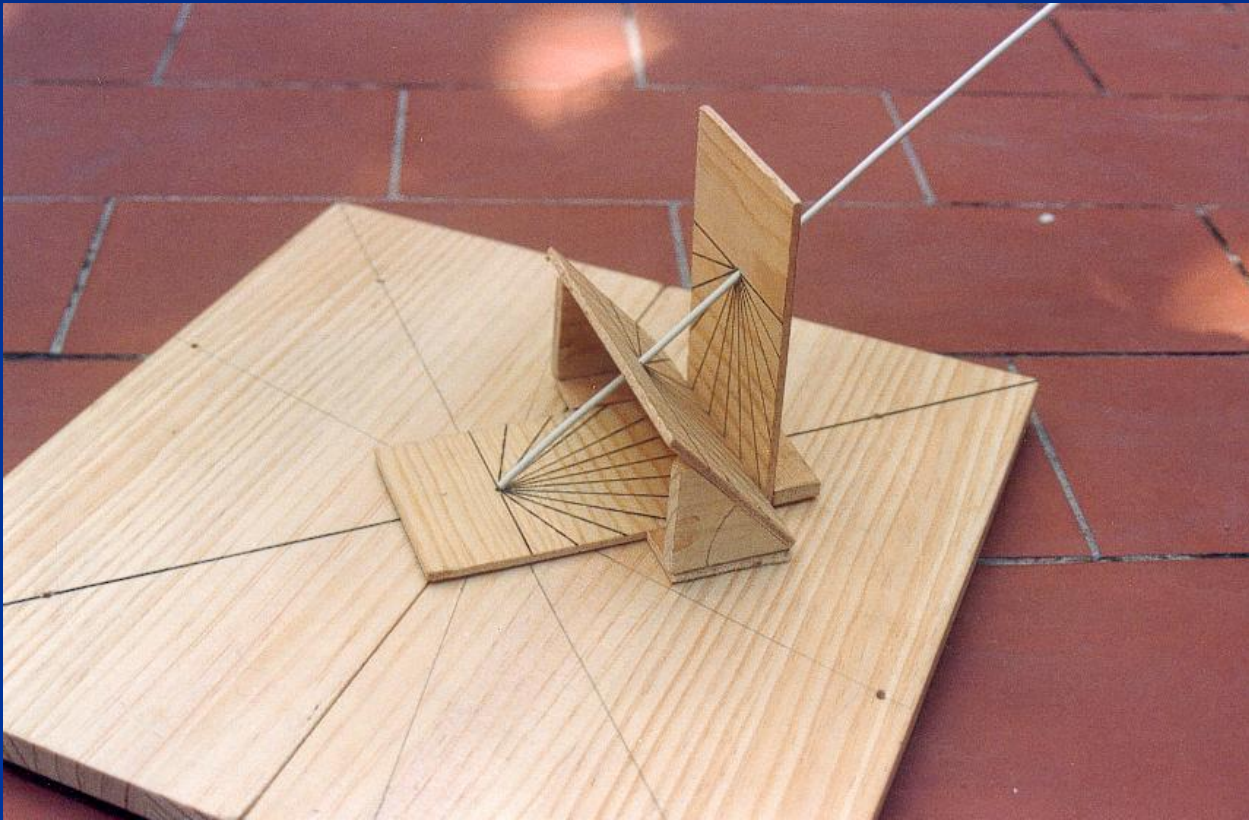
...autour de l'équateur céleste, les trajectoires passent d'une forme concave à une forme convexe



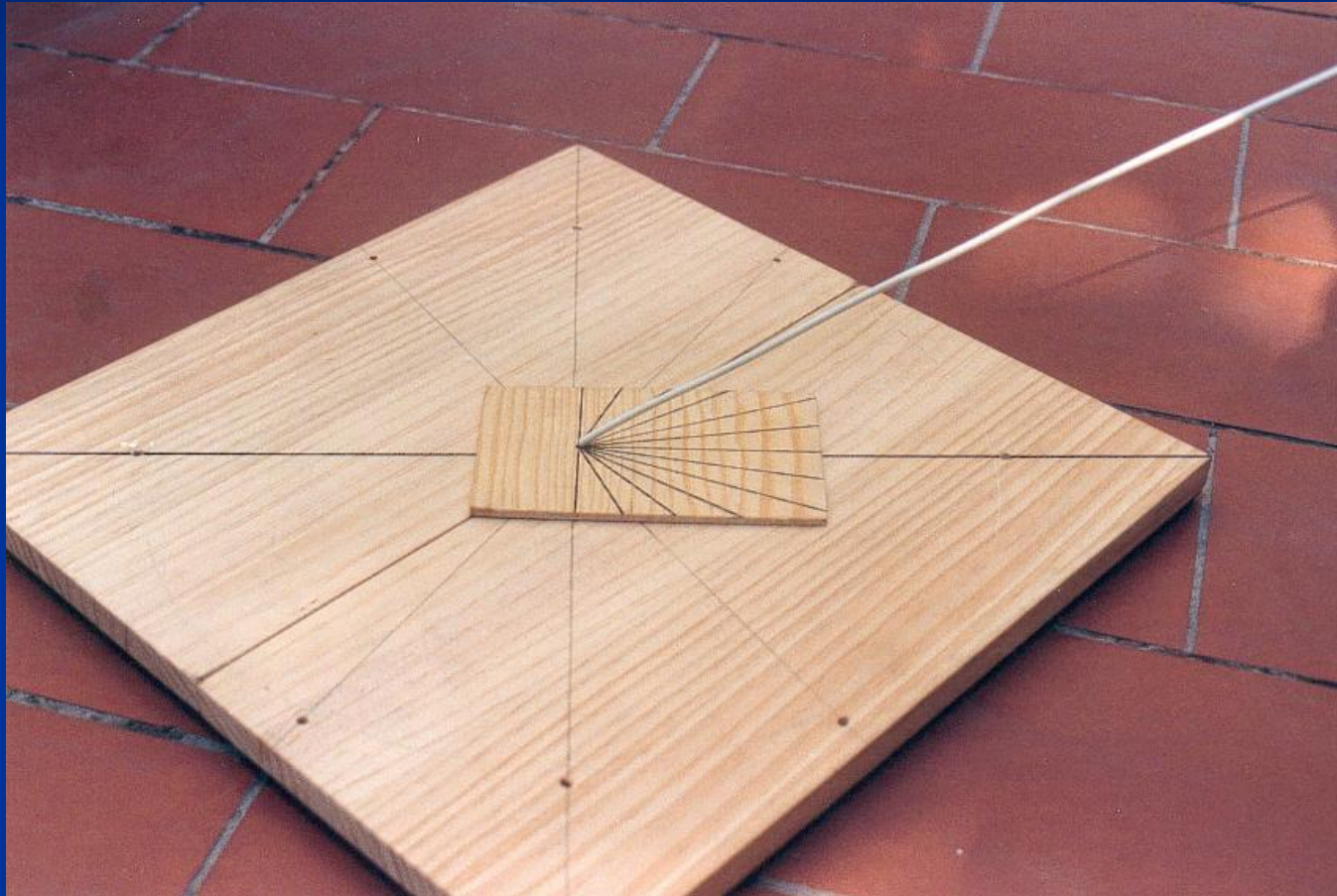
... le modèle n'est qu'un cadran
solaire équatorial!



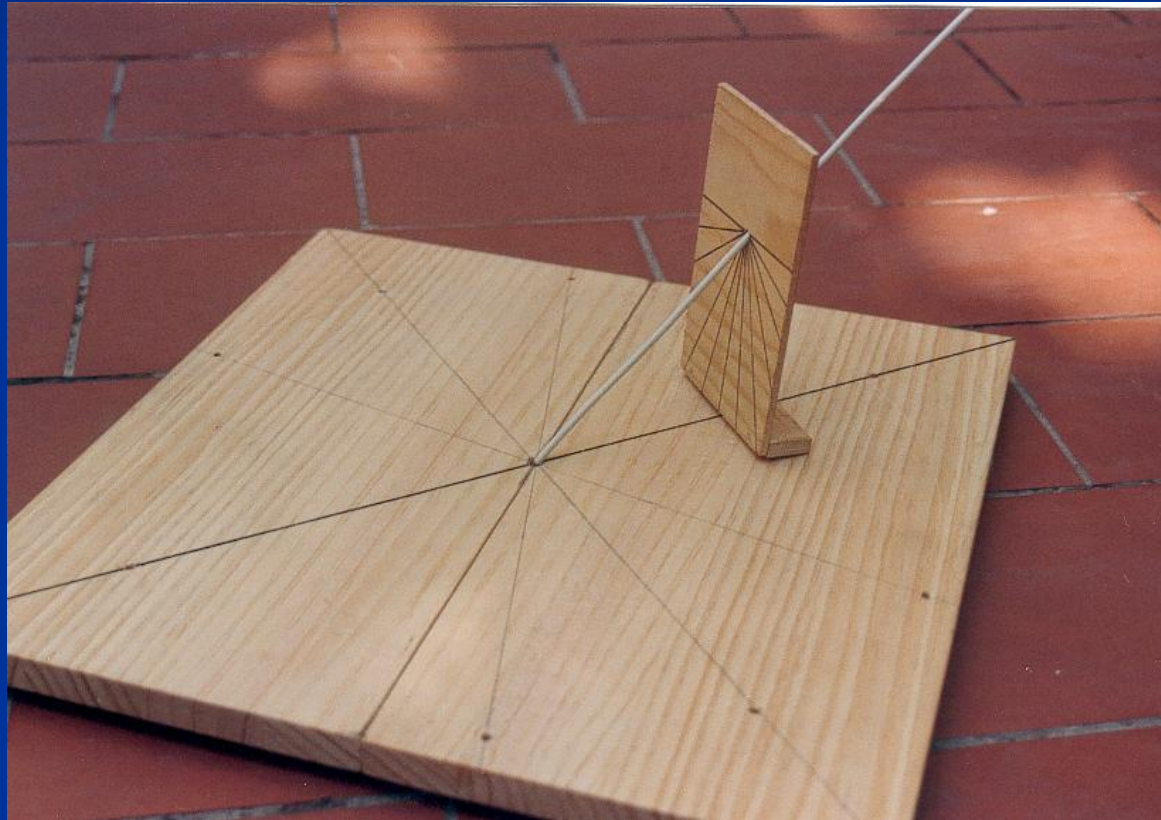
... et d'autres cadrans solaires peuvent être fabriqués à partir du cadran équatorial



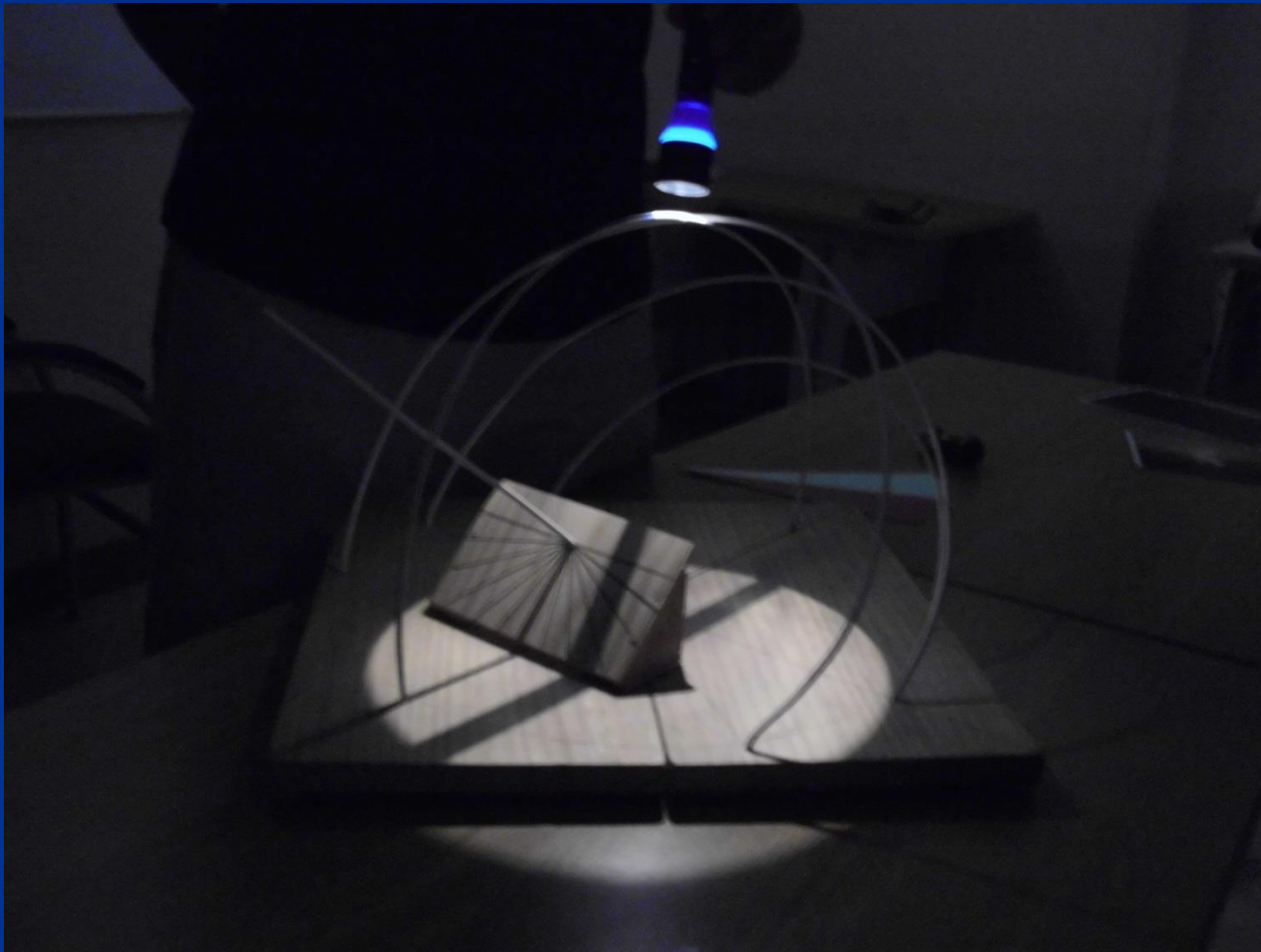
... le cadran solaire horizontal



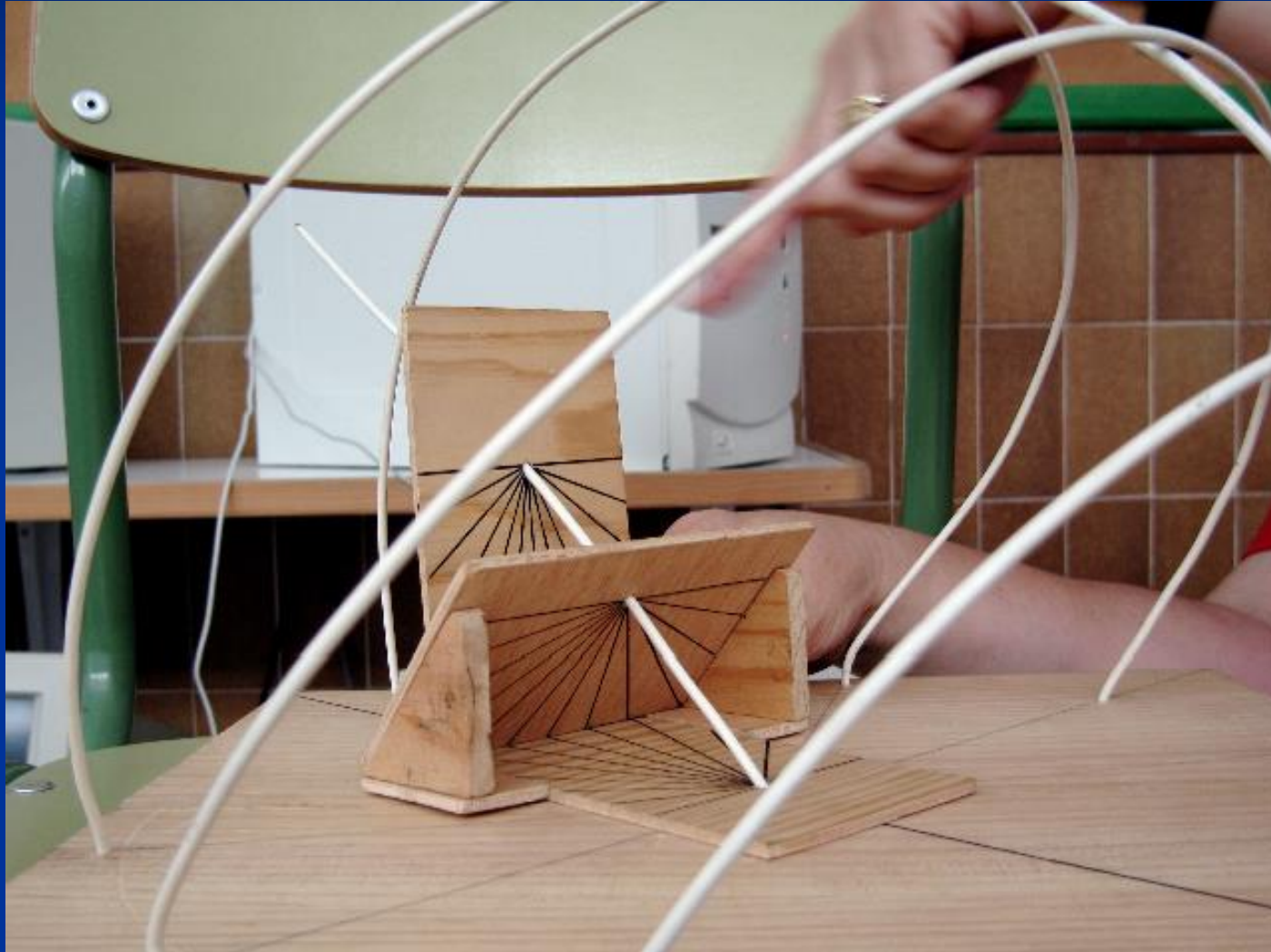
... cadran solaire vertical Est-Ouest



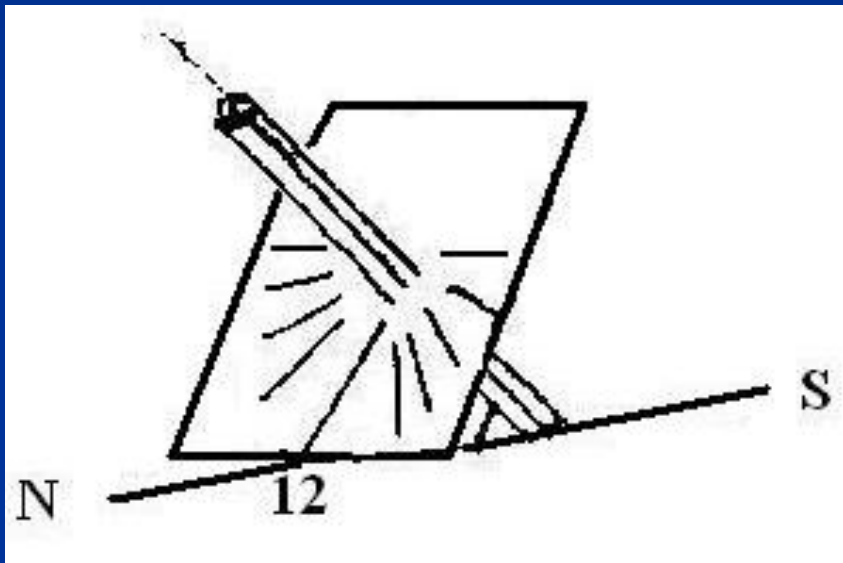
...à l'aide d'une lampe de poche, nous observons le modèle fonctionner comme un cadran solaire



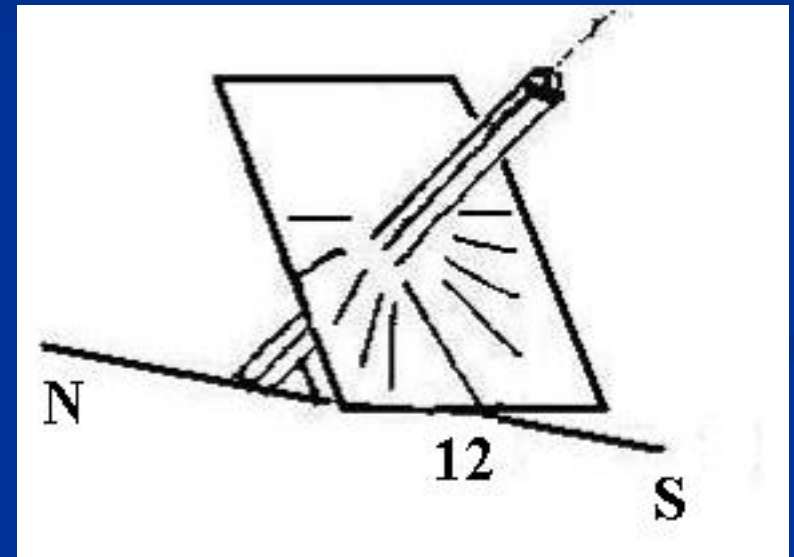
Les trois cadrans solaires dans le modèle



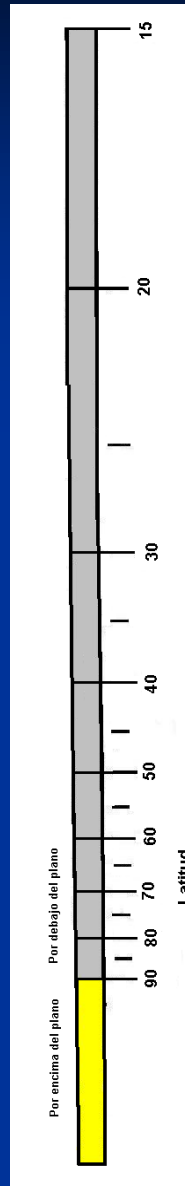
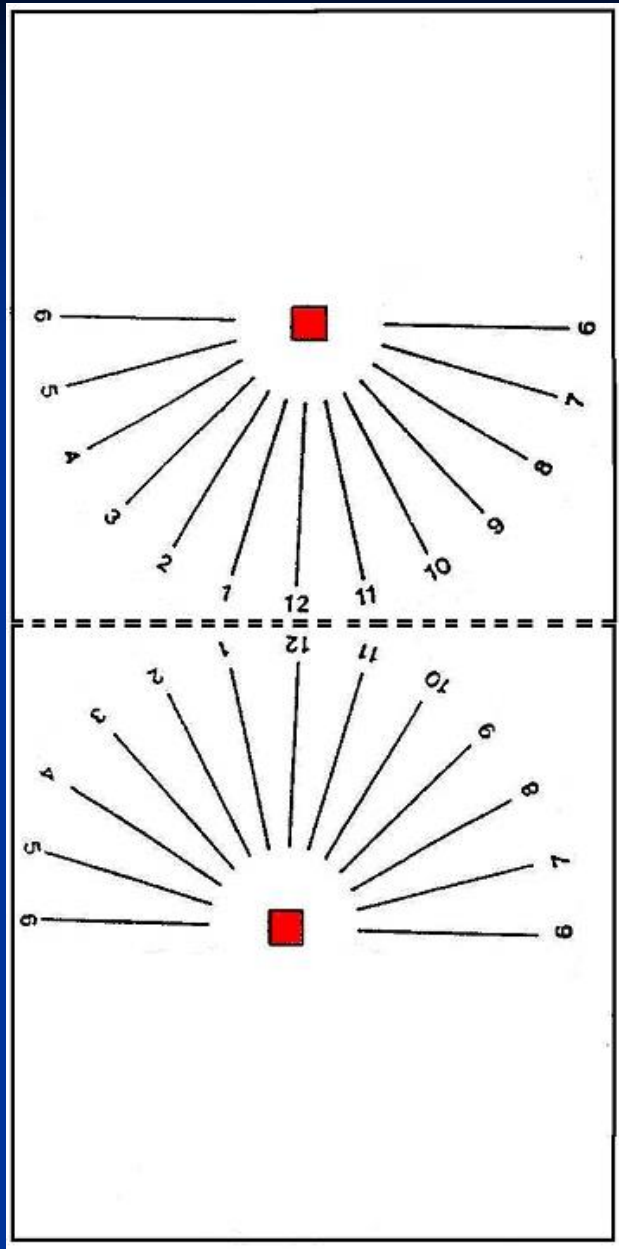
Activité 4: comment construire un cadran solaire "équatorial" très simple!



■ Hémisphère Nord



■ Hémisphère Sud



Activité 4: cadran solaire "équatorial"

- Pliez le motif sur la ligne pointillée
- Coupez le style pour votre latitude. La partie jaune au-dessus du plan.

Activité 5: Comment lire l'heure?

L'heure de la montre
= l'heure solaire + le total des ajustements

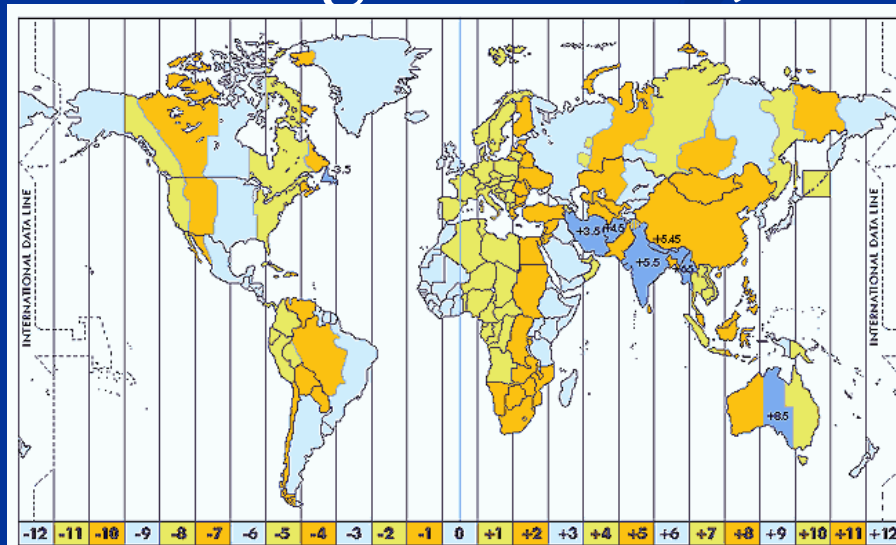
Total des ajustements =

- L'ajustement de la longitude
- Heure d'été / Heure d'hiver
- Équation du temps



Activité 5: Comment lire l'heure?, L'ajustement de la longitude

- La Terre est divisée en 24 fuseaux horaires à partir du méridien de Greenwich.
- On devrait connaître la longitude locale et la longitude standard du pays
- Utilisez le signe + à l'Est et le signe - à l'Ouest.
- Transformer la longitude en h, min et s ($1^{\circ} = 4\text{min}$)



Activité 5: Comment lire l'heure?, Ajustement été/hiver

- Plusieurs pays ajoutent une heure en été.
- La décision du changement de l'heure en été ou en hiver est une décision du gouvernement



Activité 5: Comment lire l'heure?, L'Ajustement de l'équation du temps

*La Terre tourne autour du Soleil selon la deuxième loi de Kepler (loi des aires), il en découle que le temps de la rotation de la Terre sur elle-même n'est pas constant. Nous définissons le temps moyen (des montres mécaniques) comme la moyenne sur une année entière.

*L'équation du temps est la différence entre le "temps solaire réel" et le "temps moyen" en minutes de temps

jour	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1	+3m 33s	+13m 35s	+12m 22s	+3m 54s	-2m 54s	-2m 12s	+3m 50s	+6m 21s	+0m 2s	-10m 18s	-16m 24s	-11m 1s
6	+5m 50s	+14 m 5s	+11m 17s	+2m 27s	-3m 23s	-1m 22s	+4m 45s	+5m 54s	-1m 23s	-11m 51s	-16m 22s	-9m 1s
11	+7m 55s	+14m 14s	+10m 3s	+1m 4s	-3m 38s	-0m 23s	+5m 29s	+5m 13s	-3m 21s	-13m 14s	-15m 31s	-6m 49s
16	+9m 45s	+14m 4s	+8m 40s	-0m 11s	-3m 40s	+0m 39s	+6m 3s	+4m 17s	-5m 7s	-14m 56s	-15m 15s	-4m 27s
21	+11m 18s	+13m 37s	+7m 12s	-1m 17s	-3m 27s	+1m 44s	+6m 24s	+3m 10s	-6m 54s	-15m 21s	-14m 10s	-1m 58s
26	+12m 32s	+12m 54s	+5m 42s	-2m 12s	-3m	+2m 49s	+6m 32s	+1m 50s	-8m 38s	-16m 1s	-12m 44s	-1m 24s
31	+13m 26s		+4m 12s		-2m 21s		+6m 24s	+0m 21s		-16m 22s		



Atividade 5: Comment lire l'heure?, à partir du cadran solaire

Exemple1: Barcelone (Espagne) le 24 mai

ajustements	commentaires	Résultats
1. Longitude	Barcelone est dans le même fuseau horaire que Greenwich (fuseau horaire standard). La longitude de Barcelone est de $2^{\circ} 10' E = 2,17^{\circ}E = -8,7 \text{ min}$ (1° est équivalent à 4 min)	-8,7 min
2. Heure solaire	On ajoute +1h (heure d'été)	+ 60 min
3. Equation du temps	L'équation du temps donne pour le 24 Mai	-3,4 min
Total		+ 47,9 min

Par exemple, à midi solaire (12h); l'heure de la montre indique
 $12h + 47,9 \text{ min} = 12h 47,9 \text{ min}$



Activité 5: Comment lire l'heure?

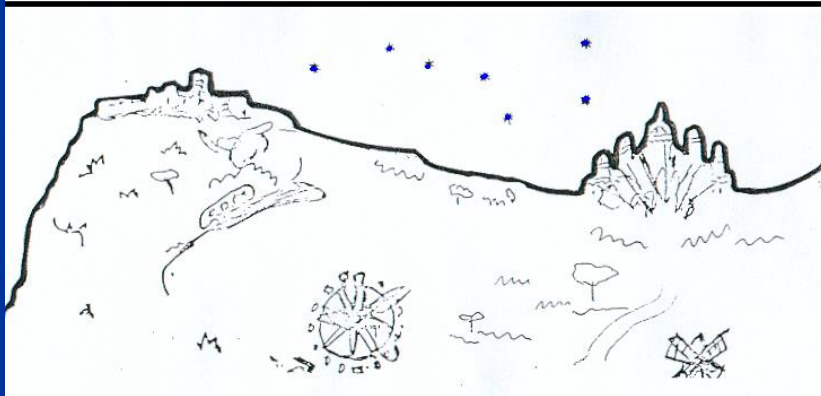
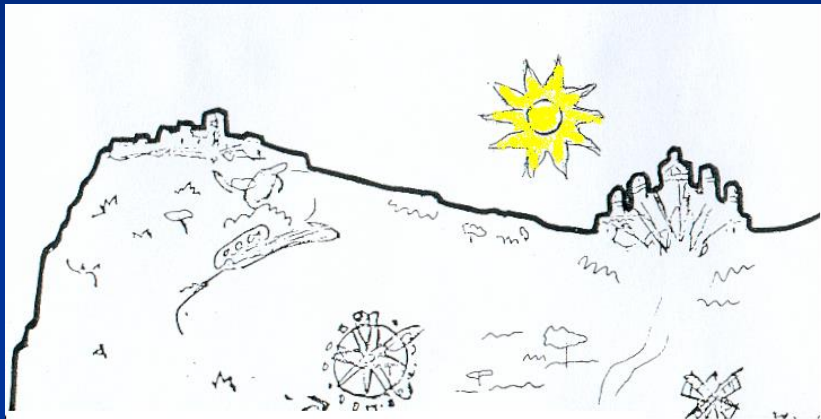
Exemple2: Tulsa, Oklahoma (USA), le 16 novembre

Ajustements	Commentaires	Resultats
1. Longitude	Le méridien standard de Tulsa est à 90° W, la longitude de Tulsa est de $95^{\circ}58' = 96$, par la suite on a 6° de différence (1° est équivalent à 4 min)	+24 min
2. Heure de l'hiver	En November , on ne change pas l'heure de la montre	0
3. Equation du temps	En Novembre 16 l'équation de temps donne	-15,3 min
Total		+ 8,7 min

Par exemple: à midi solaire 12h, la montre indique
 $12h + 8,7 \text{ min} = 12h \ 8,7 \text{ min}$



Le modèle sert pour s'orienter



... observer et comprendre...



Conclusions

- Comprendre le modèle de l'horizon vu de l'intérieur et de l'extérieur
- Atteindre un niveau d'abstraction riche qui nous permet de lire et de comprendre des propos relatifs au sujet
- Savoir déterminer les directions par rapport à l'horizon
- Comprendre que le lever et le coucher du Soleil ne sont pas toujours exactement à l'Est ou à l'Ouest



**Merci de votre
attention!**

