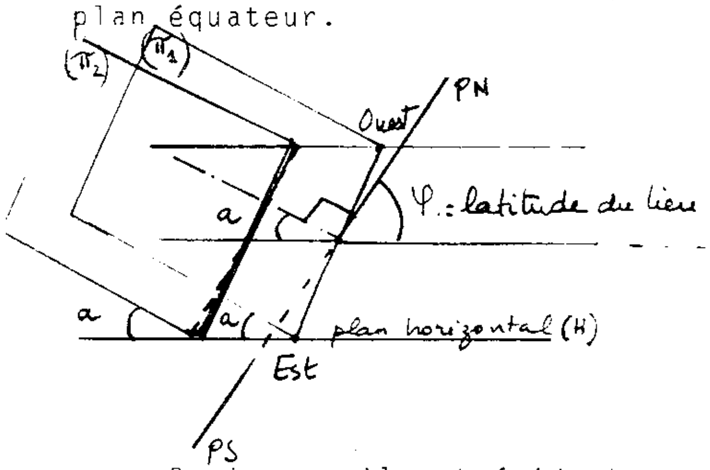
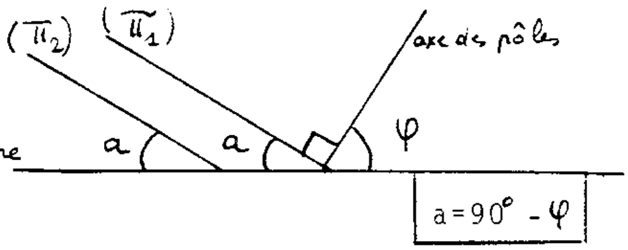
ANGLE DE LEVER DU SOLEIL

visualisé et mesuré sur l'astrolabe

φ =latitude

Au cours du mouvement diurne, si on néglige le déplacement du soleil sur l'écliptique au cours de la journée, la trajectoire apparente du soleil sur la voûte céleste reste dans un plan perpendiculaire à l'axe SN terrestre. A toute date, ces plans sont donc toujours parallèles au plan équateur.

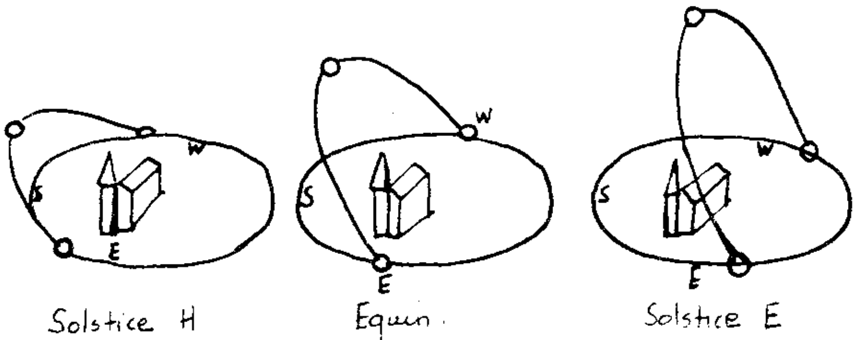




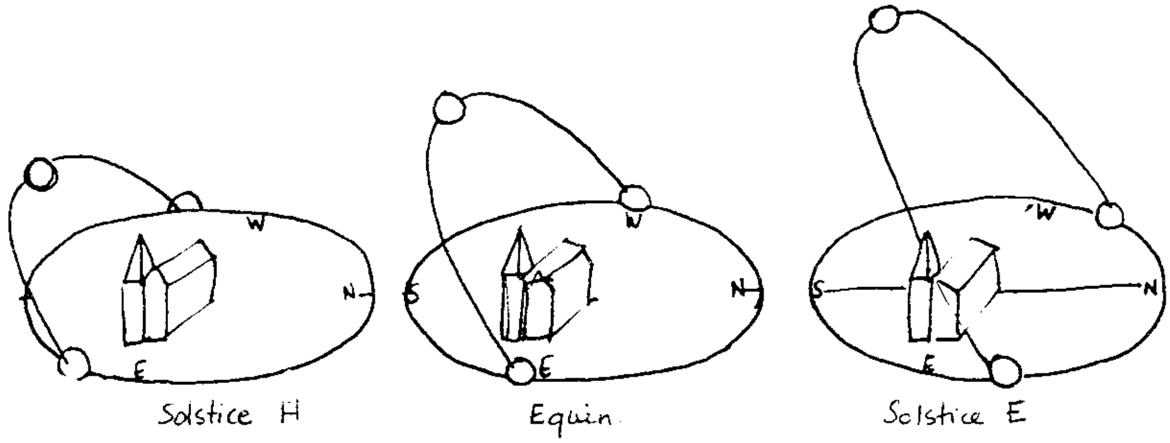
l'angle a est le même à toute date

Ceci revu, il est évident que de ces deux séries de schémas, la première est fausse, bien que tirée d'un livre destiné aux enfants.

FAUX



JUSTE



†ANGLE **A** OBSERVÉ DE LA TERRE ENTRE HORIZON ET TRAJECTOIRE DU SOLEIL À SON LEVER (ou coucher)

(on néglige l'effet de réfraction atmosphérique)

On sait que cet angle n'est égal à a qu'aux équinoxes. Il est donné par: $\boxed{\cos A = \dfrac{\sin\varphi}{\cos\delta}}$ quand il y a lever, c.a.d. quand $|\delta| \leqslant 90° - |\varphi|$ (voir précédents articles C.C. sur les couchers de soleil)

δ =déclinaison du soleil

*Si on désire "voir"la signification de cette formule,la sphère armillaire aide à visualiser cet angle, mais ne permet pas de le mesurer,puisqu'il s'agirait d'un angle entre tangentes à la sphère.

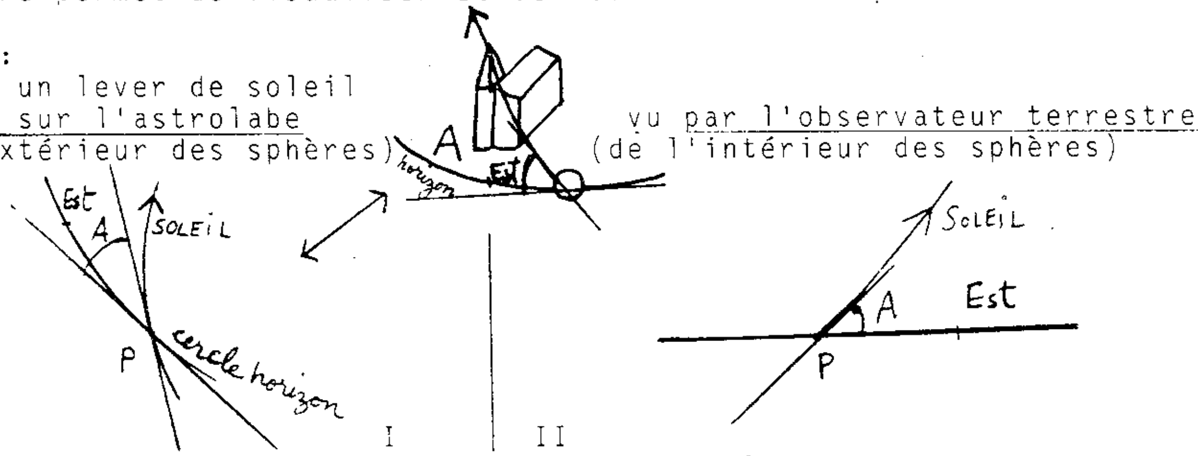
L'astrolabe par contre,restituant les angles entre deux cercles tracés sur la sphère permet de visualiser et de mesurer très simplement cet angle A.

En effet:

Voici un lever de soleil

vu sur l'astrolabe (de l'extérieur des sphères)

vu par l'observateur terrestre (de l'intérieur des sphères)

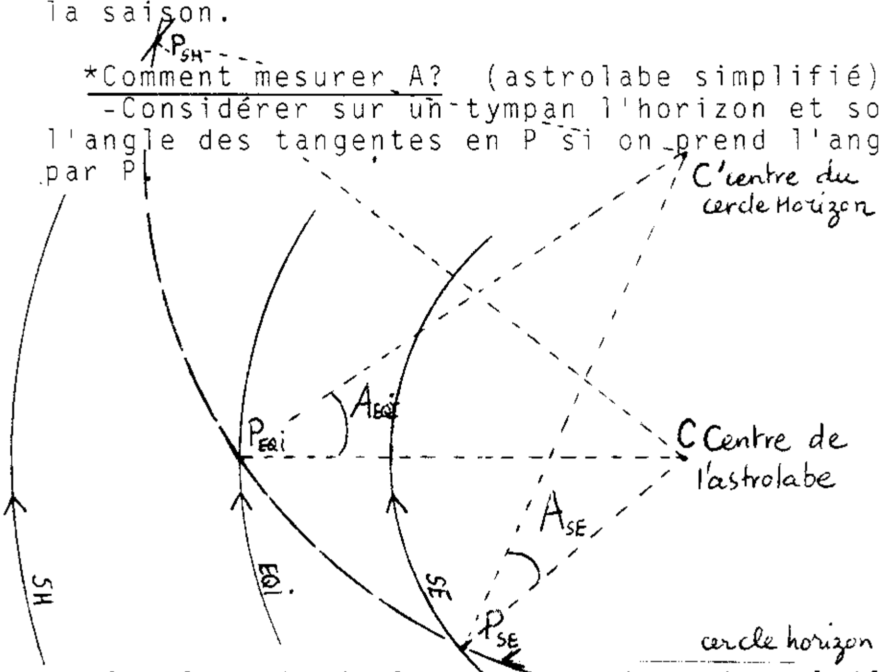


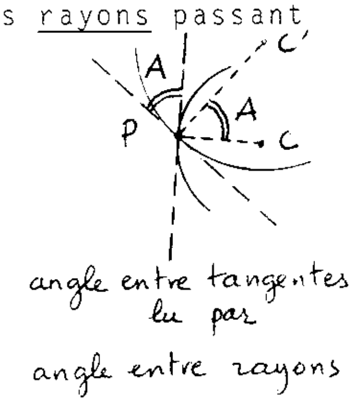
ceci à considérer localement au point P

Si on s'habitue à passer de la vision I à la vision II,on peut vraiment voir comment se lève le soleil selon la latitude, et cette fois-ci la saison.

*Comment mesurer A? (astrolabe simplifié)

-Considérer sur un tympan l'horizon et son centre C'.On mesurera mieux l'angle des tangentes en P si on prend l'angle entre les rayons passant par P.





Sur l'araignée les trajectoires du soleil aux 3 dates critiques EQI, SE, SH, sont respectivement les trois cercles EQA,TCanc.,TCapr.(trajectoires superposables avec ces cercles).Les intersections P de ces 3 cercles avec le cercle horizon sont les points de l'horizon où le soleil se lève aux dates critiques.L'angle A se mesure alors entre les rayons en P.

*EXEMPLES

On pourra à chaque fois vérifier l'accord entre la mesure au rapporteur et la formule citée.

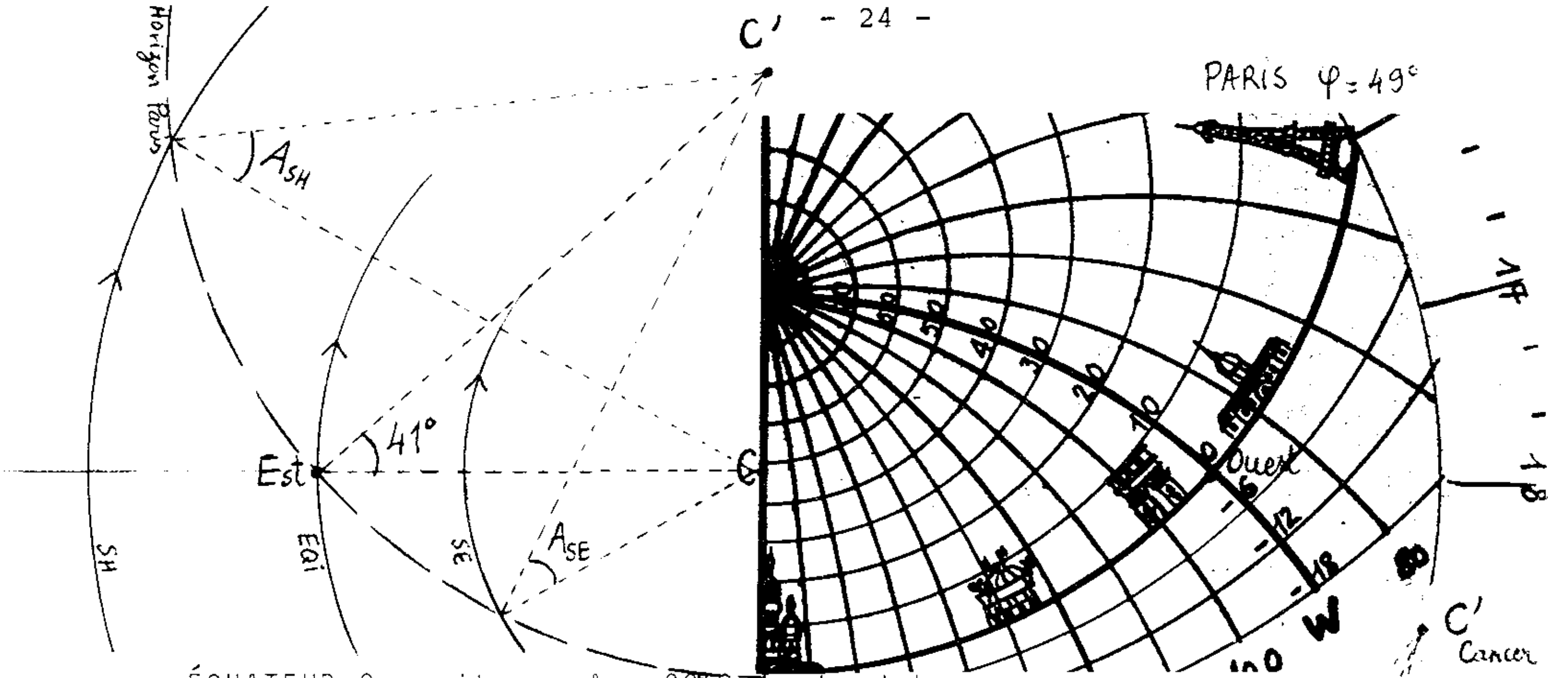
PARIS

($\varphi = 49°$)

On lit sur le schéma suivant:

$A_{EQI} = 41°$

$A_{SH} = A_{SE} \simeq 34°\ 30'$

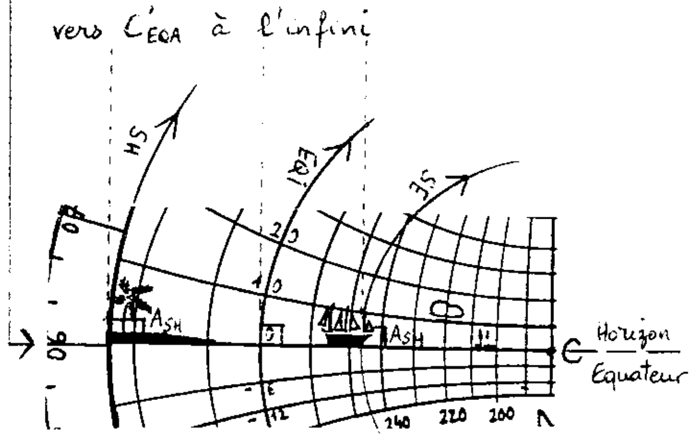


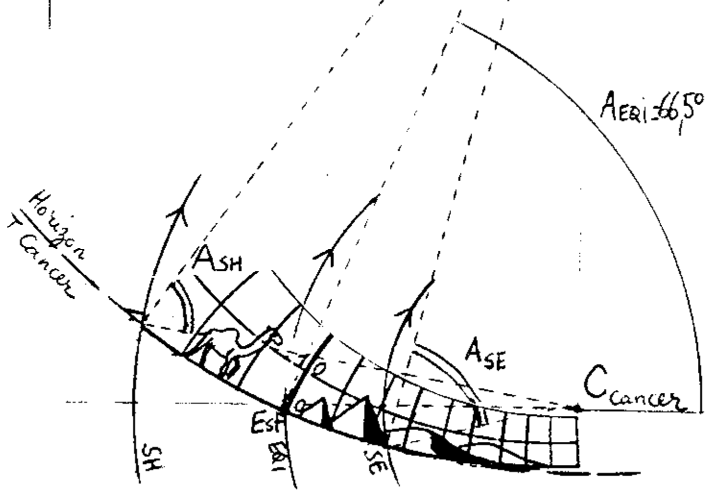
ÉQUATEUR On voit que A=a=90° à toute date
(φ =0°)

TROPIQUE DU CANCER On voit une très faible variation de A
(φ =23,5°) a=66,5°

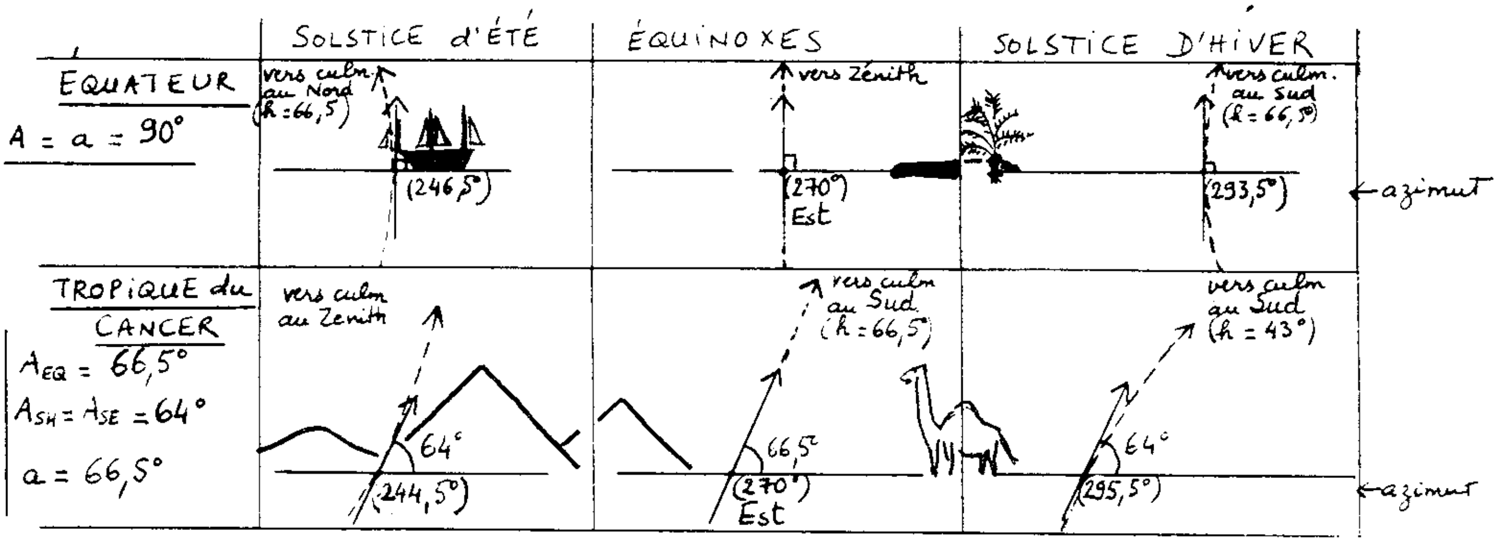
A_{EQI}=66,5°

A_{SH}=A_{SE}=64°





La variation de A, peu spectaculaire à nos latitudes, l'est encore moins aux faibles latitudes. Ceci explique qu'on confonde parfois ces deux angles.
En lisant les azimuts sur un astrolabe complet, on peut représenter ainsi quelques levers de soleil



Remarquer le changement de concavité, même à l'équateur où A ne varie pas pas.

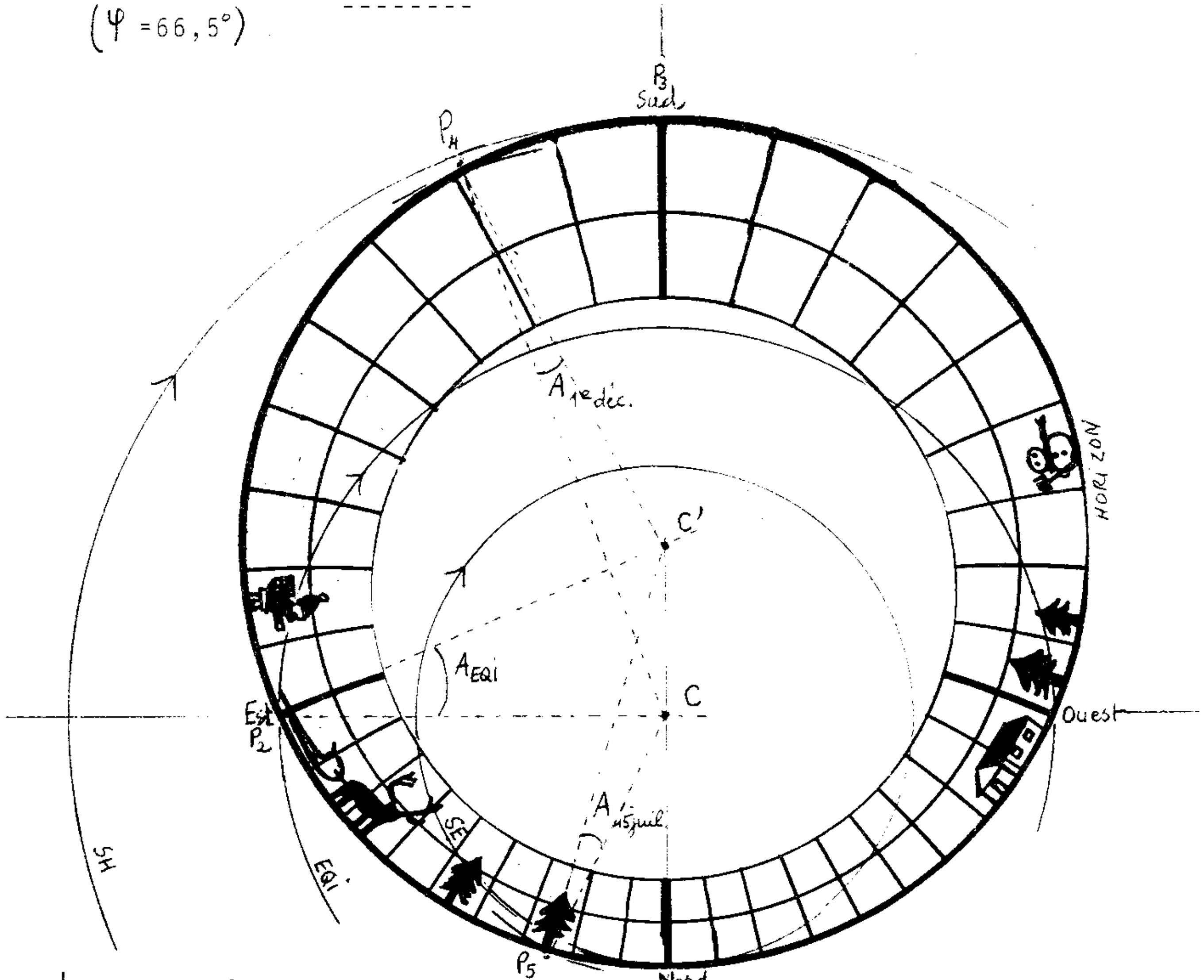
----> trajectoire solaire
——> tangente

Par contre, A varie beaucoup quand φ est grande. Voici la situation détaillée au cercle polaire:

CERCLE POLAIRE

($\varphi = 66,5°$)

1) Schéma



*On lit | $A_{SH} = A_{SE} = 0°$ (alignement C, C', P)

| $A_{EQI} = 23,5°$

Pour une date quelconque, $0 \leqslant A \leqslant 23,5°$

*Pour montrer les variations sensibles de A à cette latitude, j'ai considéré A aux dates 1er décembre (P_4) et 15 juillet (P_5). On obtient

$A_{1er\ déc} = 7,5° = A_{10\ janv}$

$A_{15\ juil} = 10° = A_{29\ mai}$

*Et pour vraiment voir le soleil se lever au cercle polaire, j'ai dessiné localement en chaque point P_i l'angle A. Les azimuts des points P_i, lus sur l'astrolabe, diffèrent cette fois beaucoup.

*Remarques

- C'est la trajectoire du centre du soleil, effet de réfraction négligé.
- La trajectoire change de concavité aux équinoxes.
- Symétrie des résultats par rapport aux solstices.

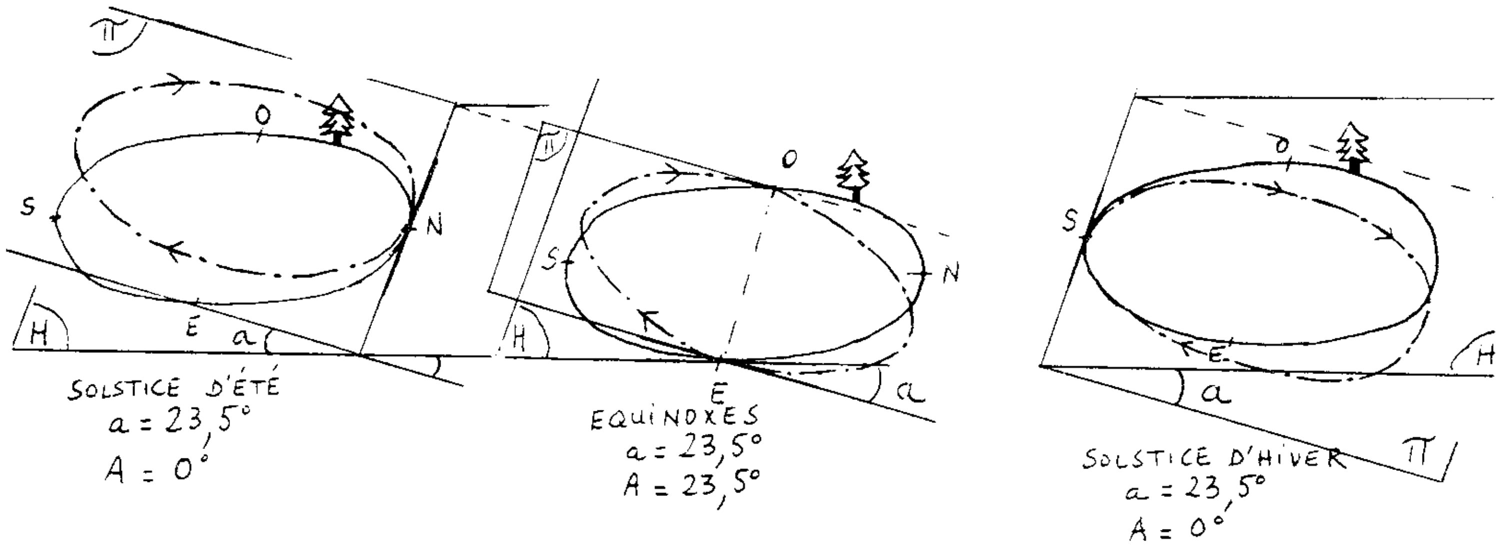
tableau page suivante

Levers de soleil à l'horizon tous azimuts, au cours de l'année ($\varphi = 66{,}5°$; $a = 23{,}5°$)

Date	Solst. ÉTÉ	15 juillet	Eq. AUT	1er déc	Solst HIV.	10 janv	Eq. PRINT	29 mai	Solst ÉTÉ	Date
Orientation grossière	N	N - NE	E	S - SE	S	S - SE	E	N - NE	N	Orient
Azimut°	180	204	270	338	0	338	270	204	180	Azim
Angle A°	0	10	23,5	7,5	0	7,5	23,5	10	0	A
Ce qu'on voit horizon →	N		E		S		E		N	

2) Retour sur la différence entre A et a

Ces schémas permettront peut-être de mieux saisir le fait que A varie alors que a reste constant. Il s'agit toujours du cercle polaire.



Horizon dans le plan H
Trajectoire apparente du soleil dans le plan Π
a = Angle (H, Π) = colatitude
A varie : $0 \leq A \leq$ colatitude

†CONCLUSION : AMPLEUR DE LA VARIATION SAISONNIERE DE A

$\boxed{\text{Soit } \Delta A = A_{EQI} - A_{Solst}}$

Etudier ΔA n'a de sens que quand A existe toujours. Entre pôle et cercle polaire, le soleil ne coupe pas toujours l'horizon, donc je récapitule seulement ainsi:

	cercle pol.arct.	Paris	Trop.Canc.	Equat.
ΔA	23,5°	6,5°	2,5°	0°

On comprend mieux que la variation saisonnière de A est négligeable aux latitudes faibles ou moyennes.

La formule théorique, déduite de l'expression $\cos A = \frac{\sin\varphi}{\cos\delta}$ est:

$$\Delta A = A_{EQI} - A_{SOLST} = \text{Arc cos}\left(\frac{\sin\varphi}{\cos 0°}\right) - \text{Arc cos}\left(\frac{\sin\varphi}{\cos 23{,}5°}\right)$$

soit

$$\boxed{\Delta A = \text{Arc cos}\,(\sin\varphi) - \text{Arc cos}(1{,}09\,\sin\varphi)} \boxed{= \text{colatitude} - \text{Arc cos}\,(1{,}09\,\sin\varphi)}$$

Le calcul donne pour Paris A=6,3°, et pour le Tropique du Cancer A=2,3°. On peut donc être satisfait de la méthode de mesure de l'angle à l'astrolabe, avec en prime une jolie simulation de lever de soleil à toute époque, possible à toute latitude.

Cécile Schulman