

➤ **Déterminer l'heure du lever du Soleil à une date donnée.**

⌘ **Première méthode.**

★ **Au recto.**

- Repérer sur l'écliptique, la position du Soleil à la date choisie.
- En faisant tourner l'araignée, amener ce point repéré sur l'horizon *Est*, car c'est le matin.
- Faire pivoter l'ostenseur pour que le bord biseauté vienne à l'intersection de l'horizon et de la position du soleil.
- Lire, sur le limbe, l'heure solaire pointée par l'extrémité de l'ostenseur.

⌘ **Deuxième méthode.**

★ **Au recto.**

- Déterminer la déclinaison du Soleil pour la date donnée (fiche **8**).
- Placer la graduation de l'ostenseur correspondant à la déclinaison du Soleil sur la ligne d'horizon *Est* car c'est le matin.
- Lire, sur le limbe, l'heure solaire pointée par l'extrémité de l'ostenseur.

➤ **Déterminer l'heure de coucher du Soleil à une date donnée.**

★ **Au recto.**

- Mêmes démarches mais le point repéré est amené sur l'horizon *Ouest* car c'est le soir.

➤ **Déterminer les heures des crépuscules à une date donnée.**

✳ **Au recto.**

✳✳ **Crépuscule civil.**

→ Le soir, c'est la durée entre le moment où le Soleil se couche et celui où il atteint 6° sous l'horizon. Les étoiles et les planètes les plus brillantes sont visibles.

En pratique, c'est le moment où les éclairages urbains et les phares des voitures s'allument.

→ Le matin, les phénomènes sont inversés.

⌘ **Première méthode.**

→ Repérer sur l'écliptique, la position du Soleil à la date choisie.

→ En faisant tourner l'araignée, amener ce point repéré sur la ligne de crépuscule civil *Ouest*, car c'est le soir.

→ Faire pivoter l'ostenseur pour que le bord biseauté vienne à l'intersection de la ligne de crépuscule civil et de la position du Soleil.

→ Lire, sur le limbe, l'heure solaire pointée par l'extrémité de l'ostenseur.

⌘ **Deuxième méthode.**

→ Déterminer la déclinaison du Soleil pour la date donnée (fiche 8).

→ Placer la graduation de l'ostenseur correspondant à la déclinaison du Soleil sur la ligne de crépuscule civil *Ouest*, car c'est le soir.

→ Lire, sur le limbe, l'heure solaire pointée par l'extrémité de l'ostenseur.

★★ Crépuscule nautique.

- Le soir, c'est la durée entre le coucher du Soleil et le moment où il atteint 12° sous l'horizon.
En pratique, à la fin de ce crépuscule nautique, le ciel est partiellement noir, il subsiste une lueur vers l'ouest où l'horizon est encore visible.
- Le matin, les phénomènes sont inversés.
- Faire les mêmes manipulations que précédemment en utilisant la ligne du crépuscule nautique.

★★ Crépuscule astronomique.

- Le soir, c'est la durée entre le coucher du Soleil et le moment où il atteint 18° sous l'horizon.
En pratique, au cours de cette période, certaines observations astronomiques vont progressivement devenir possibles. C'est à la fin de ce crépuscule que le ciel sera complètement noir.
- Le matin, les phénomènes sont inversés.
- Faire les mêmes manipulations que précédemment en utilisant la ligne du crépuscule astronomique.

★★ Crépuscules du matin.

- Faire les mêmes manipulations que précédemment mais sur les lignes de crépuscules *Est* car c'est le matin.

➤ **Repérer les étoiles visibles en un lieu donné à une date donnée.**

★ **Au recto.**

- Pointer l'ostenseur sur l'heure solaire.
 - En faisant tourner l'araignée, amener la date choisie sous le bord biseauté de l'ostenseur.
 - Les étoiles visibles dans le ciel sont toutes celles qui se trouvent au-dessus de la ligne d'horizon sur le tympan.
- On peut observer, en faisant pivoter l'araignée dans le sens rétrograde (sens des aiguilles d'une montre) :
- ★ les étoiles qui vont se lever,
elles franchissent la ligne d'horizon à l'*Est* ;

 - ★ les étoiles qui vont se coucher,
elles franchissent la ligne d'horizon à l'*Ouest*.


➤ Lire l'heure le jour.

★ Au verso.

→ Avec l'alidade, chercher la hauteur du Soleil le matin ou l'après-midi suivant sa position par rapport au méridien du lieu.

→ Se positionner face au soleil, l'astrolabe doit être tenu par l'anneau, bras tendu. On dit qu'on pèse le Soleil.

Attention, il ne faut pas regarder le Soleil à travers les pinnules.

→ Faire passer la lumière du Soleil par le gros trou de la pinnule à l'extrémité en haut de l'alidade et la faire ressortir par le petit trou de l'extrémité en bas. (La tache de lumière sortant du gros trou doit se projeter juste sur le petit trou. )

→ Lire la hauteur sur le cercle gradué extérieur à la pointe de l'alidade.

→ Puis retourner l'astrolabe.

★ Au recto.

→ Amener la position du Soleil repérée à la date sur l'écliptique, sur le cercle correspondant à la hauteur mesurée, dans la partie *Est* pour le matin ou dans la partie *Ouest* pour l'après-midi.

→ Faire alors pivoter l'ostenseur pour que le bord biseauté vienne à l'intersection du cercle de hauteur et de la position du Soleil.

→ Lire l'heure solaire sur le limbe pointée par l'extrémité de l'ostenseur.

➤ Lire l'heure la nuit.

★ Au verso.

- Avec l'alidade, chercher la hauteur d'une des étoiles figurant sur l'araignée en visant par les trous des pinnules de l'alidade au dos de l'astrolabe.
- Lire cette hauteur sur le cercle gradué extérieur.
Vérifier en regardant de quel côté du méridien se situe l'étoile, partie *Est* ou partie *Ouest* du ciel.
- Puis retourner l'astrolabe.

★ Au recto.

- Amener la position de l'étoile sur le cercle correspondant à la hauteur mesurée, partie *Est* ou partie *Ouest*.
- Faire alors pivoter l'ostenseur pour que son bord biseauté vienne sur la date de l'observation inscrite sur l'écliptique.
- Lire, sur le limbe, au-dessous de l'horizon, l'heure solaire pointée par l'extrémité de l'ostenseur.

➤ **Déterminer la durée du jour et de la nuit à une date donnée.**

★ **Au recto.**

→ Après avoir relevé le lever et le coucher du soleil à une date choisie comme précédemment, la différence des heures solaires donne la durée du jour et de la nuit.

★ **Au recto.**

→ Dans l'absolu, on pourrait relever sur l'horizon le lever et le coucher d'une étoile, même si elle n'est pas visible dans le ciel à ces moments-là, et donc en déduire la durée de la nuit et du jour.

➤ **Déterminer la déclinaison du Soleil à une date donnée.**

*** Au recto.**

- En faisant tourner l'araignée, amener la date sous le bord biseauté et gradué (de -20° à 70°) de l'ostenseur.
- A l'intersection de l'ostenseur et de l'écliptique, lire la déclinaison du Soleil sur la graduation du bord biseauté de l'ostenseur.

➤ **Déterminer les coordonnées horizontales (la hauteur et l'azimut) du Soleil à un instant donné.**

★ **Au recto.**

- Pointer l'ostenseur sur l'heure solaire.
- En faisant tourner l'araignée, amener la date sous le bord biseauté et gradué de l'ostenseur.
- A l'intersection de l'ostenseur et de l'écliptique, lire la hauteur et l'azimut du Soleil.

➤ **Déterminer les coordonnées horizontales (la hauteur et l'azimut) d'une étoile à un instant donné.**

★ **Au recto.**

- Pointer l'ostenseur sur l'heure solaire.
- En faisant tourner l'araignée, amener la date sous le bord biseauté et gradué de l'ostenseur.
- La position de l'étoile sur le tympan indique ses coordonnées horizontales (hauteur et azimut).

- Déterminer les coordonnées horaires du Soleil (l'angle horaire et la déclinaison) connaissant ses coordonnées équatoriales (l'ascension droite et la déclinaison) à un instant donné.

★ **Au recto.**

→ Pointer l'ostenseur sur l'heure solaire.

→ Lire l'angle horaire sachant que :

→ Soleil vers l'ouest $0 < H < 180^\circ \Rightarrow P = H$ avec $P =$ angle au pôle de l'astre

→ Soleil vers l'est $180^\circ < H < 360^\circ \Rightarrow P = 360^\circ - H$

- ★ dans la partie *Ouest* :

$$H = P = (\text{Sud}, \widehat{\text{Étoile Polaire, pointe de l'ostenseur}}).$$

- ★ dans la partie *Est* :

$$P = (\text{Sud}, \widehat{\text{Étoile Polaire, pointe de l'ostenseur}}) \Rightarrow H = 360^\circ - P$$

- **Déterminer les coordonnées horaires d'une étoile (l'angle horaire et la déclinaison) connaissant ses coordonnées équatoriales (l'ascension droite, et la déclinaison) à une date donnée.**

★ **Au recto.**

→ Pointer l'ostenseur sur l'heure solaire.

→ Lire l'angle horaire sachant que :

→ astre dans l'ouest $0 < H < 180^\circ \Rightarrow P = H$ avec $P =$ angle au pôle de l'astre

→ astre dans l'est $180^\circ < H < 360^\circ \Rightarrow P = 360^\circ - H$

★ dans la partie *Ouest* :

$H = P = (\text{Sud}, \widehat{\text{Étoile Polaire, pointe de l'ostenseur}}).$

★ dans la partie *Est* :

$P = (\text{Sud}, \widehat{\text{Étoile Polaire, pointe de l'ostenseur}}) \Rightarrow H = 360^\circ - P$

➤ **Déterminer la durée des heures inégales tenant compte de la latitude à une date donnée.**

⌘ **Première méthode.**

★ **Au recto.**

- Déterminer la durée du jour et de la nuit (fiches **1** et **7**).
- L'heure inégale de jour est le douzième de la durée du jour.
- L'heure inégale de nuit est le douzième de la durée de la nuit.

⌘ **Deuxième méthode.**

★ **Au recto.**

- Déterminer la déclinaison du Soleil (fiche **8**) pour une date donnée.
- Placer la graduation du bord biseauté de l'ostenseur correspondant à la déclinaison du Soleil sur une ligne d'une heure inégale. Noter l'heure solaire pointée par l'ostenseur, pour faciliter la lecture prendre l'heure 6.
- Faire tourner l'ostenseur jusqu'à l'heure inégale suivante. Noter l'heure solaire pointée par l'ostenseur.
- La différence des heures donne la durée d'une heure inégale de **nuit**.

⌘ **Troisième méthode.**

★ **Au recto.**

- Repérer sur l'écliptique, la position du Soleil à la date choisie.
- En faisant tourner l'araignée, amener ce point repéré sur une ligne d'une heure inégale. Noter l'heure solaire pointée par l'ostenseur, pour faciliter la lecture prendre l'heure 6.
- Faire tourner l'ostenseur jusqu'à l'heure inégale suivante. Noter l'heure solaire pointée par l'ostenseur.
- La différence des heures donne la durée d'une heure inégale de **nuit**.

➤ **Déterminer la durée des heures inégales ne tenant pas compte de la latitude à une date donnée.**

* **Au recto.**

→ Déterminer la déclinaison du Soleil et en déduire sa hauteur méridienne pour la date choisie à partir de : $h_m = 90^\circ - \varphi + \delta$

* **Au verso.**

→ Placer la pointe de l'alidade sur la hauteur méridienne du Soleil dans la partie *Est* pour le matin et dans la partie *Ouest* pour l'après-midi.


→ Repérer l'intersection de l'alidade avec le cercle de la sixième heure.

→ Noter la valeur de la graduation correspondant à ce point sur l'alidade.

→ Avec l'alidade, chercher la hauteur du Soleil le matin, partie *Est* ou l'après-midi, partie *Ouest*, suivant sa position par rapport au méridien du lieu.

→ Se positionner face au Soleil, l'astrolabe doit être tenu par l'anneau, bras tendu. On dit qu'on pèse le Soleil.

Attention, il ne faut pas regarder le Soleil à travers les pinnules.

→ Faire passer la lumière du Soleil par le gros trou de la pinnule à l'extrémité en haut de l'alidade et la faire ressortir par le petit trou de l'extrémité en bas. (La tache de lumière sortant du gros trou doit se projeter juste sur le petit trou. )

→ Lire l'heure inégale sous la graduation repérée précédemment sur l'alidade, en interpolant entre deux cercles.

➤ **S'orienter d'après la position du Soleil.**

★ **Au recto.**

- Pointer l'extrémité de l'ostenseur sur l'heure solaire. Bien le maintenir.
- Faire tourner l'araignée et placer la date sous le bord biseauté de l'ostenseur.
- A l'intersection de l'ostenseur et de l'écliptique, lire l'azimut repéré sur la ligne d'égal azimut côté *Est* ou côté *Ouest*.
- Puis retourner l'astrolabe.

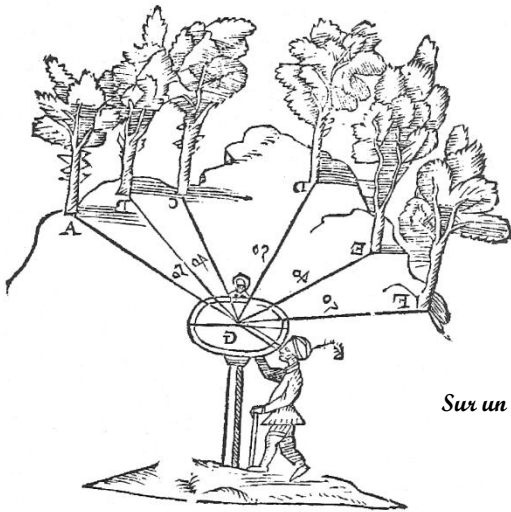
★ **Au verso.**

- Mettre une des pointes de l'alidade sur la valeur de l'azimut repéré au recto. L'azimut est mesuré à partir du point *Sud* (90° en haut), dans la partie *Est* ou la partie *Ouest* suivant la mesure précédente.
- Tenir l'astrolabe horizontalement et ne pas toucher à l'alidade. Faire tourner l'ensemble pour placer cette pointe dans la direction du Soleil, en se servant pour cela des ombres des pinnules.
- L'astrolabe est ainsi orienté et les points cardinaux peuvent être repérés. L'astrolabe sert alors de boussole.
- Maintenir l'astrolabe bien orienté et tourner l'alidade en visant un objet du paysage.
- En déduire la position de l'objet par rapport au *Nord* ou au *Sud*.

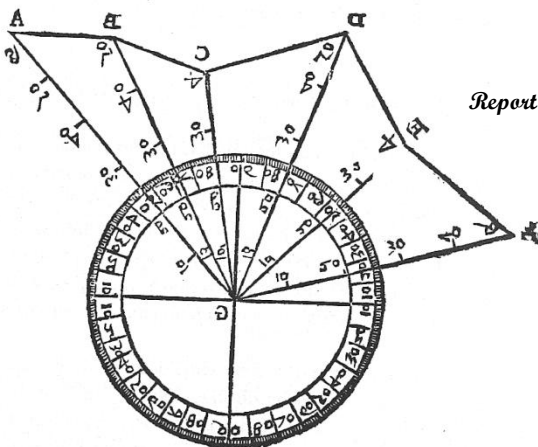
➤ Mesurer des angles en topographie.

Au verso.

- Fixer sur un support l'astrolabe en position horizontale.
- Viser par les trous des pinnules de l'alidade, un des points à repérer.
- Noter la position de l'extrémité de l'alidade sur la graduation externe.
- Sans bouger l'astrolabe, viser par les trous des pinnules le deuxième point à repérer puis le troisième, etc.
- Noter, à chaque fois la position de l'extrémité de l'alidade sur la graduation extérieure.
- En déduire l'écart angulaire entre les divers points à partir des lectures des graduations précédentes.



Sur un terrain, mesures d'angles horizontalement.

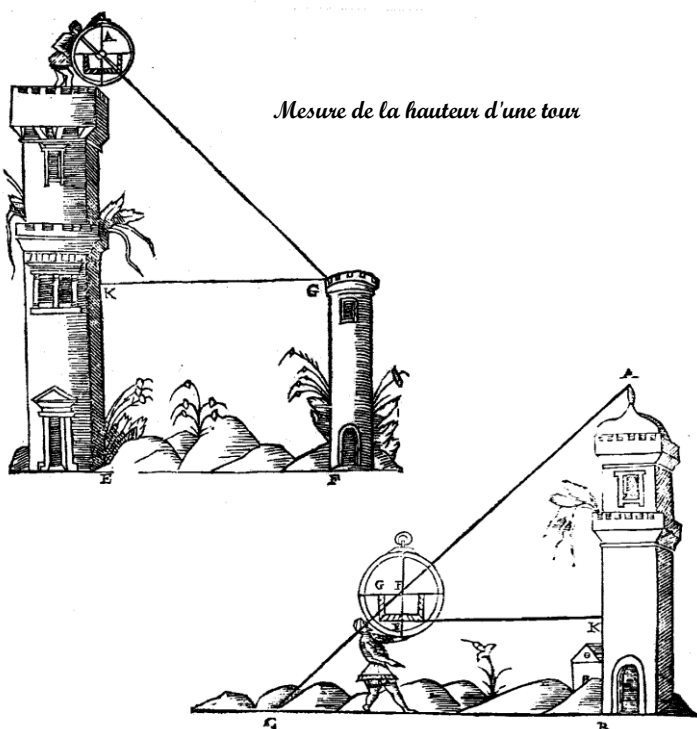


Report des angles mesurés sur le plan.

➤ **Les mesures de distances inaccessibles.**

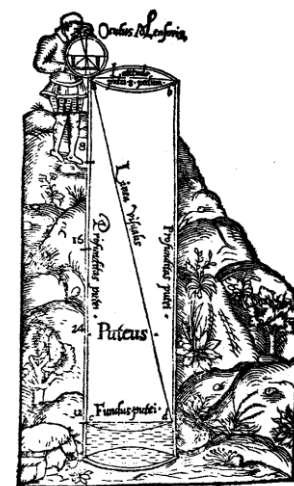
⊕ **Au verso, avec le carré des ombres.**

- Tenir l'astrolabe verticalement.
- Son centre doit être à la même hauteur que le bas du bâtiment ou du haut du puits à mesurer.
- Si le centre de l'astrolabe n'est pas à la même hauteur que le bas du bâtiment ou du haut du puits à mesurer, il faut tenir compte de sa hauteur dans le calcul final.
- Viser par les trous des pinnules de l'alidade, le sommet du bâtiment ou le fond du puits.



Cosimo Bartli, 1564, Del modo di misurare.

Mesure de la profondeur d'un puits



*Dominique Jacquinot, 1625,
L'usage de l'un et autre Astrolabe particulier et universel.*

→ Noter la position du bord fin de l'alidade sur :

- ♦ l'échelle *ombre verse* si l'angle de visée est inférieur à 45°,
- ♦ l'échelle *ombre droite* si l'angle de visée est supérieur à 45°

→ Le côté du carré est 12 donc par proportionnalité on a pour :

- ♦ l'échelle *ombre verse*,

$$\frac{\text{lecture}}{12} = \frac{\text{hauteur du bâtiment}}{\text{distance (observateur-bâtiment)}}$$

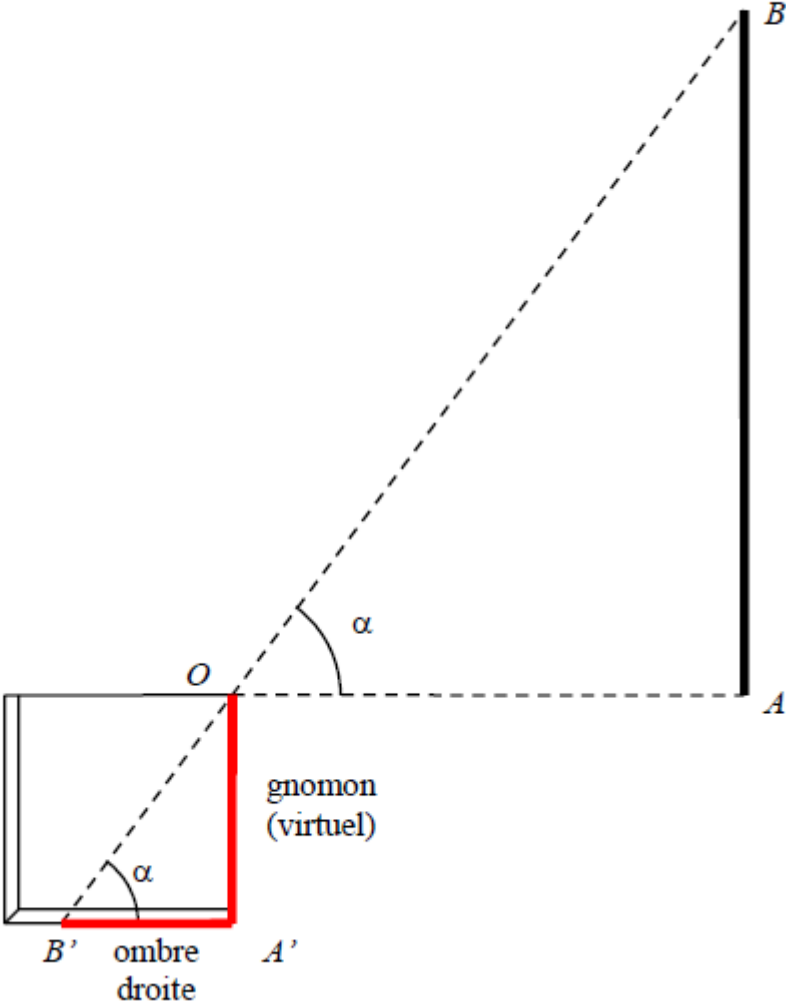
$$\Rightarrow \text{hauteur du bâtiment} = \frac{\text{lecture}}{12} \times \text{distance (observateur-bâtiment)}$$

- ♦ l'échelle *ombre droite*,

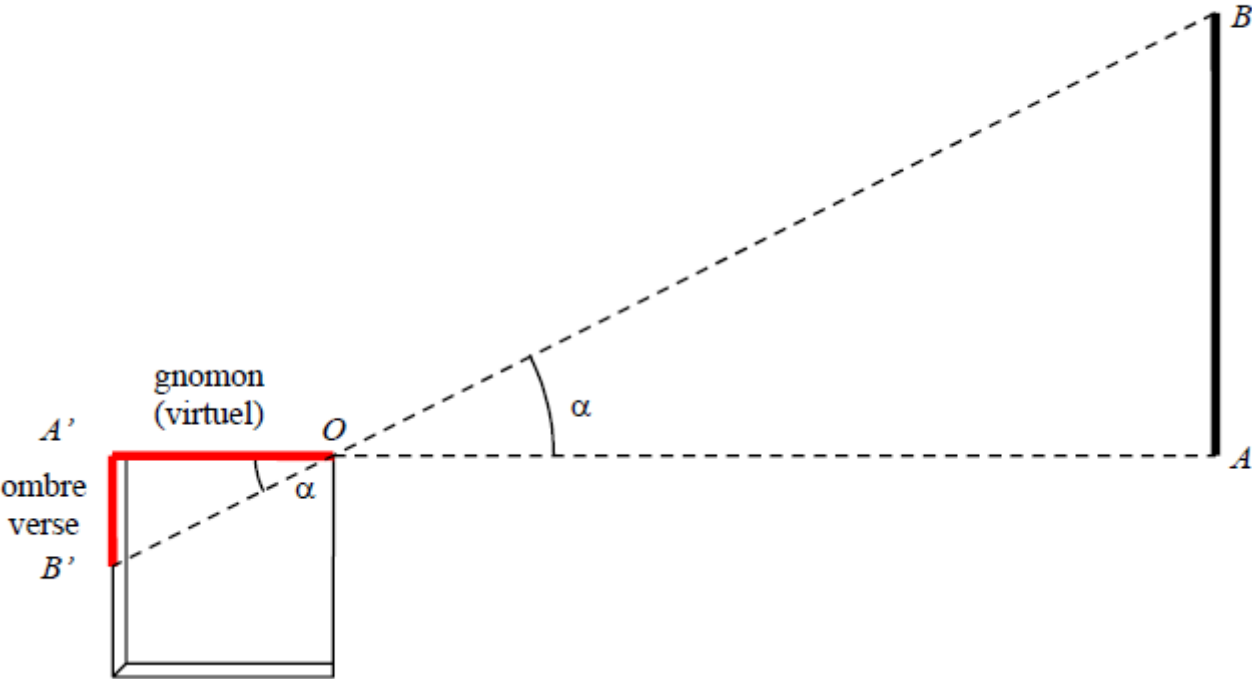
$$\frac{\text{lecture}}{12} = \frac{\text{distance (observateur-bâtiment)}}{\text{hauteur du bâtiment}}$$

$$\Rightarrow \text{hauteur du bâtiment} = \frac{12}{\text{lecture}} \times \text{distance (observateur-bâtiment)}$$

Angle de visée supérieur à 45°



Angle de visée inférieur à 45°



Ouvrages utilisés :

Astrolabes Cartes du ciel. Jean Noël Tardy – Edisud (1999)

Les instruments de l'astronomie ancienne. Philippe Dutarte – Vuibert (2006)

L'astrolabe planisphérique. Descriptif & Utilisations. Brigitte Alix

Les cadrans solaires. Denis Savoie. Belin. Pour la science (2007)

Astrophysique. classes de 1èreS options U₁ et U₃. CLEA. Jean Ripert. Lucienne Gouguenheim... Belin (1994)

Éphémérides préparées par le Bureau des Longitudes pour la Société Astronomique de France. Supplément à l'Astronomie de Janvier (1979)

Éphémérides nautiques. Bureau des longitudes. Dunod (1996)

Sites internet consultés :

http://lamap.inrp.fr/decouvertes/l_astrolabe_d_abu_behr_ibn_yussuf

<http://www.autodidacts.f2s.com/astro/>

http://www-obs.univ-lyon1.fr/labo/fc/cdroms/cdrom2003/cdtemps2003/astrolabe/astrolabe_lyon.pdf

<http://expositions.bnf.fr/ciel/math/pdf/astro2.pdf>

http://www-obs.univ-lyon1.fr/labo/fc/cdroms/cdrom2007/cd_hsa2007/astrolabe/astrolabe.pdf