

## MISE EN STATION d'un instrument astronomique



Tout instrument d'astronomie est mobile suivant deux axes de rotation pour pouvoir être pointé sur tout endroit du ciel. La mise en station ou calage d'un instrument est le positionnement de ses axes de rotation afin qu'ils soient dans des directions précises par rapport à la Terre.

Pour viser dans le ciel, on suppose que tous les objets se trouvent placés sur une grande sphère centrée sur l'observateur, la **sphère céleste**. Sur cette sphère on repère l'**équateur**, intersection du plan équatorial terrestre et la sphère céleste, le **pôle**, intersection de l'axe de rotation de la Terre et de la sphère.

Le Soleil au cours de l'année décrit sur le ciel un grand cercle appelé **écliptique**. Lorsque le Soleil, à l'équinoxe de printemps passe de l'hémisphère sud à l'hémisphère nord, il traverse l'équateur en un point choisi pour d'origine sur l'équateur : **point vernal** ou **point  $\gamma$** .

On définit aussi le zénit comme le point de la sphère céleste à la verticale de l'observateur. Chacun de nous à son zénit qui n'est pas celui du voisin.

Les astronomes repèrent les objets sur la sphère céleste à l'aide de coordonnées angulaires. Tout instrument d'astronomie digne de ce nom aura donc des cercles gradués qui permettront de l'orienter sur le ciel, chaque cercle correspondant à un axe de rotation.

### Instruments azimutaux

On se place dans un système de **coordonnées horizontales** (figure 1). Le plan de référence est l'horizon et les directions de référence sont le sud et le zénit. Un point sur la sphère céleste est repéré par

- son **azimut  $a$**  : angle SOH, il est compté de 0 à 360E dans le sens rétrograde.

- sa **hauteur  $h$**  : angle HOA, il est toujours positif. Son complément ZOA est la **distance zénitale  $z$** .

Calage : une monture azimutale n'a pas besoin pour un instrument d'amateur d'avoir un calage précis, puisqu'il faudra de toute façon le mouvoir suivant ses deux axes continuellement pour suivre l'objet. Mais si l'on calcule à partir des coordonnées équatoriales et les formules de transformation les coordonnées horizontales d'un astre, il vaut mieux que l'appareil soit calé approximativement.

L'axe principal doit être vertical, ce qui peut se faire par un niveau à bulle ou un fil à plomb suivant la forme de la monture. La direction nord-sud peut être obtenue par une boussole ou en pointant la polaire. Le calage de la graduation des hauteurs se fait sur la polaire, dont la hauteur est approximativement la latitude du lieu (figure 3).

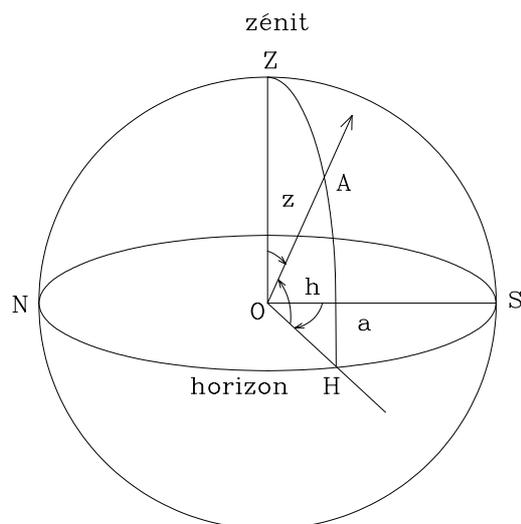


Figure 1 - Coordonnées horizontales.

## Instruments équatoriaux

L'axe principal de l'instrument doit être orienté parallèlement à l'axe de rotation de la Terre. Pour suivre un objet céleste, il suffira alors de compenser simplement la rotation de la Terre en le faisant tourner suivant son axe principal à la bonne vitesse (un tour en 24 heures sidérales).

**Coordonnées horaires** : on définit (figure 2) sur la sphère céleste le pôle, point où l'axe de rotation de la Terre perce la sphère céleste, à côté de l'étoile polaire, et le plan équatorial qui coupe la sphère céleste suivant un grand cercle.

- l'**angle horaire  $H$**  est l'angle EOP, il est compté en heures d'angle (24 heures = 360E, 1 heure = 15E).

- la **déclinaison  $\delta$**  est l'angle POA entre l'équateur et l'objet, compté en degrés positivement pour les objets de l'hémisphère nord et négativement pour les objets de l'hémisphère sud.

Dans les éphémérides les positions des astres sont données en **coordonnées équatoriales** ascension droite et déclinaison. L'ascension droite est l'angle entre le méridien de l'objet et le méridien du point vernal  $\gamma$ . Pour avoir l'angle horaire, on utilise la relation très simple liant ascension droite, temps sidéral du lieu et angle horaire :

$$H = T - \alpha$$

### Calage rapide

L'instrument est supposé bien construit, ses deux axes de rotation sont perpendiculaires l'un à l'autre; il faut amener son axe principal à être parallèle à l'axe de rotation de la Terre, les origines des graduations seront ajustées sur une étoile.

L'instrument étant réglé sur 90E en déclinaison, positionner la monture pour que l'instrument vise la polaire. En première approximation cela suffit pour regarder le ciel et suivre facilement un objet de façon satisfaisante dans un instrument à champ assez large.

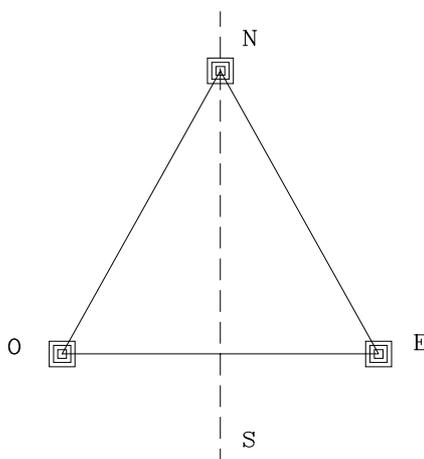


Figure 4 - positionnement des pieds.

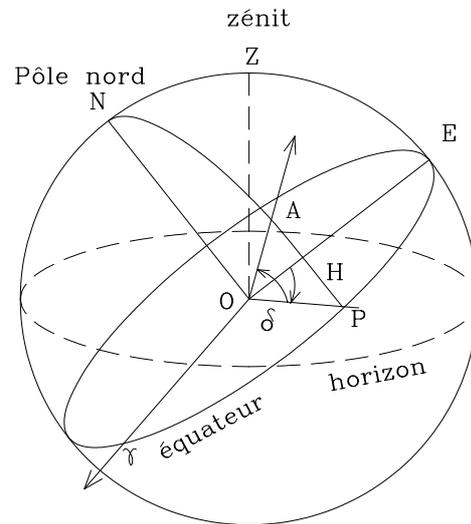


Figure 2 - coordonnées équatoriales.

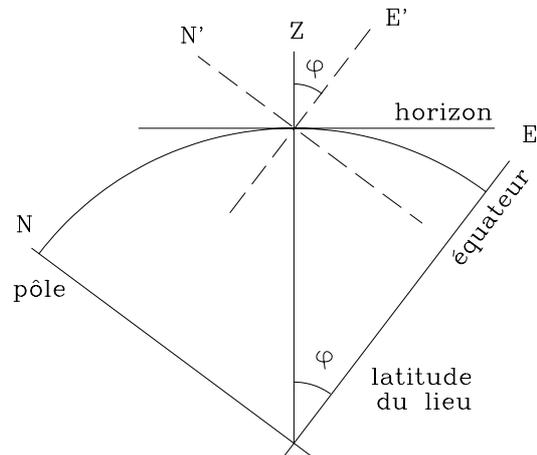


Figure 3 - pôle et latitude du lieu.

### Calage précis

Il faut s'assurer que les 3 pieds soient orientés Nord-Sud et Est-Ouest comme sur la figure 4. On fait d'abord un calage rapide. Puis l'alignement de l'axe principal de l'appareil se fait dans les directions nord-sud et est-ouest séparément et alternativement en itérant jusqu'à ce que le calage soit satisfaisant.

a) calage est-ouest dans plan méridien (figure 5).

On agira sur les pieds O et E en les baissant ou soulevant. Prenons le cas d'un axe trop à l'ouest. On vise une étoile aux alentours de 30E de déclinaison lors de son passage au méridien. Au bout de 5 mn environ, elle aura décrit sur la sphère céleste un arc de cercle EE'. Le centre de l'appareil dont l'axe est en Q trop à l'ouest aura décrit sur le ciel un arc EE'' de centre Q. L'étoile dans l'oculaire sera montée vers le nord (avec l'inversion, elle semblera plus au sud. Il faut donc basculer l'appareil vers l'est, soit en levant le côté O, soit en abaissant le côté E. L'amplitude est à déterminer avec un ou deux essais. Pour un axe incliné à l'est, on fait un raisonnement similaire.

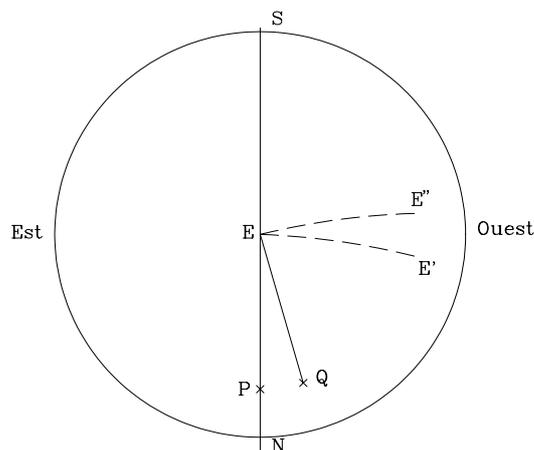


Figure 5 - décalage à l'ouest.

b) calage nord-sud en latitude (figure 6).

On pointe un objet de 30E de déclinaison nord à 6 heures du méridien, soit à l'est, soit à l'ouest. Supposons que notre objet est à l'est et que notre axe est trop au sud. Après quelques minutes de suivi, le centre de la lunette pointe en E'' alors que l'objet est en E'. L'objet est plus au nord (semble plus au sud avec l'inversion d'image). Il faut donc abaisser l'axe vers le nord en baissant le pied N ou en levant de la même quantité les pieds E et O.

Pour parfaire le réglage, on itère réglage est-ouest et réglage nord-sud.

Le réglage nord-sud est plus délicat, car au décalage de l'objet du au mauvais alignement de l'axe, se superpose l'effet de la réfraction qui près de l'horizon devient important. Il ne faut donc pas viser trop près de l'horizon et faire une correction qui tienne compte approximativement de l'effet de réfraction. On rappelle que la réfraction courbe le trajet du rayon lumineux dans l'atmosphère et ceci d'autant plus qu'il est près de l'horizon. A l'est, la réfraction amplifie la remontée de l'objet vers le nord, alors qu'à l'ouest la réfraction va faire descendre l'objet vers le sud-ouest.

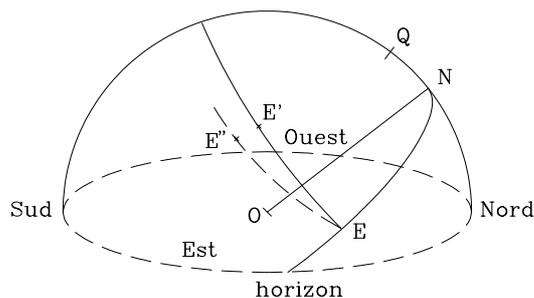


Figure 6 - décalage nord-sud.

### Changement de repère

Avec une petite calculatrice, il est intéressant de pouvoir, à partir des coordonnées équatoriales données dans les éphémérides, passer de celles-ci aux coordonnées horizontales.

Voici les formules qui permettent de faire la transformation.

$$H = T - \alpha$$

$$\cos z = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H,$$

$$\sin z \cdot \sin a = \cos \delta \cdot \sin H,$$

$$\sin z \cdot \cos a = -\cos \varphi \cdot \sin \delta + \sin \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H,$$

T : temps sidéral du lieu du moment d'observation,

$\varphi$  : latitude du lieu.

### Bibliographie et netographie

Lunettes et télescopes A. Danjon et A. Couder Editeur A. Blanchard 1979.  
Ciel et Espace nE hors série décembre 1986.

[http://www.astrosurf.com/skylink/doc\\_astro/pratique/king/artstaCD.html](http://www.astrosurf.com/skylink/doc_astro/pratique/king/artstaCD.html)  
<http://www.astrosurf.com/astronmade/Astuces07.htm>

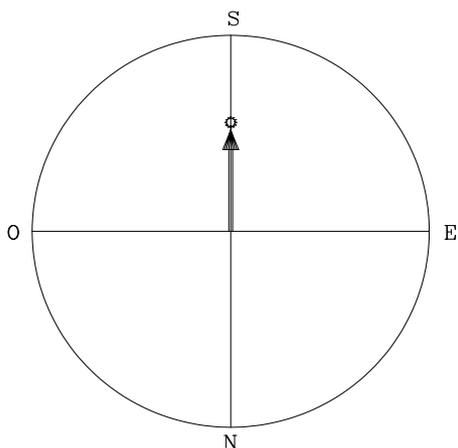
## PRATIQUE DU CALAGE SANS RÉFLÉCHIR

On suppose que l'image est inversée, on fait les corrections en fonction de ce que l'on observe.

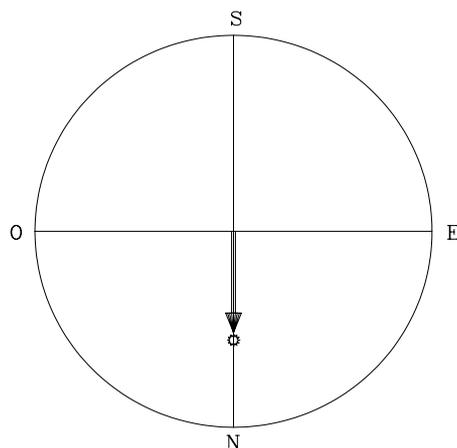
Le réglage se fait par petites touches successives.

### RÈGLAGE DANS LE PLAN MÉRIDIEN EST-OUEST

On vise une étoile proche de l'équateur à son passage au méridien



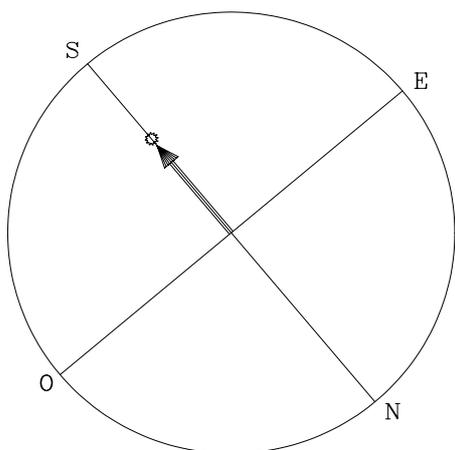
L'étoile monte vers le sud  
abaisser le pied ouest ou lever le pied est.



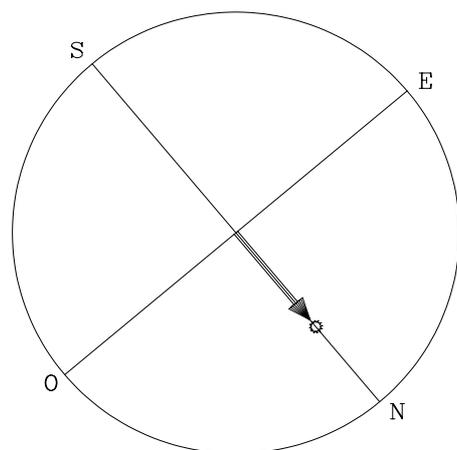
L'étoile descend vers le nord  
abaisser le pied est ou lever le pied ouest.

### RÈGLAGE EN LATITUDE NORD-SUD

On vise une étoile à l'est ou à l'ouest proche de l'équateur.



L'étoile monte vers le sud  
relever le pied nord.



L'étoile descend vers le nord  
abaisser le pied nord.