

# 1 Comment repérer un astre ?

Des pistes...

1 . Par sa direction, sa hauteur...

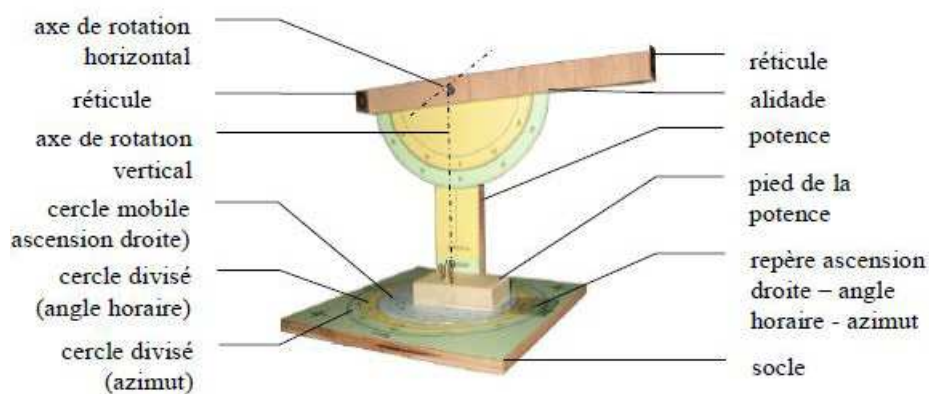
2 . Par sa position par rapport à d'autres astres bien repérés...

Pour 2, oui mais... comment repère-t-on les astres bien repérés ?

Pour 1, est ce que ce sont les mêmes informations quelque soit le lieu ? quelque soit la date ?

## 1.1 Un instrument de visée : le théodolite.

Il est possible d'en construire un en suivant les indications en fichier joint. ( CC n° 117)



- trois pièces : socle, potence, alidade
- les deux axes de rotation :
  - vertical passant par le zénith ( à l'opposé : c'est le nadir)
  - horizontal permettant de régler la hauteur de l'astre.
- Les graduations :
  - sur le socle : les points cardinaux, une graduation en degré avec 0 au Sud.  
(Remarque : les astronomes utilisent le plus souvent maintenant le 0 des géographes au Nord)  
Pour les autres graduations de 0 à 24 ( heures?) nous verrons plus tard.
  - les graduations fixées à l'alidade : deux graduations identiques en degré de -90 à +90.  
0° correspond à l'horizontale.

## 1.2 Utilisation du théodolite.

Positionner par rapport au Nord. (Boussole ou smartphone?)

Vérifier l'horizontalité du socle.

Le plan perpendiculaire au plan horizontal contenant les directions Nord et Sud est le plan du méridien local.

Régler l'index d'azimut ( sur le socle ) sur 82° .

Régler la hauteur de l'alidade sur 35°.

Viser...

Quelles sont les coordonnées du Soleil ?

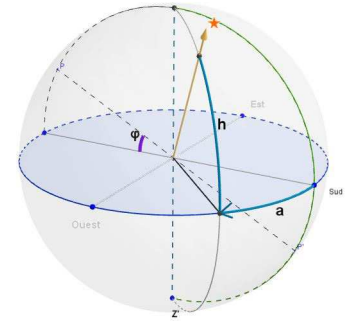
Attention, ne pas viser directement le Soleil : utiliser l'ombre projetée.

Les coordonnées ( **azimut, hauteur**) sont les **coordonnées horizontales**.

L'azimut **a** d'un astre est l' angle mesuré dans le sens rétrograde sur le cercle horizon ( Sud ou Nord selon les sources).

La hauteur **h** est l' angle mesuré sur le grand cercle passant par les pôles et l'astre depuis le cercle horizon.

Inconvénients? Variations au cours du temps et en fonction du lieu .



## 2 Quelques observations simples

### 2.1 Le mouvement apparent du soleil

#### 2.1.1 L'écliptique et le zodiaque

Observation d'un ciel virtuel avec Stellarium.

Afficher la grille azimutale.

le soleil le 03/12/19	heure de lever	passage au méridien	heure de coucher
avec atmosphère( apparent)			
sans atmosphère			

On fait apparaître la trajectoire apparente du Soleil dans le ciel.

C'est l'écliptique( touche "virgule" ).

Le mouvement annuel apparent du Soleil dans le ciel suit la ligne de l'écliptique.

On fait apparaître les lignes et les noms des constellations.

Repérer dans quelle constellation se trouve le soleil aujourd'hui.

Placer le Soleil sur le méridien ( c'est à dire au Sud) le 1 janvier 2017. Par un zoom élargir le champ de vue à 90° au moins.

Cliquer sur le Soleil, puis appuyer sur la barre espace : le Soleil restera au centre de l'écran.

Observer la position du Soleil sur le fond du ciel durant une année entière, de mois en mois quand il passe au méridien.

Quelles sont les constellations "visitées" par le Soleil au cours d'une année?

réponse : Ce sont les constellations du Zodiaque.

Quels objets célestes se trouvent au voisinage de l'écliptique?

réponse :La Lune, les planètes.

#### 2.1.2 Les solstices et les équinoxes.

Remplir les tableaux suivants :

passage au méridien du soleil	le 20/03/19	le 21/06/19	le 22/09/19	le 20/12/19
hauteur				
ascension droite				
déclinaison				
heure				

	le 20/03/19	le 21/06/19	le 22/09/19	le 20/12/19
azimut du lever				
azimut du coucher				

Les constellations du zodiaque se trouvent autour de l'équateur céleste, prolongement sur le ciel de l'équateur terrestre.

Faire apparaître l'équateur, en appuyant sur la touche "point" .

A quelles dates le Soleil est-il à la fois sur l'équateur et sur l'écliptique?

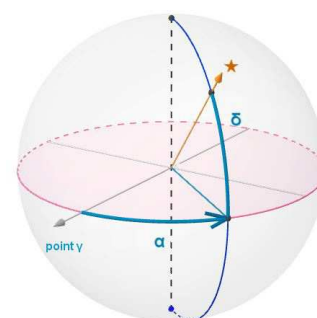
La position pour laquelle le Soleil est à la fois sur l'équateur et sur l'écliptique au printemps, s'appelle le **point vernal** ou **point  $\gamma$** .

Le zéro des ascensions droites est le point vernal, appelé point  $\gamma$ .

L'ascension droite  $\alpha$  d'un astre est l'angle mesuré dans le sens direct sur le cercle exprimé en heures. (1heure=15°, 4min=1°)

La déclinaison  $\delta$  d'un astre est l'angle mesuré sur le grand cercle passant par les pôles et l'astre depuis le cercle équateur ( du Pôle Sud -90° au Pôle Nord +90°)

Et l'azimut? On rappelle qu'au passage au méridien par définition c'est 0° ou 180° suivant que l'on se repère à partir du Sud ou du Nord.



### 2.1.3 La course du Soleil

On utilise le parapluie des constellations ( HS 11 Cahiers Clairaut les constellations pour le construire )

#### La sphère céleste :

Son centre peut être considéré comme le centre de la Terre.

Comme la Terre est petite par rapport aux distances aux étoiles, chaque point de la Terre peut être considéré comme le centre de la sphère céleste.

Évidemment toutes les étoiles ne sont pas à la même distance de la Terre ( sphère des Fixes des anciens ) : un point de la sphère céleste représente seulement la direction d'un astre.

L'équateur céleste est l'intersection du plan de l'équateur terrestre avec la sphère céleste.

On place le Soleil au 6 février 2019.

On simule le mouvement diurne du Soleil en utilisant le plan horizontal.

Le mouvement se fait autour d'un axe perpendiculaire au plan équatorial : c'est l'axe des pôles.

On définit ainsi le pôle nord céleste et le pôle sud céleste.

On peut se représenter la course du Soleil sous d'autres latitudes : au pôle Nord, sous le tropique du capricorne, l'équateur, le tropique du cancer .

Pour l'hémisphère sud, on pourra utiliser Stellarium.

## 2.2 Le mouvement apparent des étoiles

### 2.2.1 Les constellations visibles cette nuit à Lyon

Avec le parapluie des constellations...

Faire se coucher le Soleil aujourd'hui à Lyon. Quelles sont les constellations visibles...

- en début de nuit
- en milieu de nuit
- en fin de nuit.
- Et dans trois mois?

Elles décrivent des grands cercles parallèles à l'équateur.

### 2.2.2 Le jour sidéral : avec Stellarium.

Avec Stellarium

heure de passage au méridien	Spica	Arcturus	Rigel
le 03/12/19			
le 04/12/19			
le 05/12/19			

Chaque jour une étoile passe au méridien 4 minutes plus tôt que la veille.

La durée qui sépare deux passages d'une étoile au méridien local est le jour sidéral.

Les étoiles ont un mouvement apparent annuel.

Lever héliaque de Sirius : Sirius ( Constellation du grand Chien) se lève juste avant le Soleil. Dans l'Egypte Ancienne cet événement annonçait la crue du Nil ( canicule).

D'un jour à l'autre chaque étoile passe au méridien à une heure différente de la veille : environ 4 minutes plus tôt. Expliquons ces 4 minutes...

Le **jour sidéral** est la durée qui sépare deux passages d'une étoile lointaine au méridien. Il est indépendant de la rotation de la Terre autour du Soleil.

Le jour solaire est la durée qui sépare deux passages du Soleil au méridien. Problème : il est variable!

24 heures c'est la durée d'un **jour solaire moyen**.

Calcul de la durée d'un jour sidéral Le jour sidéral est le temps mis par la Terre pour tourner de  $360^\circ$  sur elle-même.

Considérons un observateur terrestre pour lequel le Soleil passe au méridien.

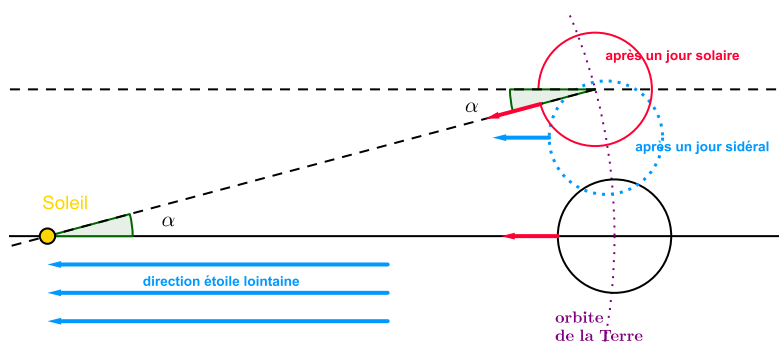
En un jour sidéral, la Terre a avancé sur son orbite. Mais le Soleil n'est pas encore au méridien de l'observateur.

Il faudra que la Terre tourne encore pour retrouver le Soleil au méridien de l'observateur.

Il se sera alors écoulé un jour solaire, c'est à dire 24 heures.

En 24 heures, la Terre a tourné d'un angle  $\alpha = \frac{360}{365.25}^\circ$  autour du Soleil et de  $360^\circ + \alpha$  sur elle-même.

On a  $360 + \alpha = 360 \left(1 + \frac{1}{365.25}\right) = \frac{360 \times 366.25}{365.25}$ .



Réponse : 23h56m4s

### 2.2.3 Mouvement diurne, mouvement annuel

Rigel	heure de lever	passage au méridien	heure de coucher
le 03/12/19			
le 03/03/20			

Rigel	azimut	hauteur
le 03/12/19 à 23 h		
le 03/03/20 à 17 h		
le 03/03/20 à 23 h		

Remarques?

Regardons en direction du nord.

Suivons Dubhé, le bord supérieur droit de la casserole... sur une nuit...sur quelques semaines...

Le ciel a un mouvement apparent centré sur une étoile en particulier. Laquelle? Centrez-la et faites avancer le temps sur une journée...sur une année.

A la place de la grille azimutale, afficher la grille équatoriale.

On a prolongé l'équateur sur la voûte céleste. La ligne des pôles traverse la voûte céleste, pour l'hémisphère Nord, actuellement très près de l'étoile Polaire.

### 2.2.4 Mais où est le point $\gamma$ ?

Le point  $\gamma$  a un mouvement apparent diurne et annuel.

Il a le même mouvement d'ensemble que les étoiles : il passe chaque jour au méridien 4 minutes plus tôt que la veille...

Pour viser un astre dont on connaît les coordonnées équatoriales, on a besoin de connaître la position du point  $\gamma$  au moment de l'observation. C'est possible puisque par définition, il passe au méridien à l'équinoxe de printemps en même temps que le Soleil.

Le décalage entre le passage au méridien du Soleil et du point  $\gamma$  s'appelle le **temps sidéral**.

On peut le calculer ou bien le lire sur une horloge de temps sidéral : c'est l'**angle horaire** du point  $\gamma$ .

On a la correspondance :

coordonnées horizontales	coordonnées équatoriales
azimut	ascension droite
hauteur	déclinaison

Rigel	ascension droite	déclinaison
le 03/12/19 à 23 h		
le 03/03/20 à 17 h		
le 03/03/20 à 23 h		

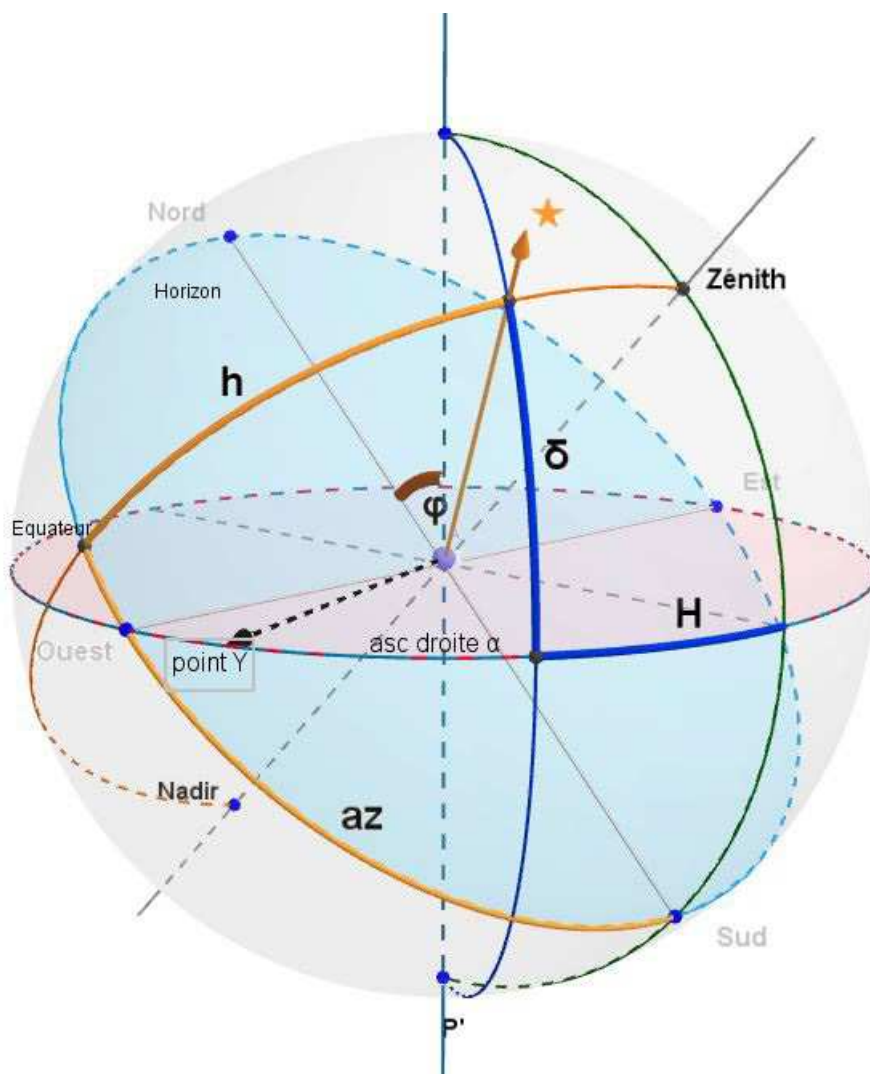
Remarques?

Quelles sont les constellations qui ne passent jamais sous l'horizon? Les constellations circumpolaires : des constellations qui ne se couchent jamais sous nos latitudes.

La Grande Ourse, Petite ourse, Cassiopée, Dragon, Céphée, Girafe, Lynx, Persée.

La constellation du Cygne est-elle visible toute l'année? Triangle d'été.

Constellation d'Orion? la belle des ciels d'hiver.



voir le site de la formation continue du CRAL-Observatoire de Lyon pour des animations sur les coordonnées.

Site de la formation continue du CRAL rubrique astrogebra

### 2.3 Retour au théodolite

On pose le théodolite sur un support équatorial. On l'oriente Nord/Sud.

- Si on connaît le temps sidéral, l'ascension droite et la déclinaison d'un astre (à partir d'un catalogue d'étoiles), on peut viser cet astre.

On règle le zéro des ascensions droites (donc le point  $\gamma$ ) en fonction du temps sidéral. On place l'index en fonction de l'ascension droite de l'astre cherché.

- Si on connaît l'ascension droite et la déclinaison d'un astre, en visant l'astre, on peut trouver le temps sidéral.

On vise l'astre. On fait tourner le disque des ascensions droites pour amener l'index sur l'ascension droite voulue. On lit le temps sidéral en face du zéro des ascensions droites.

- Si on connaît le temps sidéral, en visant un astre, on peut connaître ses coordonnées équatoriales.

On vise l'astre. On décale le zéro des ascensions droites de la valeur du temps sur le disque de l'angle horaire. L'index donne l'ascension droite de l'astre.

bibliographie : HS des cahiers clairaut HS11 Constellations HS12 Astronomie de Base CC 117 theodolite