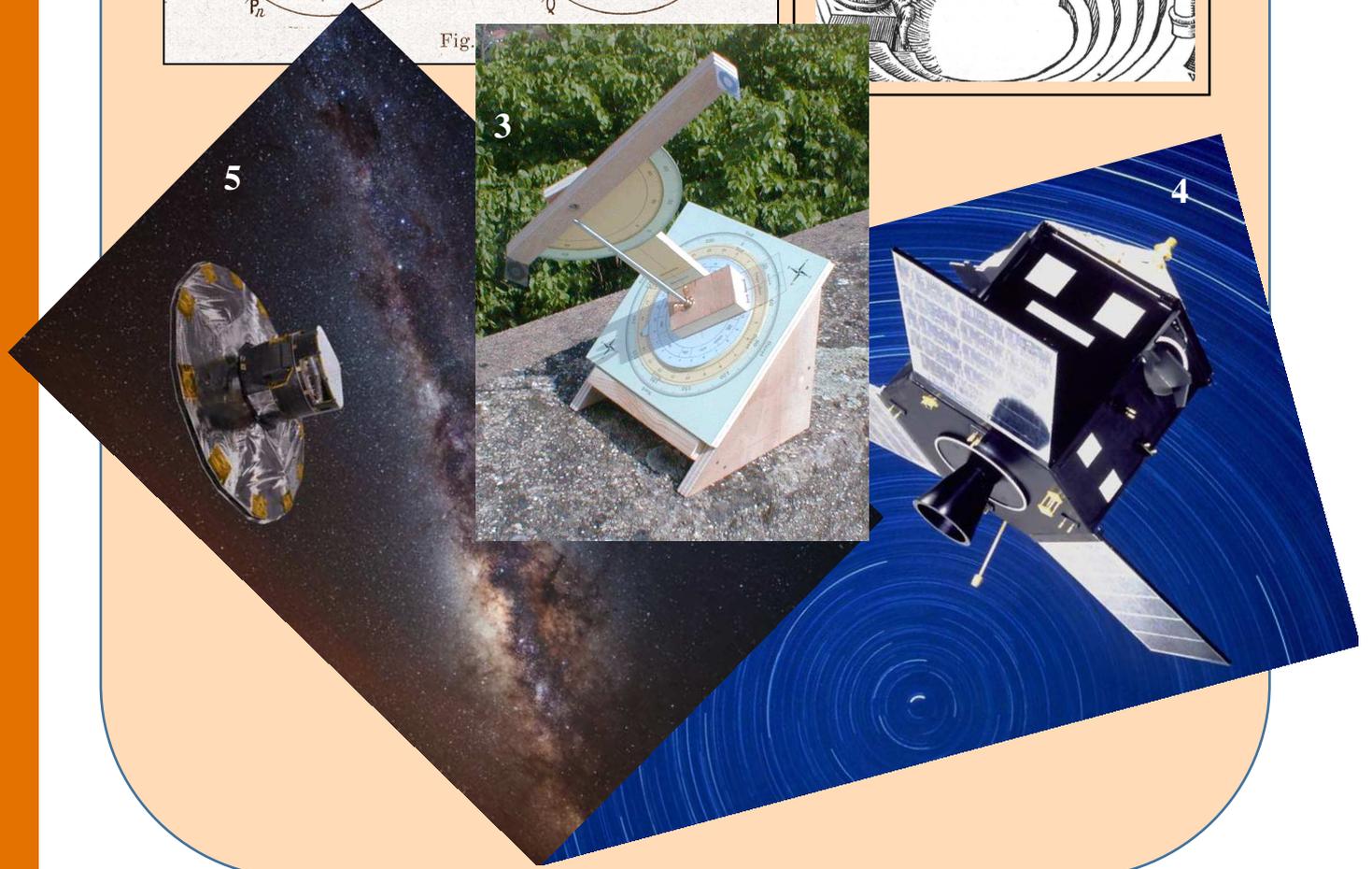
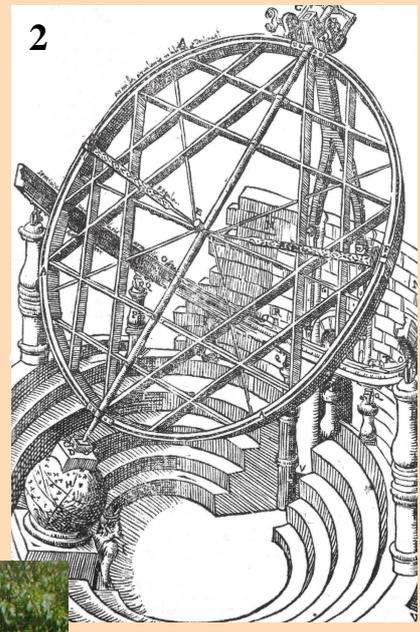
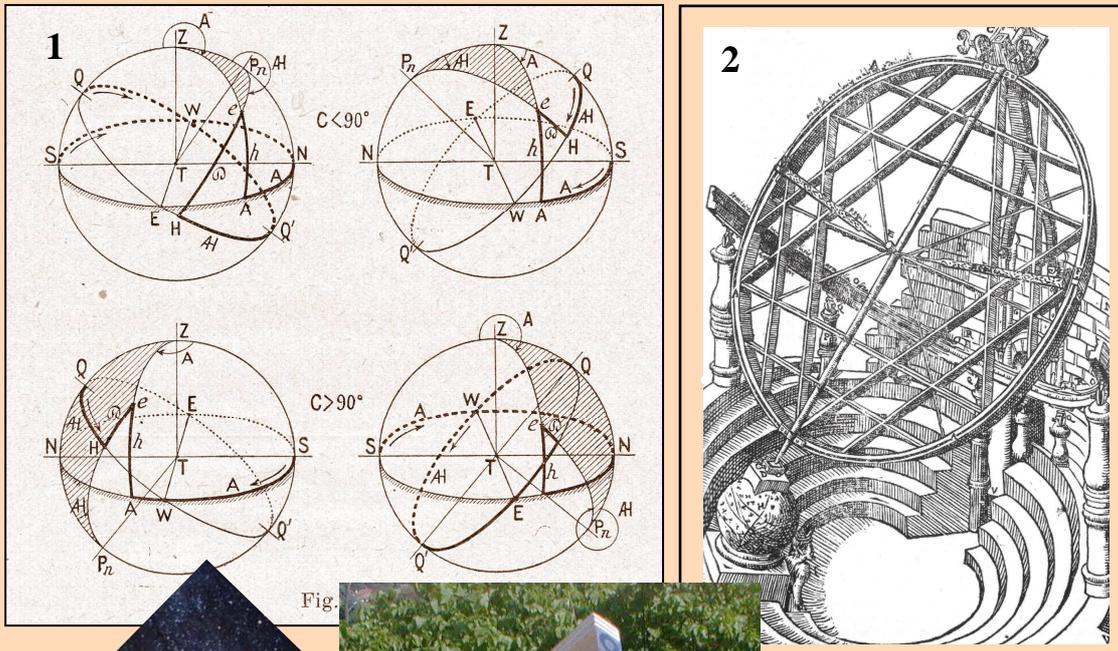


THÈME : REPÉRAGE



1. Schéma accompagnant des calculs de latitude dans un livre de navigation. On reconnaît le plan de l'horizon, les points cardinaux, le zénith, le plan de l'équateur, l'azimut A de l'étoile e , sa hauteur h , l'angle horaire AH , la déclinaison D . **2.** Grand cercle équatorial de Tycho Brahé. **3.** Théodolite permettant de mesurer directement les coordonnées d'un astre, soit en coordonnées horizontale, soit en coordonnées équatoriales (image), le support pour les coordonnées équatoriales est calculé en fonction de la latitude de l'observateur. **4.** Satellite Hipparcos. **5.** Satellite Gaia.

Les coordonnées célestes, notions de base

Francis Berthomieu, Pierre Causeret

Comment repérer la position d'un astre dans le ciel ?
Le plus simple est d'utiliser les coordonnées dites sphériques :

- deux angles suffisent pour savoir dans quelle direction se trouve l'astre ;
- si on donne en plus sa distance, on connaît alors sa position précise dans l'espace.

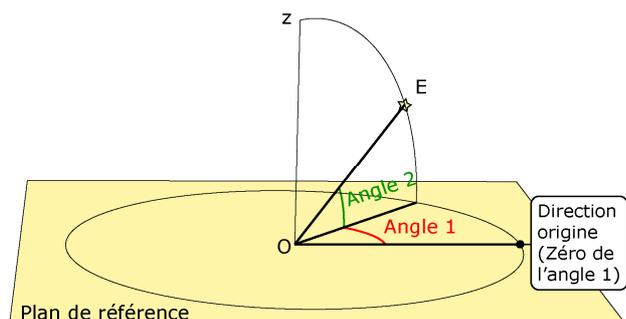


Fig.1. Principe des coordonnées sphériques. L'angle 1 est mesuré dans le plan appelé ici plan de référence. L'angle 2 est l'angle entre (OE) et le plan de référence.

On utilise ce type de système pour repérer un point à la surface de la Terre : dans ce cas, le plan de référence est le plan de l'équateur ; l'angle 1 s'appelle la longitude et est mesuré à partir de l'intersection du méridien de Greenwich et du plan de l'équateur ; l'angle 2 est la latitude¹.

Pour se repérer dans le ciel, différents types de coordonnées existent. En voici trois, utilisant tous le même principe des coordonnées sphériques.

Les coordonnées horizontales

Ce sont les coordonnées les plus naturelles pour un observateur sur Terre puisque le plan de référence est le plan horizontal.

Coordonnées horizontales	
Plan de référence	Le plan horizontal de l'observateur
Oz	Zénith
Zéro de l'angle 1	Deux conventions existent : le sud pour les astronomes, le nord pour les géographes.
Angle 1	Azimut, en degrés, dans le sens indirect, de 0 à 360°.
Angle 2	Hauteur, en degrés, de -90° (nadir) à + 90° (zénith)

¹ Il s'agit ici de latitude géocentrique.

Principal inconvénient de ce système : les coordonnées d'un astre changent continuellement à cause de la rotation de la Terre. Quand le Soleil se couche par exemple, sa hauteur diminue pour devenir négative et son azimuth augmente (dans l'hémisphère nord).

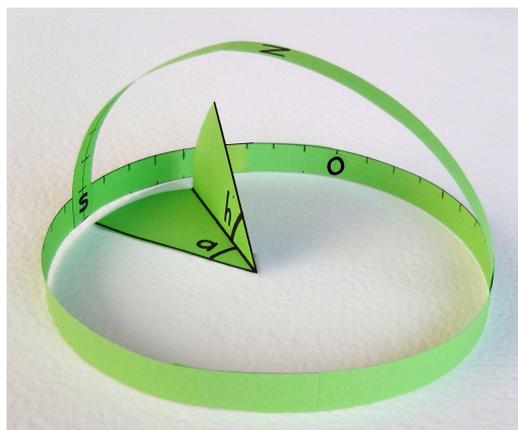


Fig.2a. Découpage simple illustrant les coordonnées horizontales, azimuth (a) et hauteur (h).

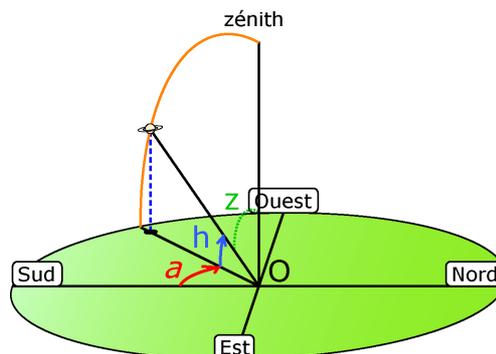


Fig.2b Schéma explicatif. En plus de a et h, on utilise parfois aussi la distance zénithale, angle entre la direction du zénith et la direction de l'astre. Elle varie de 0 à 180°.

Les coordonnées équatoriales

Coordonnées équatoriales	
Plan de référence	Le plan de l'équateur
Oz	Pôle nord céleste
Zéro de l'angle 1	Point vernal (voir figure 4)
Angle 1	Ascension droite α , en h, min et s ² , de 0 à 24 h.
Angle 2	Déclinaison δ , en degrés ; de -90° (pôle sud céleste) à +90° (pôle nord céleste)

² Heures minutes et secondes d'ascension droite sont bien des angles. Comme 24 h correspondent à un tour complet ou 360°, on a : 1 h d'AD = 15° ; 1 min d'AD = 15' ; 1 s d'AD = 15".

Ce repère est fixe par rapport aux étoiles³. Ce qui permet de faire des catalogues d'étoiles avec leurs coordonnées, ascension droite et déclinaison.

Le plan de référence est le plan de l'équateur céleste, prolongement de l'équateur terrestre, et l'angle 1 (l'ascension droite) est mesuré à partir du point vernal, direction du Soleil à l'équinoxe de printemps (figure 4).

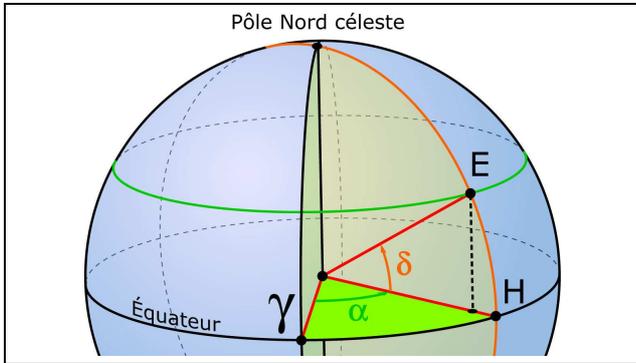


Fig.3. Les coordonnées équatoriales, ascension droite (α) et déclinaison (δ). L'ascension droite (AD) se note aussi souvent RA (right ascension en anglais).

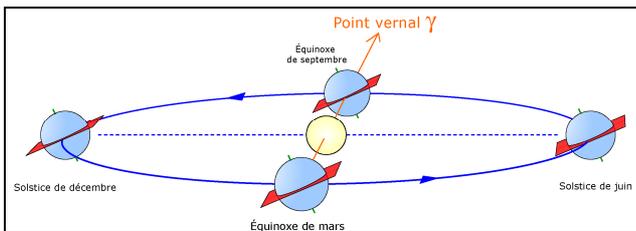


Fig.4. Le point vernal, noté γ est la direction du Soleil à l'équinoxe de printemps. Il sert de direction origine pour les coordonnées équatoriales et écliptiques. Il est situé à la fois dans le plan de l'équateur (représenté en rouge) et dans le plan de l'écliptique (ligne bleue). Il se déplace lentement par rapport aux étoiles avec une période de 26 000 ans (précession des équinoxes). De ce fait, on donne les coordonnées d'étoiles pour une position précise du point vernal, par exemple le 1^{er} janvier 2000 (coordonnées J2000.0).



Fig.5. On a placé sur la France un repère équatorial en rouge (le plan de référence est bien parallèle à l'équateur) et un repère horizontal en vert.

³ Si on ne tient pas compte de la précession des équinoxes.

Les coordonnées écliptiques

Le plan de référence est cette fois le plan de l'orbite terrestre ou plan de l'écliptique. Ces coordonnées sont utilisées dans le Système solaire, en particulier pour les planètes.

Coordonnées écliptiques	
Plan de référence	Le plan de l'écliptique (plan de l'orbite terrestre)
Oz	Pôle nord de l'écliptique
Zéro de l'angle 1	Point vernal.
Angle 1	Longitude écliptique, en degrés, de 0 à 360°, dans le sens direct.
Angle 2	Latitude écliptique ; de -90° à $+90^\circ$.

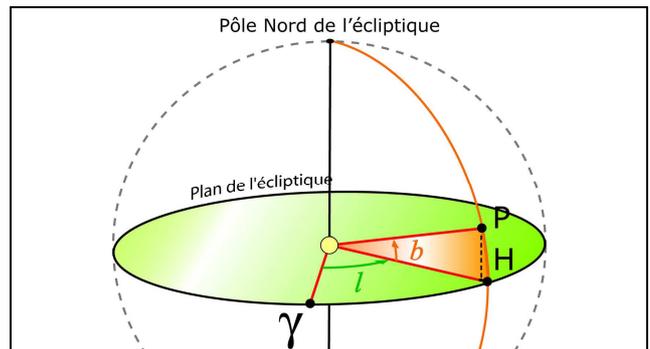


Fig.6. Coordonnées écliptiques.



Fig.7. Coordonnées équatoriales (en rouge) et écliptiques (en bleu). L'angle entre les deux plans de référence est de $23^\circ 26'$. On peut comparer cette maquette avec la figure 4.

Il existe d'autres types de coordonnées comme les coordonnées galactiques (le plan de référence est alors le plan de la Galaxie et la direction origine est son centre) ou les coordonnées horaires (avec le plan de l'équateur comme plan de référence et son intersection avec le méridien du lieu comme direction origine).