

AVEC NOS ÉLÈVES

L'astronomie du bout des doigts, « l'équerre d'astronome »

Jacques AURIAU, Astronomie Côte Basque

L'auteur nous propose une activité qu'il met en œuvre dans des clubs d'astronomie du Pays-Basque. Elle permet de visualiser par pliage un certain nombre d'angles et de lignes que l'on retrouve sur le globe terrestre et dans le mouvement apparent du Soleil. Cette méthode mériterait d'être testée en milieu scolaire.

Pourquoi ce titre ?

Lors d'un exposé, pour répondre à une question qui m'a été posée : « comment peut-on situer dans le ciel la position du Soleil avec précision le jour de l'été », m'est venue l'idée d'utiliser un pliage papier tiré de mes notes de conférence, et j'ai pu répondre à la question.

Quelle est ma démarche ?

Que les personnes s'approprient, grâce au corps et à des gestes simples, des notions fondamentales de l'astronomie :

- pour l'astronomie de jour, ce sera la course du Soleil, les mouvements de la Terre et leurs conséquences ;
- pour les cadrans solaires, leur fonctionnement (heure, orientation, positionnement ...)
- pour l'astronomie de nuit, la course des planètes, les élongations, les rétrogradations, les rotations de champs, l'astrométrie, les coordonnées, etc.

Le matériel :

- une feuille de papier format A4 et deux mains valides ;
- un plan horizontal ou une main horizontale ;
- une paire de ciseaux et un stylo feutre.

Manipulation :

Après chaque étape, il sera posé une question en lien avec le pliage effectué, afin de m'assurer d'une bonne terminologie.

On demande de plier une feuille en deux n'importe comment (pas bord à bord), [note de l'auteur : pour vérifier si l'interlocuteur est de style scolaire dans son apprentissage] (figure 1).

Question (Q) : comment peut-on appeler cette ligne de pliure en utilisant des termes de géométrie ?

Réponse attendue (RA) : il s'agit d'une ligne droite (ou un segment).



Q : si je pose cette droite au contact d'une surface plane et horizontale, comment s'appellera cette droite ?

RA : une droite horizontale (ou un segment horizontal).

Pliez cette droite horizontale bord à bord (figure 2).



Q : si je laisse l'ancienne ligne horizontale pliée dans un plan horizontal, comment s'appelle la nouvelle ligne de pliure qui ira de haut en bas ?

RA : une droite perpendiculaire ou une droite verticale.

Q : quelle est la direction montrée par cette droite verticale dirigée vers le haut ?

RA : le zénith (de l'arabe zana'a, monter).

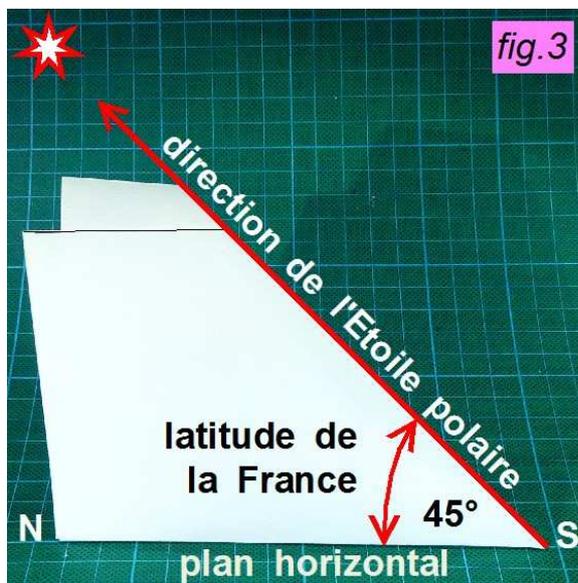
Q : quelle est la direction montrée par cette droite verticale dirigée vers le bas ?

RA : le nadir (mot arabe pour opposé).

Q : quel est l'angle formé entre la droite horizontale et cette perpendiculaire ? (question pour les enfants)

RA : un angle droit.

Pliez cet angle droit en mettant bord à bord la droite horizontale et la droite perpendiculaire (figure 3).



Q : quelle est la valeur de cet angle obtenu ?

RA : 45°.

Q : si je place l'arête dans un plan vertical contenant la direction nord-sud (la pointe vers le sud), que pointe cette arête vers le haut ?

RA : l'étoile Polaire.

En France, la hauteur de l'étoile Polaire est de 45° à la latitude de Bordeaux.

On peut, de manière simplifiée, dire que la hauteur de l'étoile polaire au-dessus de l'horizon est égale à la latitude du lieu.

Je plie cet angle de 45° en deux, soigneusement bord à bord (figure 4).



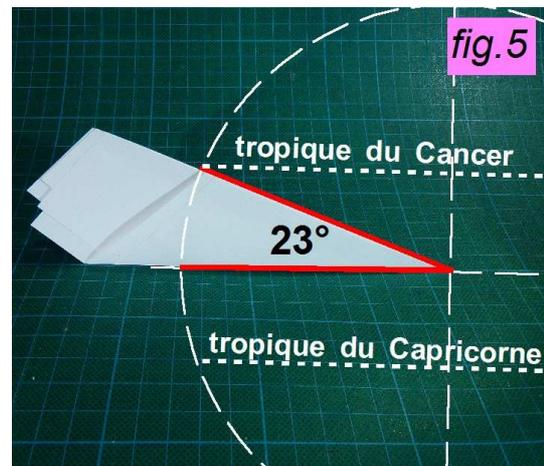
Q : quelle est la valeur de cet angle ?

RA : 22,5° (que je propose d'arrondir à 23°).

Q : à quoi correspondent ces 23 ?

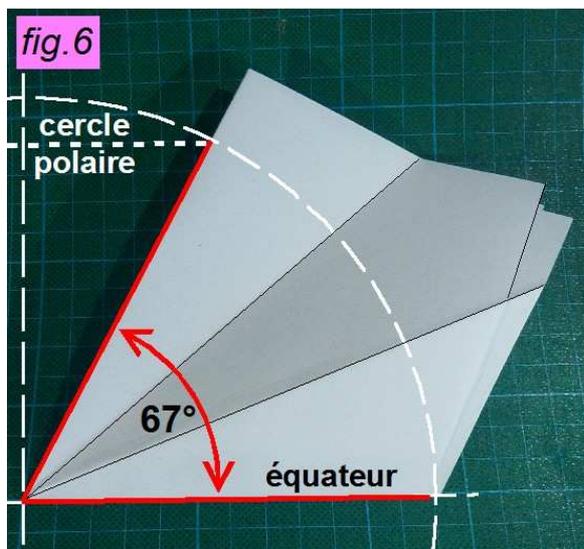
RA : c'est la valeur approchée (23° 26') de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport à la perpendiculaire au plan de l'écliptique dans son voyage au cours de l'année.

Cet angle de 23° est la valeur approchée de la latitude des tropiques par rapport à l'équateur terrestre (figure 5).



Le terme tropique a pour origine le mot grec « tropikos » (retourner) : c'est au moment des solstices (du verbe latin sistere : sembler s'arrêter) que le Soleil, arrivé à la verticale des tropiques, entame sa « marche en arrière ».

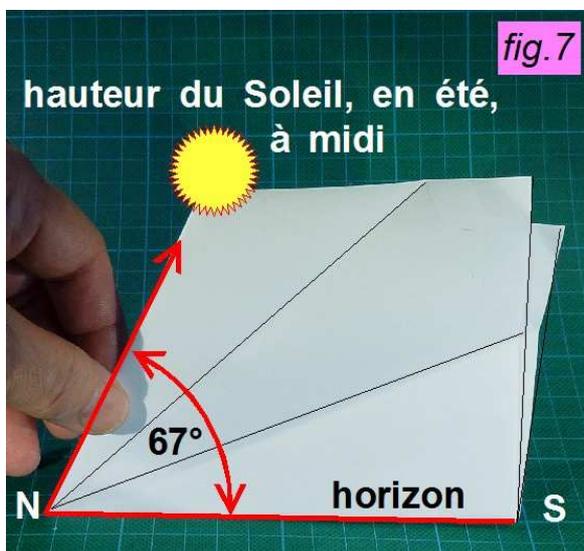
Je déplie la feuille et ne garde que 3 sections de notre pliage (3 × 22,5 = 67,5 (que j'arrondis à 67), nombre approchant de la latitude des cercles polaires (66° 33') (par rapport à l'équateur terrestre) (figure 6).



Cercles polaires : cercles déterminant, au moment des solstices, des zones polaires soit totalement éclairées sur plusieurs jours, soit totalement dans la nuit sur plusieurs jours.

Le cercle polaire arctique tire son nom du mot arktos (ours).

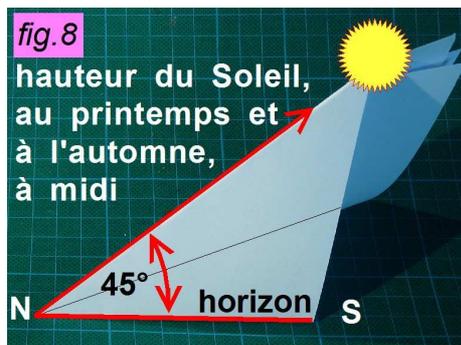
Nous gardons ces trois mêmes sections (angle arrondi à 67°), que nous plaçons dans un plan vertical contenant la direction nord-sud, une arête placée dans le plan horizontal (la pointe vers le nord), (figure 7).



Q : que montre l'arête montante vers le sud de cet angle de 67° ?

RA : la hauteur du Soleil à midi solaire le jour de l'été.

Nous replions une des trois sections pour avoir un angle de 45° et gardons la même position (figure 8).



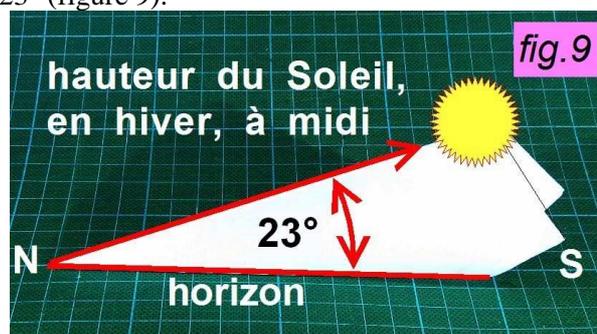
Q : quelle est la direction montrée par cette arête ?

RA : la direction du Soleil à midi solaire, les jours de l'équinoxe de printemps et de l'équinoxe d'automne.

Équinoxe : equi = égalité ; nox = nuit.

Tous les habitants de la Terre ont les mêmes heures de lever et de coucher de Soleil et la durée d'ensoleillement est égale à la durée de la nuit (12 h + 12 h).

Nous replions pour retrouver notre angle arrondi à 23° (figure 9).



Q : quelle direction montre maintenant, par rapport à l'horizon, l'arête montante vers le sud ?

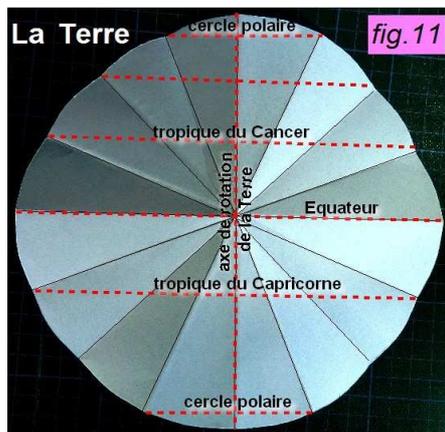
RA : la hauteur du Soleil à midi solaire le jour de l'hiver.

Avec les ciseaux, découpez le pliage (suivant la photo) en veillant à ce que toutes les épaisseurs de papier soient coupées en même temps, et en donnant une découpe légèrement arrondie (figure 10).



Dépliez le pliage.
On va obtenir une forme circulaire avec une série de plis à $22,5^\circ$ (23°).
Elle représentera la Terre.

Je trace suivant une ligne de pliage de haut en bas l'axe de rotation de la Terre.
Mettre le Pôle Nord en haut et le pôle Sud en bas le long de ce trait (figure 11).



Je trace une ligne perpendiculaire de droite à gauche suivant une ligne de pliage afin d'obtenir l'équateur. À partir de la première ligne de pliage au dessus de l'équateur qui intercepte le cercle extérieur, je vais tracer une parallèle à l'équateur jusqu'à l'autre ligne de pliage.

Q : comment s'appelle cette ligne remarquable ?
RA : ce parallèle remarquable s'appelle le Tropique du Cancer.

Q : d'où vient le terme « Cancer » ?
RA : le jour où le Soleil se trouve à la verticale du Tropique (solstice de juin), vu depuis la Terre, le Soleil se trouve devant les étoiles de la constellation du Cancer (historiquement).

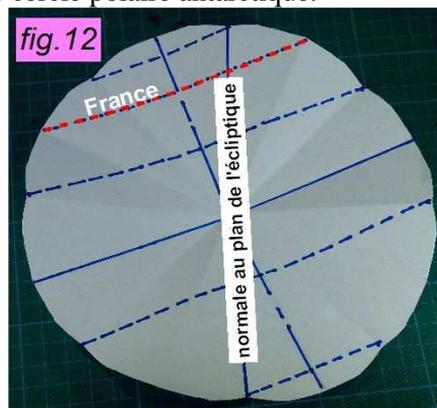
On fait la même chose pour l'hémisphère sud
Q : qu'obtient-on ?
RA : le Tropique du Capricorne.

Q : d'où vient le terme « Capricorne » ?

RA : le jour où le Soleil se trouve à la verticale du Tropique (solstice de décembre), vu depuis la Terre, le Soleil se trouve devant les étoiles de la constellation du Capricorne (historiquement).

La même chose au pôle Nord.
Q : qu'obtient-on ?
RA : le cercle polaire arctique.

La même chose au pôle Sud.
Q : qu'obtient-on ?
RA : le cercle polaire antarctique.



La ligne rejoignant les pliages situés à égale distance entre le pôle N et l'équateur nous permettra de tracer le parallèle de la France (45° à Bordeaux).

À l'aide de cette construction, nous sommes passés par plusieurs inclinaisons des arêtes représentant un rayon de Soleil dirigé vers la Terre. L'ensemble de ces inclinaisons représentant la variation de la hauteur du soleil au cours de l'année, perçue depuis la France, correspond à des variations de climats (climat vient d'un mot grec signifiant incliné).

Les régions climatiques sont bien déterminées par l'inclinaison avec laquelle les rayons solaires arrivent jusqu'au sol, et leur durée d'ensoleillement.

Pour mémoire, pour la France, la durée moyenne d'ensoleillement est de 16 h en été, 8 h en hiver, et 12 h au printemps et à l'automne.

N'oubliez pas de vous réabonner rapidement.

Avant l'équinoxe de mars vous avez une réduction de 2 €. Ceux qui se réabonnent tardivement, nous obligent à faire des envois séparés qui ont un coût non négligeable pour l'association.

Nous vous rappelons qu'à l'adresse : <http://acces.ens-lyon.fr/> vous pouvez retrouver presque tous les numéros des Cahiers Clairaut (merci à celles et ceux qui participent à leur indexation) sauf ceux des deux dernières années. Ceux-ci ainsi que d'autres documents ne sont accessibles qu'à ceux qui ont choisi un abonnement numérique.