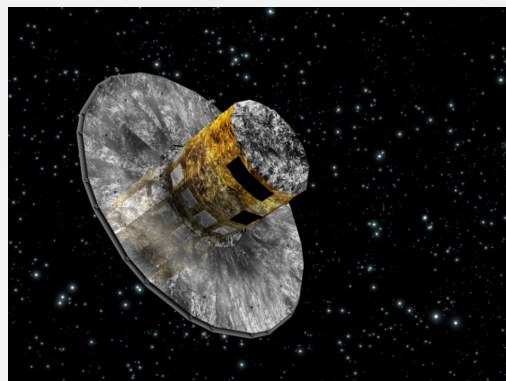


Une petite expérience pour commencer...



Progression pédagogique :
Comment “ mesurer le ciel ” avec la parallaxe ?

Exemple du satellite Gaïa



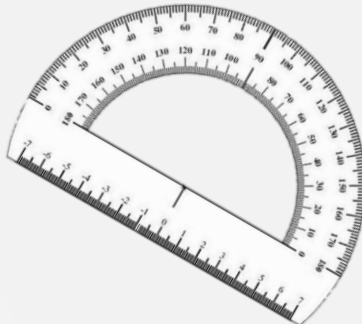
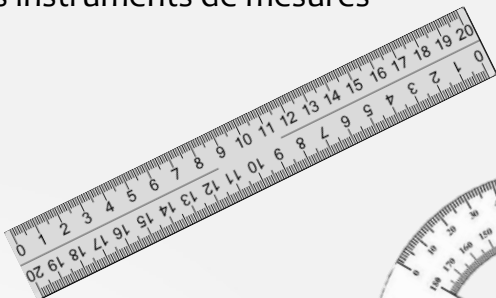
Objectifs de la matinée

- ★ Mesurer simplement le ciel avec des angles
- ★ Utiliser la trigonométrie pour déterminer la distance d'un objet en utilisant des angles mesurés depuis **un** point fixe
- ★ Définir le principe de parallaxe
- ★ Utiliser la trigonométrie pour déterminer la distance d'un objet en utilisant des angles mesurés depuis **deux** points fixes
- ★ Comprendre la cause de la parallaxe stellaire
- ★ Déterminer une équation pour permettre le calcul de la distance à une étoile proche à partir de sa parallaxe.



Quand nos sens ne suffisent plus...

Les instruments de mesures



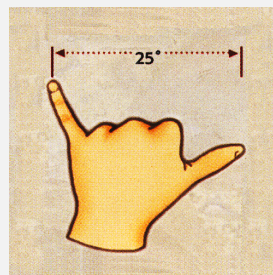
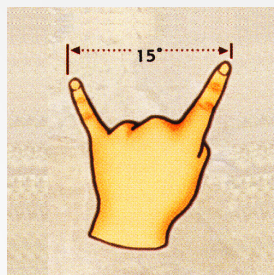
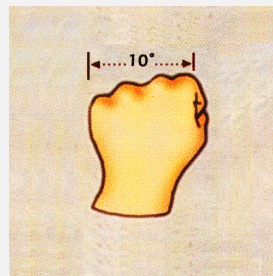
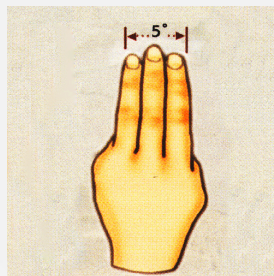
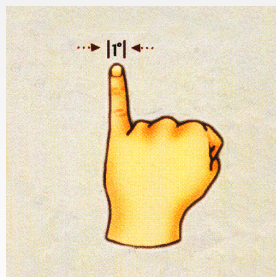
Mesurer le ciel

Avec une règle



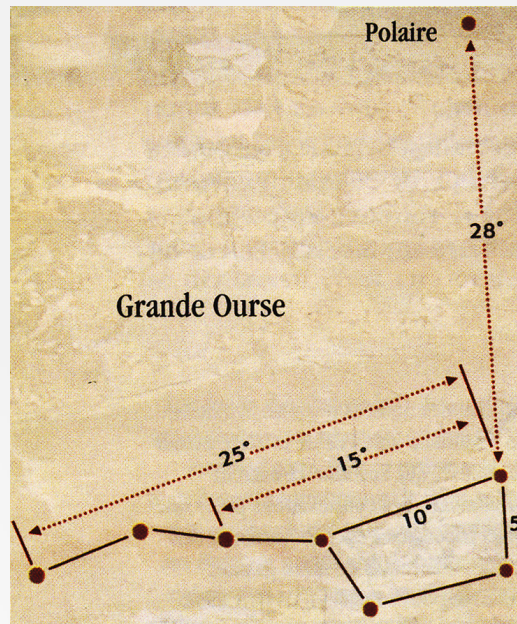
Mesurer le ciel

Avec des angles



Mesurer le ciel

Avec des angles



Mesurer le ciel

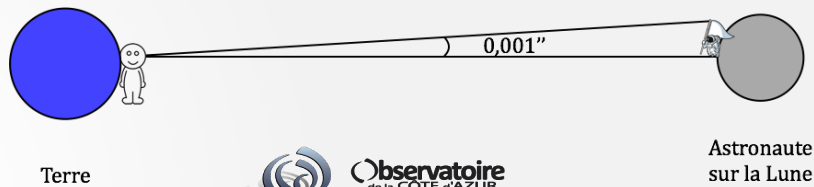
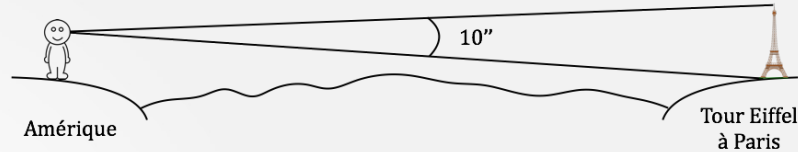
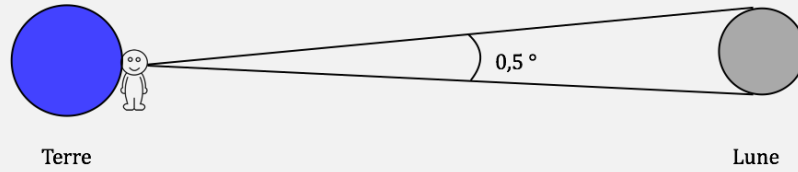
Avec des angles



En réalité, $\frac{1}{2}^\circ$ d'angle.

Mesurer le ciel

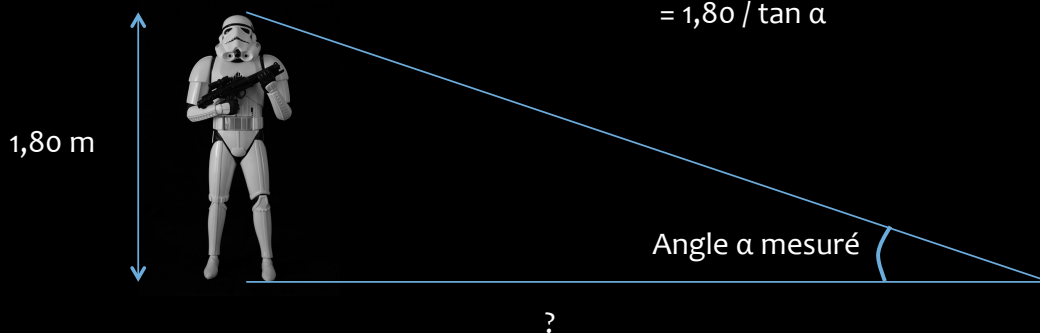
Sous les degrés, les minutes d'arc. Et sous les minutes, les secondes d'arc.



Êtes-vous en sécurité ?

$$\tan \alpha = (\text{côté opposé}) / (\text{côté adjacent})$$

$$\text{côté adjacent} = (\text{côté opposé}) / \tan \alpha = 1,80 / \tan \alpha$$



Objectifs de la matinée

- ★ Mesurer simplement le ciel avec des angles ✓
- ★ Utiliser la trigonométrie pour déterminer la distance d'un objet en utilisant des angles mesurés depuis **un** point fixe ✓

Retour sur notre petite expérience initiale...



Expérience avec un pouce

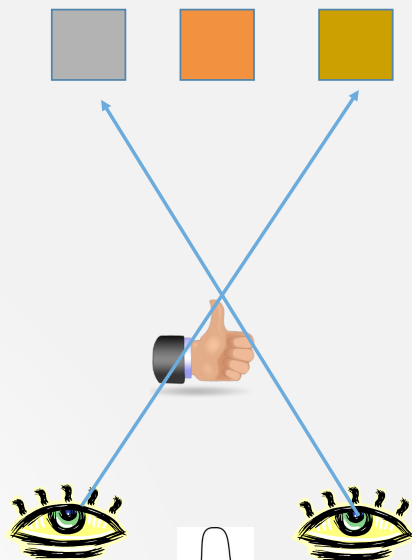


La parallaxe est la différence de la position apparente d'un objet par rapport au fond quand on le regarde avec deux lignes de vision différentes.



Parallaxe

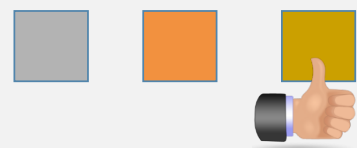
Objets de fond



L'oeil droit voit :



L'oeil gauche voit :



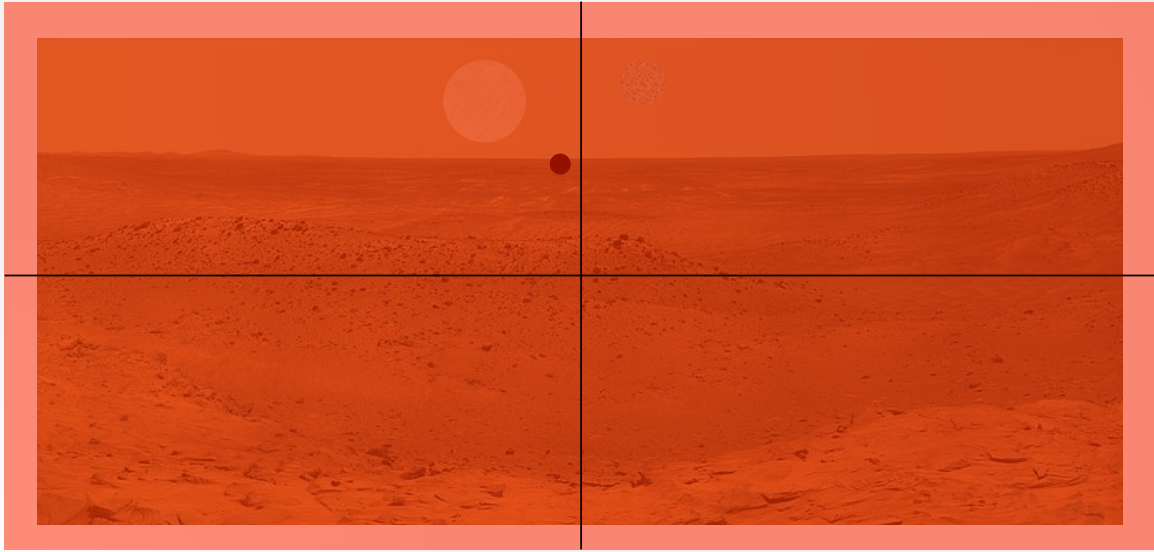
Expérience avec deux pouces



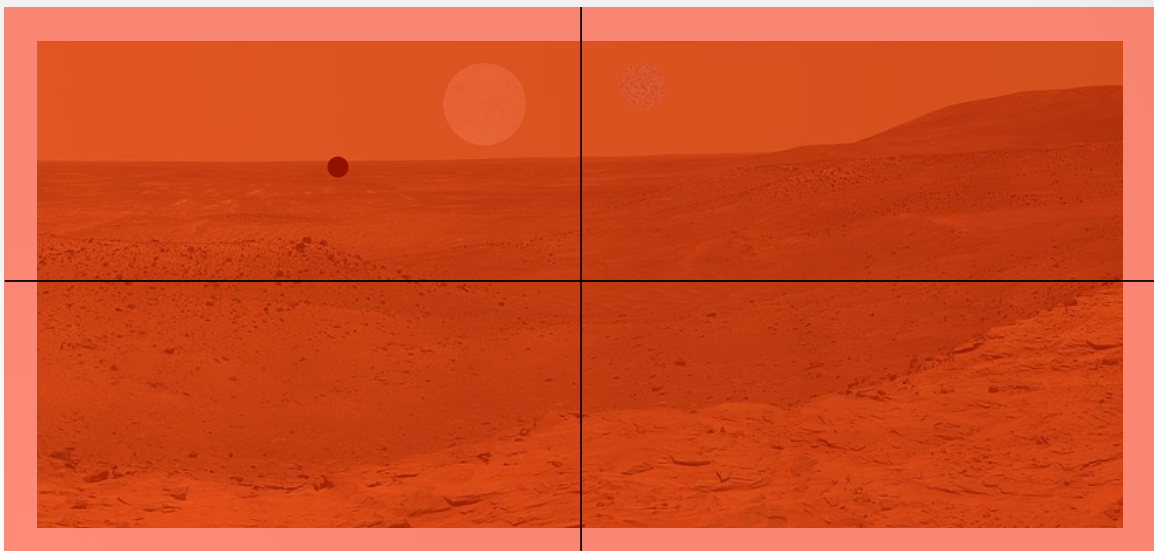
Voir l'animation suivante:

<http://frantzmartinache.eu/index.php/2017/04/13/parallactic-effect-while-driving/>

De la parallaxe pour sauver sa peau



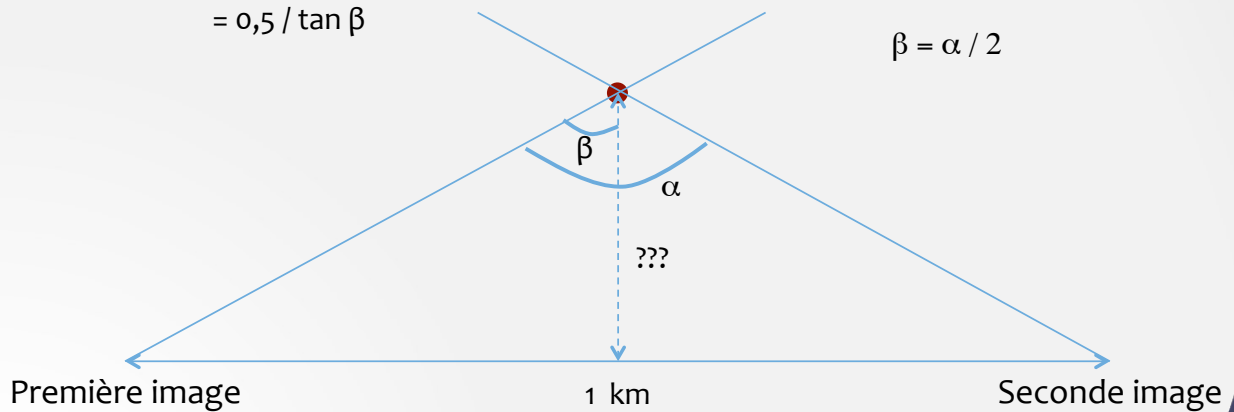
De la parallaxe pour sauver sa peau



De la parallaxe pour sauver sa peau

$\tan \beta = (\text{côté opposé}) / (\text{côté adjacent})$

$\text{côté adjacent} = (\text{côté opposé}) / \tan \beta$
 $= 0,5 / \tan \beta$



Objectifs de la matinée

- ★ Mesurer simplement le ciel avec des angles ✓
- ★ Utiliser la trigonométrie pour déterminer la distance d'un objet en utilisant des angles mesurés depuis **un** point fixe ✓
- ★ Définir le principe de parallaxe ✓
- ★ Utiliser la trigonométrie pour déterminer la distance d'un objet en utilisant des angles mesurés depuis **deux** points fixes ✓

Et les étoiles dans tout ça ?

Rappel :

La parallaxe est la différence de la position apparente d'un objet par rapport au fond quand on le regarde avec deux lignes de vision différentes.

Les étoiles sont des objets trop éloignés pour que l'effet de la parallaxe soit appréciable avec nos deux yeux.

Comment faire ?



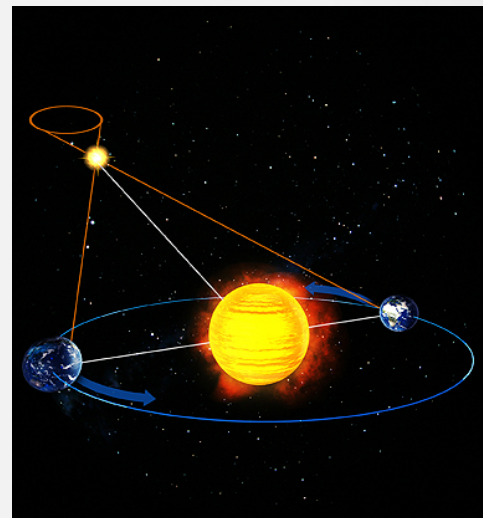
Parallaxe stellaire

La parallaxe stellaire est le changement de la position apparente d'une étoile proche par rapport aux étoiles lointaines.

Les étoiles de fond sont tellement loin qu'elles ne semblent pas bouger.

Animation sur la parallaxe:

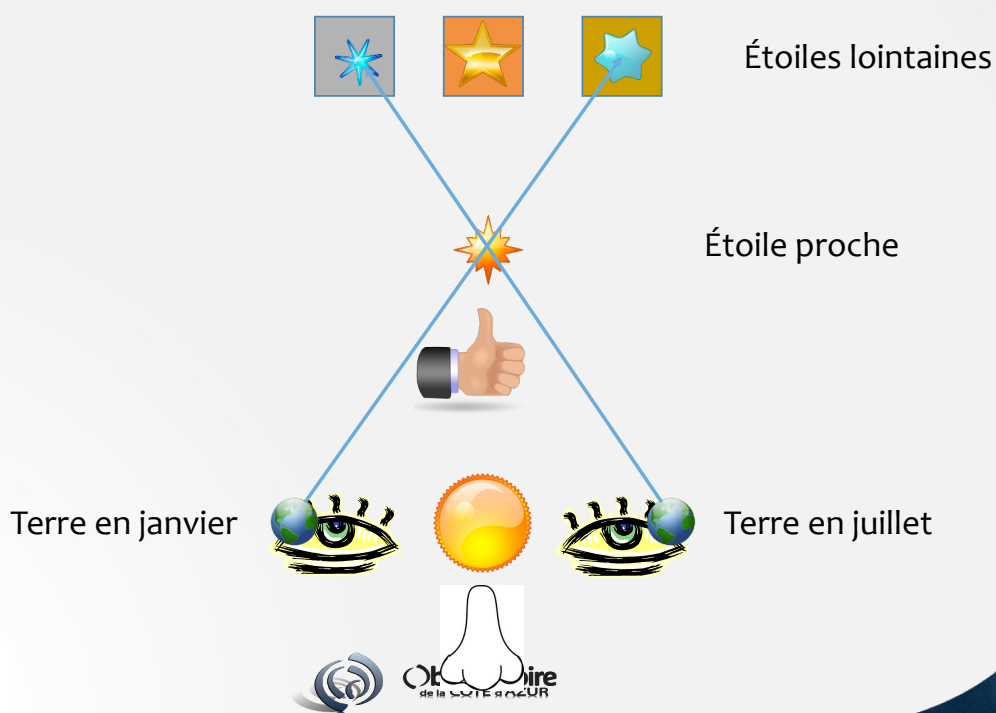
http://sci2.esa.int/interactive/media/flashs/2_1_1.htm



Credit: Spacefellowship.com



Parallaxe stellaire



Le ciel dans la classe

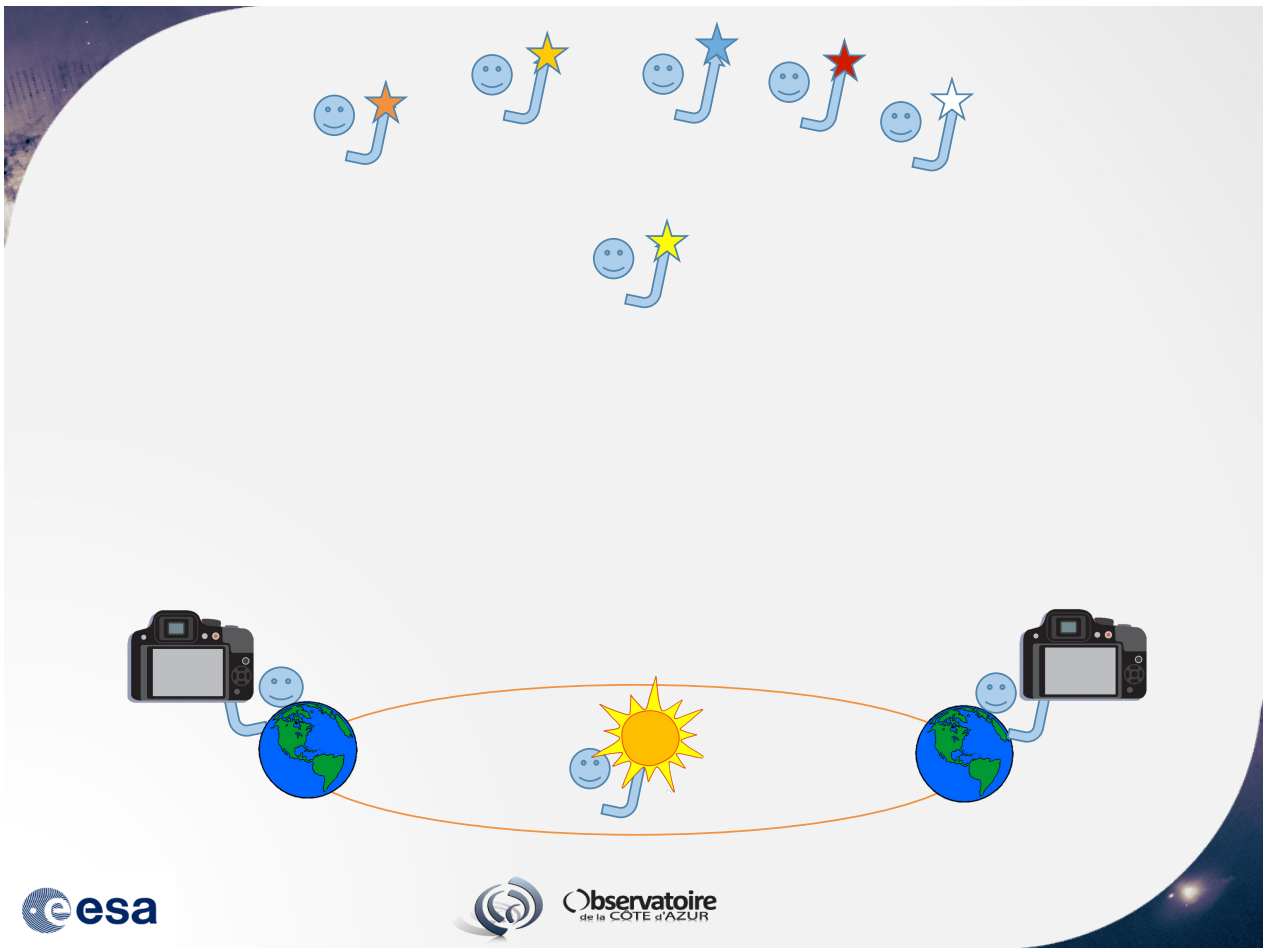
Les élèves sont munis de LEDs de différentes couleurs si possible.

Quelques élèves se placent dans le fond de la classe (étoiles de fond).

Un autre élève se place 2 ou 3 mètres devant eux (étoile à mesurer).

Un autre élève, situé de l'autre côté de la classe, à 5 ou 6 mètres de l'étoile à mesurer prendra le rôle du Soleil.

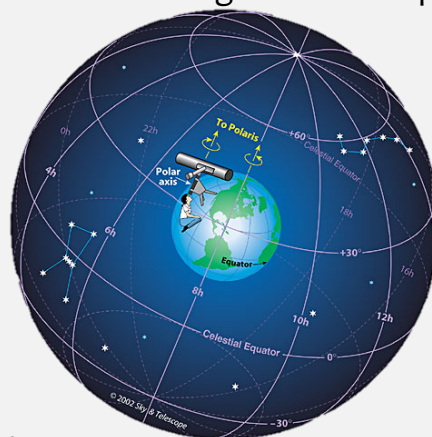
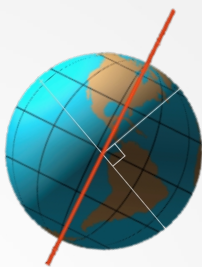
Un autre élève, avec un appareil photo, aura le rôle de la Terre en déplacement autour du Soleil.

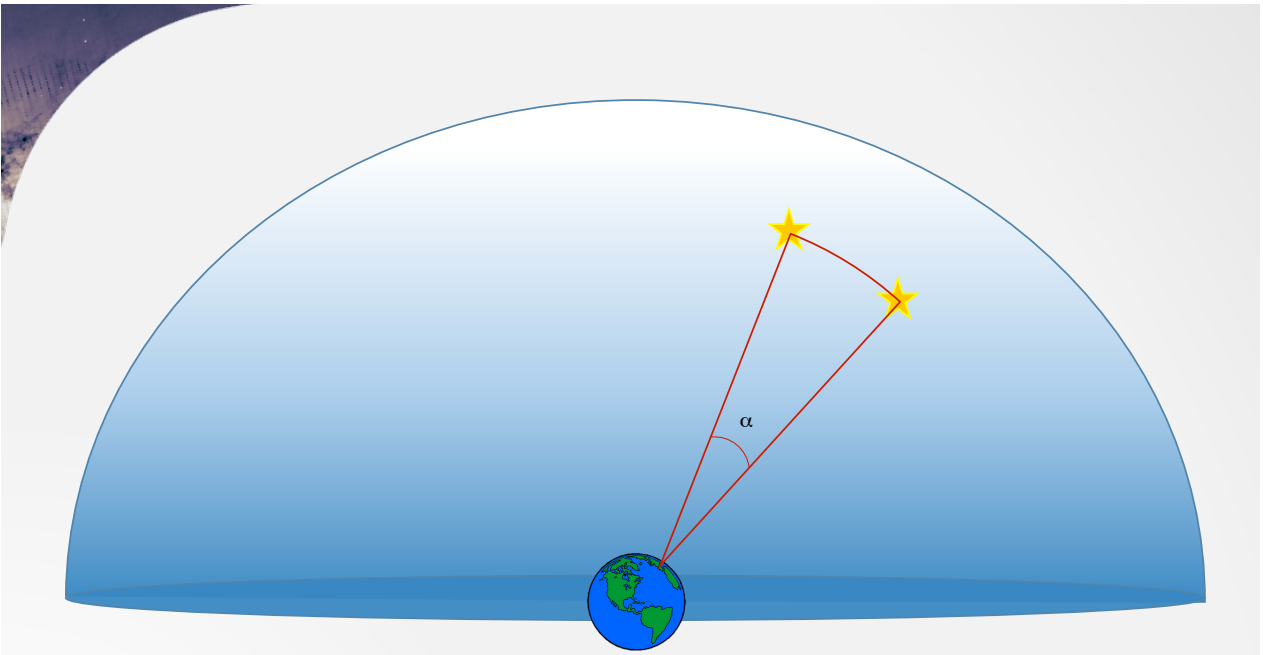


Étape 1 : mesurer la distance angulaire entre les étoiles

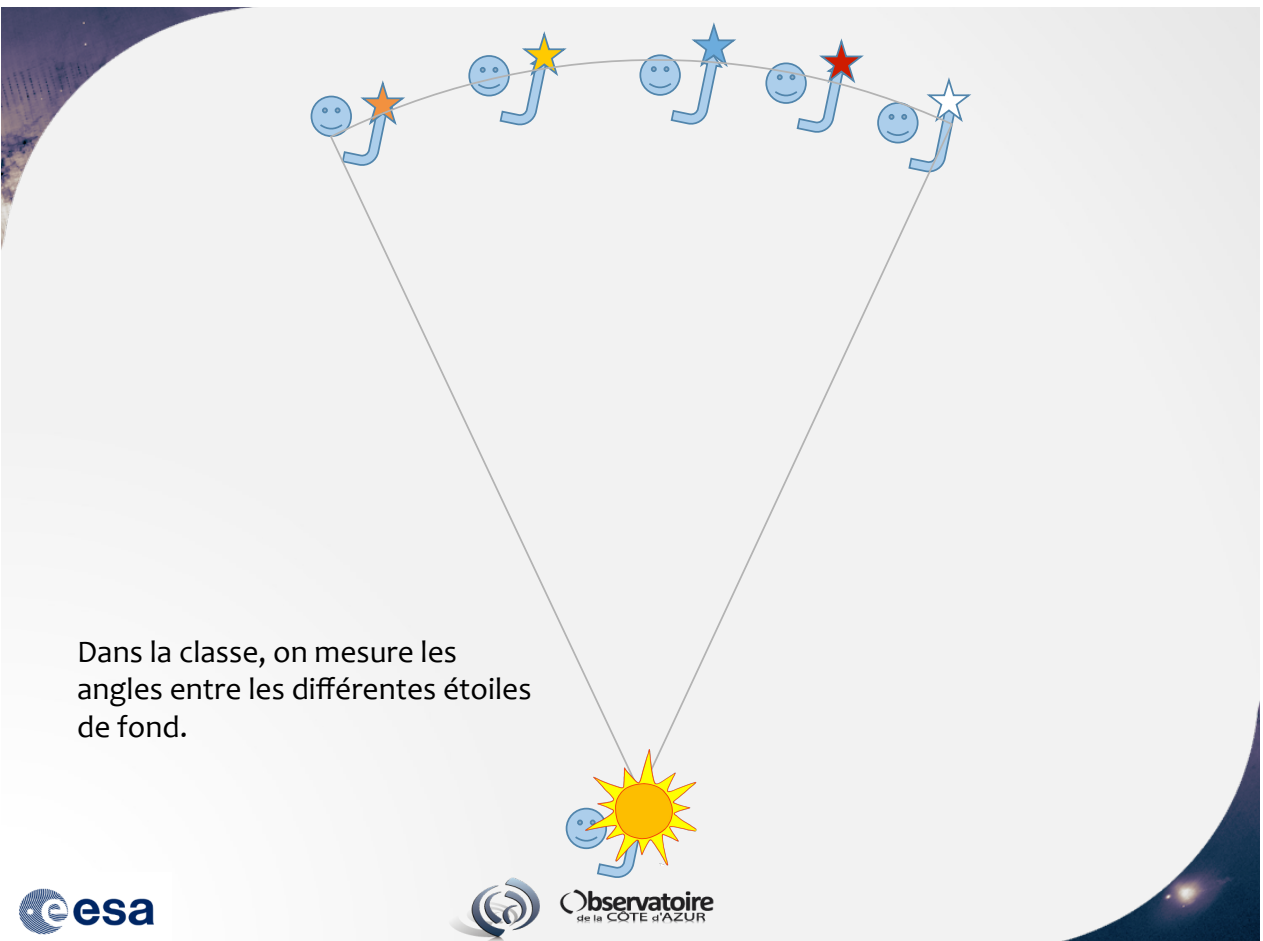
Pour pouvoir réaliser cette activité il nous faut d'abord imaginer que les étoiles du fond font partie de la voûte céleste (courbée !).

De la même façon qu'on cartographie la Terre, avec la longitude et la latitude, nous devons « cartographier » le ciel : mesurer l'angle entre chaque étoile.

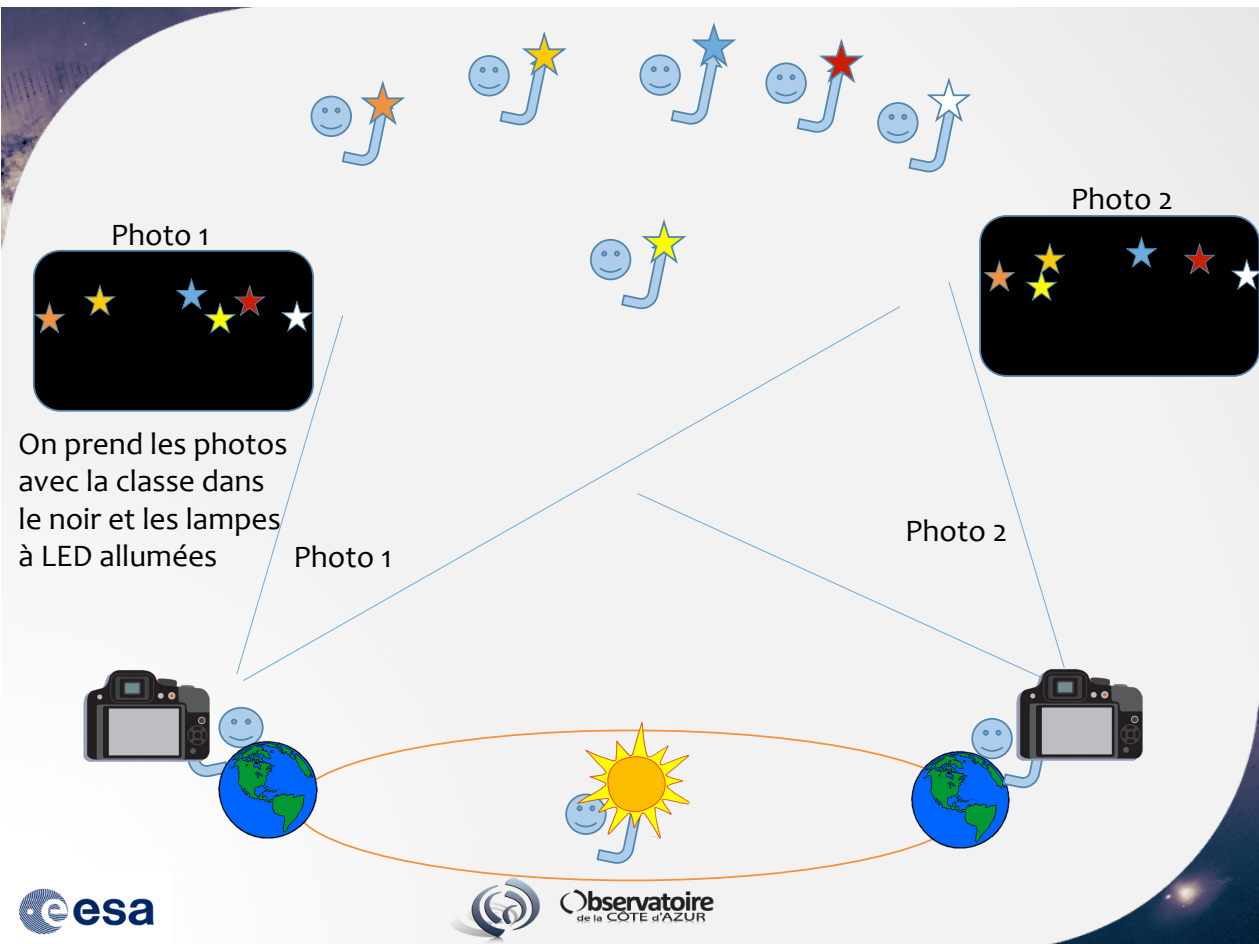
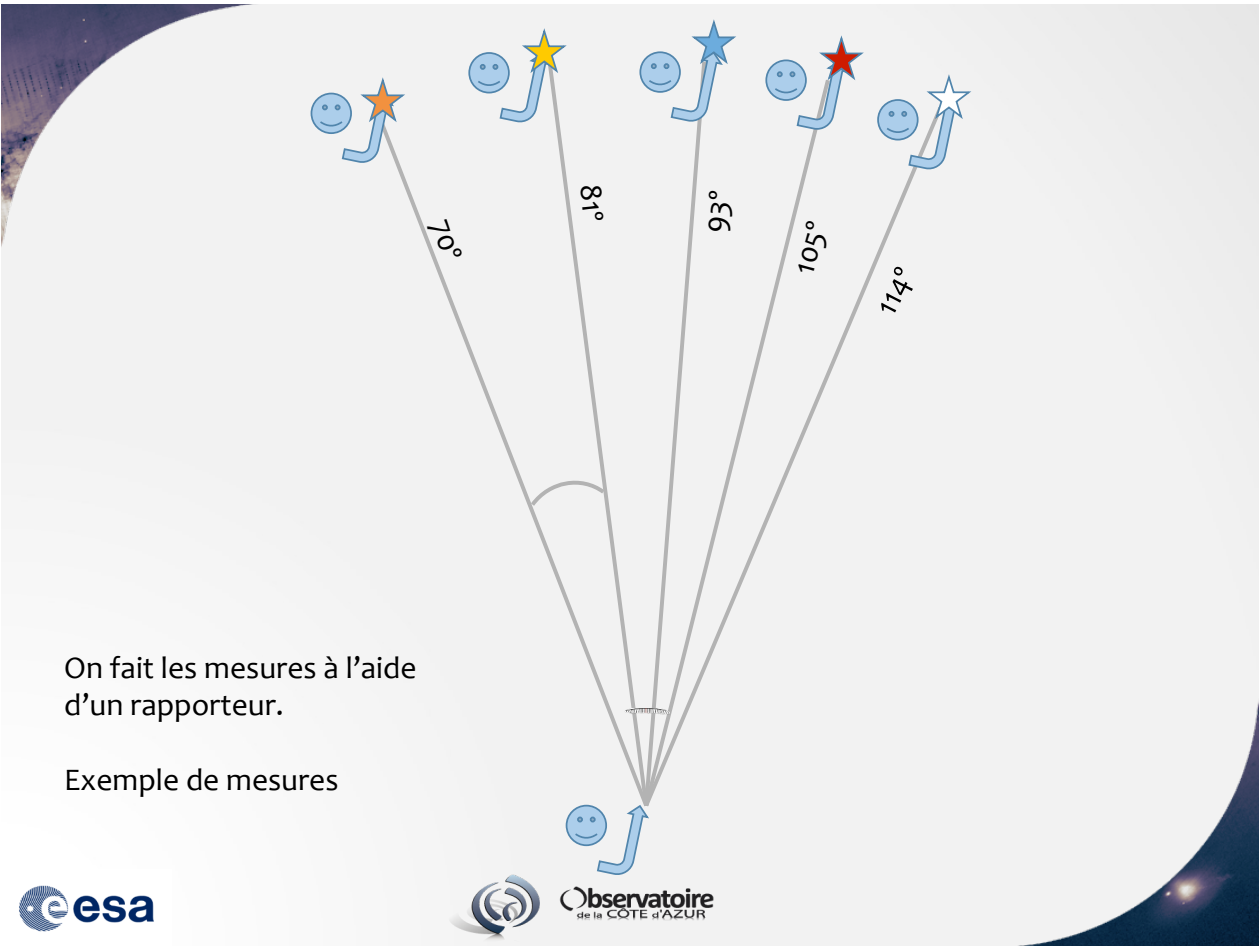




Exemple de l'angle (distance angulaire) entre 2 étoiles



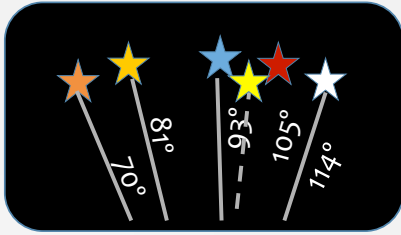
Dans la classe, on mesure les angles entre les différentes étoiles de fond.



L'étoile jaune s'est déplacée par rapport aux étoiles de fond.

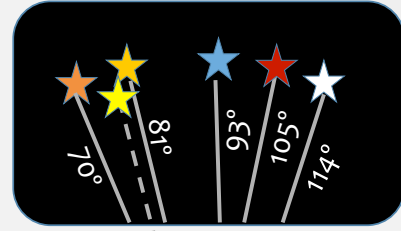
La comparaison entre les 2 photos et l'utilisation des positions angulaires de chaque étoile donnent cela :

Photo 1



Estimation de la position angulaire de l'étoile jaune sur la photo 1 : $\sim 99^\circ$

Photo 2



Estimation de la position angulaire de l'étoile jaune sur la photo 2 : $\sim 78^\circ$

Variation de la position angulaire de l'étoile jaune = 21°



D'après l'expression de la parallaxe :

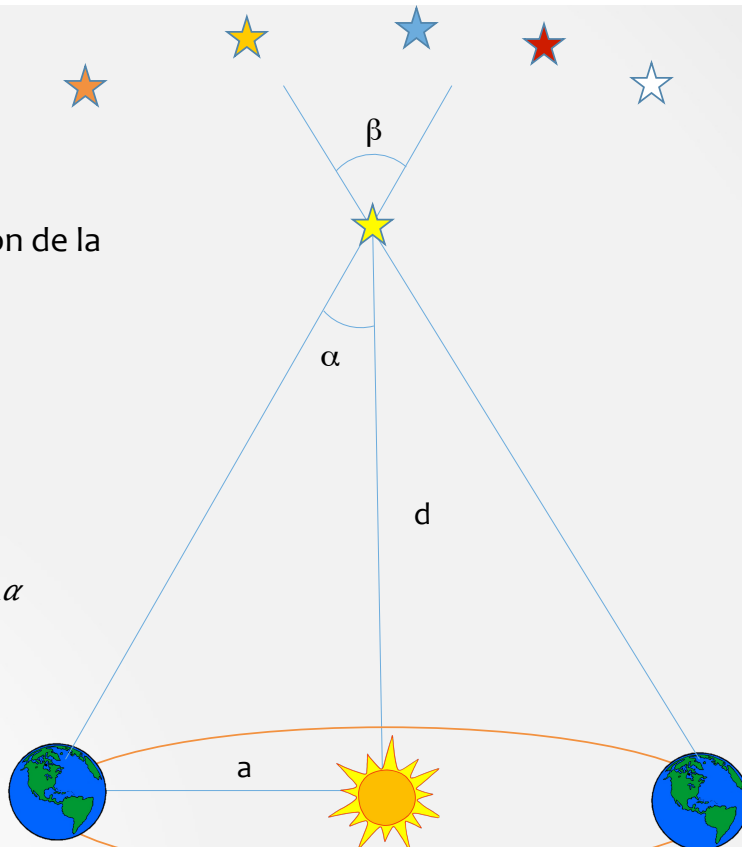
$$\alpha = \beta / 2$$

$$\tan \alpha = a / d$$

$$\text{donc } d = a / \tan \alpha$$

Si α est très petit,

$$d = a / \alpha$$



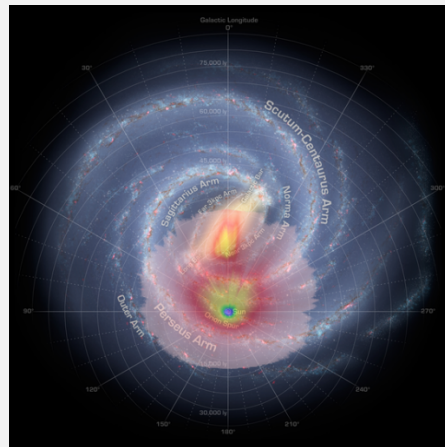
Objectifs de la matinée

- ★ Mesurer simplement le ciel avec des angles ✓
- ★ Utiliser la trigonométrie pour déterminer la distance d'un objet en utilisant des angles mesurés depuis **un** point fixe ✓
- ★ Définir le principe de parallaxe ✓
- ★ Utiliser la trigonométrie pour déterminer la distance d'un objet en utilisant des angles mesurés depuis **deux** points fixes ✓
- ★ Comprendre la cause de la parallaxe stellaire ✓
- ★ Déterminer une équation pour permettre le calcul de la distance à une étoile proche à partir de sa parallaxe. ✓



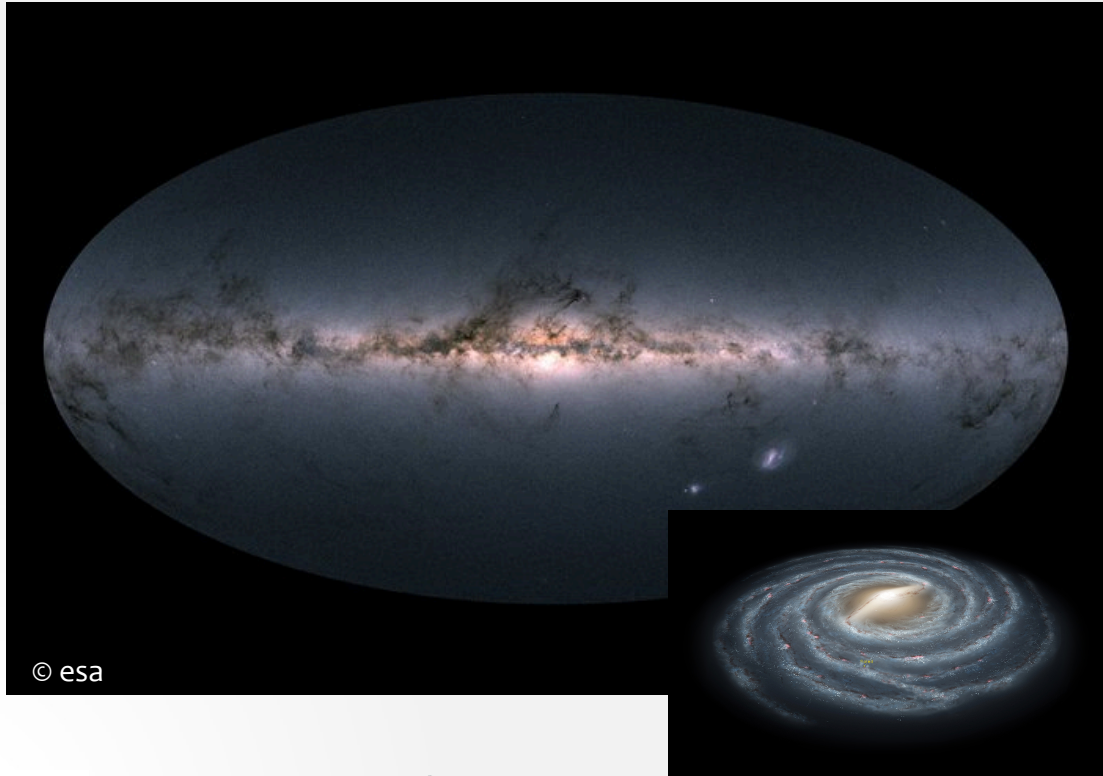
Et Gaia dans tout ce ciel ?

- ★ La limite réelle de la mesure de distances avec ce système apparaît quand le déplacement de l'étoile par rapport au fond est trop difficile à détecter.
- ★ Gaia a amélioré de 200 fois la précision dans la mesure de cet angle.
- ★ Grâce à Gaia on connaîtra la distance à plus d'un million d'étoiles.



En couleurs - régions de notre galaxie où Gaia mesurera la distance aux étoiles.
Image: X. Luri & the DPAC-CU2





© esa

