

Mesure de l'Unité Astronomique par la parallaxe de Mars

Bruno Bodin

Christophe Labarthe

François Constantin

Aphélie, janvier 2010



Qu'est-ce que la parallaxe en astronomie ?

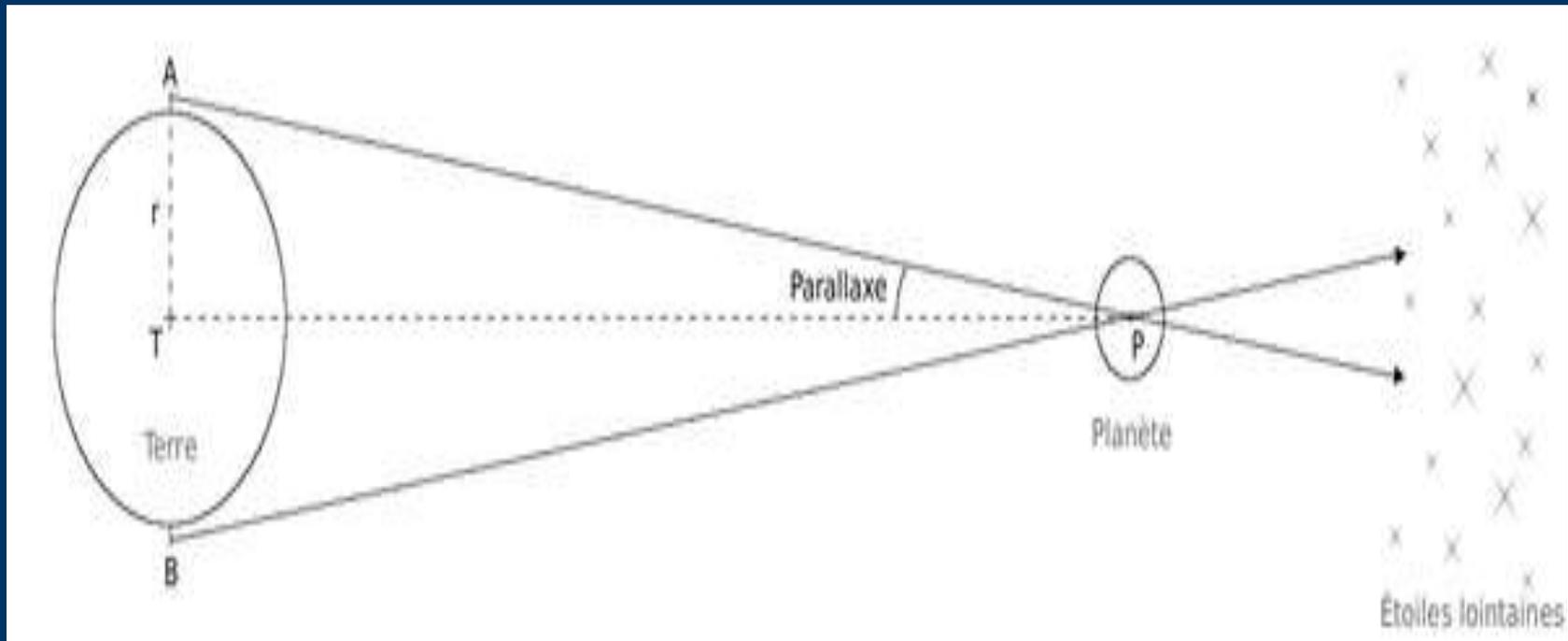
La parallaxe est l'angle sous lequel peut être vu depuis un astre une longueur de référence :

* pour les astres du système solaire, c'est le rayon de la Terre qui a été choisi, **il s'agit de la parallaxe diurne ;**

* pour les astres extérieurs au système solaire, la référence est le demi-grand axe de l'orbite terrestre, soit une unité astronomique ; **il s'agit de la parallaxe annuelle.**

(Source : wikipedia)

Parallaxe diurne (image wikipedia)

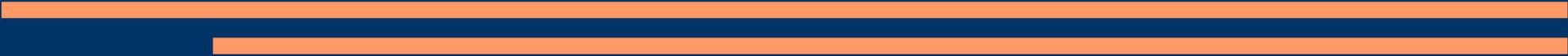


De la parallaxe à la distance

- Pour la parallaxe diurne
 - R_t est le rayon de la terre
 - $D = R_t / \sin p$
 - En général
 - Deux points d'observation quelconques
 - Heure d'observation quelconque (la base « tourne »)
 - $D = \frac{\| \mathbf{v} * (\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2) \| R_t}{\sin p}$
-
-

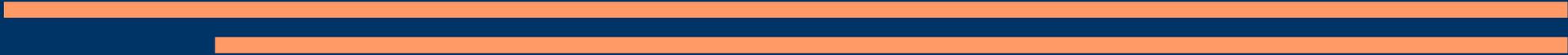
Principe de l'expérience

- A l'opposition de Mars, on mesure sa parallaxe vis à vis de 2 points d'observation
 - On en déduit la distance Terre-Mars (en km)
- Utilisant la **3^{eme} loi de Kepler** on connaît la proportion entre la distance Terre-Soleil et Terre-Mars (1,523)
- On peut en déduire la distance Terre-Soleil en km
 - C'est l'Unité Astronomique recherchée



Un peu d'histoire...

- Cette méthode a été utilisée par Cassini et Richer en 1672, entre Paris et Cayenne
- L'autre grande méthode de calcul de l'Unité Astronomique repose sur l'observation du transit de Vénus



Comment faire en 2010 ?

- Prendre 2 photos de Mars et des étoiles environnantes
 - Simultanément
 - En 2 points éloignés sur Terre
 - Aligner ces photos sur les étoiles
 - Les deux images de Mars ne se superposent pas par effet de la parallaxe
 - L'écart angulaire entre les 2 images de Mars est la parallaxe de Mars entre les 2 points d'observation.
-
-

Difficultés pratiques

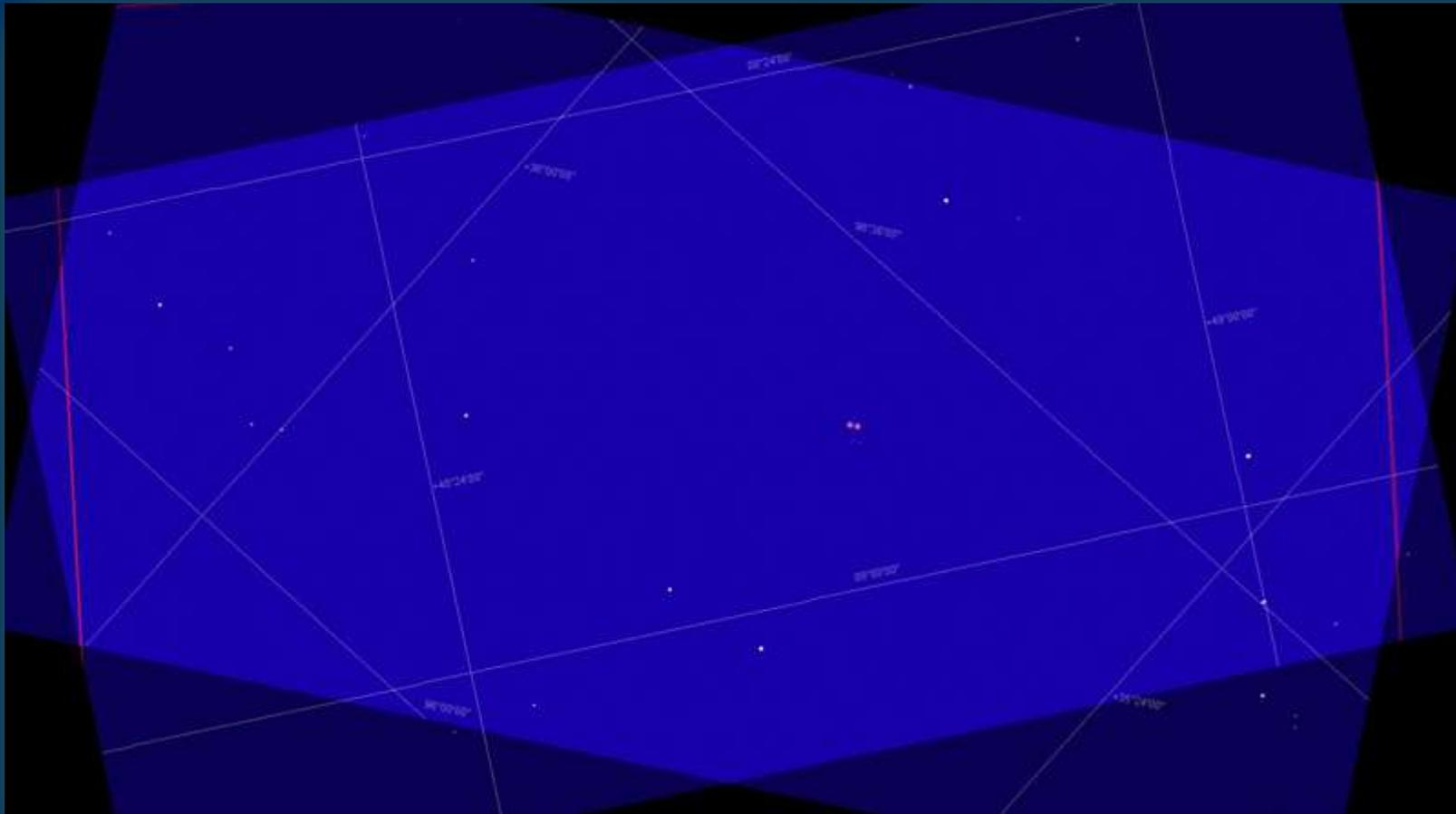
- Points éloignés
 - Contact avec l'observatoire des Makes (Ile de la Réunion)
 - Vincent Jacques (sud de la France)
 - Simultanéité des prises de vue
 - Le mouvement propre de Mars contraint à être en dessous de la minute
 - Mais le GPS est notre ami !
 - Ainsi qu'Internet et le SMS...
-
-

Principal problème: la surexposition

- Pour faire apparaître des étoiles dans le champ (mag 10 environ) avec Mars (mag -1.3), il faut surexposer Mars
- Halo autour de Mars qui compromet le calcul de la position de Mars sur la photo
 - Utilisation d'une succession pose courte/pose longue (résultats peu précis)
 - Utilisation d'aigrettes (meilleure solution)

Simulation de l'expérience

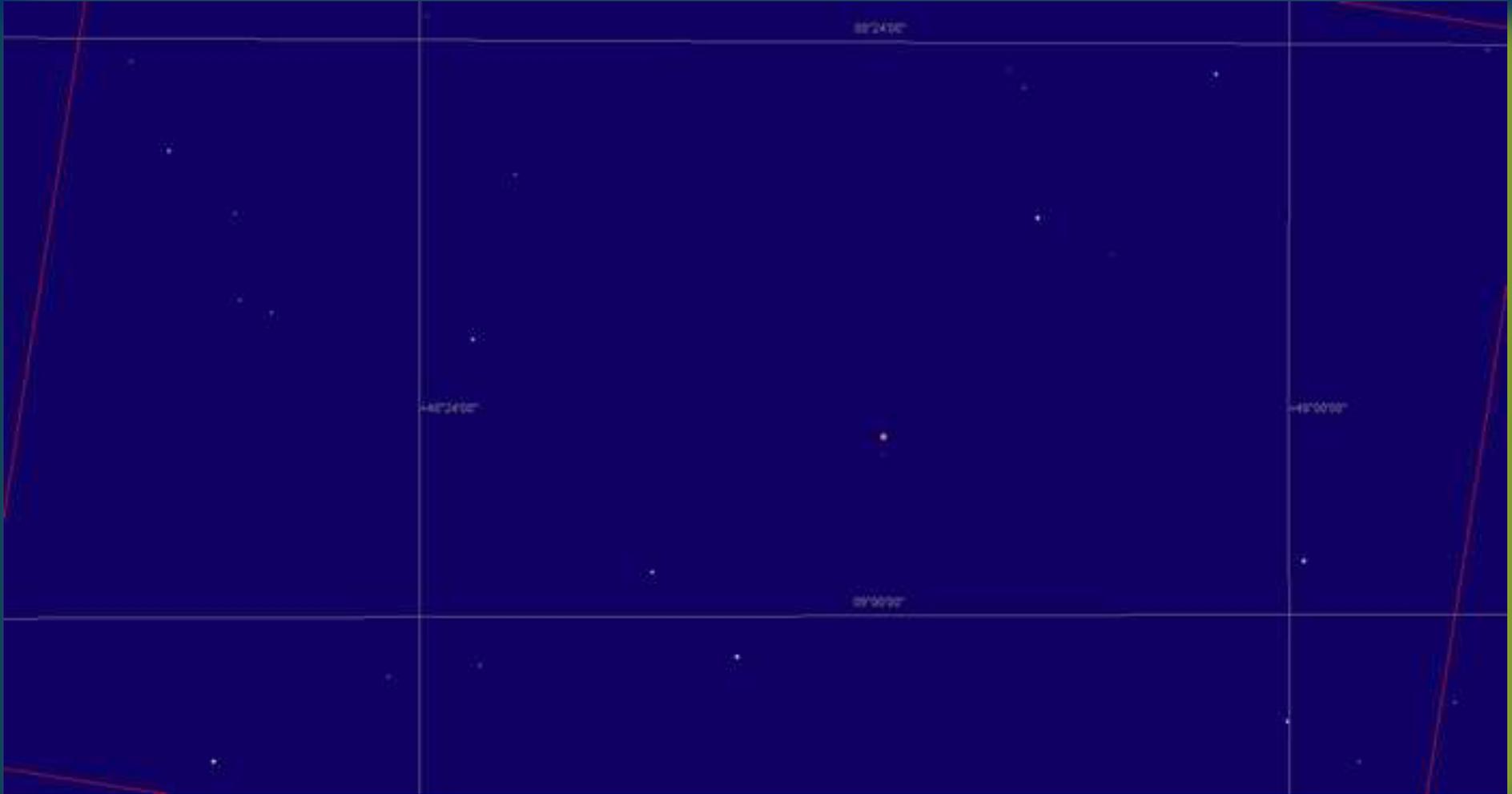
- Avec Cartes du Ciel



Paris



Les Makes



Résultat simulé



Nos partenaires

- Observatoire des Makes, Ile de la Réunion
 - 55 25' Est, 21 11' Sud
- Vincent Jacques, Breil sur Roya (Alpes Martimes)
 - 43 56' N, 7 30' E

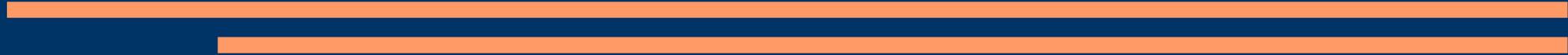
Réalisation de la manipe

- Premiers essais le 4 janvier
 - Problème de surexposition
- Première expérience le 22 janvier
 - Entre les Makes et Vincent Jacques
 - Temps bouché à Paris
- Expérience finale le 30 janvier (opposition le 29)
 - Tout marche entre Paris, Nice et Les Makes !



Installation du matériel

- 18h00 : nuages, c'est pas très encourageant à Ablis...



Installation du matériel

- Bruno et François s'activent... C'est au point quand les nuages se dégagent. Allo la Réunion ?



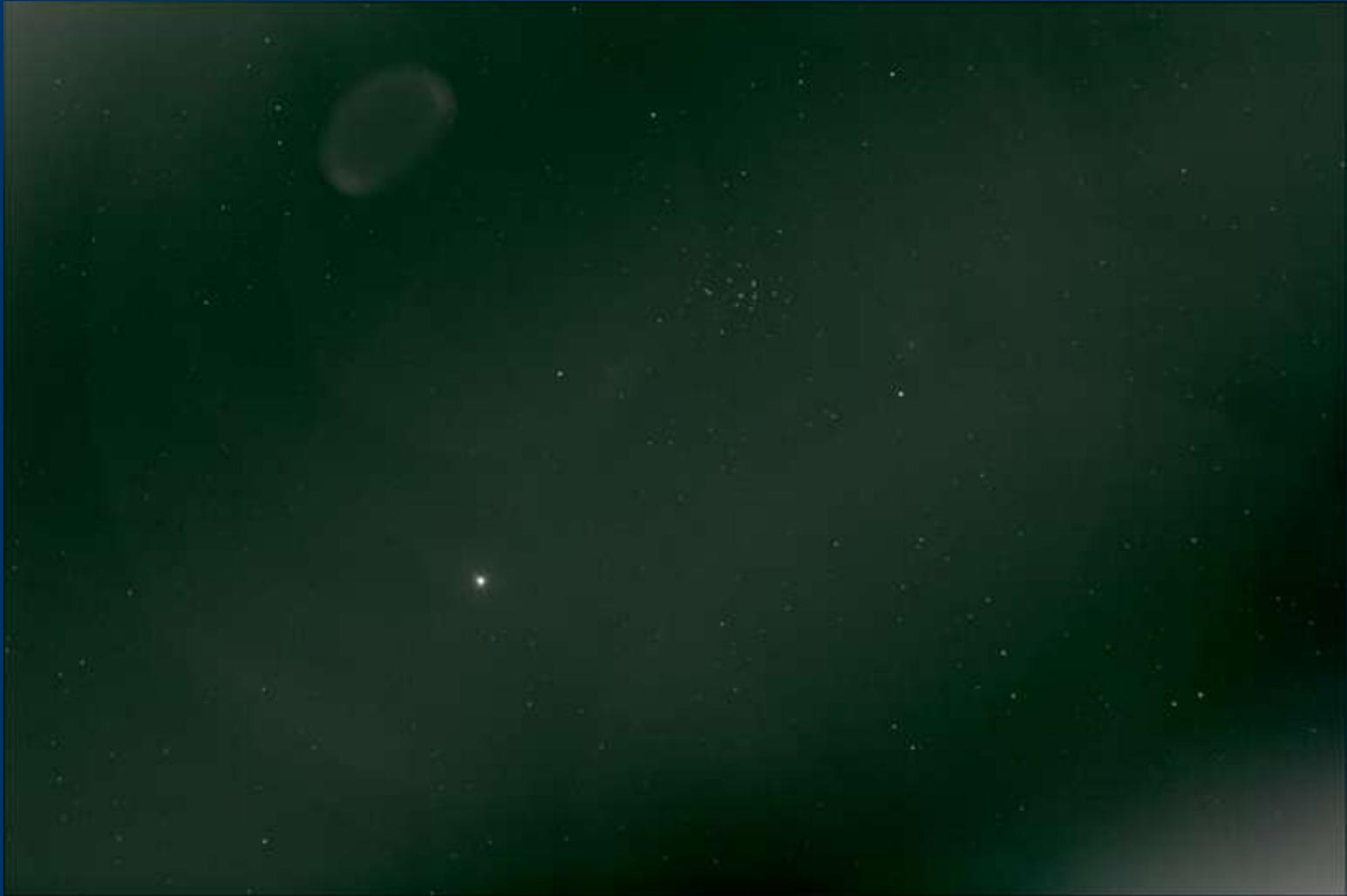
20h00 : le ciel se dégage enfin...

- Et il fait froid : -5 C ! Christophe est à la lunette 110 mm : cliché de la Lune et de Mars



La Lune trop présente, empêchera l'autoguidage.

20h00 : Le ciel se dégage enfin



Mars est près de l'amas de la Crêche... et de la Lune

20h : C'est parti



Succession de poses longues / poses courtes

21h : On passe aux aigrettes

- A 21h : Mars à Ablis (aigrettes)



21h : On passe aux aigrettes

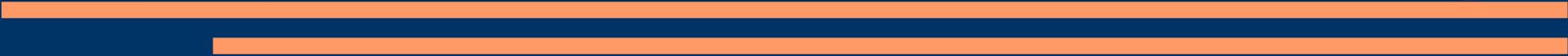
Au même moment à la Réunion :



A Nice au 300 mm Newton et CCD



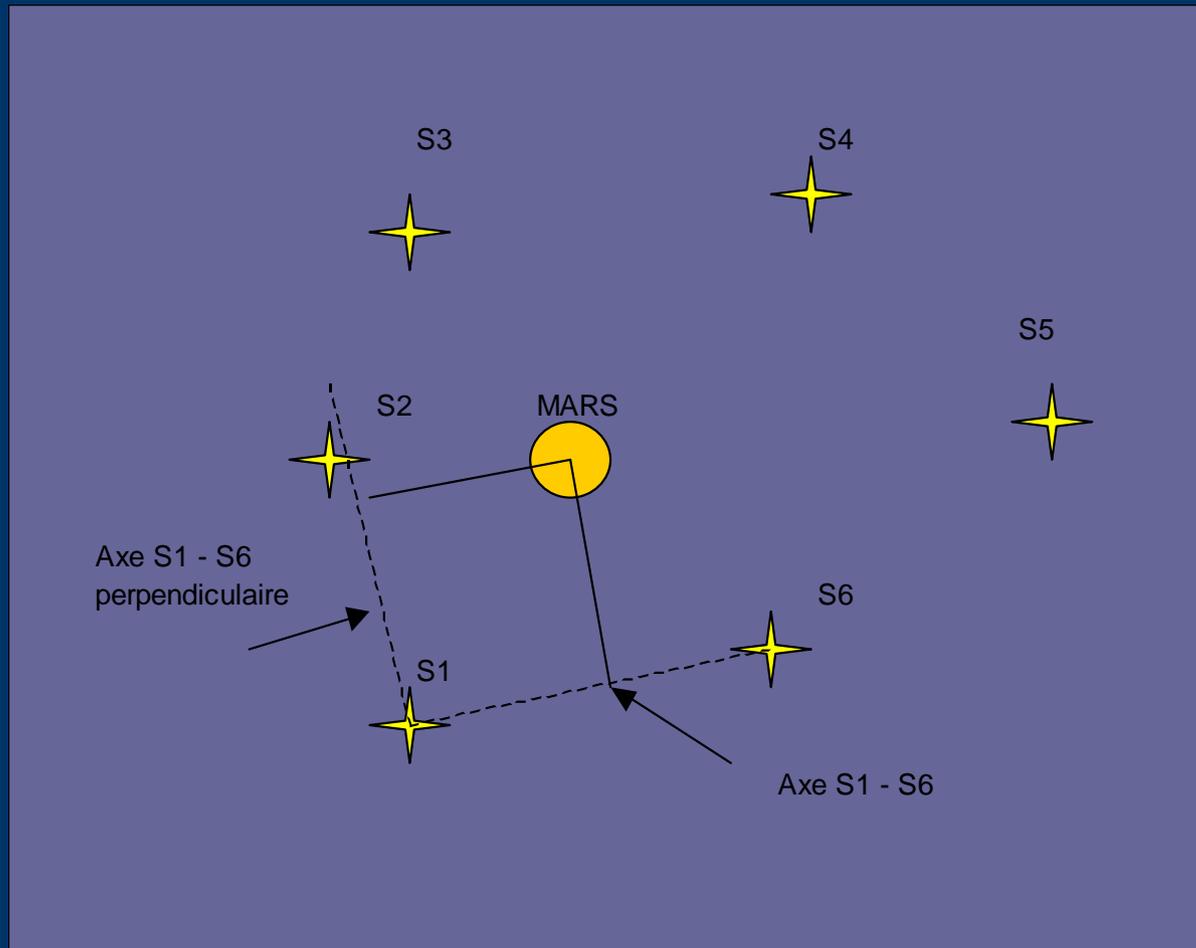
Superposition de deux images



Superposition de deux images

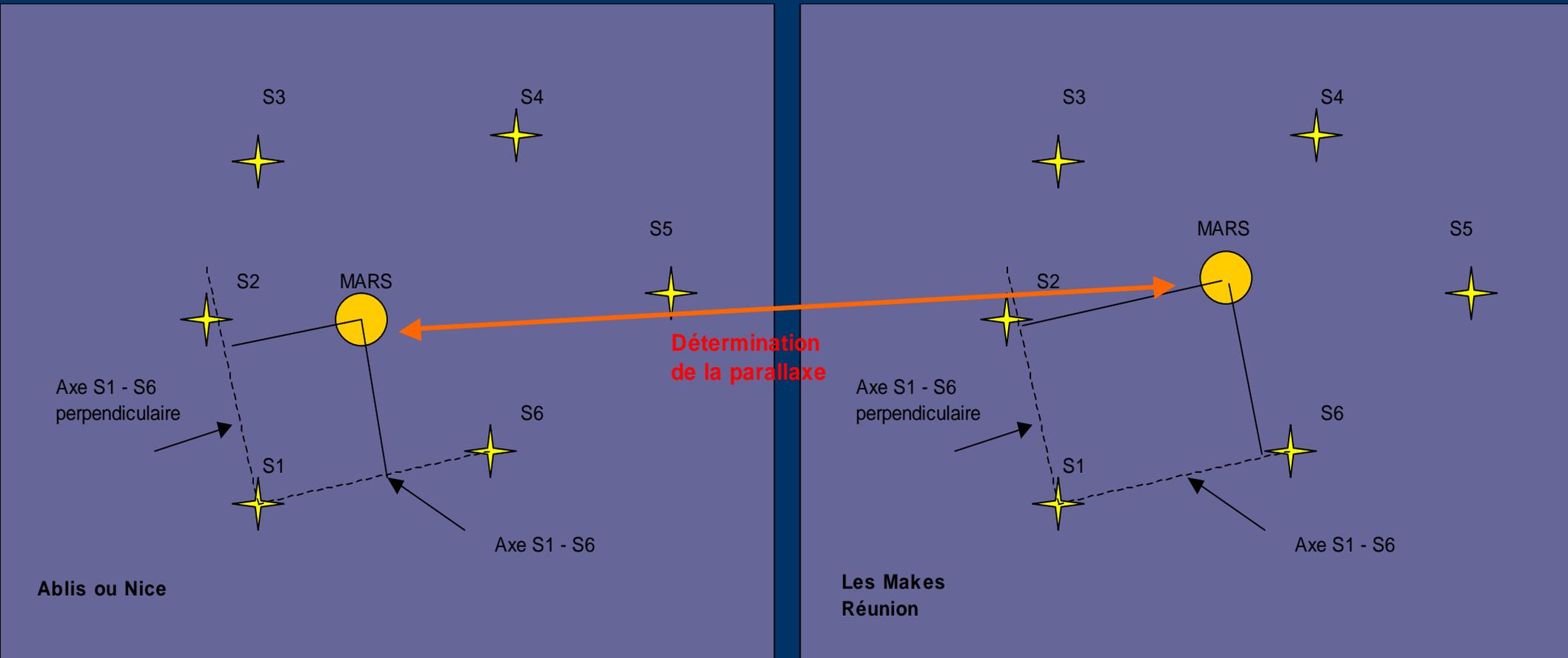


Projection des coordonnées de Mars



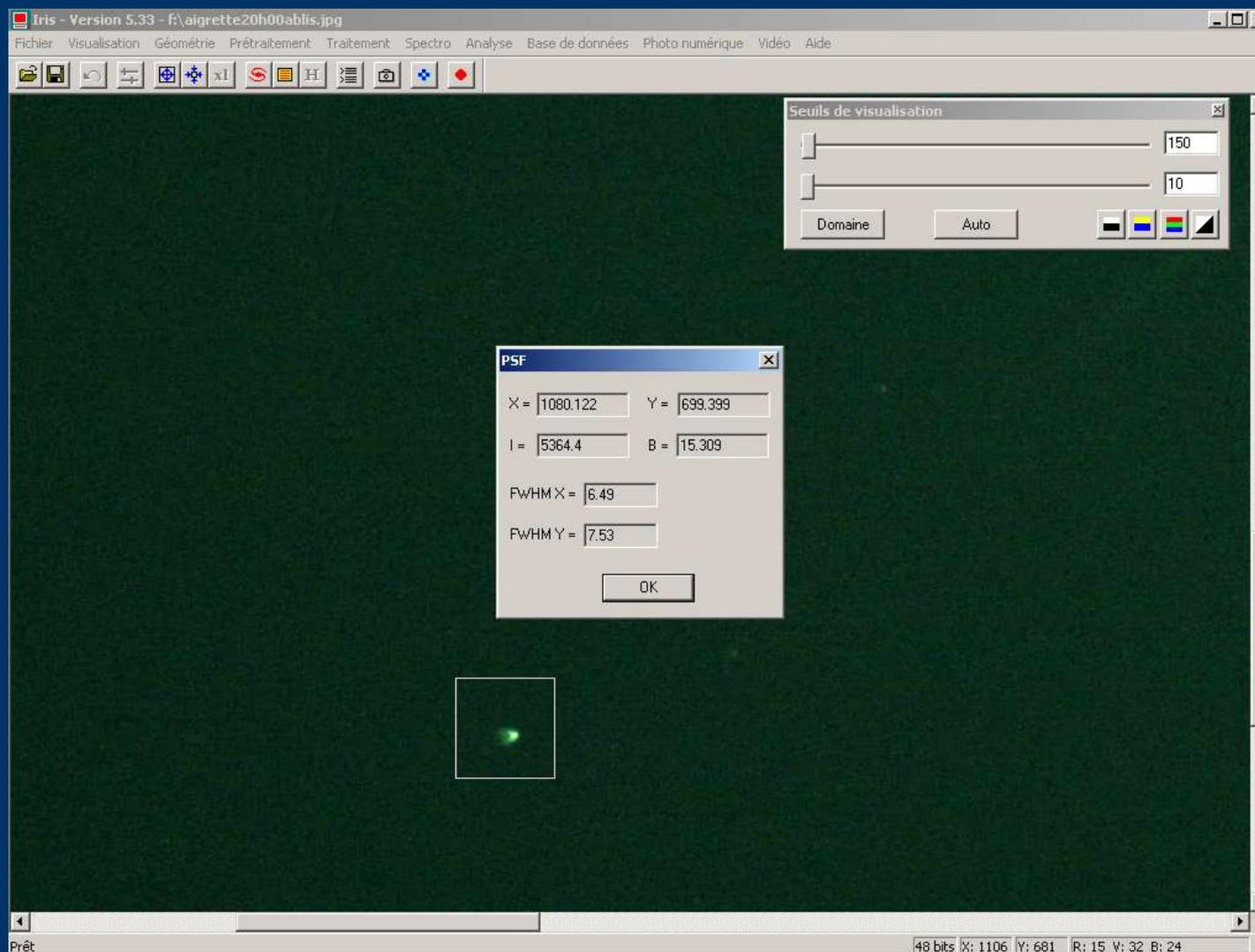
- Détermination des coordonnées sur un repère normalisé par le taux d'échantillonnage du télescope

Mesure de la parallaxe

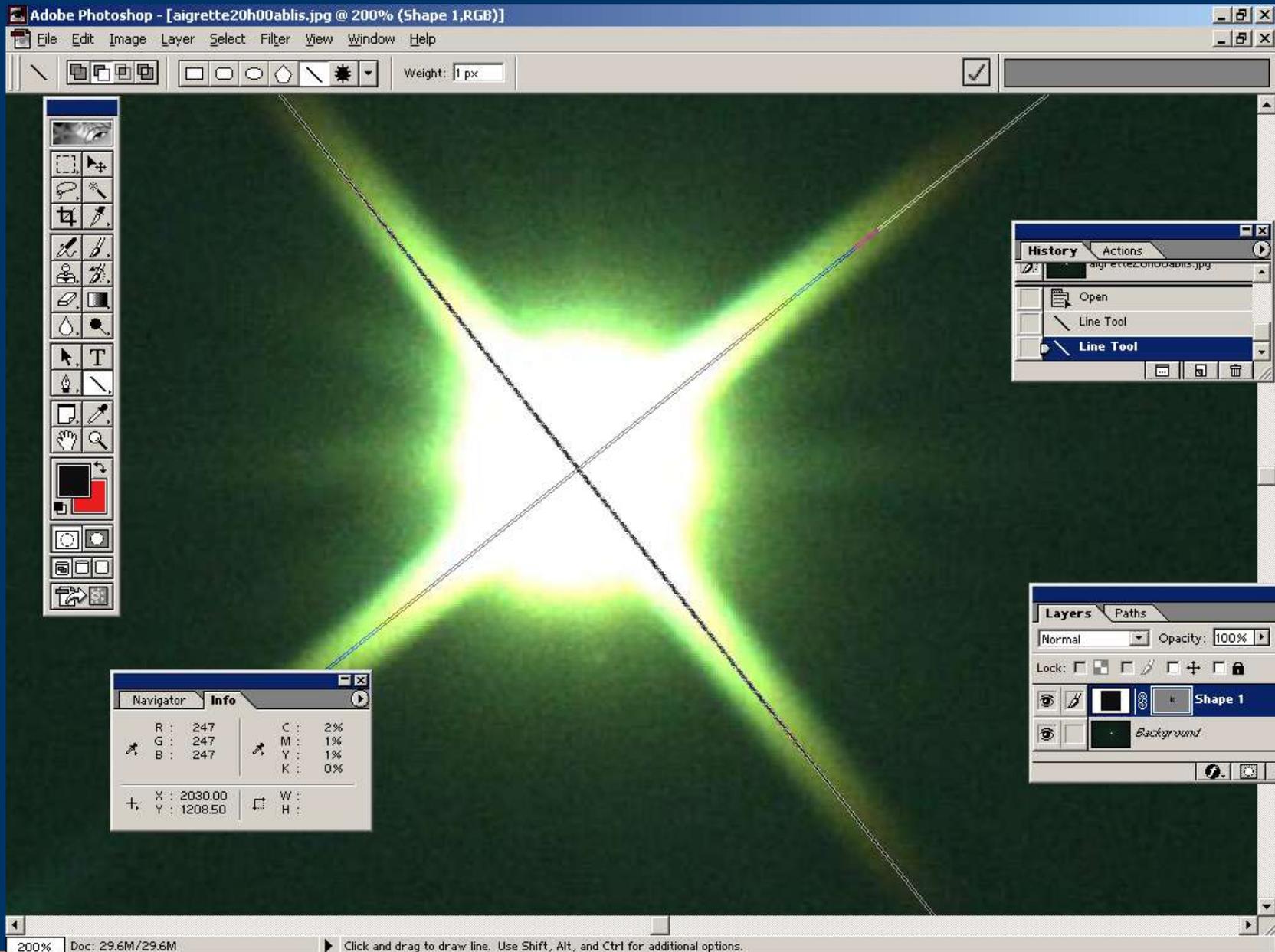


- Mesure de la distance sur un même repère

Mesure des coordonnées des étoiles sous IRIS



Mesure des coordonnées de Mars



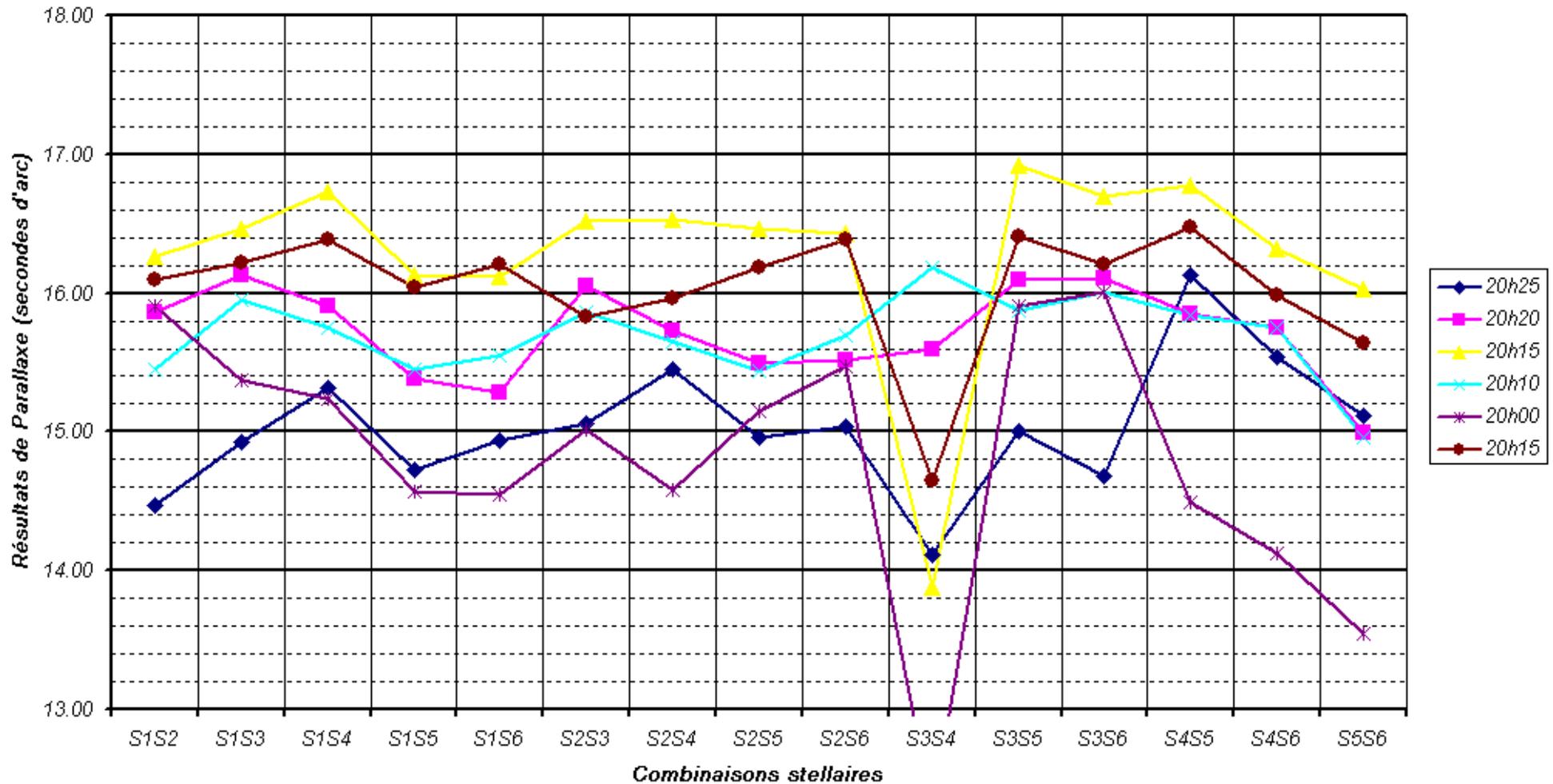
Position des étoiles sous Starry Night

	Nom	Mag	AD		DEC	
			Heure	Minute	degré	Minute
S1	TYC1399-848-1	9.56	8	53.199	22	20.685
S2	TYC1399-994-1	10.43	8	52.991	22	24.728
S3	TYC1943-24-1	10.53	8	52.387	22	33.579
S4	TYC1943-184-1	11.03	8	51.88	22	32.908
S5	TYC1399-862-1	9.46	8	51.767	22	11.252
S6	USNO J0851359+221213	11.55	8	52.205	22	9.885
MarsAblis		-1.27	8	52.549	22	15.594
MarsRéunion		-1.27	8	52.544	22	15.876

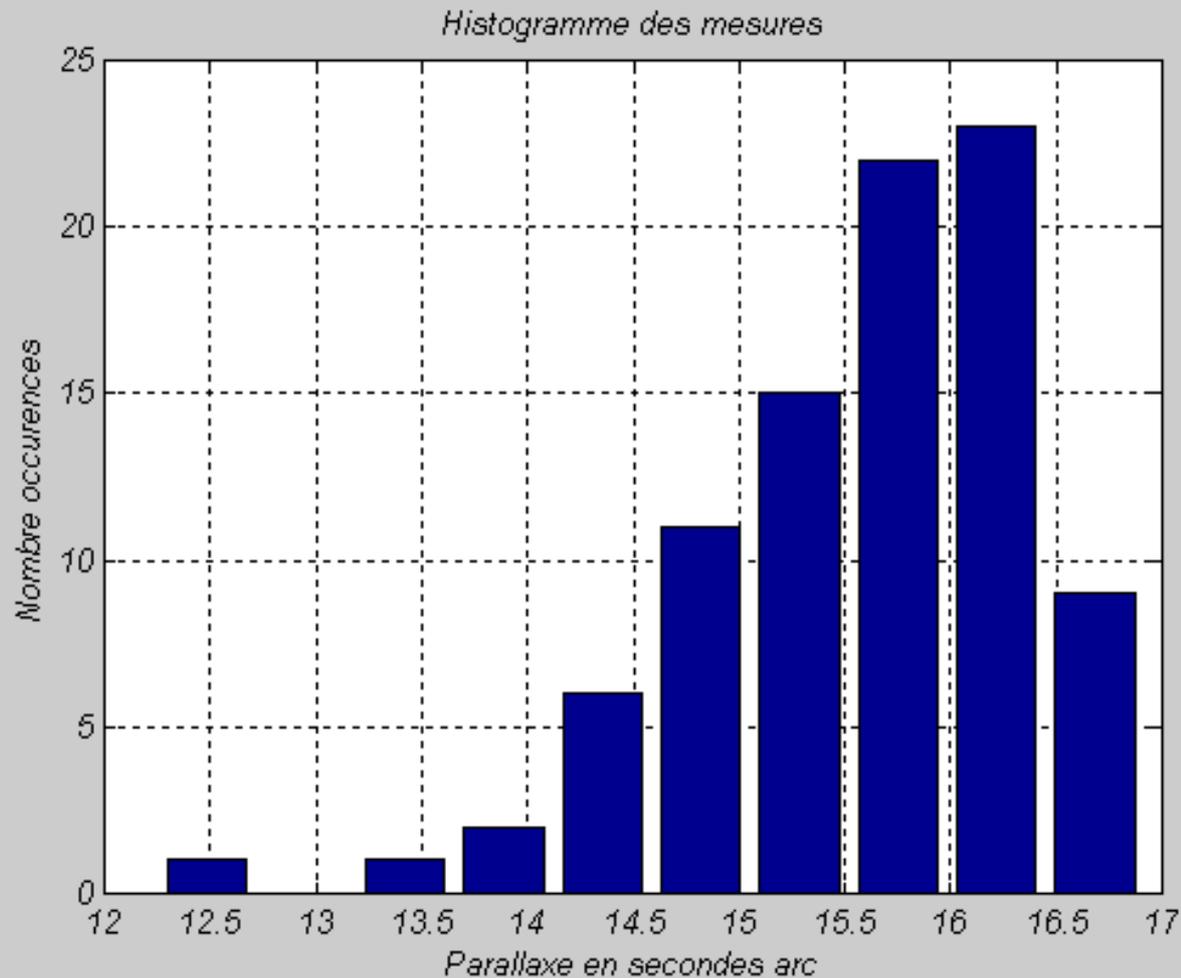
- 6 étoiles de référence : 15 combinaisons
- 6 couples de photos France / réunion
- Total : 90 mesures

Les résultats

Résultats des mesures de Parallaxe



Les résultats



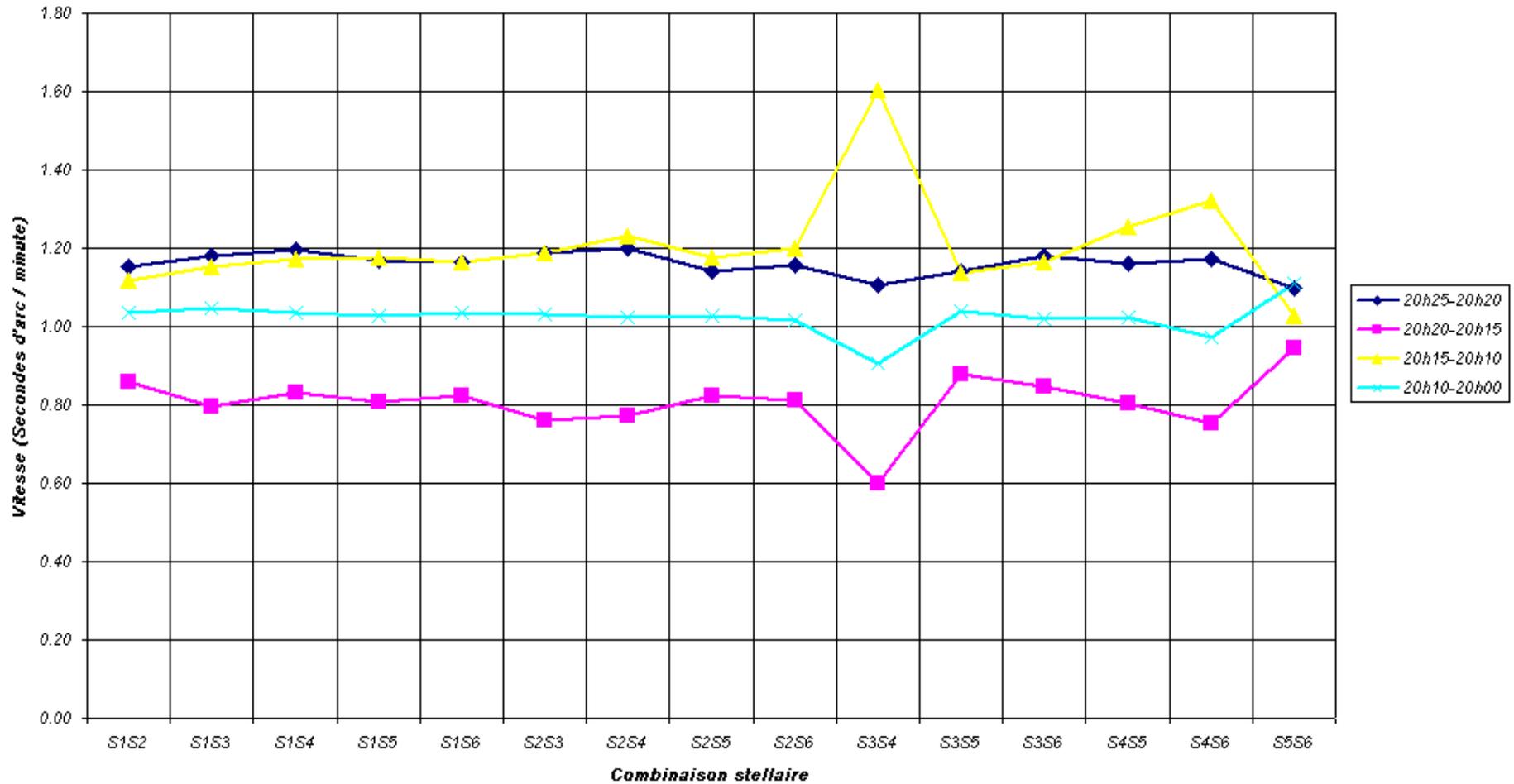
Médiane : 15.75 sec

Moyenne : 15.6 sec

Ecart moyen : 0.6 sec

Vitesse de déplacement

Vitesse de déplacement de Mars Ablis



Détermination de la distance

- Parallaxe de Mars entre Paris et Les Makes
 - 15,75 secondes d'arc
- Distance Terre-Mars
 - 109 millions de km
- Selon les éphémérides
 - Parallaxe de 17,4"
 - Distance : 99 millions de km

Remerciements

- Vincent Jacques (Rueil sur Noya)
 - Pierre Lauginie
- L'équipe des Makes (La Réunion)
 - Jean-Paul Teng
 - ...

