

## 1<sup>ère</sup> activité

Vous regardez un paysage, bras tendu vous levez votre pouce, vous ne bougez pas votre bras. Vous fermez l'œil droit, vous voyez votre pouce vers la droite du paysage. Vous fermez votre œil gauche, votre pouce semble alors se déplacer vers la gauche par rapport au paysage.

### 1st activity

You look at a landscape, you raise your arm outstretched thumb, you do not move your arm. You close your right eye, you see your thumb to the right of the landscape. You close your left eye, then your thumb seems to move left relative to the landscape.



Comment expliquez que votre pouce semble avoir bougé ?

Approchez maintenant votre pouce à une vingtaine de centimètres de votre visage, faites la même expérience, que constatez-vous ?

Rédigez une conclusion

How to explain that your thumb seems to have moved?

Come now your thumb to twenty centimeters from your face, do the same experience, what do you see?

Write a conclusion

## 2<sup>ème</sup> activité

Comment déterminer votre distance inter pupillaire (PD) ?

Vous disposez d'une règle graduée, d'un appareil photo numérique et d'un assistant.

2nd activity

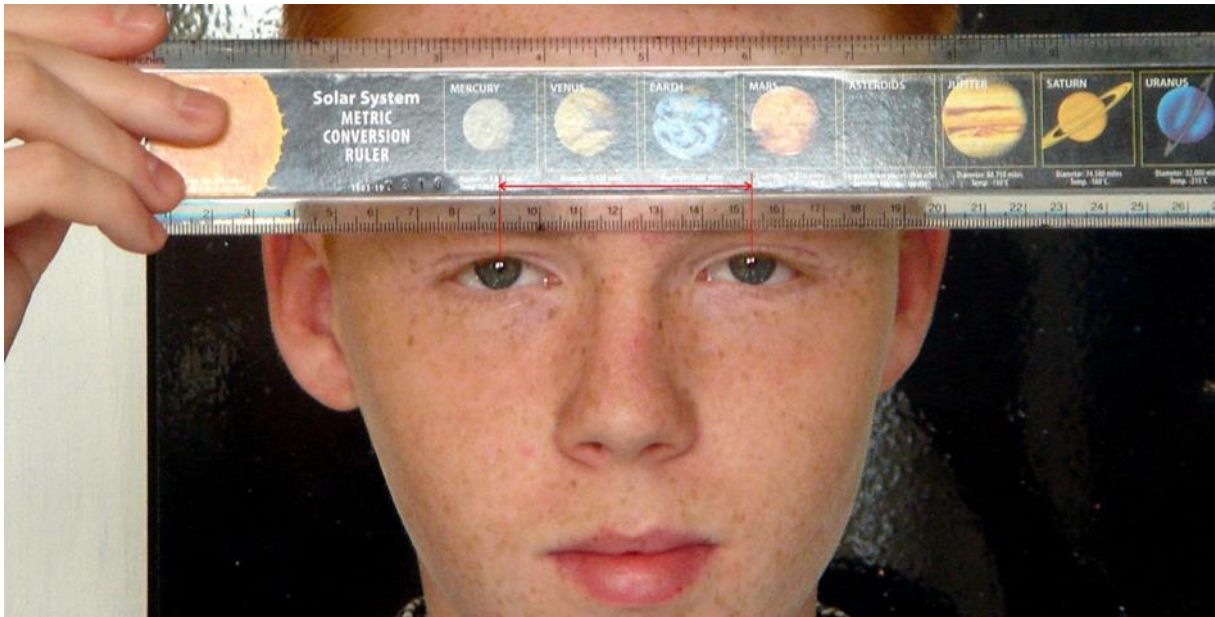
How to determine your inter-pupillary distance (PD)?

You have a ruler, a digital camera and an assistant.



En zoomant sur l'image

By zooming in the image



Dans cet exemple  $PD = 15,2 - 9,0 = 6,2$  cm.

In this example  $PD = 15.2$  to  $9.0 = 6.2$  cm.

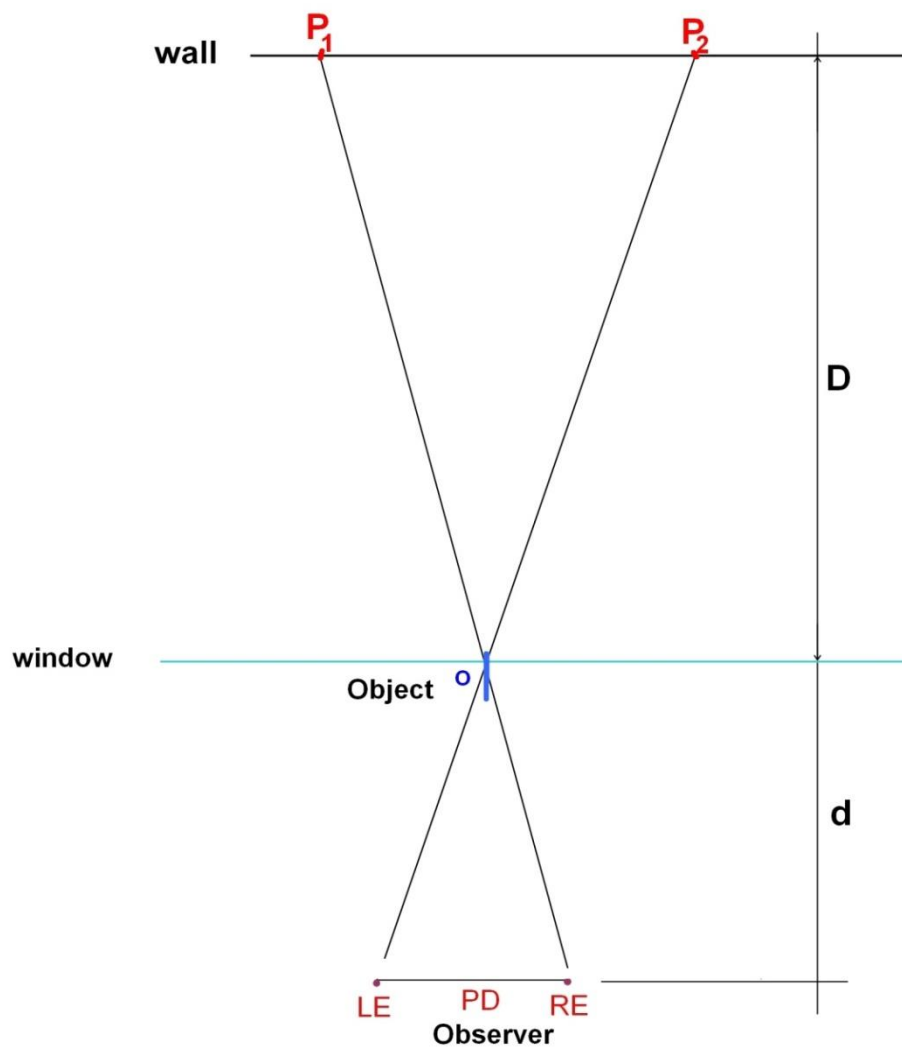
### 2ème activité

Vous êtes à l'extérieur à quelques mètres devant une vitre sur laquelle vous avez placé un repère O, vous demandez à un assistant de tracer sur le mur opposé les positions  $P_1$  et  $P_2$  du repère O avec tour à tour l'œil droit puis l'œil gauche fermé.

### 2nd activity

You are outside a few meters in front of a window on which you placed a mark O, you ask an assistant to draw on the opposite wall from the window the positions  $P_1$  and  $P_2$  of O with alternately the right eye and then the left eye closed.





Vous connaissez la profondeur de la pièce  $D$ , votre écart pupillaire  $PD$ , vous mesurez sur le mur  $P_1P_2$ .

Vous pouvez calculer la distance  $d$  qui vous sépare de la vitre en appliquant le théorème de Thalès.

You know the depth of the room  $D$ , your pupillary distance  $PD$  and you measure the distance  $P_1P_2$  on the wall.

You can calculate the distance  $d$  that separates you from the window by applying Thales' theorem.

Dans cet exemple  $D = 4.40$  m,  $PD = 6.2$  cm et  $P_1P_2 = 11$  cm

Nous obtenons  $d = 248$  cm

La distance  $d$  qui nous sépare de l'objet  $O$  est d'environ 2.50 m

Que se passe-t-il si on s'éloigne de la vitre ?

Refaites l'expérience mais cette fois en choisissant 2 points d'observation séparés d'1m par exemple.

Rédigez une conclusion

In this example  $D = 4.40 \text{ m}$ ,  $PD = 6.2 \text{ cm}$  and  $P_1P_2 = 11 \text{ cm}$

We obtain  $d = 248 \text{ cm}$

The distance  $d$  between us and the object  $O$  is about  $2.50 \text{ m}$

What will happen if we move away from the window?

Repeat the experiment but this time choosing two observation points separated  $1\text{m}$  for example.

Write a conclusion

3<sup>ème</sup> activité

Application au calcul de la distance d'un astéroïde. Calcul de la base.

Lorsque vous observez un objet du système solaire c'est à dire un objet relativement proche de la Terre depuis deux points de vue différents de la surface du globe terrestre, cet objet semble changer de position par rapport aux étoiles du champ car les étoiles sont très éloignées de la Terre et semblent donc fixes.

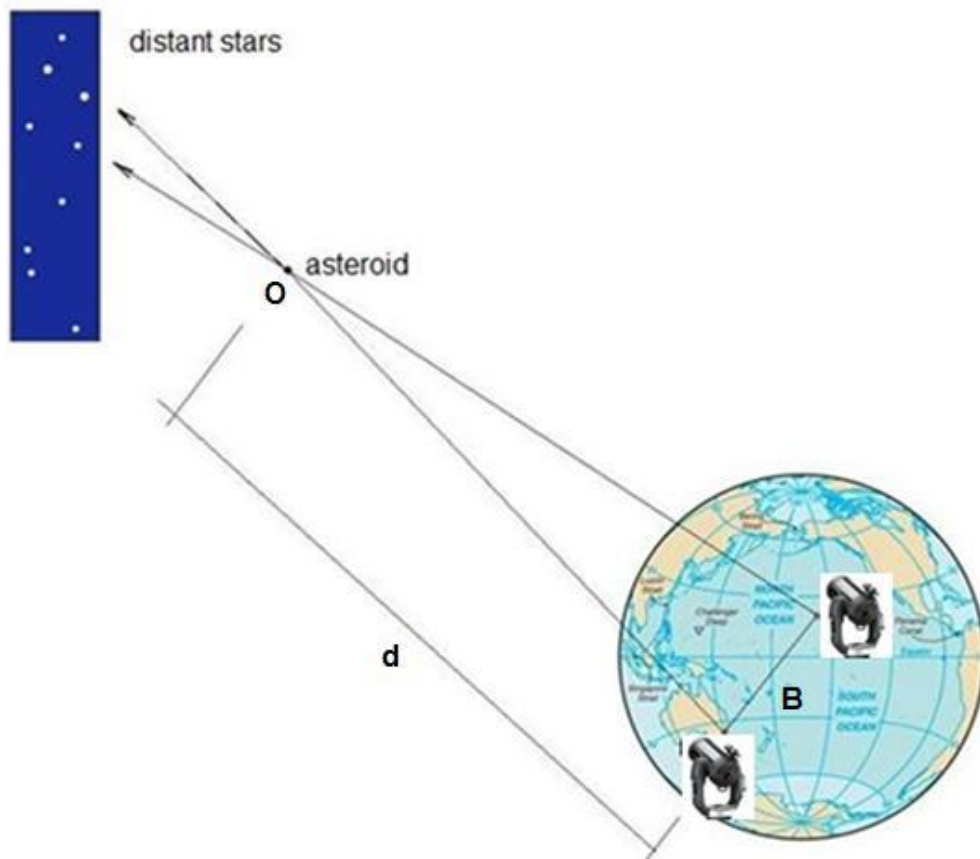
Nous sommes dans la situation étudiée précédemment simplement deux télescopes remplacent nos deux yeux et la distance séparant ces deux télescopes (base  $B$ ) correspond à notre distance pupillaire.

3rd activity

Application to calculate the distance of an asteroid. Calculation of the baseline.

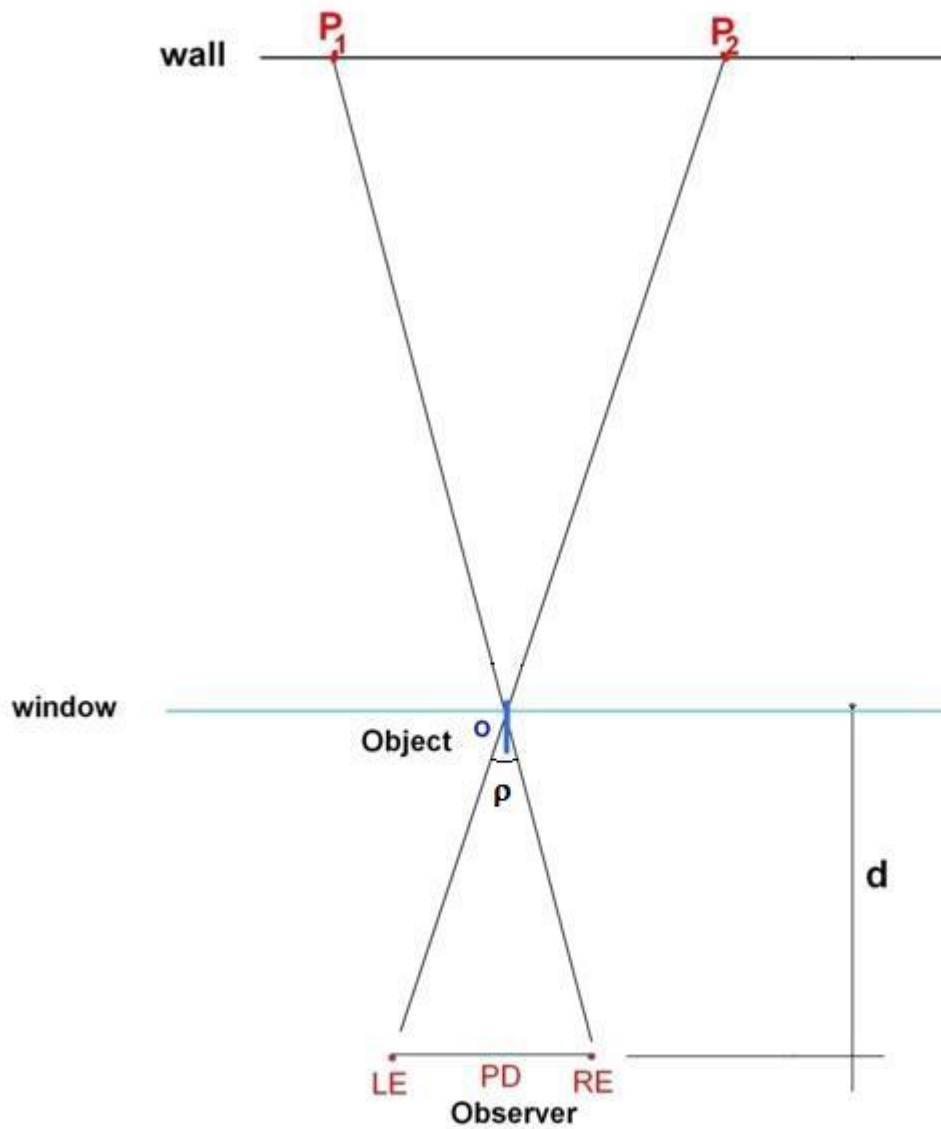
When you observe an object in the solar system that is relatively near Earth object from two different points of view of the surface of the Earth, this object appears to change position relative to field stars because stars are very away from Earth and thus appear stationary.

We are in the situation previously studied only two telescopes replace our two eyes and the distance between the two telescopes (baseline  $B$ ) corresponds to our pupillary distance.



La différence avec l'activité précédente est que l'on ne connaît pas la distance  $D$  entre l'astéroïde et les étoiles.

The difference with the previous activity is that one does not know the distance  $D$  between the asteroid and the stars.



Un peu de trigonométrie :

Some trigonometry:

$$\tan \rho/2 = (PD/2) / d \quad (\rho \text{ en radians})$$

pour les petits angles

for small angles

$$\tan \rho/2 \sim \rho/2$$

$$\rho/2 = (PD/2) / d$$

$$\rho = PD / d$$

$$d = PD / \rho$$

- 1) Pour mener à bien le projet, nous avons choisi d'utiliser les deux télescopes Faulkes (2m) parce qu'ils ont l'avantage d'être situés dans la nuit pendant la journée en Europe (12h TU en Europe, 23h TL à Siding Spring et 2h TL à Hawaï).

TU: Temps Universel et TL: Heure locale

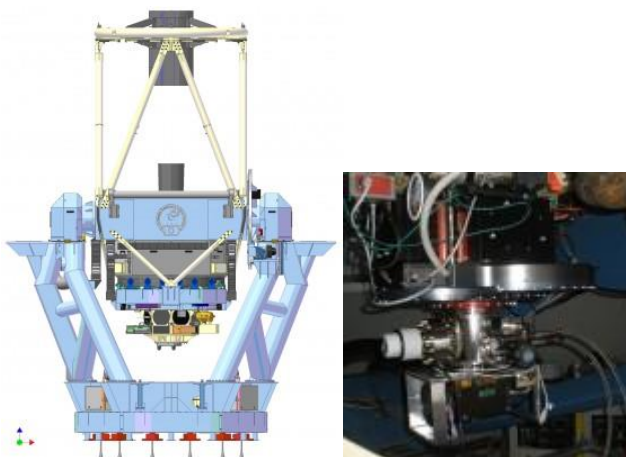
- 1) To lead the project we chose to use the two **Faulkes Telescope (2m)** because they have the advantage of being located in the night during the day in Europe (11h UT in Europe, 21h LT in Siding Spring and 1h LT in Hawaii).

UT : Universal Time and LT : Local Time



Autre avantage: les deux sites ont une instrumentation identique; télescopes jumeaux (2 mètres de diamètre) et la même caméra CCD (Fairchild CCD486 BI).

Other advantage: the two sites have identical instrumentation; twin telescopes (2 meters telescope class) and the same CCD camera (Fairchild CCD486 BI).





2) Calcul de la distance entre deux points sur la surface de la Terre

2) Calculate the distance between two points on the surface of the Earth

- Calculez la distance séparant deux points à la surface de la Terre en utilisant Google Earth.  
Exemple distance entre votre école et la capitale de votre pays.

Ouvrir Google Earth

Taper le nom de l'école et son adresse : Collège Le Monteil, rue Henri Pourrat, Monistrol sur Loire.

Ajouter un repère et le nommer : exemple ASAM

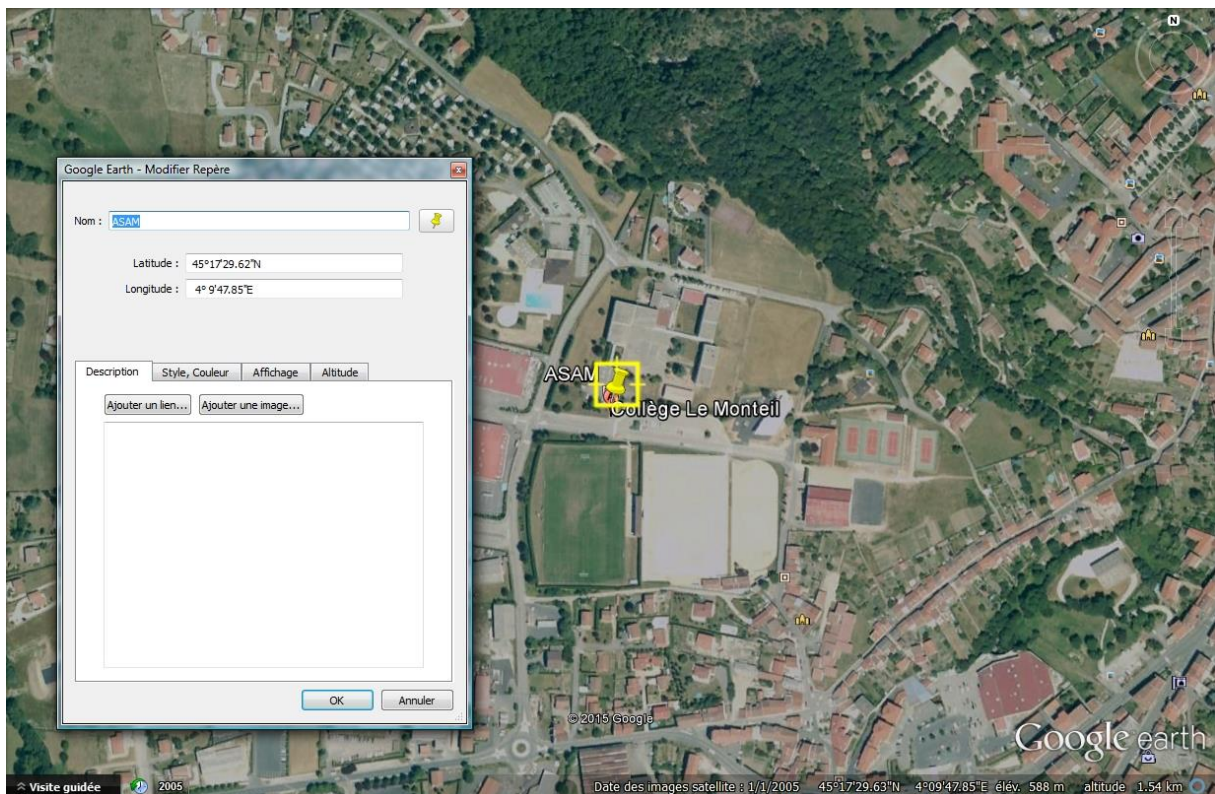
- Calculate the distance between two points on the surface of the Earth using Google Earth.

Example distance between your school and the capital of your country.

Open Google Earth

Type the school's name and address: The College Monteil, Henri Pourrat Street, Monistrol sur Loire.

Add a bookmark and name it : example ASAM

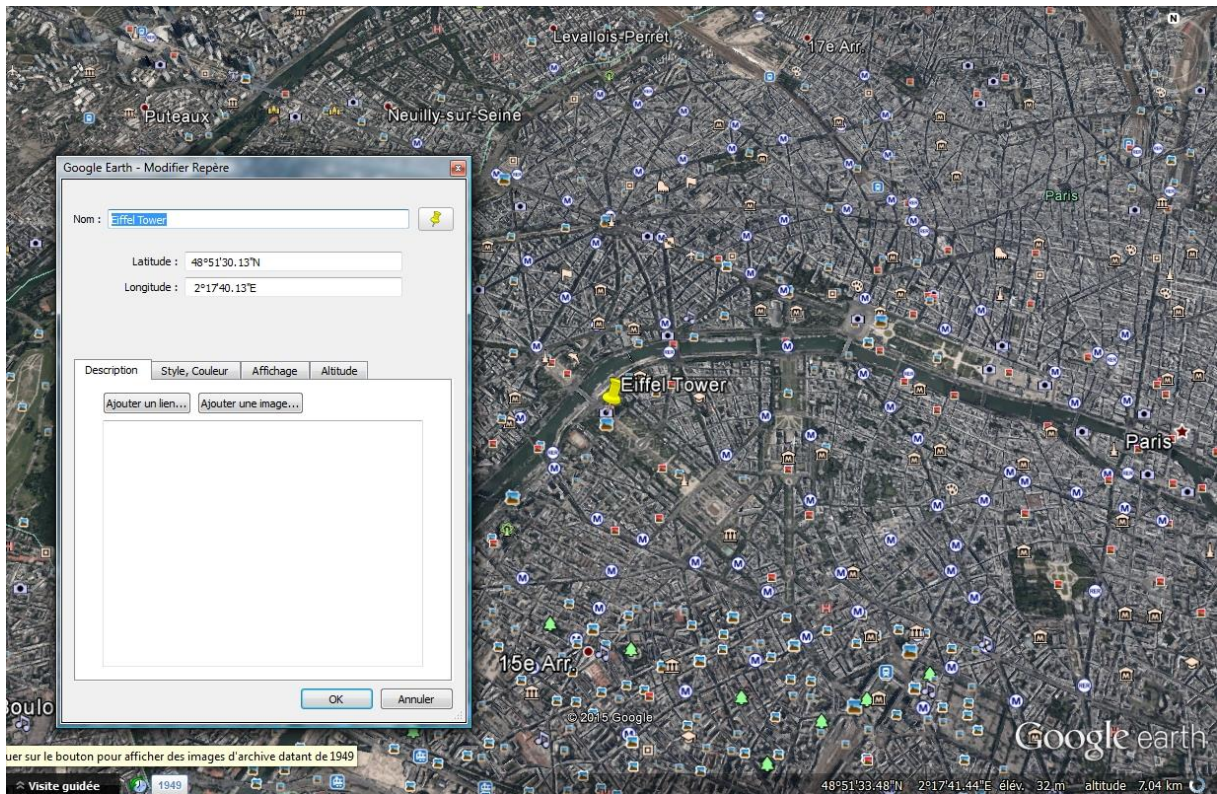


Vous obtenez les coordonnées géographiques de votre école.

Choisir maintenant Paris, tour Eiffel par exemple et placez un repère.

You get the geographical coordinates of your school.

Now choose your capital (in our example Paris, Eiffel Tower) and place a mark.



Vous obtenez les coordonnées géographiques de la tour Eiffel.

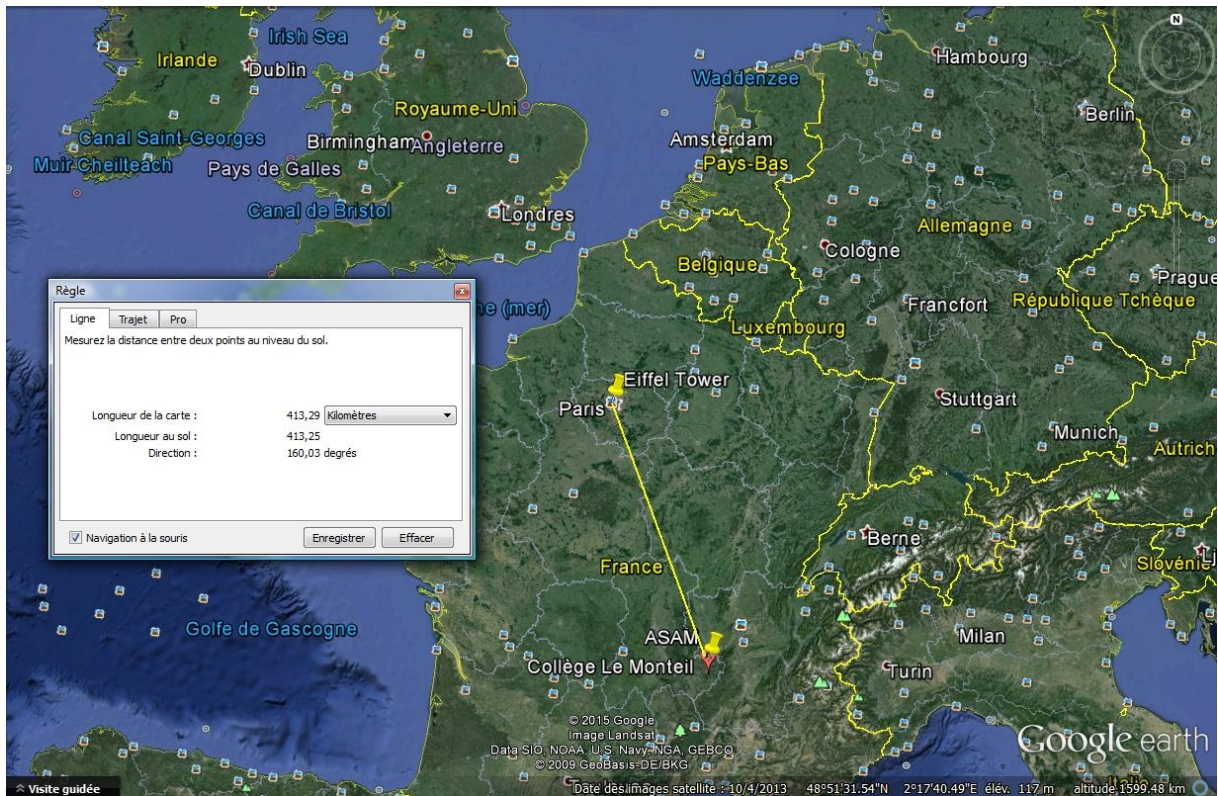
Cliquez maintenant sur « Afficher la règle ».

Augmenter le champ de façon à voir les deux sites puis cliquez sur la tour Eiffel et amener la ligne sur le site du collège.

You get the geographical coordinates of the mark (in our example the Eiffel Tower).

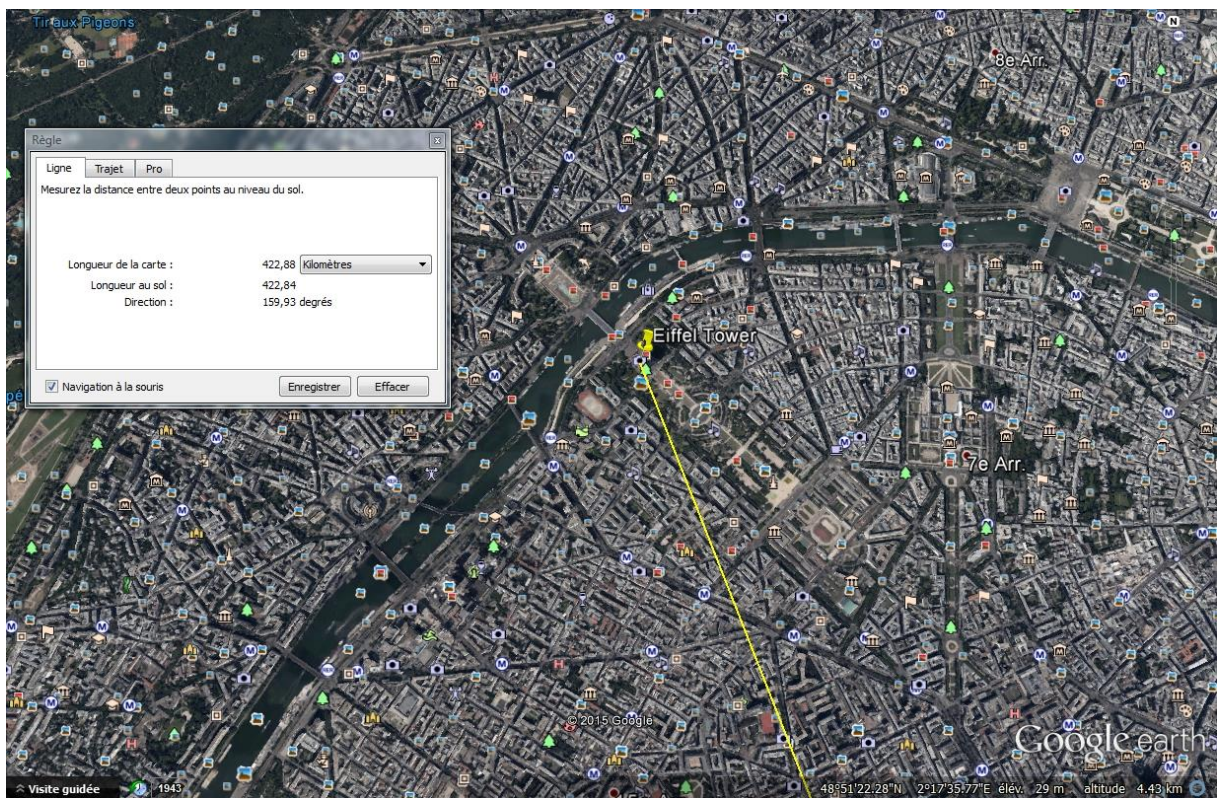
Now click on "Show ruler".

Increasing the field to see both sites and click on the mark (in our example the Eiffel Tower) and take the line on the location of your school.



Pour augmenter la précision zoomer sur chaque site pour amener la ligne sur la position exacte du repère.

To increase the precision zoom on each site to bring the line to the exact position of the mark.

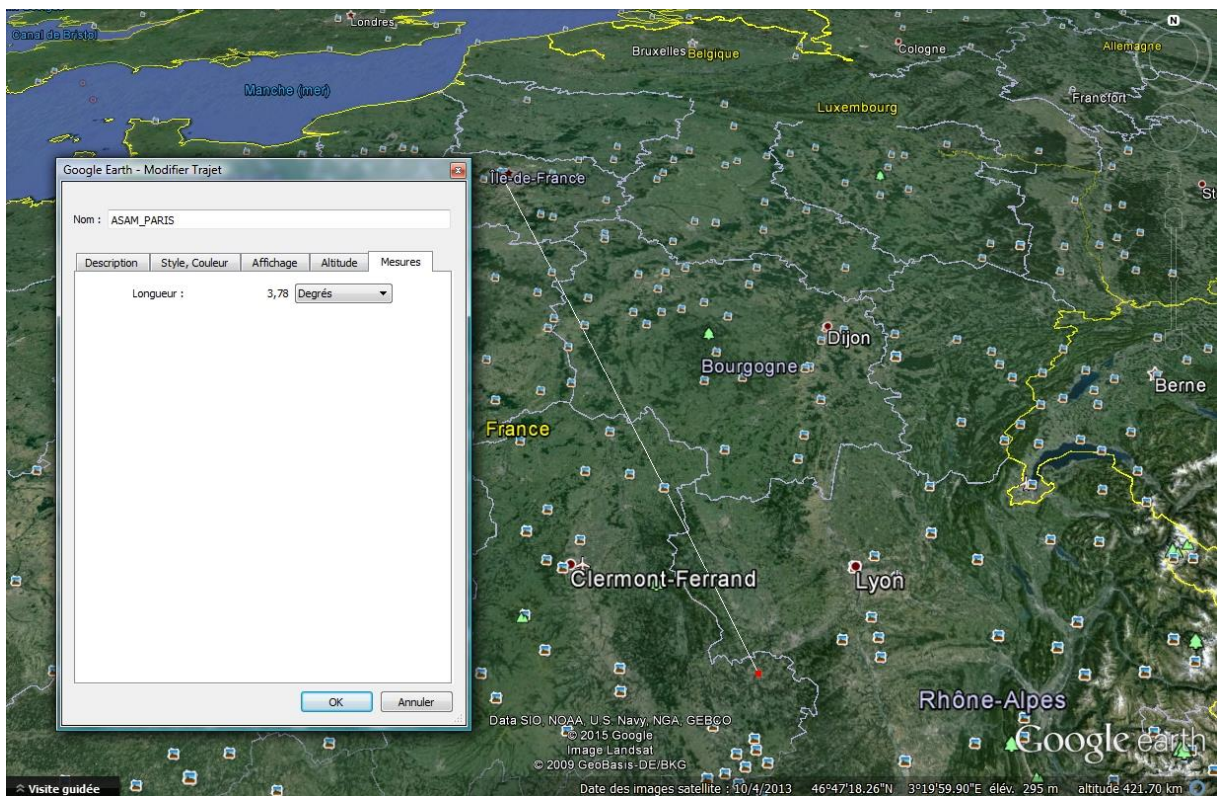
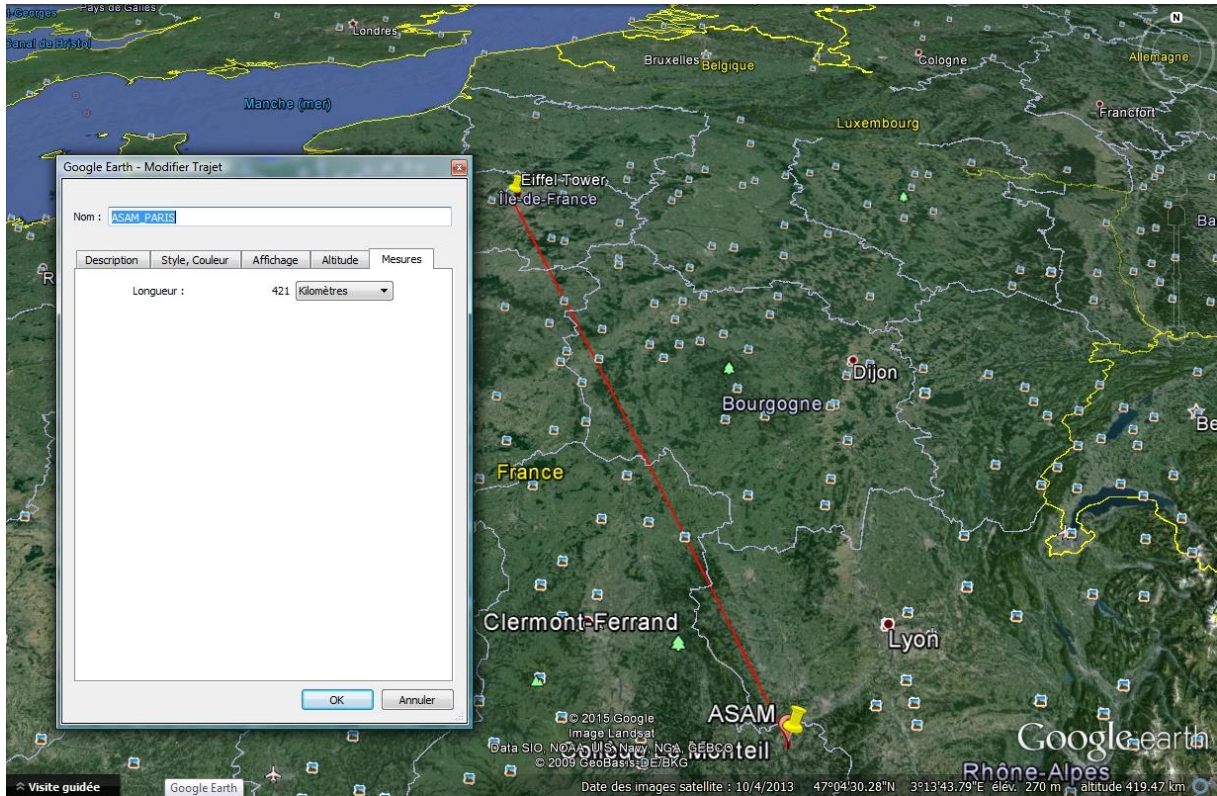


Faites de même pour l'autre site.

Do the same for the other site.

Enregistrer et nommez la distance, ici ASAM\_PARIS

Save and name the distance, in our example ASAM\_PARIS



La distance à la surface de la Terre est de 421 km (il s'agit de l'arc du grand cercle passant par les deux sites).

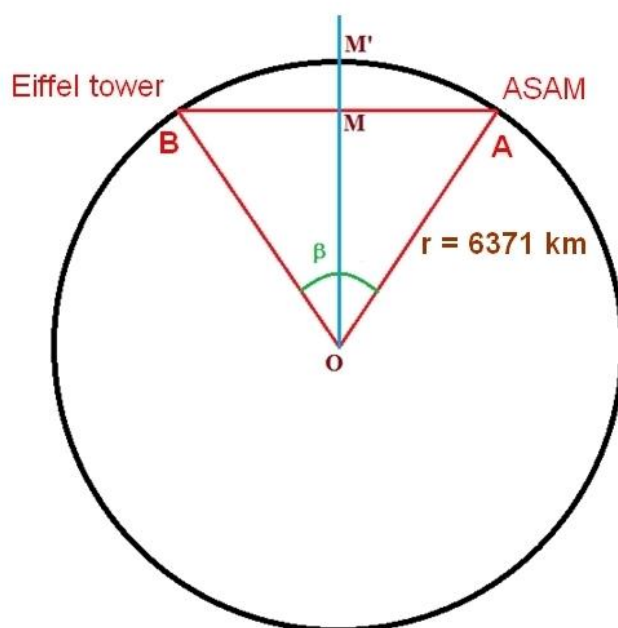
Comment calculer la corde AB qui sous-tend cet arc ?

Le rayon moyen de la Terre à ces latitudes est d'environ 6371 km.

The distance to the surface of the Earth is 421 km (it is the arc of the great circle passing through the two sites).

How to calculate the chord AB behind the arc?

The average radius of the Earth at these latitudes is about 6371 km.



$$R_{\text{Earth}} = 6371 \text{ km et/and } \beta = 3.78^\circ$$

$$\text{chord AB} = 2 \times R_{\text{Earth}} \times \sin(\beta / 2)$$

$$\text{chord AB} = 2 \times 6371 \times \sin 1.89^\circ$$

$$\text{chord AB} = 420.93 \text{ km environ/ about } 421 \text{ km.}$$

Remarque : la distance des deux villes est petite l'arc et la corde sont quasiment de même valeur ce qui n'est pas le cas lorsque les deux sites sont très éloignés.

Note : the distance between the two cities is small so arc and chord are almost the same value which is not the case when the two sites are far apart.

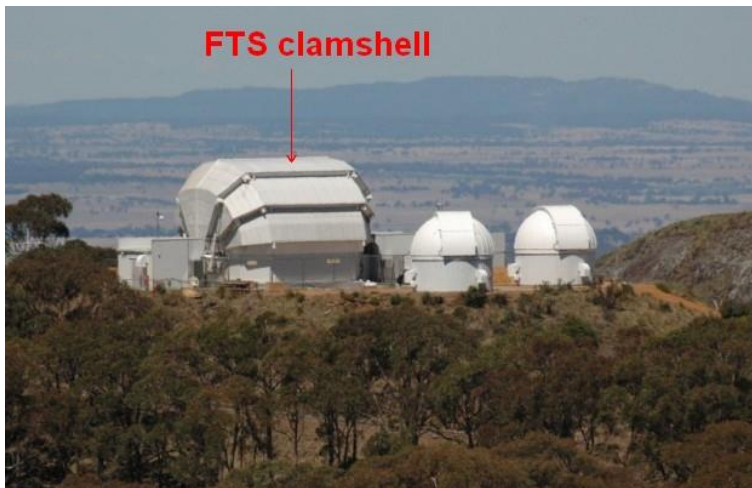
- 3) Calcul de la base B (km).
- 3) Calculate the baseline B (km).
  - a) Trouver la longueur A de l'arc entre le FTN et le FTS :
  - a) To find the length A of the arc from FTN to FTS :

Vous devez connaître les coordonnées géographiques des deux sites. Vous pouvez trouver ces coordonnées sur le site Web du LCOGT mais il est amusant d'utiliser Google Earth:

You must know the geographic coordinates of the two sites. You can find these coordinates on LCOGT website but it's funny to use Google Earth:

L'abri des télescopes Faulkes n'est pas une coupole traditionnelle, il a une forme particulière : un dome en forme de coquille identique pour les 2 télescopes et donc facile à identifier.

The shelter of the Faulkes Telescope is not a traditional dome, it has a particular shape: a clamshell dome, identical for the 2 telescopes and easy to identify.



Dans Google Earth

Recherche du Faulkes Telescope North (FTN)

Tapez "Haleakala Observatories" dans la fenêtre de recherche puis en zoomant cherchez l'abri du Faulkes Telescope North.

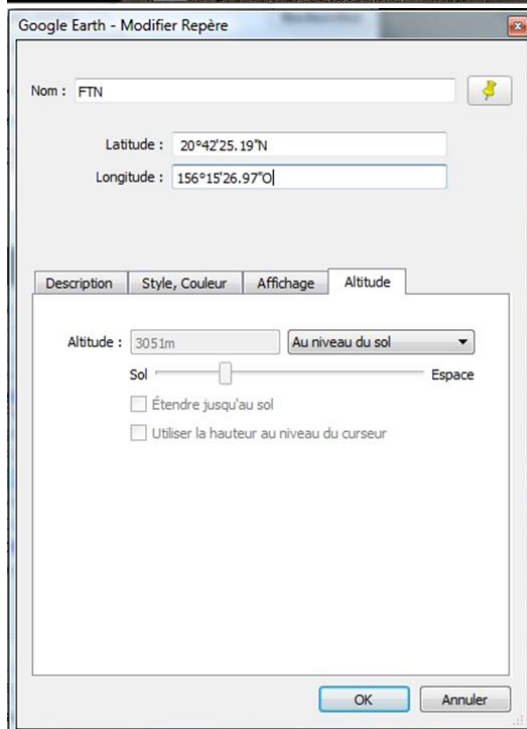
Puis « Ajouter un repère », en cliquant sur ce repère nommé FTN une nouvelle fenêtre apparaît où figurent les coordonnées de ce télescope :

Using Google Earth

Search for Faulkes Telescope North (FTN)

Type "Haleakala Observatories" in the search window and by zooming looking away from Faulkes Telescope North shelter.

Then "Add Marker" by clicking on this landmark named FTN a new window appears displaying the coordinates of the telescope:



### Recherche du Faulkes Telescope South (FTS)

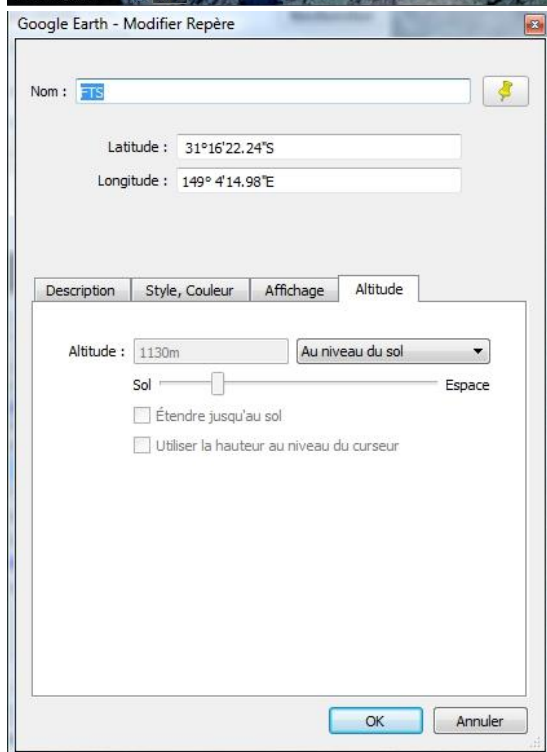
Tapez "Siding Spring Observatory" dans la fenêtre de recherche puis en zoomant cherchez l'abri du Faulkes Telescope South.

Puis « Ajouter un repère », en cliquant sur ce repère nommé FTS une nouvelle fenêtre apparaît où figurent les coordonnées de ce télescope :

Search for Faulkes Telescope South (FTS)

Type "Siding Spring Observatory" in the search window and by zooming looking away from the Faulkes Telescope South shelter.

Then "Add Marker" by clicking on this landmark FTS named a new window appears displaying the coordinates of the telescope:





Coordonnées géographiques du FTN :

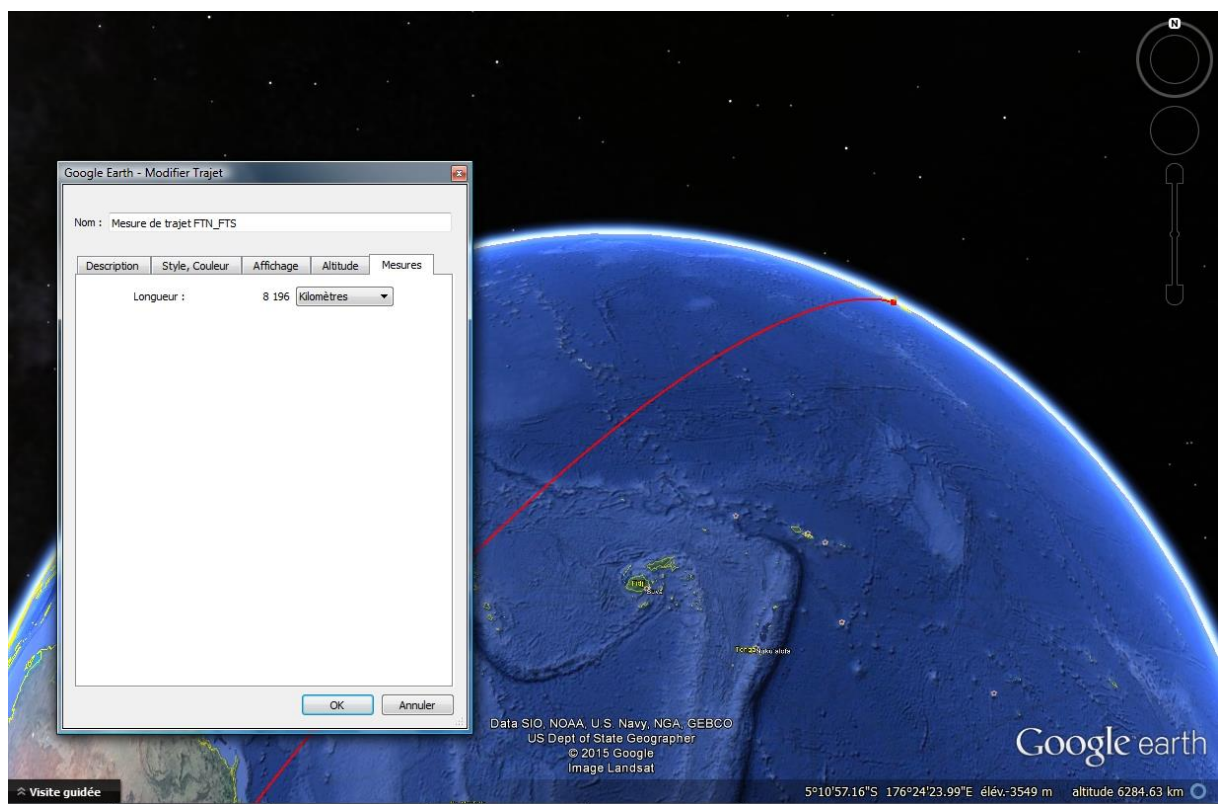
Geographic coordinates of FTN : latitude  $20^{\circ} 42' 25.19''\text{N}$ ; longitude  $156^{\circ} 15' 26.97''\text{W}$

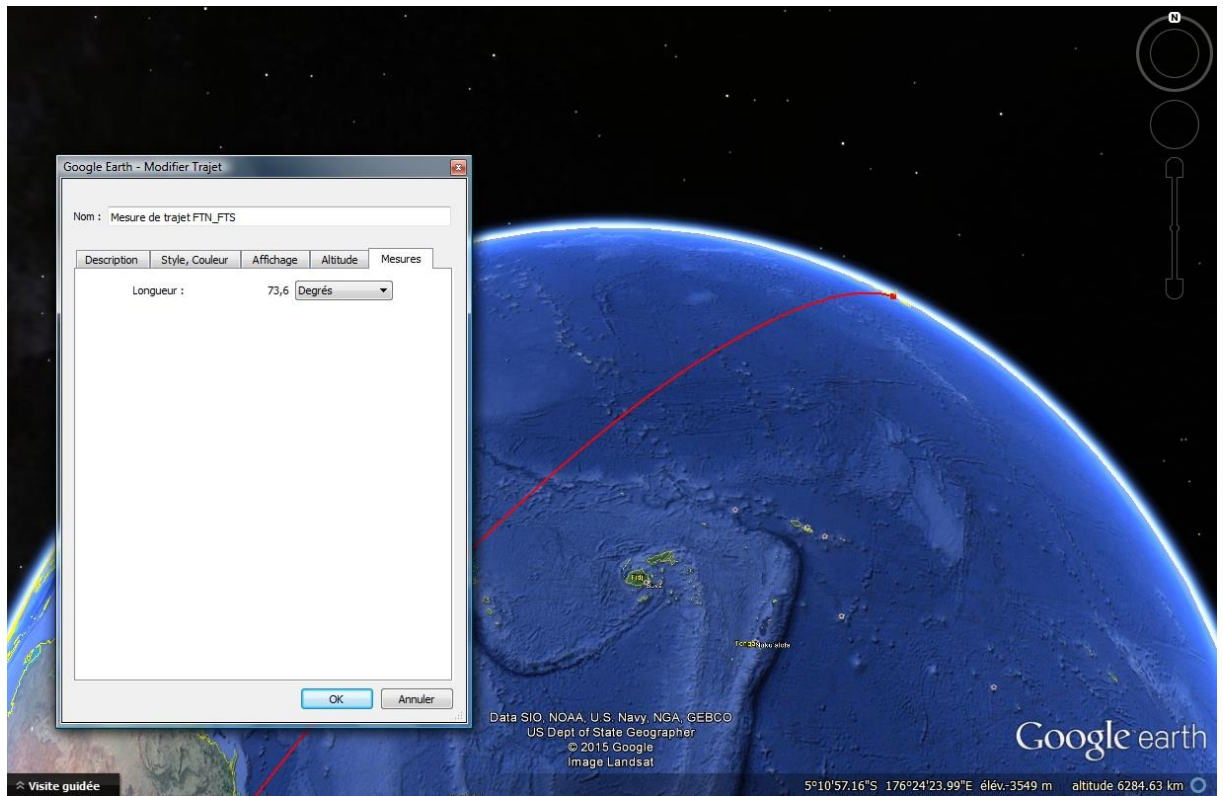
Coordonnées géographiques du FTS :

Geographic coordinates of FTS : latitude  $31^{\circ} 16' 22.24''\text{S}$ ; longitude  $149^{\circ} 04' 14.98''\text{E}$

Appliquez la méthode précédente pour déterminer la longueur A de l'arc séparant les deux observatoires et l'angle au centre.

Apply the previous method for determining the length A of the arc separating the two observatories and the central angle.





Arc A = 8196 km

et/and

$\beta = 73.6^\circ$

a) Calcul de la corde AB de cet arc :

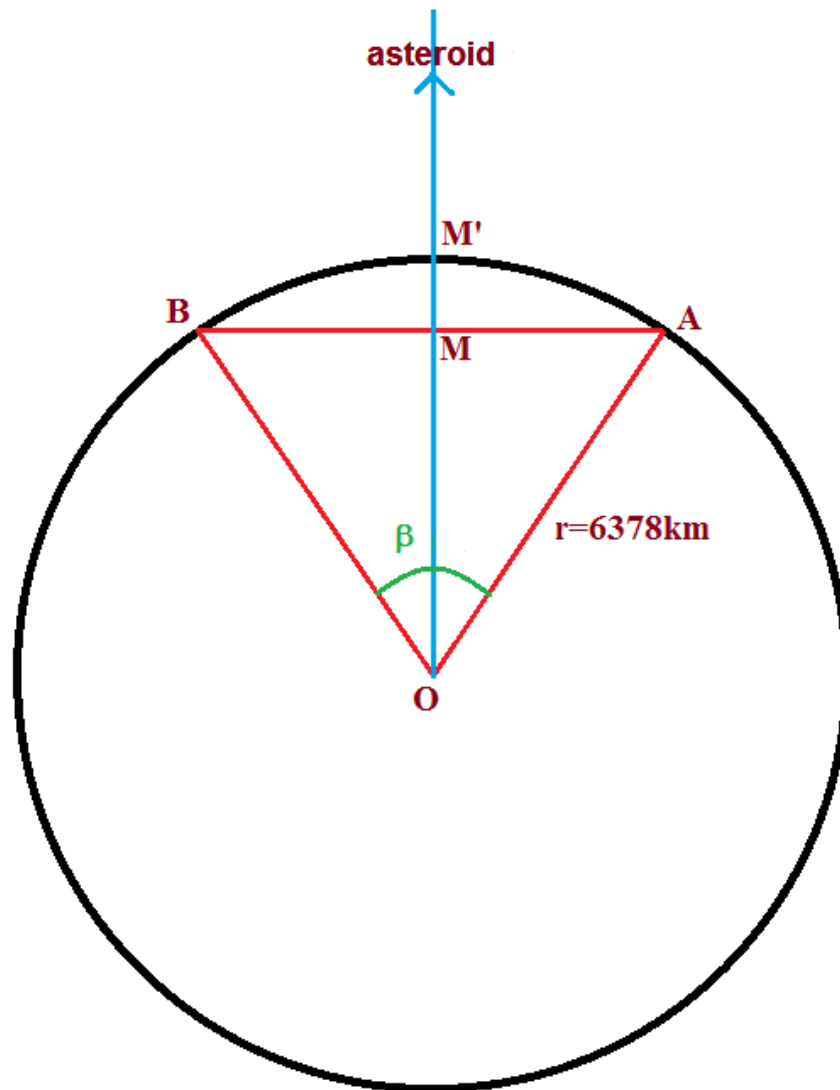
a) Calculate the chord AB of this arc :

$R_{\text{Earth}} = 6378 \text{ km}$  (rayon moyen aux tropiques / average radius to the tropics)

$\beta = 73.6^\circ$

$$AB = 2 \times 6378 \times \sin(\beta / 2)$$

$$AB = 7644 \text{ km}$$



La base mesure 7644 km  
The baseline measure 7644 km

4ème activité : Comment mesurer la distance d'un astéroïde en utilisant la méthode de la parallaxe.

4<sup>th</sup> activity : How to measure the distance of an asteroid using parallax method.

#### 1) OBJECTIFS

- Acquérir des images du même astéroïde depuis des télescopes situés sur deux sites différents sur Terre et en même temps.
- Identifier l'astéroïde sur ces images.
- Mesurer la différence de position de l'astéroïde (RA et Dec) sur les images prises au même moment par les deux télescopes appelée "décalage de parallaxe".
- Calculez la distance de la Terre à l'astéroïde.

#### 1) GOALS

- Acquire images of the same asteroid from telescopes located on 2 different sites on the Earth at the same time.

- Identify the asteroid on these images.
- Measure the asteroid's changing position (RA and Dec) on images taken at the same time from the two telescopes that is called "parallax shift".
- Calculate the distance from the Earth to the asteroid.

## 2) PROCEDURE

- Acquérir des images.
  - Exploiter les images numériques obtenues avec le logiciel Astrometrica.
- Vous devez d'abord identifier l'astéroïde par une méthode appelée "blink-comparaison".
  - Ensuite, vous devez mesurer l'ascension droite (RA) et la déclinaison (Dec) de l'astéroïde sur vos images.
- Convertir RA (h m s) en (h.xxxxx)
- $$RA (h.xxxxx) = (h \times 3600 + m \times 60 + s) / 3600$$
- Convertir Dec (° ' ") en (° .xxxxx)
- $$Dec (° .xxxxx) = (° \times 3600 + ' \times 60 + ") / 3600$$
- Calculez la différence  $\Delta RA$  (h.xxxxx) de l'astéroïde entre les deux images.
  - Convertir  $\Delta RA$  (h.xxxxx) en  $\Delta RA$  (s).
- $$\Delta RA (s) = \Delta RA (h.xxxxx) \times 3600$$
- Convertir  $\Delta RA$  (s) en  $\Delta RA$  (").
- $$\Delta RA (") = \Delta RA (s) \times 15 \times \cos (Dec \text{ de l'astéroïde})$$
- Calculez la différence  $\Delta Dec$  (° .xxxxx) de l'astéroïde entre les deux images.
  - Convertir  $\Delta Dec$  (° .xxxxx) dans  $\Delta Dec$  (").
- $$\Delta Dec (") = \Delta Dec (° .xxxxx) \times 3600$$
- Calculer le décalage angulaire total de parallaxe  $\rho$  (") en utilisant le théorème de Pythagore.

$$\rho^2 = \Delta RA^2 + \Delta Dec^2$$

$$\rho (") = \sqrt{\Delta RA^2 + \Delta Dec^2}$$

- Calculez la distance  $d$  de la surface de la Terre à l'astéroïde:

## 2) PROCEDURE

- Acquire images.
  - Exploiting the digital images obtained with Astrometrica software.
- First you must identify the asteroid by a method called "blink-comparison".
  - Next you must measure the right ascension (RA) and the declination (Dec) of the asteroid in your images.
- Convert RA (h m s) in (h.xxxxx)
- $$RA (h.xxxxx) = (h \times 3600 + m \times 60 + s) / 3600$$
- Convert Dec (° ' ") in (° .xxxxx)
- $$Dec (° .xxxxx) = (° \times 3600 + ' \times 60 + ") / 3600$$
- Calculate the difference  $\Delta RA$  (h.xxxxx) between RA of the asteroid in the two images.
  - Convert  $\Delta RA$  (h.xxxxx) in  $\Delta RA$  (s).

$$\Delta RA (s) = \Delta RA (h.xxxxx) \times 3600$$

g) Convert  $\Delta RA (s)$  in  $\Delta RA (")$ .

$$\Delta RA (") = \Delta RA (s) \times 15 \times \cos (\text{Dec of the asteroid})$$

h) Calculate the difference  $\Delta Dec (".xxxxx)$  between Dec of the asteroid in the two images.

i) Convert  $\Delta Dec (".xxxxx)$  in  $\Delta Dec (")$ .

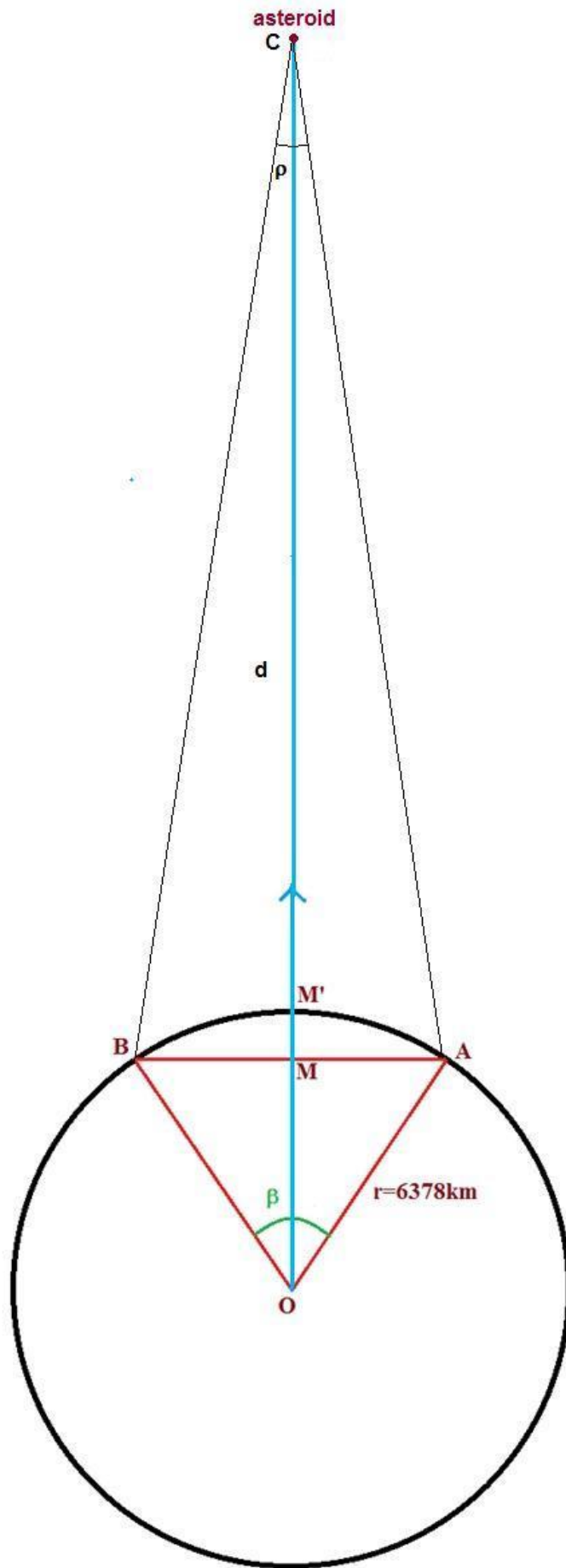
$$\Delta Dec (") = \Delta Dec (".xxxxx) \times 3600$$

j) Calculate the total angular parallax shift  $\rho (")$  using Pythagorean Theorem.

$$\rho^2 = \Delta RA^2 + \Delta Dec^2$$

$$\rho (") = \sqrt{\Delta RA^2 + \Delta Dec^2}$$

k) Calculate the distance  $d$  from the surface of the Earth to the asteroid :



$$\tan(\rho/2) = (B/2)/CM$$

pour les petits angles (en radian)/ for small angles (radian)

$$\tan(\rho/2) = \rho/2$$

$$\rho \text{ (rd)} = B/CM$$

$$\pi \text{ (rd)} = 180^\circ$$

$$\pi \text{ (rd)} = 180 \times 3600 = 648000''$$

$$1 \text{ rd} = 648000''/\pi$$

$$1 \text{ rd} = 206265''$$

$$\rho \text{ (rd)} = \rho \text{ (')} / 206265$$

$$\rho \text{ (')} / 206,265 = B/CM$$

$$CM = B \times 206,265 / \rho \text{ (')}$$

Calcul de MM'

Calculation of MM'

$$MM' = OM' - OM$$

$$MM' = R_{\text{Earth}} - R_{\text{Earth}} \times \cos(\beta/2)$$

with  $R_{\text{Earth}} = 6378 \text{ km}$  and  $\beta = 73.6^\circ$

$$MM' = 1271 \text{ km}$$

La distance d de la surface de la Terre à l'astéroïde est  $CM - MM'$

The distance d from the surface of the Earth to the asteroid is  $CM - MM'$

- I) Choix de la cible
- I) Choice of the target

- La date d'observation : dans notre cas (2 sites d'observation situés près des tropiques, l'un au nord et l'autre au sud), il faudra choisir un objet qui soit proche de l'équateur céleste pour qu'il atteigne une hauteur correcte dans les deux sites au même moment. Il est donc judicieux de choisir une date d'observation proche des équinoxes (RA Sun 0h and DEC Sun 0°). Pour maximiser les chances d'observer la parallaxe, il faut prendre un astéroïde près de son opposition (RA Object 12h and DEC Object 0°) et qui soit aussi près de son périhélie, ou à moins de 2 UA de la Terre.

L'heure d'observation : en choisissant une heure d'observation proche de 12h TU, il est 2h TL à Hawaii et 23h TL à Siding Spring.

En résumé :

Coordonnées de la cible : RA aux environs de 12h et DEC aux environs de 0°

Date d'observation proche de l'équinoxe de printemps (20 mars 2013)

Heure d'observation proche de 12h TU

- The date of observation: in our case (2 observation sites located near the tropics, one north and one south), we will choose an object that is close to the celestial equator for it reaches the correct height at both sites simultaneously. It is therefore appropriate to choose an observation date close to the equinoxes (RA Sun 0h and Dec. Sun 0°). To maximize the chances of observing parallax, take an asteroid near its opposition (RA Object 12h and Dec. Object 0°) and close to its perihelion, or less than 2 AU from the Earth.

Time of observation: choosing an observation time close to 12h UT, 2h TL Hawaii and 23h TL in Siding Spring.

In summary:

Target coordinates: RA about 12h and Dec. about 0°

Date of observation near the spring equinox (March 20, 2013)

Time of observation near 12h UT

- Recherche de la cible :

Pour obtenir les cibles potentielles nous utilisons le Minor Planet Center website :

<http://www.minorplanetcenter.net/iau/mpc.html>

- Search Target:

For potential targets we use the Minor Planet Center website:

<http://www.minorplanetcenter.net/iau/mpc.html>

OBSERVERS, Other Observer Services, MPCChecker

The screenshot shows the top navigation bar of the Minor Planet Center website. The header includes the IAU logo, the text 'The International Astronomical Union Minor Planet Center', and the tagline 'The nerve center of asteroid detection in the Solar System'. There are navigation links for 'HOME', 'ABOUT', and 'CONTACT', along with a 'Search MPC' input field. Below the header is a main navigation menu with three sections: 'OBSERVERS', 'PUBLIC', and 'IAWN'. The 'OBSERVERS' section is expanded, showing a list of services with descriptions and frequency of updates. A red arrow points to 'MPCChecker' in the 'Other Observer Services' sub-menu.

OBSERVERS	PUBLIC	IAWN
Ephemeris Service		
• <b>Process</b>		
MPECs		
NEO Confirmation		
Orbital Elements		
The Minor Planet Center is at the Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO), under the auspices of Division F (formerly Division III) of the International Astronomical Union (IAU). The Minor Planet Center derives its support from a 5-year NASA grant.		
Publications Overview		
Publications Archive		
The MPC derives its support from a 5-year NASA grant.		
NEO Services		
• <b>Other Observer Services</b>		
Orbits/Observations Database		
• <b>Minor Planet Center</b>		
Light Curve Database		
• <b>Minor Planet Center</b>		
MPCAT-OBS		
• <b>Minor Planet Center</b>		
Sky Coverage		
• <b>Minor Planet Center</b>		
Documentation		
Lists and Plots		
MPC Portal		
MPC Status		
• <b>Public</b>		
Summary of Latest Data		
• <b>How do I report material to the MPC?</b> Notes and technical details.		



## MPChecker: Minor Planet Checker

Use the form below to prepare a list of known minor planets in a specified region. Notes on using this form are given at the bottom of this page.

If you wish to report the non-functioning of (or errors in) this service, please use [this feedback form](#). But ensure that you have seen the note on computing limits at the bottom of this page before reporting anything.

**March 03rd 2013 at 12h UT** → Date : 2013 03 20.5 UT

Produce list of known minor planets around:

this J2000.0 position: R.A. = 12 00 00 Decl. = 00 00 00 ← **coordinates**

or around  these observations:

Radius of search = 300 arc-minutes

**bright object** → Limiting magnitude, V = 13.0 Observatory code = 500 ← **centre of the Earth**

Output matches in order of:

Result for RA = 12h00m00s

## MPChecker/CMTChecker/NEOChecker/NEOCMTChecker

Here are the results of your search(es) in the requested field(s) (positions are determined from elements integrated to a nearby epoch) :

The following objects, brighter than  $V = 13.0$ , were found in the 300.0-arcminute region around R.A. = 12 00 00, Decl. = +00 00 00 (J2000.0) on 2013 03 20.50 UT:

Object designation	R.A. h m s	Decl. ° ' "	V	Offsets R.A. Decl.	Motion/hr R.A. Decl.	Orbit	Further observations? Comment (Elong/Decl/V at date 1)
2010 OE31	12 02 14.1	+00 42 29		33.5E 42.5N	24- 26+	1d	Leave for survey recovery.
2010 PP25	11 57 45.3	-01 13 21		33.7W 73.4S	35- 1-	1d	Leave for survey recovery.
2009 KR	11 53 50.1	-00 45 49		92.5W 45.8S	28- 19+	10d	Leave for survey recovery.
P/2010 U2 (Hill)	11 49 01.5	+00 59 36		164.6W 59.6N	23-	5+ cmt	(r = 5.05 AU)
198P/ODAS	11 47 03.0	+01 26 17		194.3W 86.3N	28-	11+ cmt	(r = 3.40 AU)
205P/Giacobini	11 45 05.0	+00 38 48		223.8W 38.8N	22-	13+ cmt	(r = 5.03 AU)
P/2000 S4 (LINEAR-Sp)	12 11 10.7	+03 18 47		167.7E 198.8N	10-	6+ cmt	(r = 11.11 AU)

Number of objects checked = 764838

No available target

Result for RA = 12h15m00s

## MPChecker/CMTChecker/NEOChecker/NEOCMTChecker

Here are the results of your search(es) in the requested field(s) (positions are determined from elements integrated to a nearby epoch) :

The following objects, brighter than  $V = 13.0$ , were found in the 300.0-arcminute region around R.A. = 12 15 00, Decl. = +00 00 00 (J2000.0) on 2013 03 20.50 UT:

Object designation	R.A. h m s	Decl. ° ' "	V	Offsets R.A. Decl.	Motion/hr R.A. Decl.	Orbit	Further observations? Comment (Elong/Decl/V at date 1)
208P/McMillan	12 25 34.1	+00 20 14		158.5E 20.2N	20- 8+	cmt	(r = 5.41 AU)
2010 OE31	12 02 14.1	+00 42 29		191.5W 42.5N	24-	26+ 1d	Leave for survey recovery.
P/2000 S4 (LINEAR-Sp)	12 11 10.7	+03 18 47		57.3W 198.8N	10-	6+ cmt	(r = 11.11 AU)
2010 CH132	12 19 23.9	+03 34 43		66.0E 214.7N	34-	19+ 1d	Leave for survey recovery.
2010 OD116	12 24 30.9	+03 01 51		142.7E 181.9N	31-	33+ 1d	Leave for survey recovery.
2010 LP93	12 12 54.0	-03 51 51		31.5W 231.9S	29-	20+ 1d	Leave for survey recovery.
2010 DV18	12 27 40.9	-02 26 40		190.2E 146.7S	32-	25+ 2d	Leave for survey recovery.
2010 HE50	12 28 04.0	-02 46 42		196.0E 166.7S	37-	5+ 1d	Leave for survey recovery.
2010 OT65	12 15 19.9	+04 20 50		5.0E 260.8N	31-	3+ 1d	Leave for survey recovery.
2010 FX64	12 24 31.1	+03 39 26		142.8E 219.4N	45-	22+ 1d	Leave for survey recovery.
2010 PP25	11 57 45.3	-01 13 21		258.7W 73.4S	35-	1- 1d	Leave for survey recovery.
2010 FJ76	12 28 06.7	+03 22 29		196.7E 202.5N	49-	14+ 1d	Leave for survey recovery.
P/2007 R3 (Gibbs)	12 32 48.4	-01 33 22		267.1E 93.4S	19-	7+ cmt	(r = 5.72 AU)

Number of objects checked = 764838

No available target

Result for RA = 11h45m00s

## MPChecker/CMTChecker/NEOChecker/NEOCMTChecker

Here are the results of your search(es) in the requested field(s) (positions are determined from elements integrated to a nearby epoch) :

The following objects, brighter than  $V = 13.0$ , were found in the 300.0-arcminute region around R.A. = 11 45 00, Decl. = +00 00 00 (J2000.0) on 2013 03 20.50 UT:

Object designation	R.A.			Decl.			V	Offsets		Motion/hr		Orbit	Further observations? Comment (Elong/Decl/V at date 1)
	h	m	s	°	'	"		R.A.	Decl.	R.A.	Decl.		
205P/Giacobini	11	45	05.0	+00	38	48		1.2E	38.8N	22-	13+	cmt	(r = 5.03 AU)
P/2010 U2 (Hill)	11	49	01.5	+00	59	36		60.4E	59.6N	23-	5+	cmt	(r = 5.05 AU)
198P/ODAS	11	47	03.0	+01	26	17		30.7E	86.3N	28-	11+	cmt	(r = 3.40 AU)
2009 KR	11	53	50.1	-00	45	49		132.5E	45.8S	28-	19+	10d	Leave for survey recovery.
2010 PP25	11	57	45.3	-01	13	21		191.3E	73.4S	35-	1-	1d	Leave for survey recovery.
2010 GR61	11	35	22.4	-02	25	29		144.4W	145.5S	42-	28+	1d	Leave for survey recovery.
2010 NW20	11	30	56.2	-00	07	56		211.0W	7.9S	57-	11-	1d	Leave for survey recovery.
2010 GM1	11	41	58.0	-03	41	14		45.5W	221.2S	36-	26+	1d	Leave for survey recovery.
2010 NY80	11	31	04.9	-01	26	28		208.8W	86.5S	25-	17+	1d	Leave for survey recovery.
(270) Anahita	11	28	32.4	-00	47	28	11.9	246.9W	47.5S	36-	16+	55o	None needed at this time.
279P/La Sagra	11	30	33.5	+02	16	32		216.6W	136.5N	22-	8+	cmt	(r = 5.00 AU)
C/2012 F3 (PANSTARRS)	11	48	11.2	+04	11	53		47.8E	251.9N	13-	7+	cmt	(r = 7.20 AU)
2010 NO72	11	44	24.1	-04	19	55		9.0W	259.9S	30-	6+	1d	Leave for survey recovery.
2010 OE31	12	02	14.1	+00	42	29		258.5E	42.5N	24-	26+	1d	Leave for survey recovery.
2010 OP7	11	29	21.2	+01	57	26		234.7W	117.4N	26-	10+	1d	Leave for survey recovery.
47P/Ashbrook-Jackson	11	34	10.1	+03	44	29		162.5W	224.5N	21-	6+	cmt	(r = 5.43 AU)

Number of objects checked = 764838

Une cible valable : (270) Anahita, Vmag = 11.9, coordonnées proches de RA=12h et DEC=0°

One target available: (270) Anahita, Vmag = 11.9, coordinates near RA=12h and DEC=0°

- Pour visualiser la position dans le système solaire de l'astéroïde nous utilisons le JPL Small-Body Data Browser

<http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi>

- To visualize the position of the asteroid in the solar system we use the JPL Small-Body Data Browser

<http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi>

NASA Jet Propulsion Laboratory  
California Institute of Technology

+ View the NASA Portal  
+ Near-Earth Object (NEO) Program

Search JPL

JPL HOME EARTH SOLAR SYSTEM STARS & GALAXIES TECHNOLOGY

**Solar System Dynamics**

BODIES ORBITS EPHEMERIDES TOOLS PHYSICAL DATA DISCOVERY FAQ SITE MAP

JPL Small-Body Database Browser

Search: [ help ]  
270

**Introduction/Overview**

Enter the IAU number, name, or designation for the object of interest in the Search form above. For example, to display information about asteroid 433 Eros, you can enter either "433" or "eros" (names are not case-sensitive). Detailed instructions are available via the help link.

The JPL Small-Body Database Browser provides data for all known asteroids and many comets. Available data include:

- orbital elements
- orbit diagrams
- physical parameters
- discovery circumstances

Newly discovered objects and their orbits are added on a daily basis. Discovery circumstances are updated on a roughly monthly interval. Physical parameters, other than magnitude parameters, are updated on a less frequent basis.

ABOUT SSD CREDITS/AWARDS PRIVACY/COPYRIGHT GLOSSARY LINKS

FIRST GOV 2015-Jun-01 10:33 UT (server date/time) NASA Site Manager: Ryan S. Park Webmaster: Alan B. Chamberlin

Enter

NASA Jet Propulsion Laboratory  
California Institute of Technology

+ View the NASA Portal  
+ Near-Earth Object (NEO) Program

Search JPL

JPL HOME EARTH SOLAR SYSTEM STARS & GALAXIES TECHNOLOGY

**Solar System Dynamics**

BODIES ORBITS EPHEMERIDES TOOLS PHYSICAL DATA DISCOVERY FAQ SITE MAP

JPL Small-Body Database Browser

Search: [ help ]

**270 Anahita**

Classification: Main-belt Asteroid SPK-ID: 2000270

[ Ephemeris | Orbit Diagram | Orbital Elements | Physical Parameters | Discovery Circumstances | Close-Approach Data ]

[ show orbit diagram ]

Orbital Elements at Epoch 2457000.5 (2014-Dec-09.0) TDB Reference: JPL 84 (heliocentric ecliptic J2000)				Orbit Determination Parameters	
Element	Value	Uncertainty (1-sigma)	Units		
e	.1506606847280841	2.3883e-08		# obs. used (total)	1725
a	2.198091359462823	4.0111e-09	AU	data-arc span	42841 days (117.29 yr)
q	1.866925410151269	5.232e-08	AU	first obs. used	1897-11-23
i	2.367533558114554	3.054e-06	deg	last obs. used	2015-03-11
node	254.486159456955	6.4563e-05	deg	planetary ephem.	DE431
peri	80.18861917796016	6.5187e-05	deg	SB-perf. ephem.	SB431-BIG16
M	38.07607180731716	9.7218e-06	deg	condition code	0
t <sub>p</sub>	24566874.602625904106 (2014-Aug-05.10262590)	3.1983e-05	JED	fit RMS	.59115
period	1190.329057678998	3.2582e-06	d	data source	ORB
n	.3024373787043035	8.2783e-10	deg/d	producer	Otto Matic
Q	2.529257308774377	4.6154e-09	AU	solution date	2015-Apr-07 15:59:13

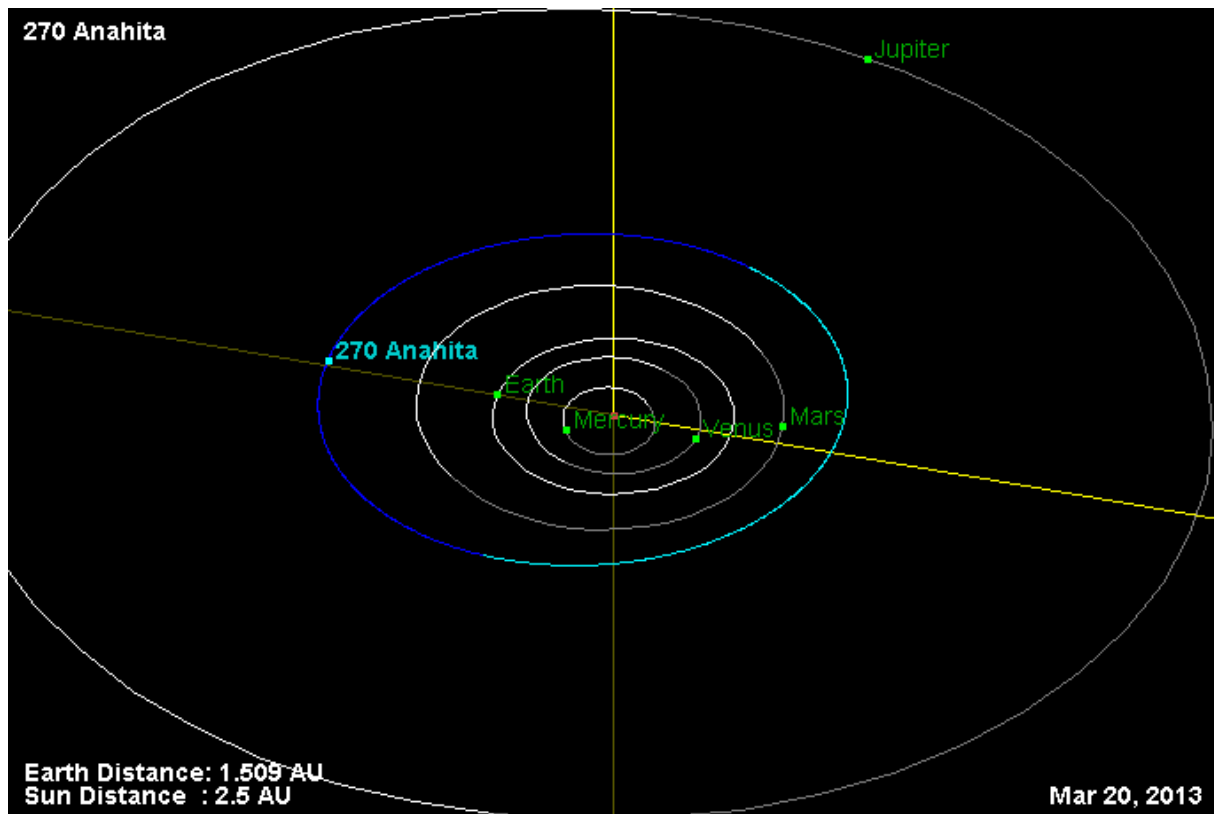
[ show covariance matrix ]

[ Ephemeris | Orbit Diagram | Orbital Elements | Physical Parameters | Discovery Circumstances | Close-Approach Data ]

Physical Parameter Table						
Parameter	Symbol	Value	Units	Sigma	Reference	Notes
absolute magnitude	H	8.75	mag	n/a	IRAS-A-FPA-3-RDR-IMPS-V6.0	IRAS observations used: 17
diameter	diameter	50.78	km	2.0	IRAS-A-FPA-3-RDR-IMPS-V6.0	IRAS observations used: 17
						<b>Published Reference List:</b>
						Planis, A. M., Young, J. W. (1999),

Entrée/Enter

Puis déplacez vous à la date du 20 mars 2013 / Then go on March 20<sup>th</sup>, 2013



- J) Acquisition des images
- J) Acquiring images

Nous n'avons pas pu réserver 2 sessions simultanées au FTN et au FTS avant le 29 mars 2013 de 11h30 à 12h TU

We did not book two simultaneous sessions at FTN and FTS before March 29, 2013 from 11:30 to 12h UT

Ephéméride d'Anahita observé à partir du point M' situé entre les deux télescopes

Ephemeris of Anahita observed from the point M' located between the two telescopes.

- Coordonnées géographiques du point M' :

Coordonnées géographiques du FTN : latitude 20° 42' 25.19"N; longitude 156° 15' 26.97"W

Coordonnées géographiques du FTS : latitude 31° 16' 22.24"S; longitude 149° 04' 14.98"E

latitude  $(20.71 - 31.27)/2 = 5.28^\circ \text{ S}$

longitude  $((360 - 156.26) - 149.07 / 2) + 149.07 = 176.41 \text{ E}$

- Geographic coordinates of M' :

Geographic coordinates of FTN : latitude 20° 42' 25.19"N; longitude 156° 15' 26.97"W

Geographic coordinates of FTS : latitude  $31^{\circ} 16' 22.24''S$ ; longitude  $149^{\circ} 04' 14.98''E$

latitude  $(20.71 - 31.27)/2 = 5.28^{\circ} S$

longitude  $((360 - 156.26) - 149.07 / 2) + 149.07 = 176.41 E$

Nous utilisons ensuite les éphémérides fournis par le sit Internet du Minor Planet Center

Then we used the Ephemeris given by the Minor Planet Center website :



#### Ephemeris Options (applicable only if selecting ephemeris return):

By default, ephemerides are geocentric, begin now and are for 20 days at 1 day intervals.

2 → Ephemeris start date: 20130329 Number of dates to output 144

3 → Ephemeris interval: 5 Ephemeris units:  days  hours  minutes  seconds

For daily ephemerides, enter desired offset from 0h UT: 0 hours

You may enter an observatory code (ground-based only) or your observing site's coordinates:

Observatory code:

4 → Longitude 176.41 ° E, latitude -5.28 °, altitude 0 m.

Longitudes and latitudes should be entered in decimal degrees.

#### Coordonnées de l'astéroïde le 29 Mars 2013 à 11h45 TU

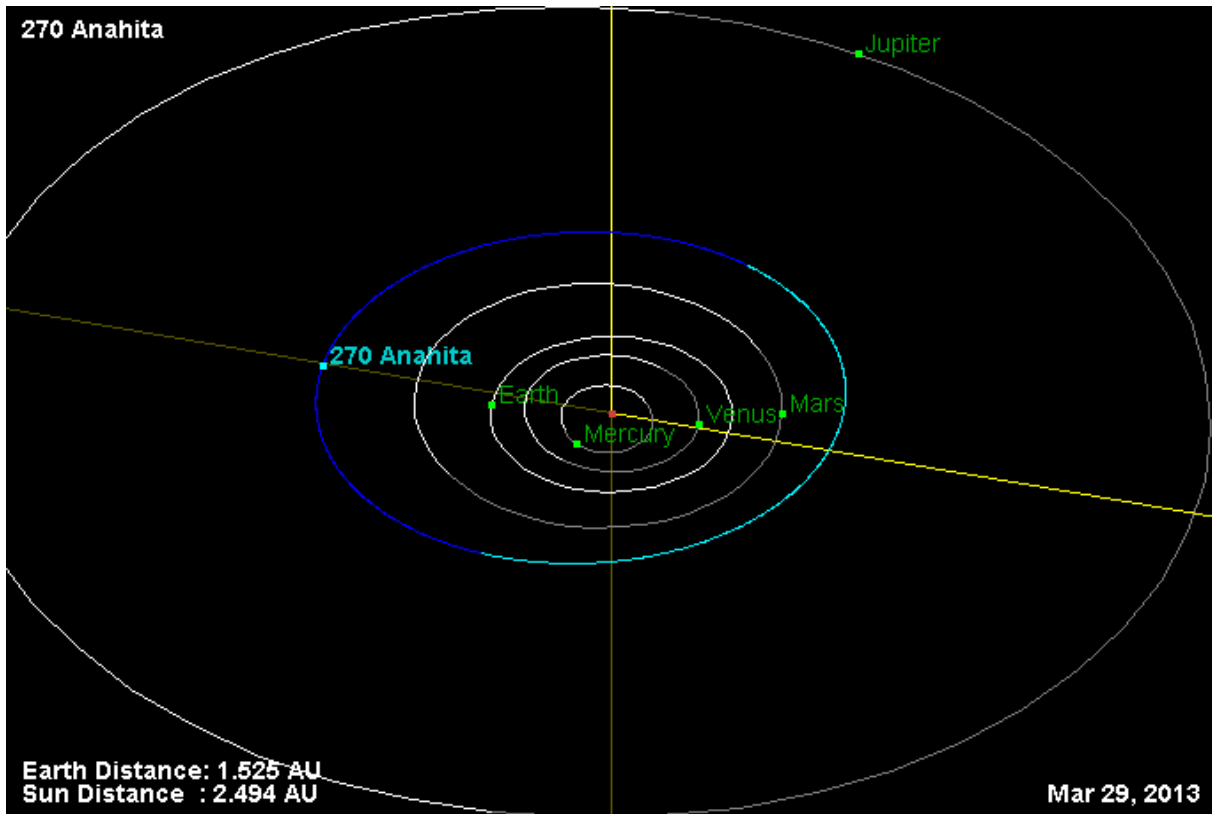
#### Coordinates of the asteroid on March 29, 2013 at 11:45UT

Slots UT	RA	Dec	name	FTN	FTS
11h30/11h59	11h20m04.8s	+00°12'14''	(270) Anahita	UK team	FR team

Elongation  $161.6^{\circ}$  Phase  $7.3^{\circ}$  mag 12.2 altitude  $+79^{\circ}$

Pour visualizer l'astéroïde Anahita dans le système solaire nous utilisons le JPL Small-Body Data Browser à la date du 29 Mars 2013. Nous pouvons voir que le Soleil, la Terre et l'astéroïde sont presque alignés.

To see the asteroid Anahita in the solar system we use the JPL Small-Body Data Browser on March 29<sup>th</sup>, 2013. We can see the Sun, the Earth and the asteroid nearly aligned.



Observations simultanées avec les Faulkes télescopes d'Hawaï (FTN) et d'Australie (FTS) le vendredi 29 Mars 2013.

Observations with Faulkes telescopes simultaneously from Hawaii (FTN) and Australia (FTS) on Friday, March 29<sup>th</sup> 2013.

- I) Choix des meilleures images
- I) Choice of the best images

Nous avons pris simultanément 2 séries d'images de l'astéroïde (270) Anahita depuis les deux télescopes (FTN) et FTS le 29 Mars 2013.

We took 2 sets of images of the asteroid (270) Anahita on March 29<sup>th</sup> 2013 simultaneously from the two telescopes (FTN and FTS).

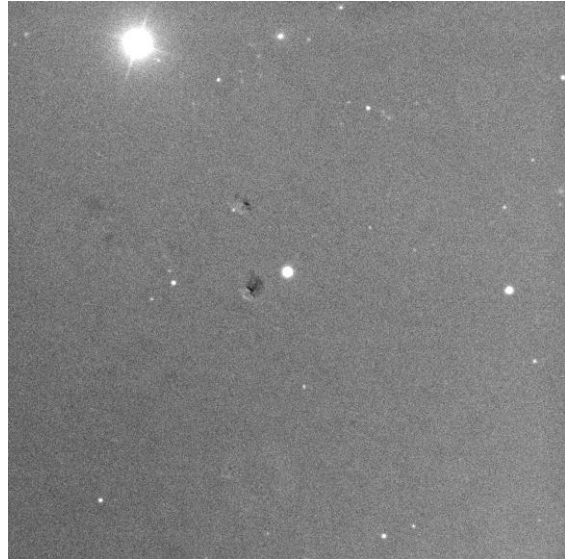
FTN	UK team			FTS	FR team			e
Image	Start time	Stop time	Mid time	image	Start time	Stop time	Mid time	
d_e_20130329_39_1_1_9.fits	11:35:30.833	11:35:50.863	11:35:40.848	b_e_20130329_15_1_1_9.fits	11:35:10.105	11:35:30.130	11:35:20.118	20.730
d_e_20130329_40_1_1_9.fits	11:40:12.864	11:40:32.895	11:40:22.880	b_e_20130329_16_1_1_9.fits	11:40:08.934	11:40:29.014	11:40:18.974	3.906
d_e_20130329_41_1_1_9.fits	11:43:11.648	11:43:31.732	11:43:21.690	b_e_20130329_17_1_1_9.fits	11:43:06.857	11:43:26.880	11:43:16.869	4.821
<b>d_e_20130329_42_1_1_9.fits</b>	<b>11:45:07.356</b>	<b>11:45:27.381</b>	<b>11:45:17.369</b>	<b>b_e_20130329_18_1_1_9.fits</b>	<b>11:45:08.234</b>	<b>11:45:28.313</b>	<b>11:45:18.274</b>	<b>0.905</b>
d_e_20130329_43_1_1_9.fits	11:48:13.008	11:48:33.091	11:48:23.050	b_e_20130329_19_1_1_9.fits	11:48:06.586	11:48:26.630	11:48:16.608	6.442
d_e_20130329_44_1_1_9.fits	11:50:23.952	11:50:44.033	11:50:33.993	b_e_20130329_20_1_1_9.fits	11:50:08.987	11:50:29.045	11:50:19.016	14.977
d_e_20130329_45_1_1_9.fits	11:55:12.310	11:55:52.384	11:55:32.347	b_e_20130329_21_1_1_9.fits	11:55:07.643	11:55:47.646	11:55:27.645	4.702
				b_e_20130329_22_1_1_9.fits	11:56:38.450	11:57:18.448	11:56:58.449	

Nous retiendrons donc les 2 images d\_e\_20130329\_42\_1\_1\_9.fits et b\_e\_20130329\_18\_1\_1\_9.fits dont les heures d'acquisition diffèrent d'un peu moins d'1 seconde.

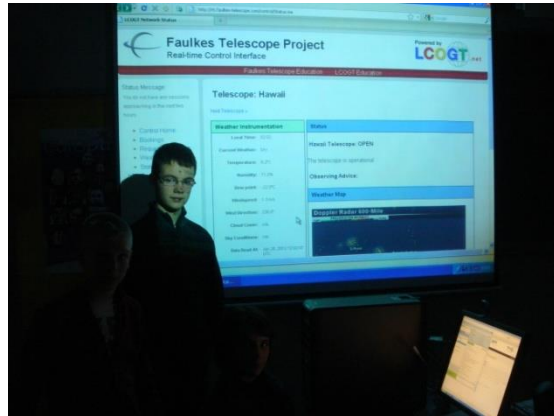
We retain the 2 images d\_e\_20130329\_42\_1\_1\_9.fits and b\_e\_20130329\_18\_1\_1\_9.fits whose hours of acquisition vary of just under 1 second.



FTN 11h45m17s



FTS 11h45m18s



Remarque : les deux images sont inversées Nord/Sud et Est/Ouest l'une par rapport à l'autre, pouvez-vous expliquer pourquoi ?

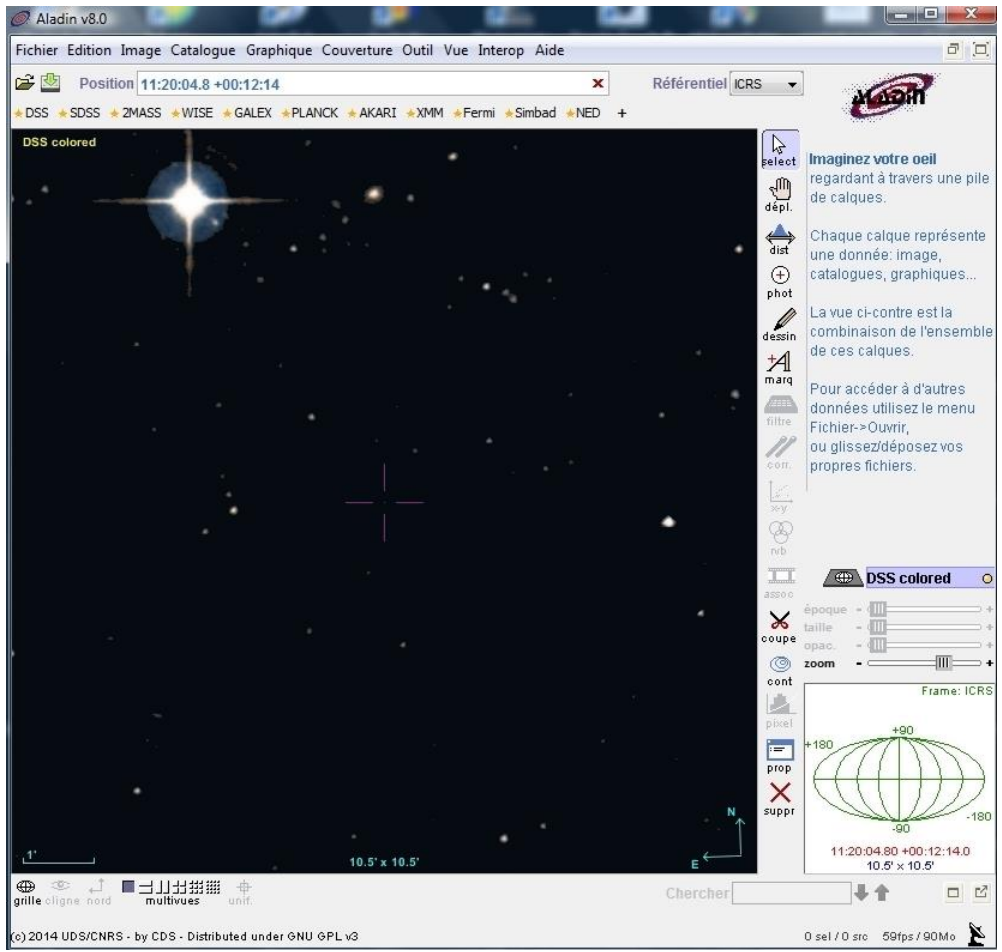
Quelle est la bonne orientation pour nos images ?

Note : the two images are inverted North / South and East / West with respect to the other, can you explain why?

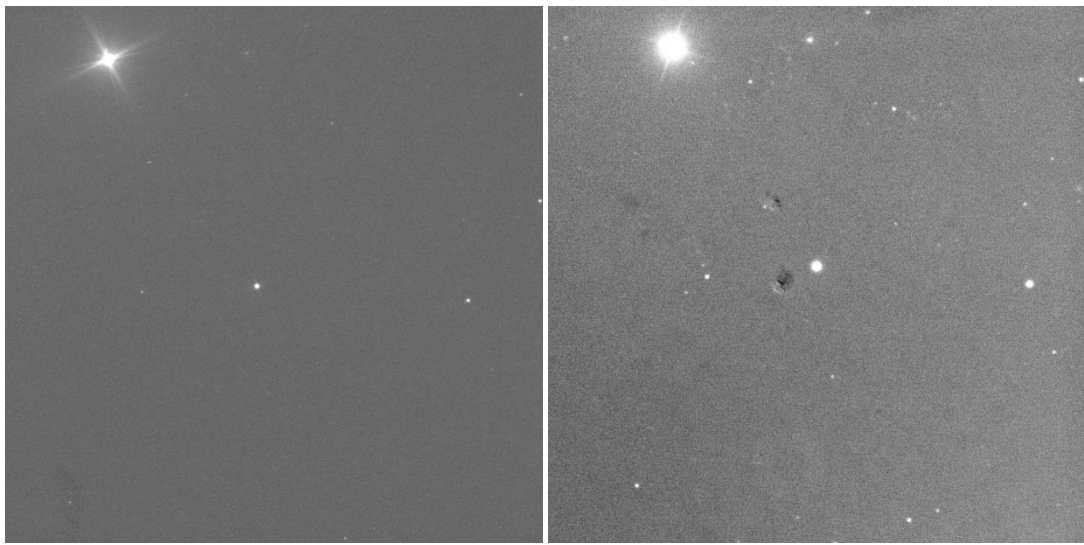
What is the right orientation for our images?

Pour connaître l'orientation habituellement utilisée en astronomie (Nord en haut et Est à gauche), utilisez ALADIN et entrez les coordonnées de la cible : 11 :20 :04.8 +00 :12 :14

For orientation usually used in astronomy (North up and East left), use ALADIN and enter the coordinates of the target: 11: 20: 04.8 +00: 12: 14



Vous constatez que l'image du FTS est correctement orientée et qu'il faut inverser l'image du FTN suivant les deux axes.  
 You see that the FTS image is correctly oriented and you need to reverse the image of FTN along the two axes.



## II) Identification de l'astéroïde

Vous pouvez facilement identifier l'astéroïde sur les deux images en les comparant à l'image du



DSS dans ALADIN mais vous pouvez aussi utiliser la série d'images acquises lors de l'observation et utiliser la fonction « blink » dans ASTROMETRICA.

Exemple avec les images 15 et 20 prises au FTS

<https://onedrive.live.com/redirect?resid=62e512265d1ac767!1385&authkey=!AA-qb8w810bcs&v=3&ithint=photo%2cgif>

cliquez sur « Voir l'original »

Vous pouvez voir l'astéroïde se déplacer au centre du champ.

### III) Identification of the asteroid

You can easily identify the asteroid on the two images by comparing the image of the DSS in ALADIN but you can also use the series of images acquired through observation and use the "blink" tool in Astrometrica.

Example with images 15 and 20 taken at FTS

<https://onedrive.live.com/redirect?resid=62e512265d1ac767!1385&authkey=!AA-qb8w810bcs&v=3&ithint=photo%2cgif>

click on « Voir l'original »

You can see the asteroid move at the center of the field.

5<sup>ème</sup> activité : Comment mesurer sur les images les coordonnées de l'astéroïde au moment de la prise de vue.

5th activity: How to measure the coordinates of the asteroid on the images at the time of shooting.

Les techniciens des observatoires essaient de placer le plus précisément possible les axes du capteur CCD par rapport aux lignes Nord/Sud et Est/Ouest mais n'y parviennent jamais parfaitement.

Cette erreur d'orientation entraîne une rotation du champ des images obtenues par rapport au système de coordonnées équatoriales utilisé en astronomie (Ascension droite et déclinaison).

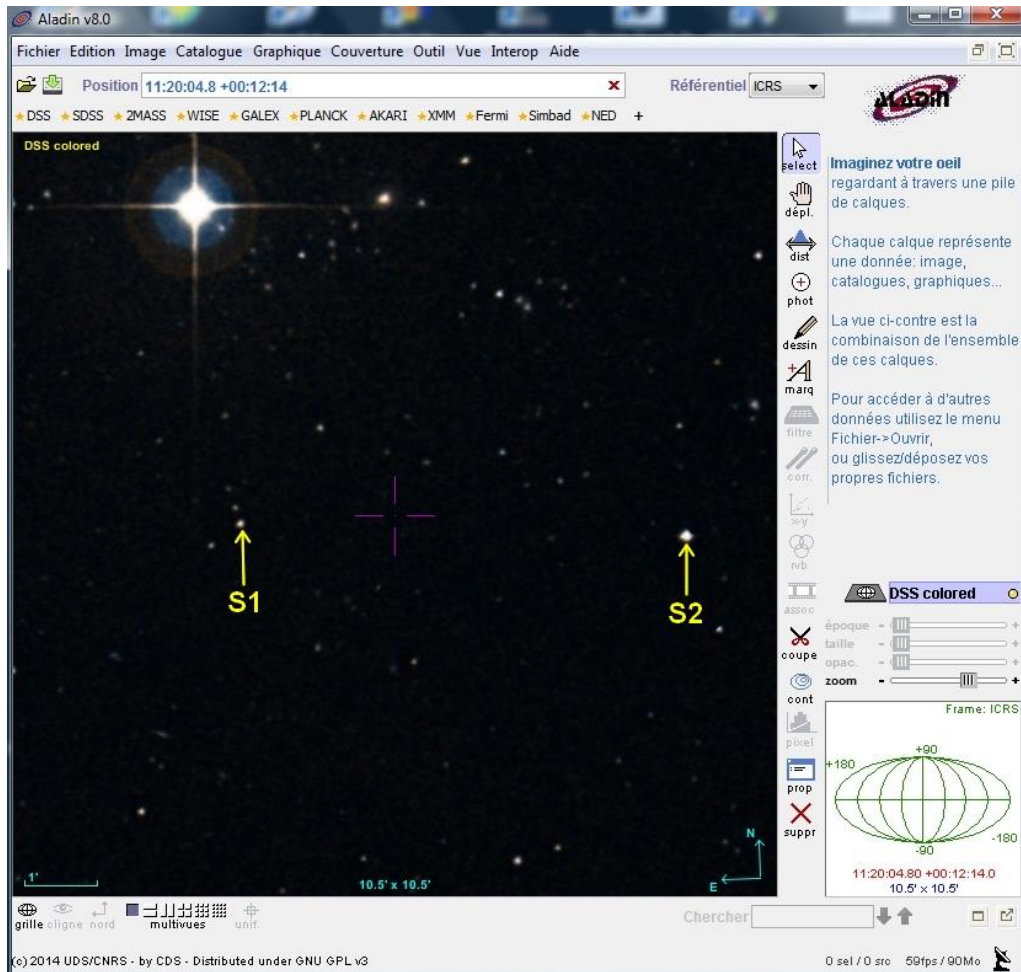
Nous allons étudier le principe utilisé par un logiciel d'astrométrie pour corriger cette rotation de champ en utilisant un exemple simple.

Technicians of the observatories try to place the two axes of the CCD sensor according to the North/South and East/West lines as accurately as possible but never do it perfectly.

This error of orientation causes a rotation of the field of the images obtained with respect to the equatorial coordinate system used in astronomy (Right Ascension and Declination).

We will study the principle used by astrometry software to correct this field rotating based on a simple example.

- a) Détermination des coordonnées de deux étoiles du champ dans un catalogue d'étoiles.  
Nous utilisons ALADIN (Position : coordonnées de la prise de vue) et nous choisissons le catalogue UCAC4.
- a) Determination of coordinates of two stars of the field in a star catalog.  
We use ALADIN (Position: coordinates of the shooting) and we choose the UCAC4 catalog.



Nous obtenons :

We get :

UCAC4 Catalog

S<sub>1</sub>: 452-049890 RA = 170.0554203 = 11h20m13.301s

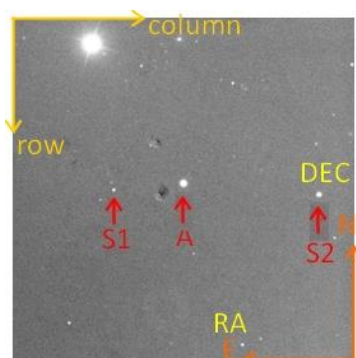
DEC = +00.2015503 = +00°12'05.58"

S<sub>2</sub>: 451-051699 RA = 169.9536530 = 11h19m48.877s

DEC = +00.1988875 = +00°11'56.00"

b) Détermination des coordonnées en pixels des étoiles S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> et de l'astéroïde A  
Orientation de l'image et du capteur

b) Determination of coordinates of the stars S1 and S2 and the asteroid A in pixel  
Image and sensor orientation



Nous utilisons SalsaJ.

We use SalsaJ.

SalsaJ nous donne les coordonnées (colonne/ligne) du centre de l'astéroïde et des 2 étoiles de référence, pour améliorer la précision nous utilisons la fonction "Zoom".

SalsaJ gives us the coordinates (column/row) of the centroid of the asteroid and the 2 reference stars, to increase precision we used "Magnifying glass".



Asteroid A	Reference star S <sub>1</sub>	Reference star S <sub>2</sub>	Distance S <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	Distance S <sub>2</sub> A
X = 1004	X = 594	X = 1801	-1207	-797
Y = 972	Y = 1012	Y = 1038	-26	-65

$$S_1S_2 = \text{sqrt}(\Delta X^2 + \Delta Y^2)$$

$$S_1S_2 = 1207.28 \text{ pixels}$$

Star	RA	DEC
S <sub>1</sub>	170.0554203°	+00.2015503°
S <sub>2</sub>	169.9536530°	+00.1988875°
Δ°	0.1017673°	0.0026628°
Δ''	366.36''	9.59''

Mais il y a un problème avec RA : pour comprendre voici une analogie avec les coordonnées

géographiques :

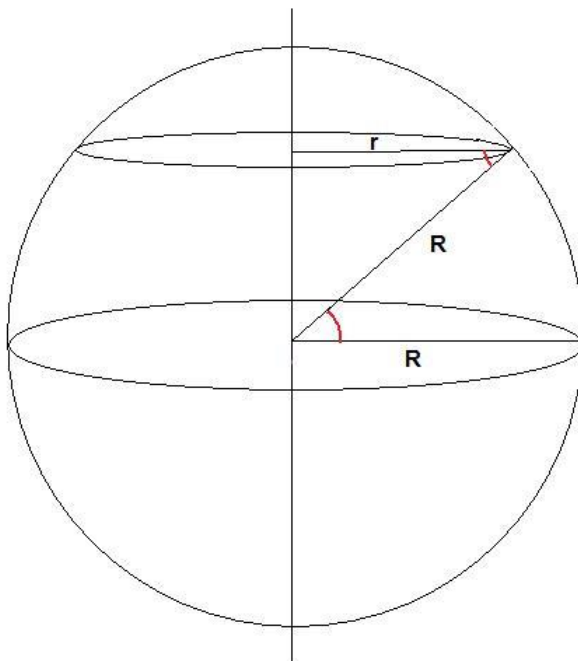
Imaginez que l'on se déplace autour du globe terrestre tout en restant à la même latitude.

But there is a problem with RA : to understand an analogy here with the geographical coordinates:

Imagine that one moves around the globe while staying at the same latitude.

Comparer la distance parcourue (circonférence) lorsqu'on se trouve à l'équateur (latitude 0°) ou à la latitude 45°. Comment calculer le rayon du cercle situé à 45° ? Et si l'on se trouve au Pôle Nord ?

Compare the distance covered (circumference) when one is at the equator (0 ° latitude) and at latitude 45 °. How to calculate the radius of the circle to 45 °? And if you are in the North Pole?



Donc  $\Delta RA$  corrigé =  $\Delta RA$  mesuré x cos DEC

So  $\Delta RA$  corrected =  $\Delta RA$  measured x cos DEC

DEC moy = +00.20024885

DEC average = +00.20024885

$\Delta RA$  corrigé =  $366.36228 \times 0.9999923 = 366.35946''$

$\Delta RA$  corrected =  $366.36228 \times 0.9999923 = 366.35946''$

Il n'y a pas de correction à apporter en déclinaison.

There is no correction to be made in declination.

Calcul de  $S_1S_2$  en seconds d'arc

Calculation of  $S_1S_2$  in arcsecond

$$S_1 S_2 = \sqrt{(\Delta RA)^2 + (\Delta DEC)^2}$$

$$S_1 S_2 = 366.48485''$$

Nous pouvons maintenant déterminer l'échelle de l'image

We can now determine the scale of the image

$$E = 366.48485 / 1207.28$$

$$E = 0.3036329''/\text{pix}$$

- c) Détermination de la position angulaire des deux systèmes (RA/DEC & colonne/ligne)  
 c) Determination of the angular position of the two systems (RA / DEC & column / row)

system	$\Delta$	$\Delta$	angle
RA/DEC	366.36''	9.59''	88.5°
col/row	-1207	-26	88.8°

L'angle de rotation entre les deux systèmes est donc de +0.3°

The angle of rotation between the two systems is therefore of +0.3°

- d) Détermination des coordonnées de l'astéroïde  
 d) Determination of coordinates of the asteroid

Considérons le vecteur  $S_2A$

Consider the vector  $S_2A$

$$S_2A (-797 ; -65)$$

$$S_2A = \sqrt{(-796)^2 + (-65)^2}$$

$$S_2A = 798.65 \text{ pixels}$$

$$S_2A = (798.65\text{pix} ; 85.33^\circ)$$

Conversion

Appliquons l'échelle  $E = 0.3036329''/\text{pix}$

$$798.65 \times 0.3036329 = 242.50 \text{ pixels}$$

Appliquons la rotation de champ +0.3°

$$85.33^\circ + 0.3^\circ = 85.63^\circ$$

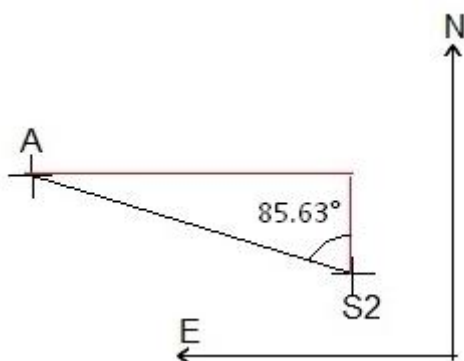
Conversion

Apply the scale  $E = 0.3036329'' / \text{pix}$

$$798.65 \times 0.3036329 = 242.50 \text{ pixels}$$

Apply field rotation + 0.3°

$$85.33^\circ + 0.3^\circ = 85.63^\circ$$



$$x = 242.44 \times \sin 85.63^\circ$$

$$x = 241.8''$$

$$y = 242.44 \times \cos 85.63^\circ$$

$$y = 18.5''$$

$$\Delta RA = 241.8 \times \cos 0.20024885$$

$$\Delta RA = 241.8 \times 0.9999923$$

$$\Delta RA = 241.8''$$

$$\Delta RA = 0.0671661^\circ$$

$$RA \text{ aster} = RA \text{ star } S_2 + 0.0671482^\circ$$

$$RA \text{ aster} = 169.9536530 + 0.0671661 = 170.02082^\circ$$

**RA aster = 11h 20m 5.00s**

$$DEC \text{ aster} = DEC \text{ star } S_2 + 18.5''$$

$$DEC \text{ aster} = +00^\circ 11' 56.00'' + 18.5''$$

**DEC aster = +00° 12' 14.50''**

**Coordonnées mesurées de (270) Anahita sur l'image FTS : 11h 20m 05.00s et +00° 12' 14.50''**  
**Measured coordinate of (270) Anahita on FTS image : 11h 20m 05.00s and +00° 12' 14.50''**

Les logiciels astrométriques ne prennent pas seulement 2 étoiles de référence pour déterminer les coordonnées de l'objet observé mais de nombreuses étoiles du champ identifiées dans le catalogue d'étoiles choisi.

The astrometric software does not just take two reference stars to determine the coordinates of the observed object but many stars in the field identified in the selected star catalog.

Mesure sur les images des coordonnées de l'astéroïde en utilisant ASTROMETRICA et le catalogue UCAC4.

Measuring coordinates of the asteroid on images using Astrometrica and UCAC4 catalog.

**Coordonnées de (270) Anahita sur l'image prise au FTN**  
**AD = 11h20m04.68s et DEC = +00° 12' 11.8''**  
**Coordinates of (270) Anahita on the image taken with the FTN**  
**RA = 11h20m04.68s and DEC = +00° 12' 11.8''**

**Coordonnées de (270) Anahita sur l'image prise au FTS**  
**AD = 11h20m05.00s et DEC = +00° 12' 16.7''**  
**Coordinates of (270) Anahita on the image taken with the FTS**  
**RA = 11h20m05.00s and DEC = +00° 12' 16.7''**

6<sup>ème</sup> activité : Enfin nous arrivons à la dernière étape : calculer la distance de l'astéroïde !

a) Mesure de la différence de position de l'astéroïde entre les deux images par rapport aux étoiles du champ.

6th activity: Finally we come to the final step: calculate the distance of the asteroid!

a) Measurement of the difference in position of the asteroid between the two images

relative to the stars of the field.

Calculating parallax			
FTN image	FTS image	RA, DEC shifts	Parallax
RA <sub>1</sub> =11h20m04.68s	RA <sub>2</sub> =11h20m05.00s	ΔRA= RA <sub>1</sub> – RA <sub>2</sub> = 0.32s ΔRA= 0.32x15xcos0.2039583° Δ RA'' = 4.8''	ρ <sup>2</sup> = ΔRA <sup>2</sup> +ΔDEC <sup>2</sup>  ρ = 6.9''
DEC <sub>1</sub> =+00°12'11.8''	DEC <sub>2</sub> =+00°12'16.7''	Δ DEC= Δ DEC <sub>1</sub> – Δ DEC <sub>2</sub> Δ DEC'' = 4.9''	

Pourquoi cette relation  $a''=t(s) \times 15 \times \cos DEC$  ?

Why this relation  $a''=t(s) \times 15 \times \cos DEC$  ?

Nous avons vu précédemment la conversion de l'ascension droite mais pourquoi le coefficient 15 ?

We have seen the conversion of the RA but why the coefficient 15 ?

Rotation	Angle	Coefficient angle/durée Coefficient angle / duration
24 h	360°	
1h	?	
1 min	?	
1 sec	?	

Nous avons calculé précédemment la baseline FTN/FTS  
B=7644 km

Conversion en radians  $1'' = \pi / 180^\circ \times 3600$   
ρ = 6.9'' = 3.34521 10<sup>-5</sup> (rd)

$$CM = B / \rho$$

CM =2.28505533 10<sup>8</sup> km (distance entre l'astéroïde et la base)

We have previously calculated the baseline FTN / FTS  
B=7644 km

Radian Conversion  $1'' = \pi / 180^\circ \times 3600$   
ρ = 6.9 '' = 3.34521 10<sup>-5</sup> (rd)

$$CM = B / \rho$$

CM =2.28505533 10<sup>8</sup> km (distance between the asteroid and the baseline)

Or la déclinaison de l'astéroïde est de +00°12' et la latitude du point M' (projection de M sur la surface de la Terre) est -5.3°, nous pouvons donc dire que O, M et M' sont presque alignés.

Or the declination of the asteroid Anahita was  $+00^{\circ}12'$  and the latitude of point  $M'$  (projection of  $M$  on the surface of the Earth) is  $-5.3^{\circ}$ , so we can say that  $O$ ,  $M$  and  $M'$  are nearly aligned.

$$MM' = 1271 \text{ km}$$

$$d = CM - MM' = 228505533 - 1271 = 228504262 \text{ km}$$

Par rapport à  $M'$  à la surface de la Terre et situé entre FTN et FTS, l'astéroïde Anahita est supposé être à environ 228504262 km  
Compared with  $M'$  on the surface of the Earth located between FTN and FTS, the asteroid Anahita is supposed to be at about **228504262 km**

Pour connaître avec précision la distance de l'astéroïde au point  $M'$  ( $5.28^{\circ}\text{S}$  ;  $176.41^{\circ}\text{E}$  ;  $0\text{m}$ ) nous utilisons l'outil du JPL HORIZONS

<http://ssd.jpl.nasa.gov/?horizons>

To accurately know the distance of the asteroid to the point  $M'$  ( $5.28^{\circ}\text{S}$ ,  $176.41^{\circ}\text{E}$ ;  $0\text{m}$ ) we use the JPL Horizons tool

<http://ssd.jpl.nasa.gov/?horizons>

Jet Propulsion Laboratory  
California Institute of Technology

View the NASA Portal  
Near-Earth Object (NEO) Program

Search JPL

JPL HOME EARTH SOLAR SYSTEM STARS & GALAXIES TECHNOLOGY

**Solar System Dynamics**

BODIES ORBITS EPHEMERIDES TOOLS PHYSICAL DATA DISCOVERY FAQ SITE MAP

Quick Links  
Documentation  
Web Interface  
Telnet Method  
E-mail Method  
System News

### HORIZONS System

The JPL HORIZONS on-line solar system data and ephemeris computation service provides access to key solar system data and flexible production of highly accurate ephemerides for solar system objects ( 685793 asteroids, 3347 comets, 178 planetary satellites, 8 planets, the Sun, L1, L2, select spacecraft, and system barycenters ). HORIZONS is provided by the Solar System Dynamics Group of the Jet Propulsion Laboratory.

The HORIZONS system can be accessed using any of the following methods:

- telnet (instructions)
- email (instructions)
- **web-interface** (see note below)

**NOTE:** Although the web-interface to HORIZONS provides nearly all capabilities of the primary telnet interface (and email interface), it does not provide the following:

- Small-body PARAMETER-MATCHING population searches (use the small-body search engine as an alternative)
- Integration of USER-INPUT ORBITS
- SPK BINARY FILE production
- CLOSE-APPROACH TABLES

**HORIZONS Documentation** - (updated 2013-Apr-04)

Complete documentation is available in the following formats:

- HTML document
- PDF document
- PostScript document

Documentation is also available on-line using the telnet interface to HORIZONS (simply type `?` from any prompt). New users of the web-interface to HORIZONS may want to consult this tutorial first. HORIZONS system news is also available describing recent changes and improvements.

**Using the telnet Interface**



NASA Jet Propulsion Laboratory  
California Institute of Technology

View the NASA Portal  
Near-Earth Object (NEO) Program

Search JPL

JPL HOME EARTH SOLAR SYSTEM STARS & GALAXIES TECHNOLOGY

## Solar System Dynamics

BODIES ORBITS EPHEMERIDES TOOLS PHYSICAL DATA DISCOVERY FAQ SITE MAP

### HORIZONS Web-Interface

This tool provides a web-based *limited* interface to JPL's HORIZONS system which can be used to generate ephemerides for solar-system bodies. Full access to HORIZONS features is available via the primary tablet interface. HORIZONS system news shows recent changes and improvements. A web-interface tutorial is available to assist new users.

**Current Settings**

Ephemeris Type [change]: **OBSERVER**  
 Target Body [change]: **270 Anahita**  
 Observer Location [change]: user defined ( 176°24'36.0"E, 5°16'48.0"S )  
 Time Span [change]: discrete time(s)=2013-03-29 11:45:17, 2013-03-29 11:45:18  
 Table Settings [change]: **defaults**  
 Display/Output [change]: **default (formatted HTML)**

**Special Options:**

- set default ephemeris settings (preserves only the selected target body and ephemeris type)
- reset all settings to their defaults (caution: all previously stored/selected settings will be lost)
- show "batch-file" data (for use by the E-mail interface)

ABOUT SSD CREDITS/AWARDS PRIVACY/COPYRIGHT GLOSSARY LINKS

FIRST GOV 2015-Jun-01 15:23 UT (secr: date/time) NASA Site Manager: Ryan S Park Webmaster: Alan B. Chamberlin

```

Ephemeris / WWW_USER Mon Jun 1 08:25:36 2015 Pasadena, USA / Horizons
-----
Target body name: 270 Anahita (source: JPL#84)
Center body name: Earth (899) (source: DE-0431LE-0431)
Center-site name: User defined site below
-----
Start time : A.D. 2013-Mar-29 11:45:17.0000 UT
Stop time : A.D. 2013-Mar-29 11:45:18.0003 UT
Stop-size : 0 #steps
-----
Target pole/eq: No model available
Target radii : 25.0 km
Center geodetic: 176.410000,-5.280000,8.822E-14 (E-lon(deg),Lat(deg),Alt(km))
Center cylindrical: 176.410000,6251.23983,-583.0227 (E-lon(deg),Day(km),Dz(km))
Center pole/eq: High-precision COP model (East-longitude,+)
Center radii : 6378.1 x 6378.1 x 6356.8 km (Equator, Meridian, pole)
Target primary : Sun
Vis. interferer: MOON (R_eq= 1737.400) km (source: DE-0431LE-0431)
Rel. light bend: Sun, EARTH
Rel. light bend def: 1.3271E+11, 3.9560E+05 km^2/s^2 (source: DE-0431LE-0431)
Small-body pert: Yes
Space refraction: NO (AIRLESS)
RA format : RMS
Time format : CAL
RTS-only print: NO
EOP file : eop_150529_150520
EOP coverage : UNTIL-84850 1862-JAN-20 TO 2015-MAY-29. PREDICTS-> 2015-AUG-19
Units conversion: 1 au= 149597870.700 km, c= 299792.458 km/s, 1 day= 86400.0 s
Table out-of-1: Elevation (-90.0deg=HD),Altazmeas (039.000=HD), Daylight (BD)
Table out-of-2: Solar Elongation ( 0.0,180.0=MO ),Local Hour Angle( 0.0=MD)
-----
Initial JPL/J2000.0 heliocentric ecliptic osculating elements (au, days, deg.):
EPOCH= 2453918.5 : 2006-Jul-02.00 (CT) Residual RMS= .26926
Km= -1.50872039434341 Q= 1.6662939494635 T= 245459.955662375
Q= 254.5654856347666 W= 80.34036294338655 ID= 2.36541311774067
Asteroid physical parameters (km, seconds, rotational period in hours):
Q= 8.75 Q= .150 ROTPER= 15.06
B= .866
ALBEDO= .216 RTW= 5
-----
Date (UT) RA(HH:MM:SS) Dec (D.D.) (ICRF/J2000.0) SEC AltMag S-Bar delta delMag S-O-T /a S-T-O
-----
#EOE
2013-Mar-29 11:45:17.000 m 11 20 04.83 +00 12 14.4 12.18 5.22 1.52654607637321 5.440744 161.6207 /T 7.2478
2013-Mar-29 11:45:18.000 m 11 20 04.83 +00 12 14.4 12.18 5.22 1.52654611275252 5.4407130 161.6207 /T 7.2478
#EOE
-----
Column meaning:

```

Cet éphéméride nous donne la distance en UA de l'astéroïde  
 These ephemeris give us the distance in AU of the asteroid

Distance parcourue par l'objet en 1s : 0.0000003637931 AU  
 Distance traveled by the object in 1s : 0.0000003637931 AU

Distance moyenne à l'observateur : 1.52654609456287 AU  
 Average distance to the observer : 1.52654609456287 AU

1 AU = 149597870700 m (UAI, August 2012, Pekin)

Distance entre l'astéroïde Anahita et le point M' à la surface de la Terre : 228368045 km  
 Distance from the asteroid Anahita to M' on the surface of the Earth : 228368045 km

Différence entre notre mesure et cette valeur  
 $\Delta = 228504262 - 228368045 = 136217 \text{ km}$

Difference between our measure and that value  
 $\Delta = 228504262 - 228368045 = 136217 \text{ km}$

Merci à Frédéric Merlin astronome à l'Observatoire de Paris-Meudon et conseiller scientifique qui nous aidé à faire ces calculs.  
Thanks to Frédéric Merlin astronomer at Paris-Meudon Observatory and scientific advisor who helped us to do these calculations.