

# *ASTROMETRIE COMETAIRE*



Thierry Noël

Rencontres Astro Ciel 2010

# Définition



- L'astrométrie, autrefois plus connue sous le nom d'*Astronomie de position*, est la partie de l'astronomie qui s'occupe de la position précise des étoiles et des autres objets célestes ainsi que leurs mouvements.

# *Utilité*

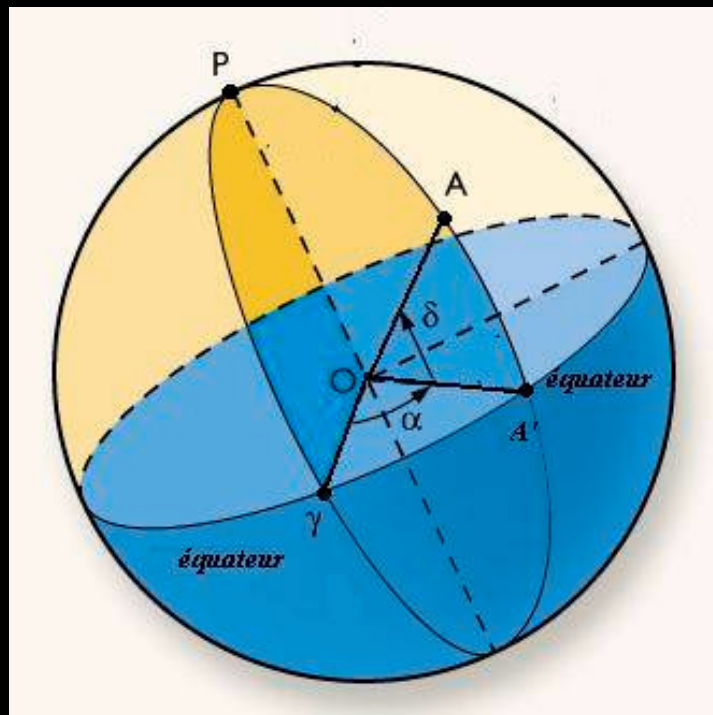


- Mesures distances (parallaxe)
- Mesures dimensions des corps célestes
- Cartes du ciel de référence

Combiné avec mesure du temps:

- Mouvements, orbites
- Prédiction, éphémérides
- Lois régissant l'Univers, théories

# Coordonnées équatoriales



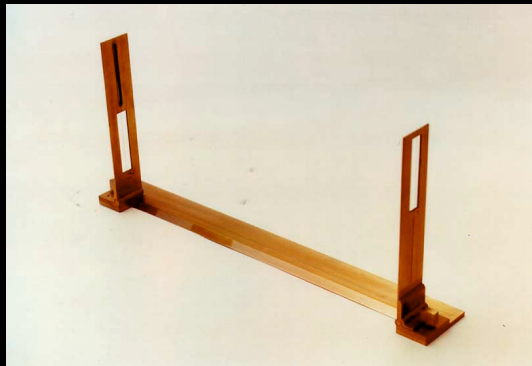
- Alpha = Ascension Droite : 0 - 24h (m,s)  
<=> longitude
- Delta = Déclinaison  
-90° + 90°  
<=> latitude

# Historique

- IIe siècle av. J.-C.: Hipparque
  - premier catalogue de 1000 étoiles (précision=0,3°)
  - invention de l'échelle de magnitude
  - fondateur de la trigonométrie
  - système sexagésimal
  - division du cercle en 360°
  - précession des équinoxes (46" au lieu de 50" !)



# *Quelques Instruments d'Hipparque*



Alidade

Dioptre



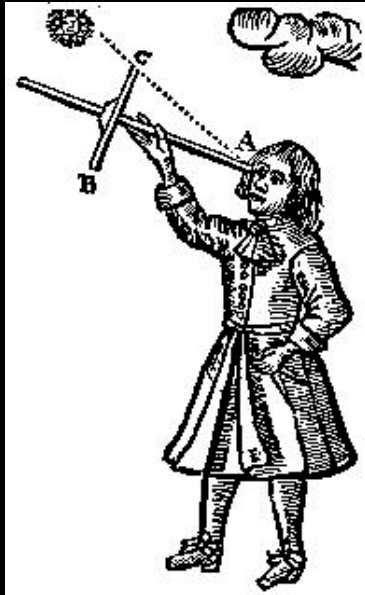
Astrolabe

# Historique

- XVIe siècle: Tycho Brahé
  - précision d'observation = 1' à 0.5'
  - catalogue de 1000 étoiles
  - prise en compte de la réfraction
  - observation du mouvement des planètes
  - comète de 1577 plus loin que la Lune

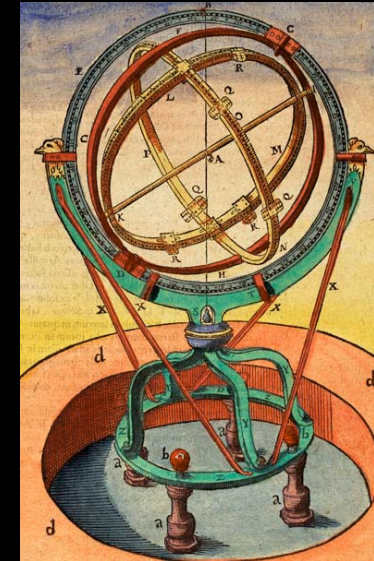
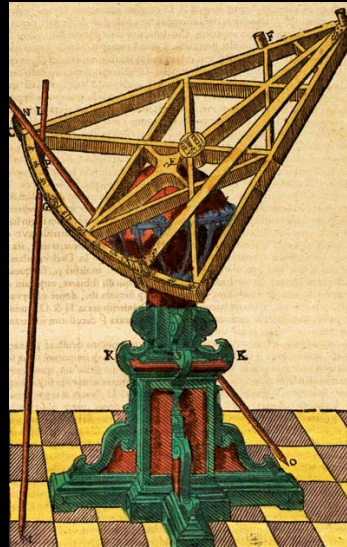


# Quelques Instruments de Tycho



Arbalestrille

Sextant

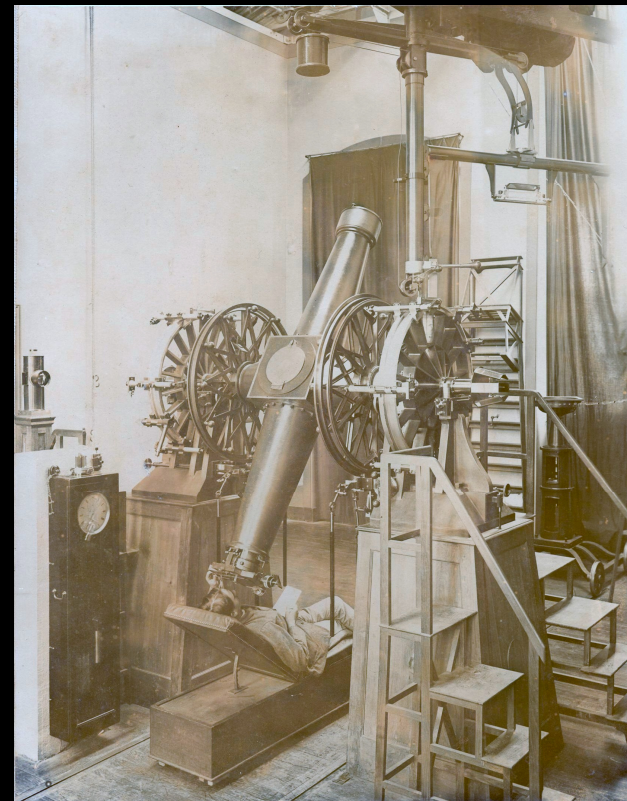


Sphère  
armillaire



# *Historique*

- XVIIe siècle: Roëmer
  - lunette méridienne
  - précision = 10"
- XIXe siècle: 1"



# *Historique*

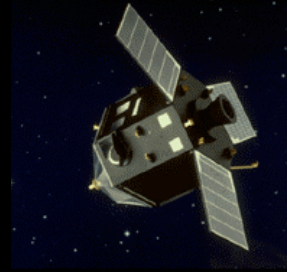


- Fin XIXe - XXe siècle: utilisation de la photographie:
  - argentique => ex: catalogue USNO-B1: 1 milliard d'étoiles jusqu'à mag 21; précision 0.2"
  - CCD => ex: catalogue UCAC3 (2009): 100 millions d'étoiles jusqu'à mag 16; précision 0.1 à 0.02"
- Prise en compte mouvements propres

# Historique

- XXe siècle: utilisation des satellites

Programme Hipparcos :



=> catalogue Tycho 2 : 2 millions étoiles (mag 11) à 0.02" et 120 000 à 0.001" avec mouvements propres et couleurs

- Libre accès par Internet:  
<http://vizier.u-strasbg.fr/>

# *Astrométrie amateur*



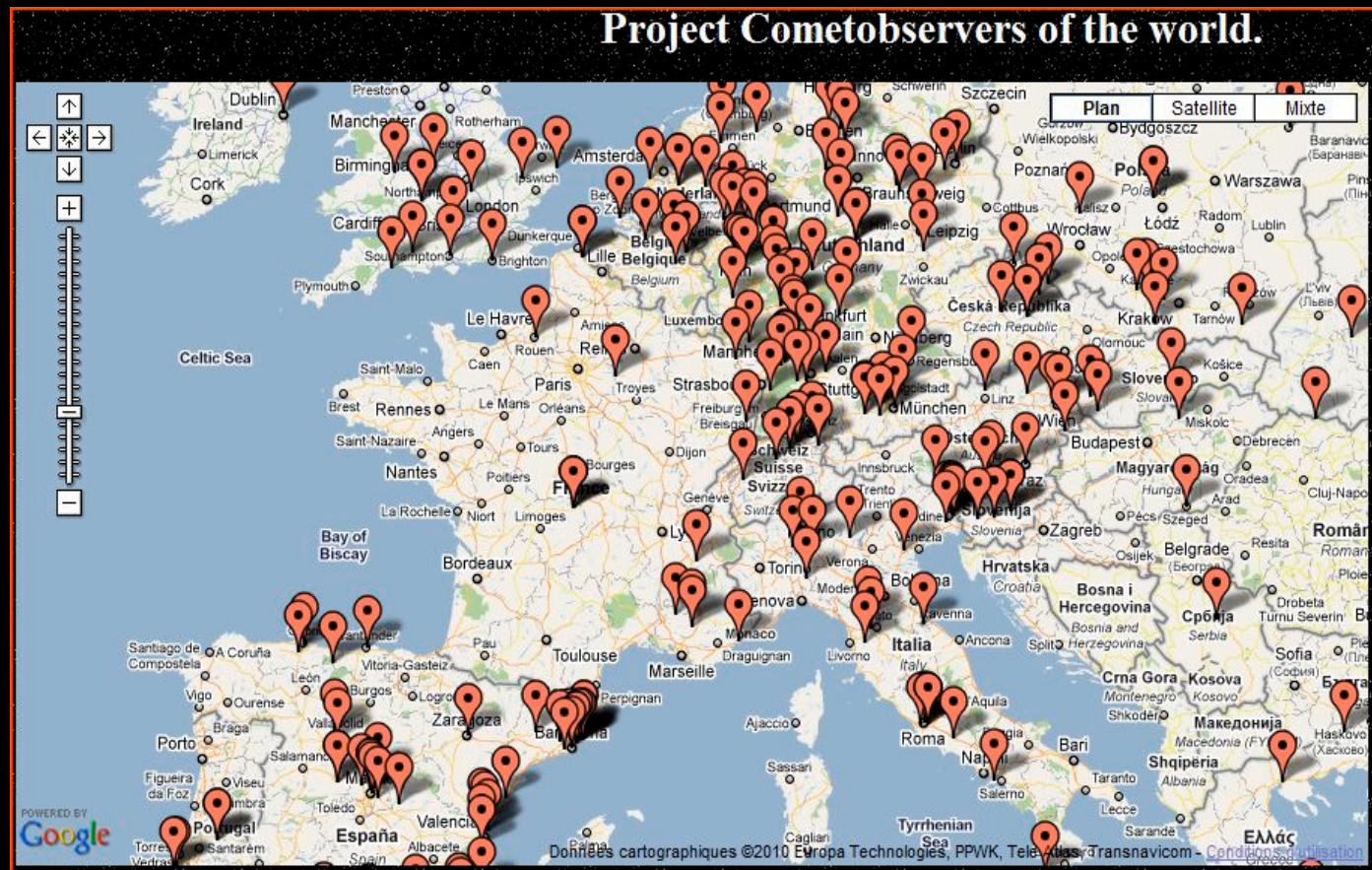
- Cibles: astéroïdes et comètes
- Objectifs:
  - détermination des orbites
  - évolution de la magnitude (courbes de lumière ...)
  - suivi de l'activité (comètes)
  - découvertes !?

# Observateurs dans le monde





# Observateurs en Europe



Astrométrie cométaire - Thierry Noël - Rencontres Astro Ciel - 11 aout 2010

# Collecte des observations

The screenshot shows a Windows Internet Explorer browser window displaying the IAU Minor Planet Center website. The address bar shows the URL <http://www.minorplanetcenter.org/iau/mpc.html>. The browser's Favorites bar includes 'IAU Minor Planet Center'. The page content includes a search bar with the text 'Search MPC/CBAT', a main heading 'IAU Minor Planet Center', and a navigation menu on the left. The menu items are: MPC Operations Status (with a link to 'Info' and 'ECS: Accessible'), Observer Services (NEOs) (with links for 'NEO Services Overview', 'NEO Confirmation', 'NEO Confirmation (RA order)', 'NEO Ratings', 'NEO Page', 'NEO Observation Planning Aid', 'NEOChecker', and 'NEOCMTChecker'), and Observer Services. The main content area features three images: a building with a dome, a star field, and a close-up of an asteroid. Below the images, there is a paragraph of text describing the MPC's operations at the Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) and its role in the International Astronomical Union (IAU). The status bar at the bottom indicates 'Internet | Protected Mode: On' and a zoom level of 100%.

IAU Minor Planet Center - Windows Internet Explorer

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

File Edit View Favorites Tools Help

★ Favorites IAU Minor Planet Center Home Feeds (1) Read Mail Print Page

[Printer-friendly version](#)

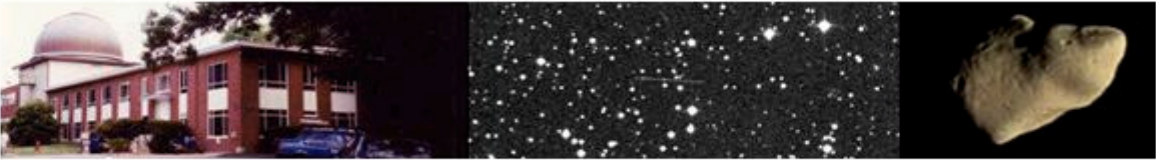
Google Search MPC/CBAT

## IAU Minor Planet Center

**MPC Operations Status**  
Processing ([Info](#))  
ECS: Accessible

**Observer Services (NEOs)**  
NEO Services Overview  
NEO Confirmation  
NEO Confirmation (RA order)  
NEO Ratings  
NEO Page  
NEO Observation Planning Aid  
NEOChecker  
NEOCMTChecker

**Observer Services**



The **Minor Planet Center** (MPC) operates at the [Smithsonian Astrophysical Observatory](#) (SAO), under the auspices of Division III of the [International Astronomical Union](#) (IAU). The Minor Planet Center derives its operating budget from a three-year NASA grant.

The MPC is responsible for the designation of minor bodies in the solar system: minor planets; comets, in conjunction with the [Central Bureau for Astronomical Telegrams](#) (CBAT); and natural satellites (also in conjunction with CBAT). The MPC is also responsible for the efficient collection, computation, checking and dissemination of astrometric observations and orbits for minor planets and comets, via:

Internet | Protected Mode: On 100%



# *Comment faire ?*

- Lieu d'observation parfaitement localisé
- Matériel :
  - lunette, télescope, téléobjectif ... ( $D > 80$  ?) sur monture équatoriale avec « goto » de préférence
  - imageur: APN ou CCD (date à quelques secondes près)





# *Comment faire ?*



- Documents: éphémérides (internet, Comet\_for\_Windows ...), cartes de repérage (Cartes Du Ciel ...)
- Technique: prendre plusieurs photos de façon à détecter le mouvement de l'objet
- Logiciel de réduction astrométrique: Iris, Astrometrica, Prism ...
- Calcul des paramètres orbitaux: find\_orb ...
- Aide:
  - forums: astrosurf ...
  - listes: les\_cometes ...
  - sites: MPC, <http://www.aerith.net> , <http://pgj.pagesperso-orange.fr> , <http://comet.observations.free.fr> ...
  - et les ... RAC !

# Avec IRIS

The screenshot displays the IRIS software interface. The main window shows a dark field of stars with several stars circled in white. A dialog box titled "Astrométrie (standard)" is open on the right, containing the following fields and options:

- AD : 14h41 (ex: 12h23m51s)
- DEC : 38d45 (ex: -5d33'20")
- Sigma détection : 7.0
- Taille X pixel : 0.00900
- Sigma réjection : 0.0
- Taille Y pixel : 0.00900
- Distance focale : 1000.00
- Options:  Evaluation et correction de la distorsion,  Evaluation et correction,  Bilinéaire,  Bicubique,  Spline
- Catalogue:  GSC,  SKY2000,  GSC-ACT,  USNO-SA,  TYCHO-2,  USNO-A2.0
- Buttons: OK, Annuler

At the bottom right, a "Sortie" window displays the following results:

```
Fichier Edition
Réduction astrométrique
RA0=14h41 - DEC0=38d45
L1=53 étoiles - L2=23 étoiles - COM=11 étoiles
Pas de réjection
-1.78935e-002 -1.00180e+000 +7.60545e+002
+1.00236e+000 -2.02426e-002 -1.85952e+002
Erreur AD=0.49" - Erreur DEC=0.30"
Constante des magnitudes=24.792

x=254 y=136 i=4205
ALPHA = 220.28826 DELTA = 38.87343
ALPHA = 14h 41m 9.182s DELTA = +38° 52' 24.36"
MAGNITUDE = 13.016
```

At the bottom left, a "Seuils de visualisation" window shows sliders for "4415" and "3671", with "Domaine" and "Auto" buttons and a color calibration bar.

Astrométrie cométaire - Thierry Noël - Rencontres Astro Ciel - 11 aout 2010

# Avec ASTROMETRICA

The screenshot displays the Astrometrica for Windows software interface. The main window shows a grayscale image of a comet with several detected objects marked by colored circles (green, yellow, and red). An 'Object Verification' window is open, showing a zoomed-in view of a selected object with a red circle and a crosshair. To the right of the zoomed view is a plot of the object's profile, showing a peak with a fitted curve. Below the plot, the following information is displayed:

PSF-Fit  
x = 258.14  
y = 380.62  
SNR = 27.0  
Flux = 45511  
FWHM = 6.7"  
Fit RMS = 0.050

The 'Object Verification' window also includes a 'Display' section with 'Zoom' set to 4x, 'Center' set to Object, and 'Freq.' set to 8. The 'Information' section shows the file name 'C07Q3b.00000017.FIT', the date and time '2010 02 01 23:09:0 (5:32:30 UT)', and the coordinates 'RA = 14 41 09.35 De = +38 52 23.6 R = 13.4'. The 'Object Designation' section shows 'C/2007 Q3 (Siding Spring)' and 'CK07Q030'. There are 'Accept' and 'Reject' buttons at the bottom of the window.

At the bottom of the software interface, there is a 'Data Reduction Results' table:

Image	Detections	Ref. Stars	Ref./Ast.	Fit Order	dRA	dDe	Ref./Phot.	dmag
C07Q3b.00000017.FIT	91	25	14	1	0.14"	0.17"	23	0.23mag

The status bar at the bottom of the window shows 'USNO-SA2.0', 'Fit Order: 1', and 'B83.cfg'.

Astrométrie cométaire - Thierry Noël - Rencontres Astro Ciel - 11 aout 2010

# *Premier rapport au MPC*

- COD XXX  
COM Long. 5 47 51.7 E, Lat. 45 11 05.9 N, Alt. 217m, Google Earth  
CON T. Noël, 6 allée des Oursières, 38610, Gieres, France  
CON [thierrynoel1@laposte.net]  
OBS T. Noël  
MEA T. Noël  
TEL 0.20-m f/5.0 reflector + CCD  
NET GSC-ACT-1.1  
ACK Batch 4bis  
00590 C2008 12 20.03987 05 32 17.96 +16 59 02.6 13.6 XXX  
00590 C2008 12 20.85347 05 31 32.92 +17 01 46.4 13.8 XXX  
00590 C2008 12 23.85764 05 28 47.34 +17 12 08.1 13.8 XXX  
00590 C2008 12 23.88750 05 28 45.73 +17 12 14.2 13.7 XXX  
00460 C2008 12 20.03987 05 31 32.44 +16 53 18.2 14.5 XXX  
00460 C2008 12 20.85347 05 30 45.86 +16 52 20.7 14.3 XXX  
00460 C2008 12 23.86389 05 27 55.35 +16 49 07.0 14.2 XXX  
00460 C2008 12 23.90139 05 27 53.17 +16 49 05.2 14.1 XXX  
...  
CK06O02F C2008 12 19.99444 06 21 10.76 +58 55 24.6 12.0 N XXX  
CK06O02F C2008 12 20.87569 06 20 13.45 +58 46 54.2 11.9 N XXX  
0144P C2008 12 08.96736 03 17 39.57 +17 49 19.5 14.6 N XXX  
0144P C2008 12 24.92431 03 22 41.68 +16 13 46.3 13.8 N XXX
- Si OK : XXX = votre code d'observatoire MPC !

# FIND\_ORB

- Ce logiciel permet de se substituer au MPC en déterminant les paramètres orbitaux d'une comète d'après n'importe quel jeu d'observations
- Il permet ensuite d'établir ses propres éphémérides

Open... C/2007 Q3

Perturbers:  
 Merc  Mars  Uran  
 Venu  Jupi  Nept  
 Eart  Satu  Plut  
 Moon  Asteroids  
All Perturbers Off

Epoch 2010 Aug 1

R1: 2.1931 AU  
R2: 4.2662 AU

Orbital elements:  
C/2007 Q3  
Perihelion 2009 Oct 7.219200 TT = 5:15:38 (JD 2455111.719200)  
Epoch 2010 Aug 1.0 TT = JDT 2455409.5 Find\_Orb  
q 2.251 (2000.0) P Q  
M(N) 7.3 K 10.0 Peri. 2. -0.867 0.178  
Node 149. 0.441 0.704  
e 1.00 Incl. 65. 0.227 -0.686  
From 38 observations 2010 Feb. 1-Aug. 21; RMS error 0.513 arcseconds

1002 01.20149	B83	14 41	06.71	+38 51 36.8	.25+	.04-
1002 01.21706	B83	14 41	08.07	+38 52 01.2	.06-	.22-
1002 01.23090	B83	14 41	09.34	+38 52 23.2	.39+	.05-
1002 01.26215	B83	14 41	12.13	+38 53 12.5	.50+	.01+
1003 06.86467	A77	15 18	26.07	+52 46 55.8	.49+	.34+
1003 06.87570	A77	15 18	26.48	+52 47 10.2	.49+	.22+
1003 06.88830	A77	15 18	26.93	+52 47 26.6	.34+	.03+
1004 05.84897	A77	15 20	03.71	+61 14 03.7	1.8-	1.1-

(No observation selected)

About...  
Herget step  
Full step  
Vaisala  
Auto-Solve  
Save Residuals...  
Save elements  
Ephemeris...  
Settings  
Monte Carlo...  
Gauss  
Worst obs  
Filter obs  
Toggle Obs  
Set Weight  
Exit