

# GAIA et les Systèmes de Référence

*Jean Souchay*

SYRTE, Observatoire de Paris  
Jean.Souchay@obspm.fr

# ICRS Product Center

## Observatoire de Paris

Dir. J. Souchay (OP)

C.Barache (OP)

S.Lambert (OP)

C.Leponcin-Lafitte

A.M. Gontier (OP)

S. Bouquillon (OP)

G. Francou (OP)

F. Taris (OP)

A. Andrei (Obs. Rio, Brasil)

F. Arias (BIPM)

P. Charlot (Bordeaux Obs.)

G. Bourda (Bordeaux Obs.)

A. Fienga (Besançon Obs.)

A. Nedelcu (Bucarest Obs.)

I. Cognard (LPCE-OP)

## U.S. Naval Obs.

Dir. R Gaume (USNO)

A.L. Fey (USNO)

N. Zacharias (USNO)

D.A. Boboltz (USNO)



# L'ICRF



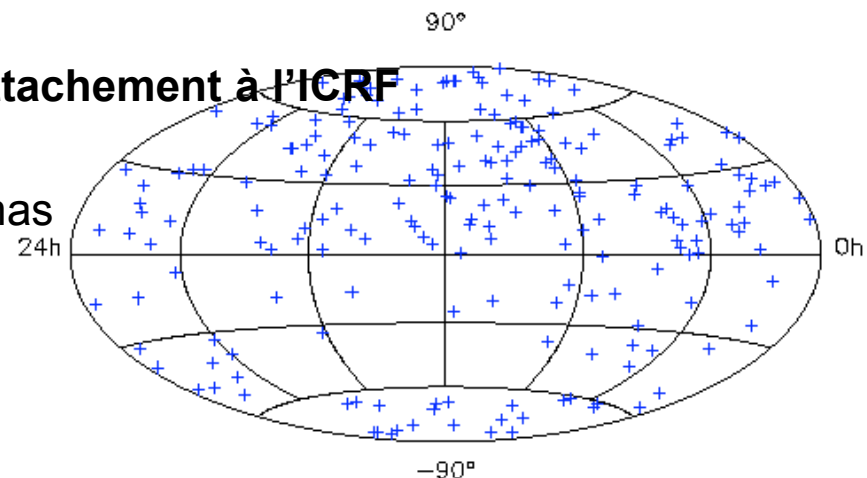
- **ICRF: International Celestial Reference Frame**

- IAU WG on Reference Frame (WGRF) → OPAR, GSFC, USNO, JPL  
Chair : C. Ma (NASA/GSFC)
- Délivré en octobre 1995 (pour rattachement HIPPARCOS)  
**Officiellement adopté au 1<sup>er</sup> janvier 1998** (Ma et al., 1998, *Astron. J.*, 116, 516)
- Maintenance : IERS, IVS et IAU WGRF
- Coordonnées VLBI J2000 de 608 Radio sources extragalactiques
  - ✓ 3 catégories : 212 “defining” ( $\sigma < 1$  mas), 294 “candidates”, 102 “others”
  - ✓  $\sigma$  réalistes : erreurs formelles gonflées (facteur 1,5 + variance additive 0,25 mas)
  - ✓ Stabilité des axes : 20  $\mu$ as

- **HIPPARCOS repère primaire optique rattachement à l'ICRF**

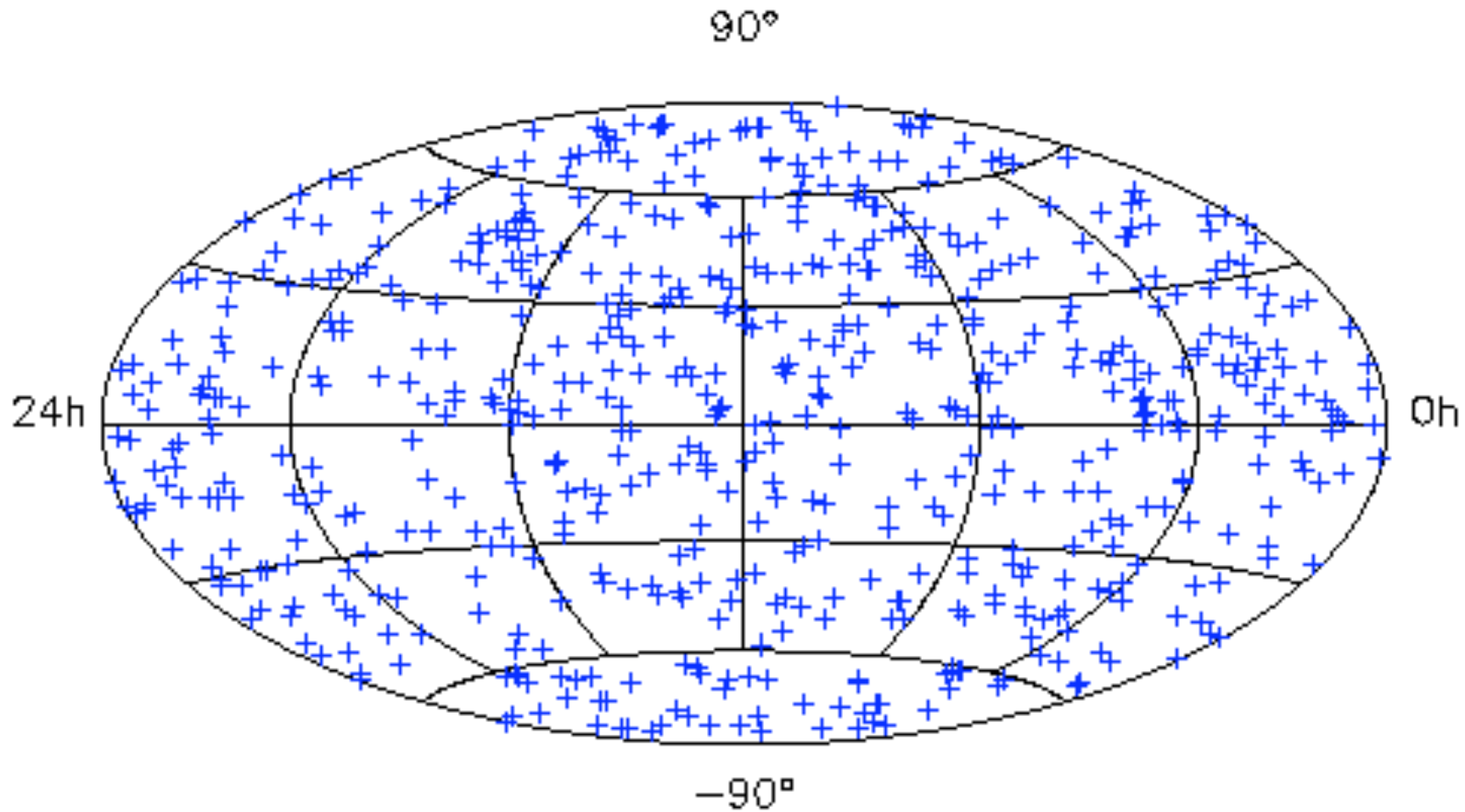
(VLBI différentiel avec radio étoile, ...)

- ✓ Rotation époque 1991,25  $\sigma = 0,6$  mas
- ✓ Dérive  $\sigma = 0,25$  mas/an



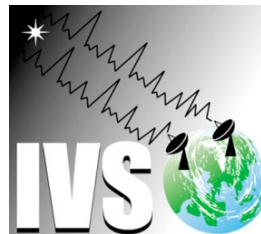
<http://hpiers.obspm.fr/icrs-pc/>

# ICRF Sources



**Astrometric precision**      => 0.2 mas

**Average sky coverage**      => 8°x8°



- **Caractéristiques des extensions**

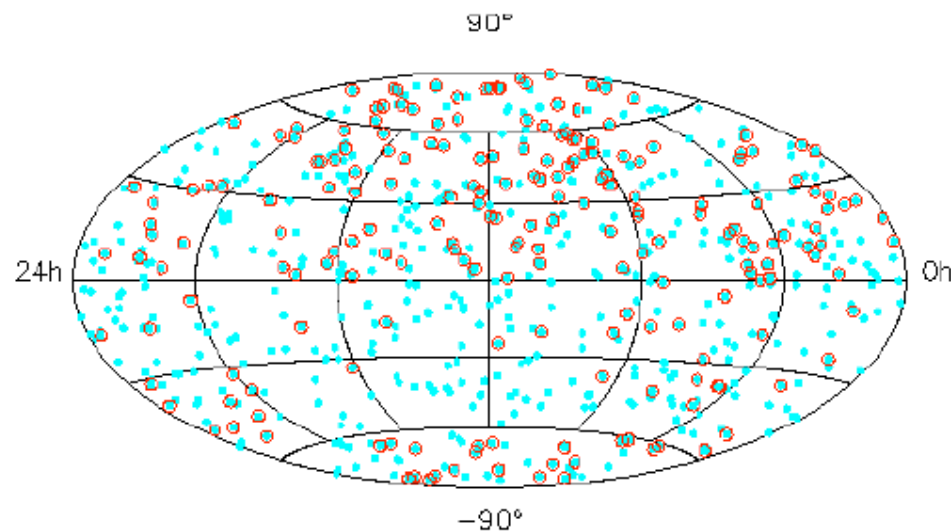
- ✓ Coordonnées des sources de définition inchangées
- ✓ Raffinement des positions des “candidates” et “others”
- ✓  $\sigma$  “gonflés” (facteur 1,5 + variance additive 0,25 mas)

- **ICRF extension 1: ICRF-Ext.1** *667 objets*

- ✓ Elaboré en 1999 (même instituts participants)
- ✓ ~600 000 observations en plus
- ✓ Coordonnées de 59 nouveaux objets

- **ICRF extension 2: ICRF-Ext.2** *717 objets*

- ✓ Elaboré en 2004
- ✓ Environ 1.2 million d’observations supplémentaires
- ✓ Coordonnées de 50 nouvelles sources (→ 109 / ICRF)





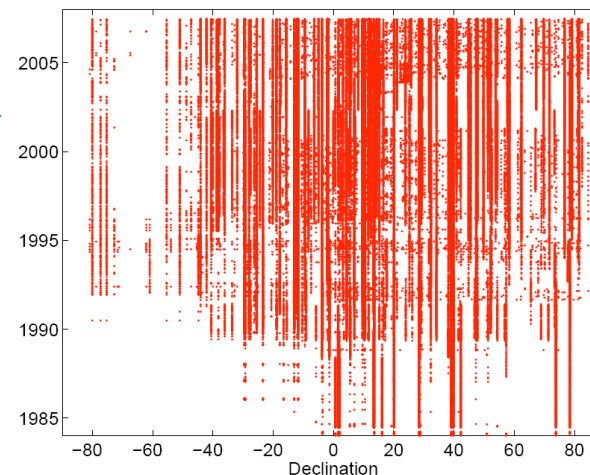
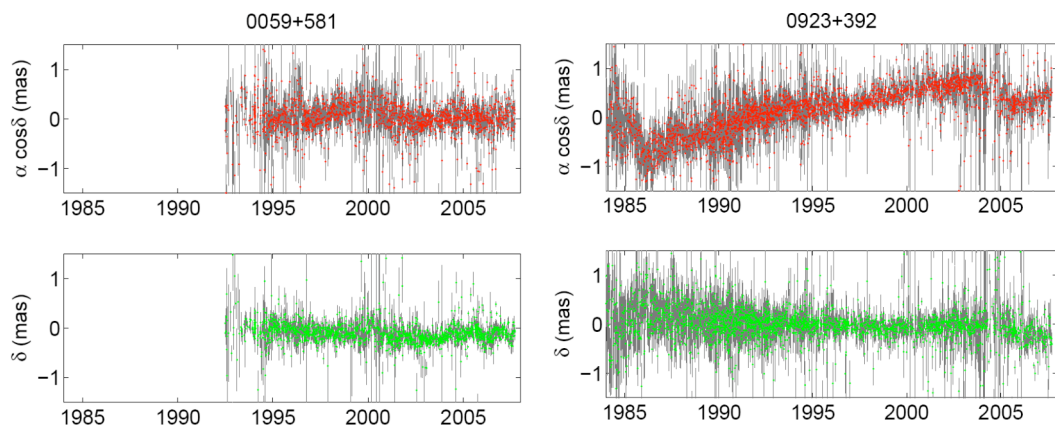
# Vers un ICRF2

- Organisation et timing de l'IAU/IVS/IERS WG "Second Realization of the ICRF"
  - Démarré août 2006 (UAI Prague)
  - Chair : C. Ma (NASA/GSFC)
  - Centres d'analyses VLBI : OPAR, OASU, GSFC, USNO, IAA, DGFI, Geo. Aus.
  - Livraison 2009 (UAI Rio)
- Buts
  - Produire un nouveau catalogue primaire de référence radio extragalactique par VLBI remplaçant l'ICRF
  - Définir le noyau de définition du repère (sources de "définition", ensemble non tournant)
  - Améliorer la stabilité des axes ( $< 20 \mu\text{as}$ )
- Au SYRTE
  - A.-M. Gontier, S. Lambert (IVS OPAR VLBI Analysis Center)
  - J. Souchay (dir. IERS/ICRS-PC)
  - E.F. Arias (ass. BIPM)

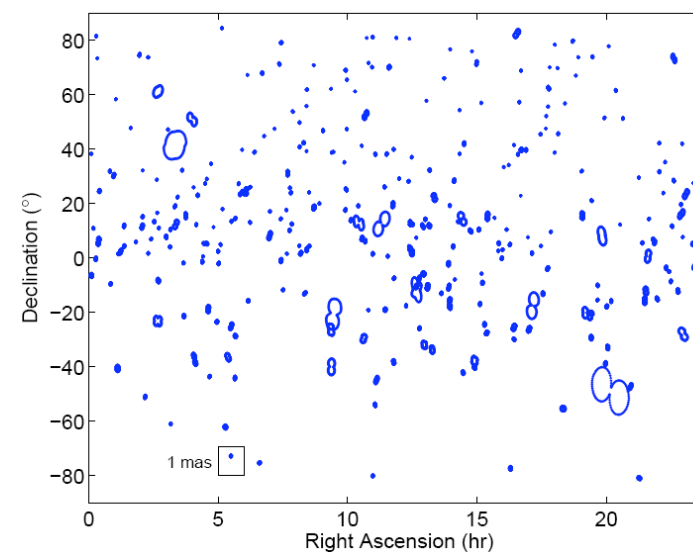


# Vers un ICRF2

- Calcul des positions astrométriques des radiosources du programme permanent de VLBI astrogéodésique (A.-M. Gontier, S. Lambert, <http://ivsopar.obspm.fr>)
  - ~5M delays (~4000 sessions) depuis ~1984
  - Précision ~0.1 mas
  - Historique d'observation des sources
  - Séries temporelles denses pour ~400 sources

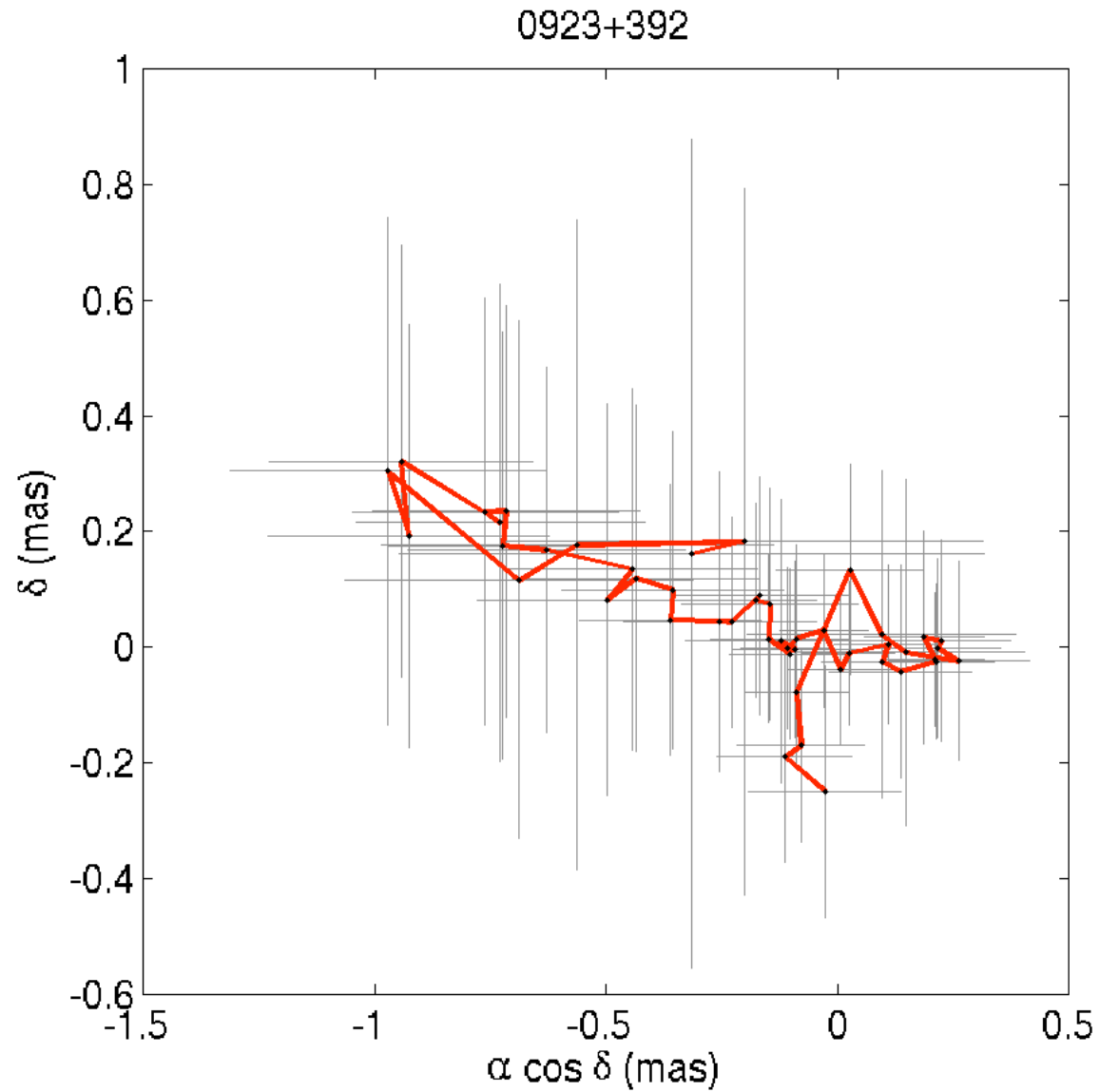


- Analyse statistique des séries
  - Quantification de la stabilité temporelle
  - Sélection de sources stables au sens astrométrique
  - Détermination de la stabilité du repère associé



# Quasars' coordinates evolution

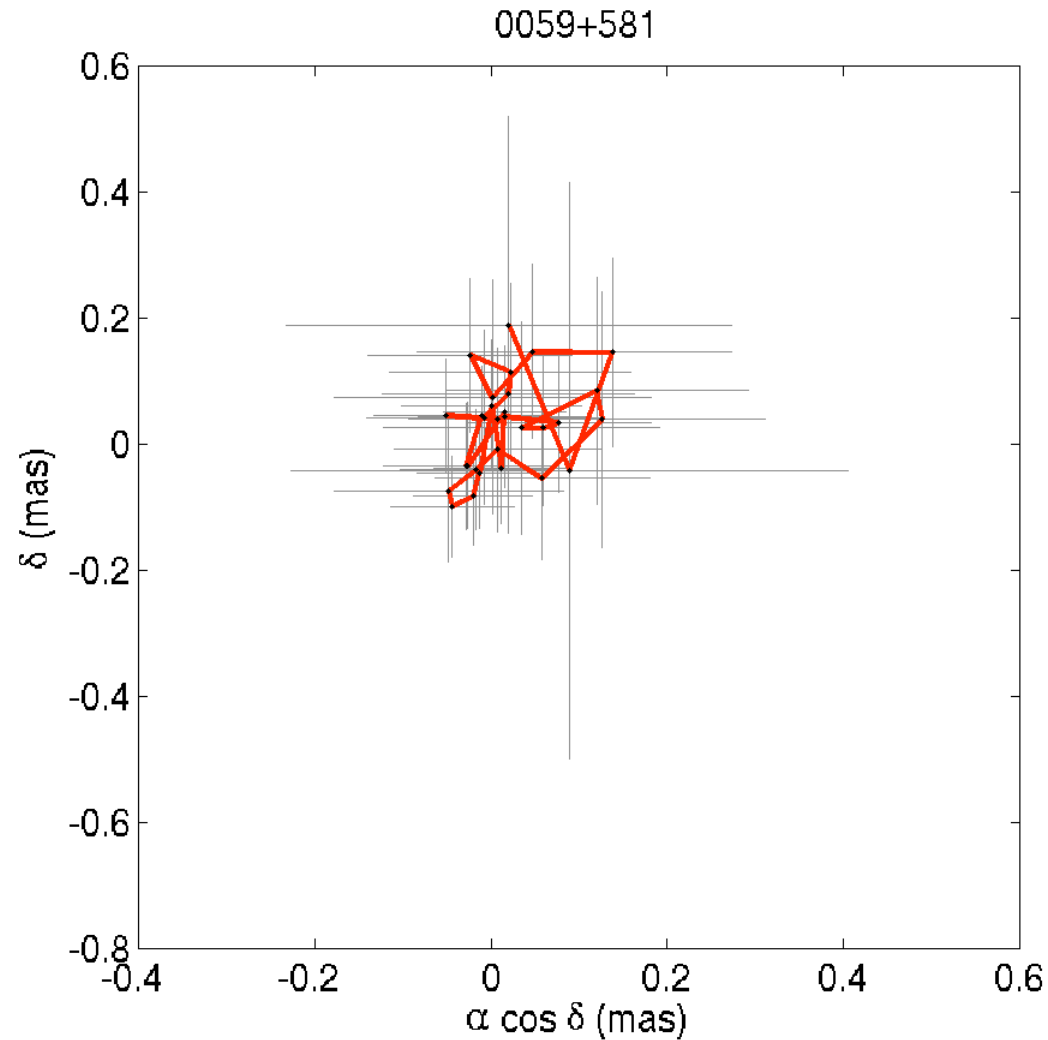
**Unstable**





# Quasars' coordinates evolution

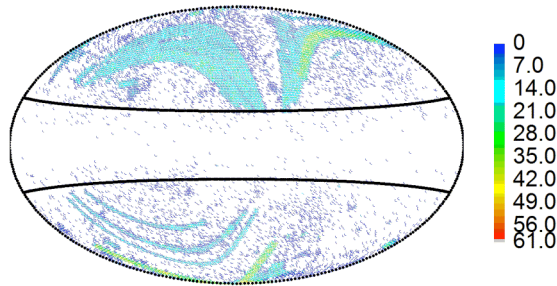
**Stable**



# Les tâches de l' ICRS-PC

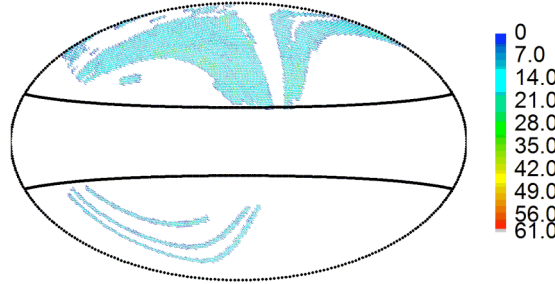
- Maintenance et extension de l'ICRF
- Investigation des réalisations futures de l'ICRS en VLBI
- Investigation des réalisations futures de l'ICRS en optique
- Contrôle de structure des QSO's , BL LAC, ... en VLBI
- Contrôle de positions des QSO's, BL LAC, ... en VLBI
- Informations concernant l'ICRF à d'autres longueurs d'onde
- Liens entre le système dynamique et l'ICRF (LLR, pulsars, astéroïdes)
- Liens avec l'ITRF
- Web, OV

# Distribution des quasars repertoriés – 1deg<sup>2</sup> cells count



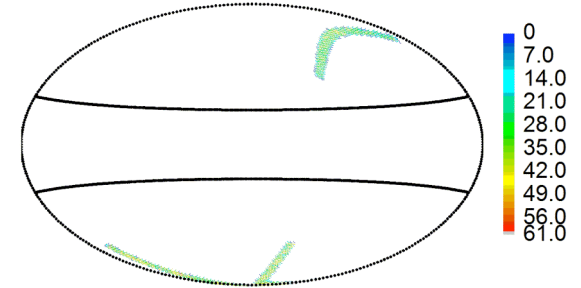
V&V

85,221 sources



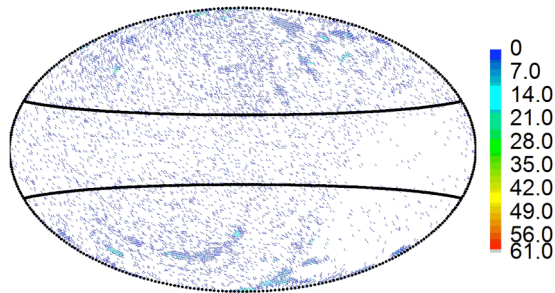
SDSS DR5

74,869 sources



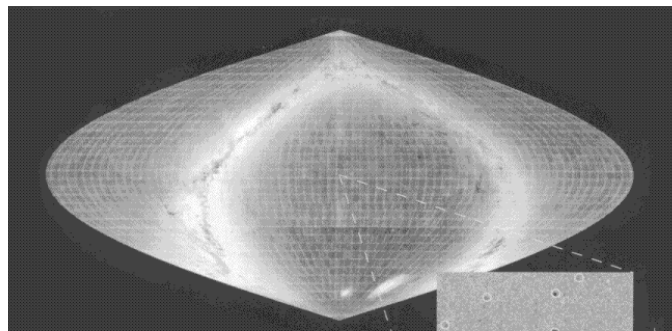
2dF – QSO

23,803 sources



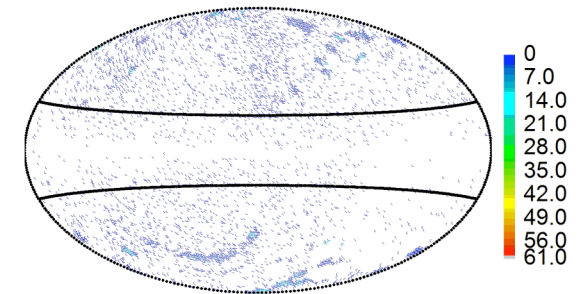
All Radio QSOs

11,781 sources



B1.0

All sky up to V=21



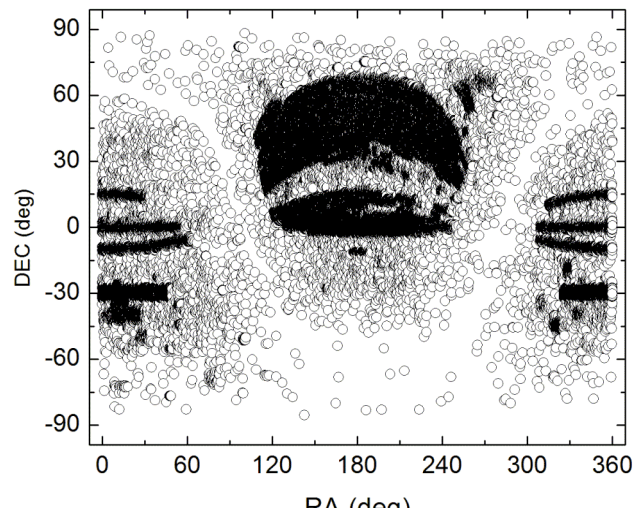
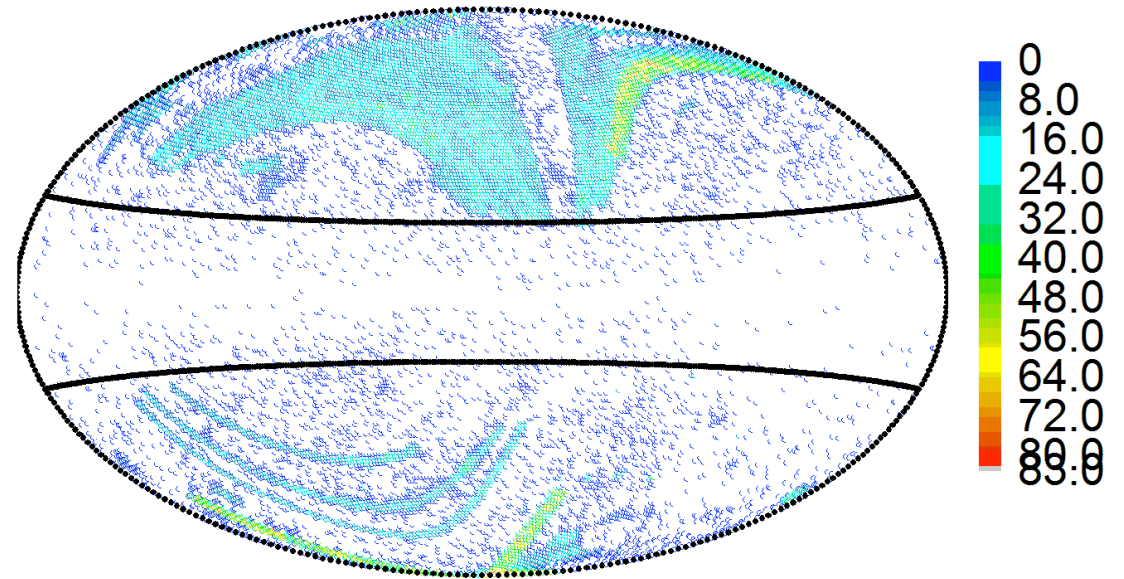
Radio QSOs  
found in B1.0

6,941 sources

# Le L.Q.A.C (Large Quasar Astrometric Catalog)

Souchay et al., in prep

- 113 653 quasars
- Positions  $\alpha, \delta$  optimisées
- u,b,v,g,r,i,z photometry
- Redshift
- 5 flux ratios
- Drapeau catalogue A-M
- Magnitudes absolues







# LQAC => Résultats

16

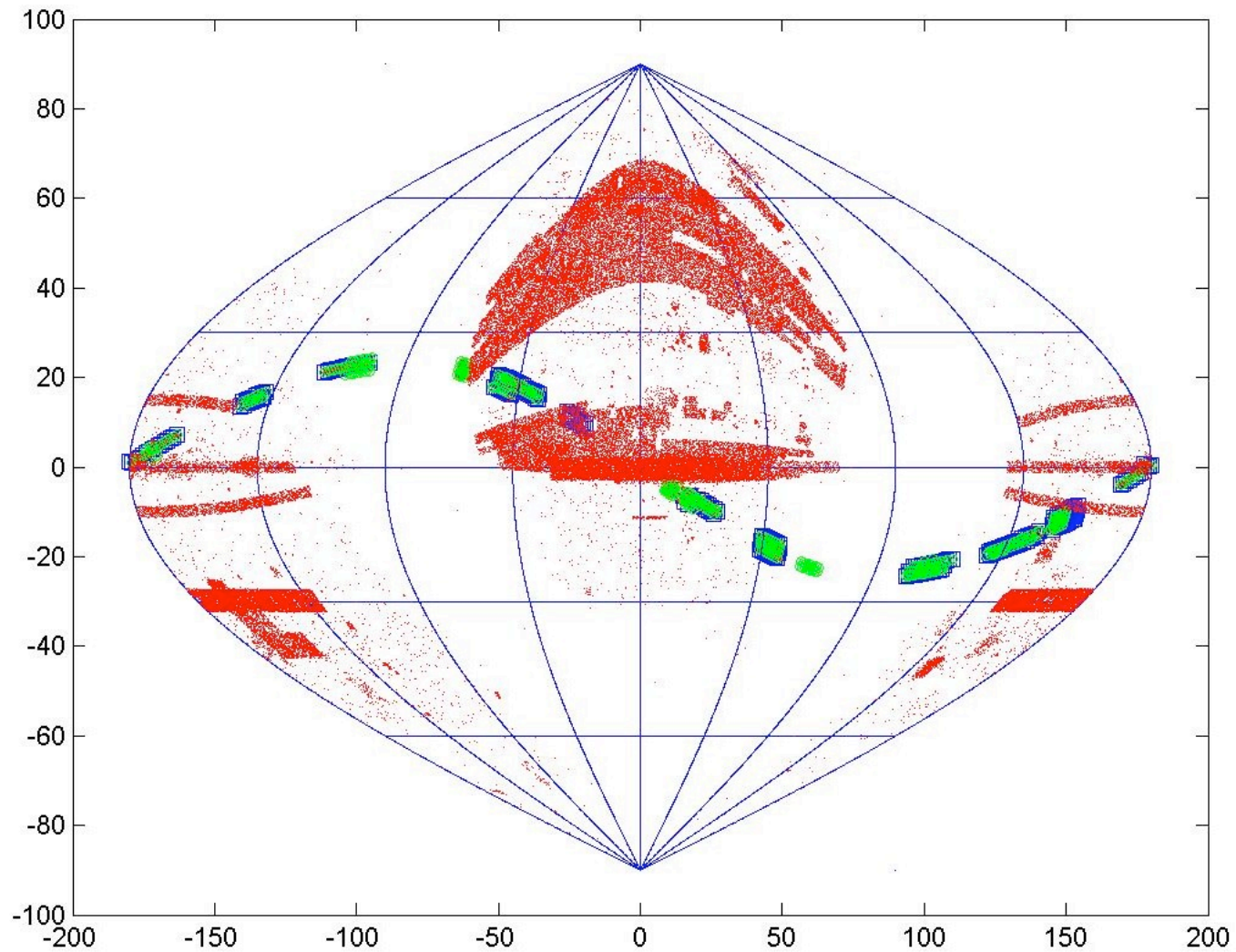
Souchay et al.: Astrometric and photometric comparisons of quasars catalogues

**Table 8.** Contribution of each individual catalogue to the LQAC, per item.

	Véron-Cetty and Véron(2006) (M)	Compilation A to L (pre-set)	Compilation A to L (final)	Compilation A to M
u	74 367	96 367	96 343	<b>99 665</b>
b	79 488	96 283	96 252	<b>106 795</b>
v	54 542	47 884	47 884	<b>75 341</b>
g	0	74 865	74 862	<b>74 862</b>
r	1 540	99 197	99 183	<b>99 425</b>
i	101	86 152	86 142	<b>86 142</b>
z	0	74 864	74 861	<b>74 861</b>
z	85182	101 646	101 548	<b>110 745</b>
J	9	13 650	13 647	<b>13 647</b>
K	3	13 650	13 647	<b>13 647</b>
$f_1$	7 123	1 818	1 811	<b>8 934</b>
$f_2$	0	3 234	3 234	<b>3 234</b>
$f_3$	0	0	<b>0</b>	
$f_4$	3 089	862	862	<b>3951</b>
$f_5$	0	3 858	3 852	<b>3 852</b>
$f_6$	0	61	61	<b>61</b>



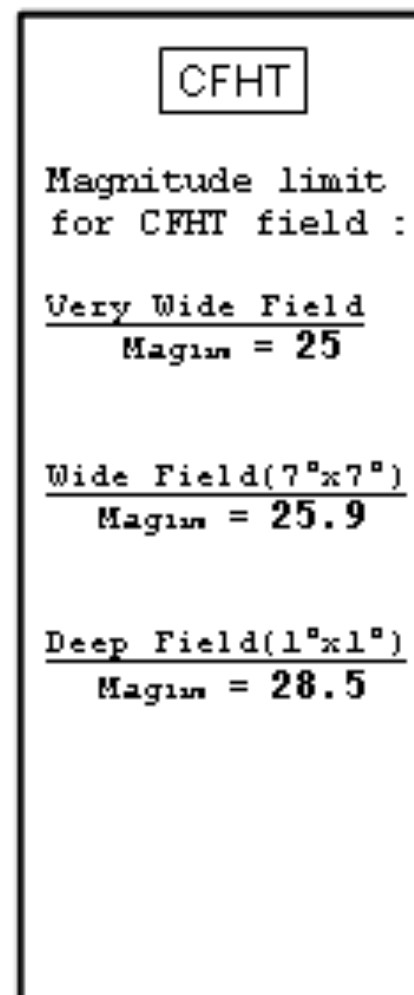
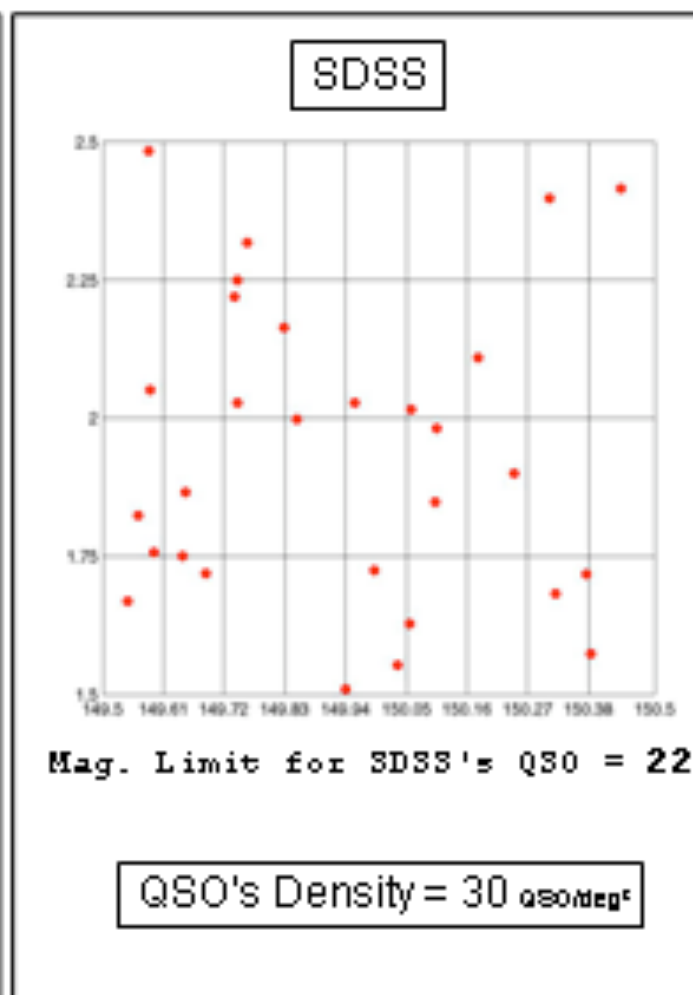
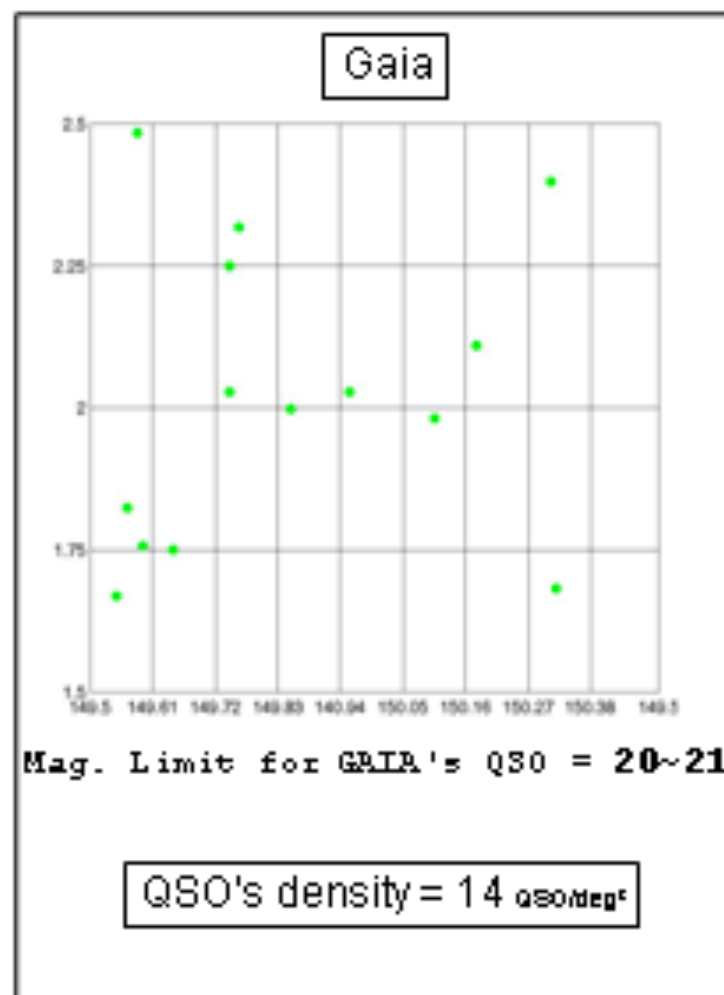
# Ecliptic cross-id V.W. / VV2006





# CCD Astrometric Reduction with QSO

CFHT : Field "Deep2"



# Etudes en cours & perspectives

- Maintenance du Système Céleste
- Monitoring des radio-sources (VLBI)
- Préparation de l'ICRF2

ICRF

- Suivi des différents surveys quasars
- Up-date du LQAC
- Préparation % GAIA

Catalogues

- Réduction des clichés du CFHT
- Liens entre l'ICRS et le système dynamique (LLR, pulsars, astéroïdes)
- Etudes de la variabilité des quasars (photométrie, astrométrie)

Réductions