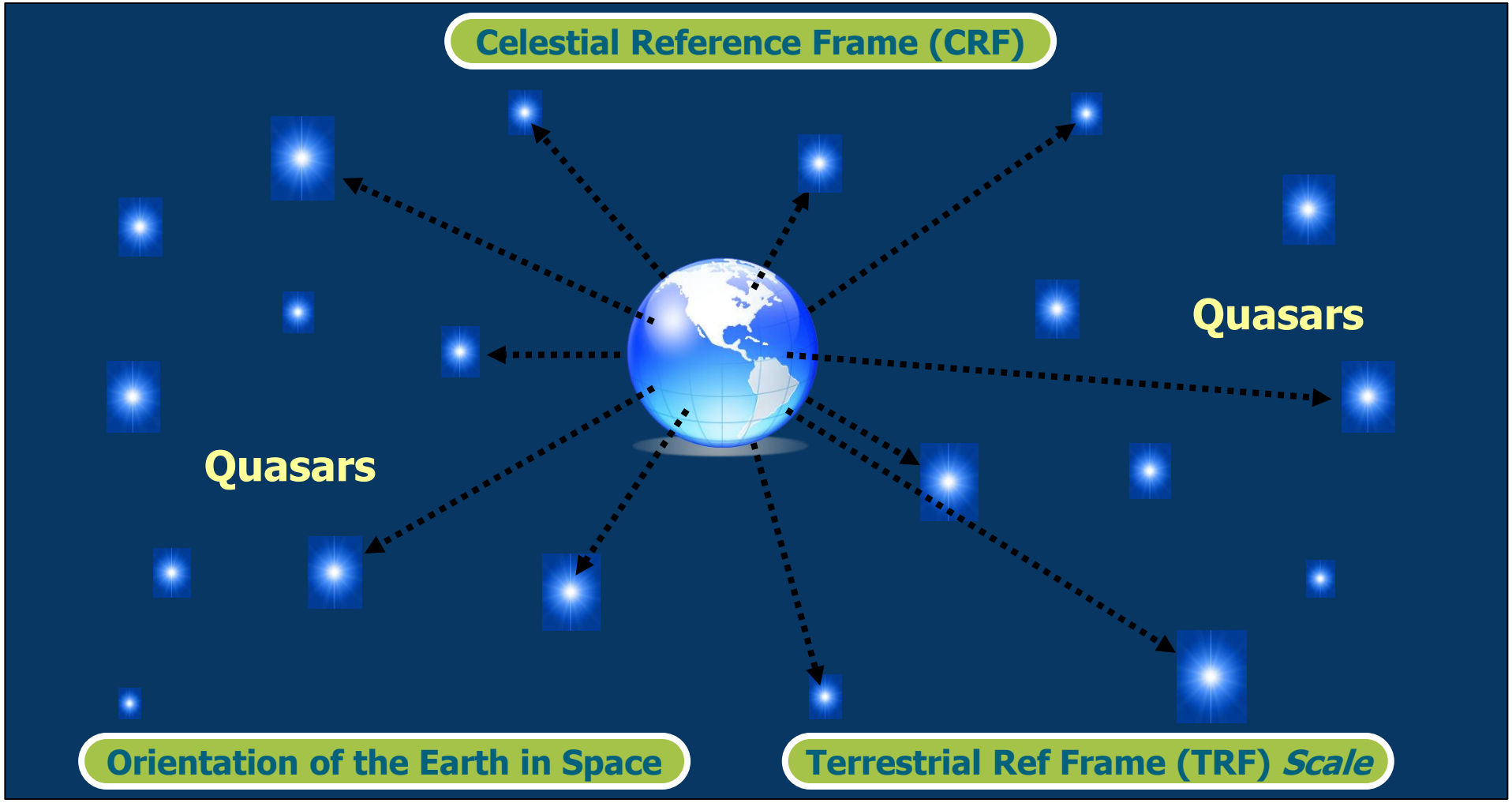
The Antarctic VLBI Station O'Higgins as a Network Station of the IVS

Dirk Behrend[1], Harald Schuh[2], Chopo Ma[3], Ed Himwich[1], Cynthia Thomas[1]

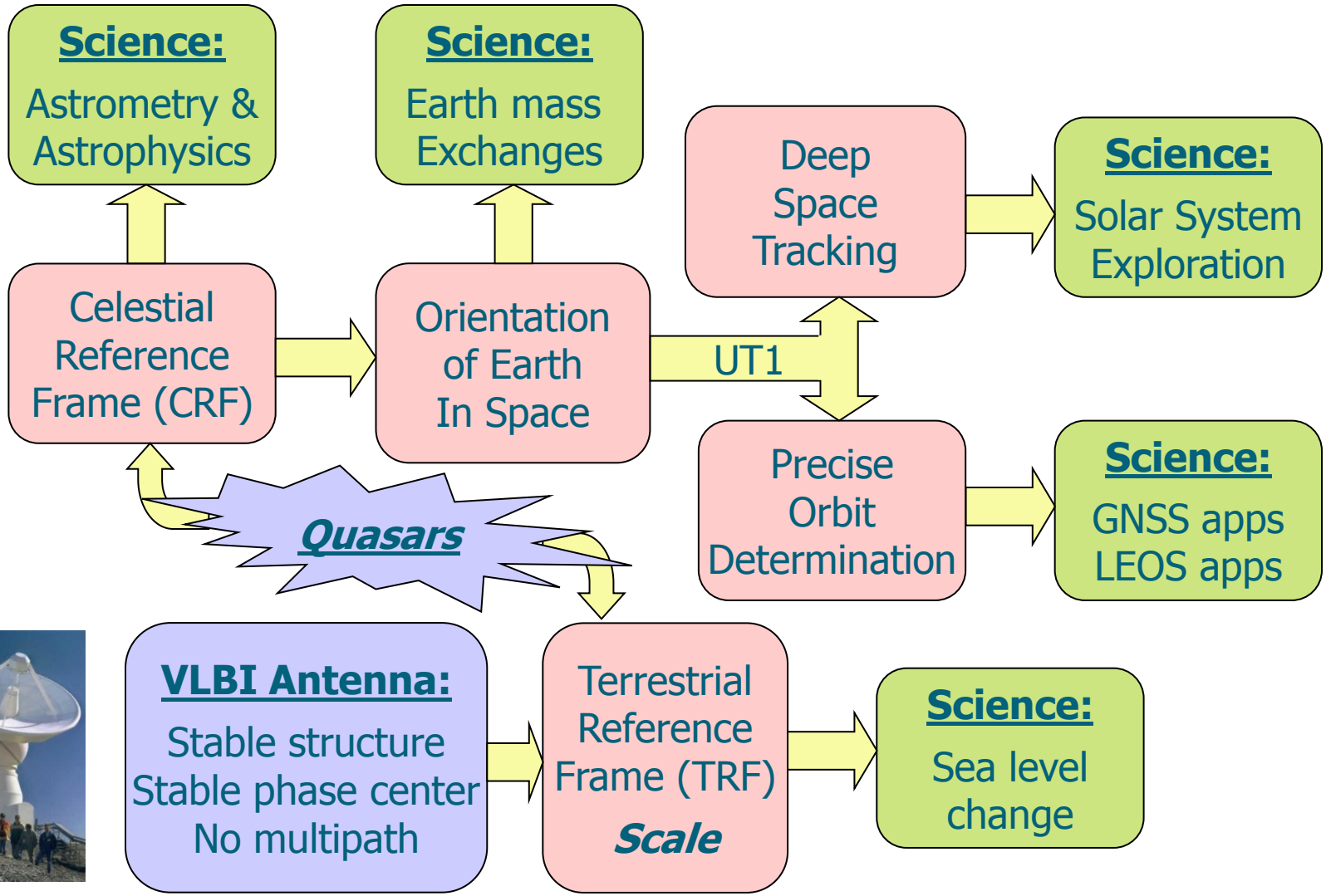
[1]NVI, Inc./NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA
[2]Institute of Geodesy and Geophysics, Vienna TU, Vienna, Austria
[3]NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA

20 Years Antarctic Research Station GARS O'Higgins
12–15 November 2011 @ Punta Arenas, Chile

Role of VLBI in Geodesy



Role of VLBI in Science



What is the IVS?

The **International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS)** is an international collaboration of organizations which operate or support VLBI components:

- IVS inauguration was on **1 March 1999**.
- IVS 10th Anniversary event on 25 March 2009.
- 79 permanent components supported by 41 institutions in 20 countries.
- ~280 Associate Members.

IVS is a recognized service of

- **IAG** – International Association of Geodesy
- **IAU** – International Astronomical Union
- **WDS** – World Data System (approved for membership)

IVS Goals and Activities

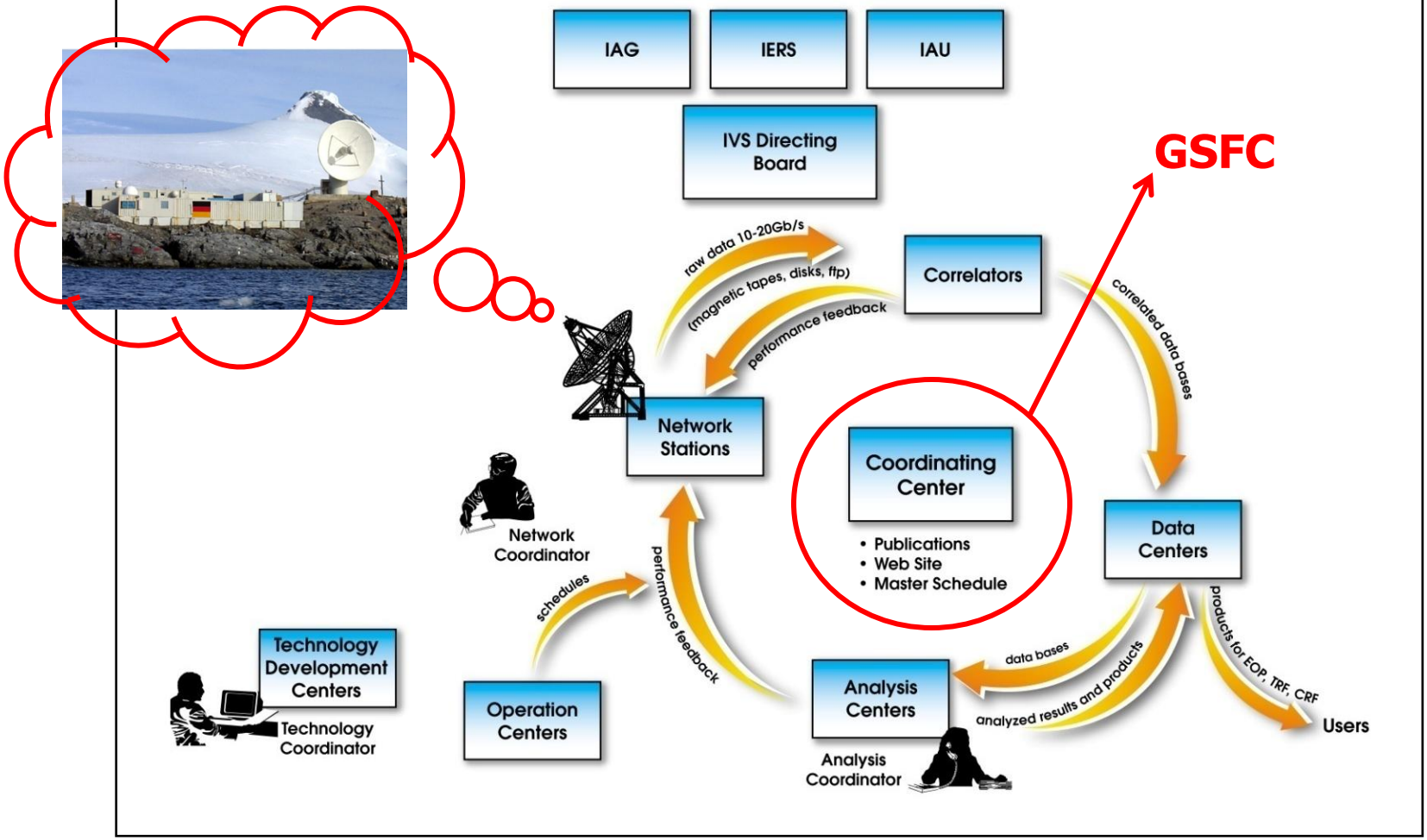
The **goals** of the IVS are to:

- provide a service to support geodetic, geophysical, and astrometric research and operational activities;
- promote research and development in the VLBI technique;
- interact with the community of users of VLBI products and integrate VLBI into a global Earth observing system.

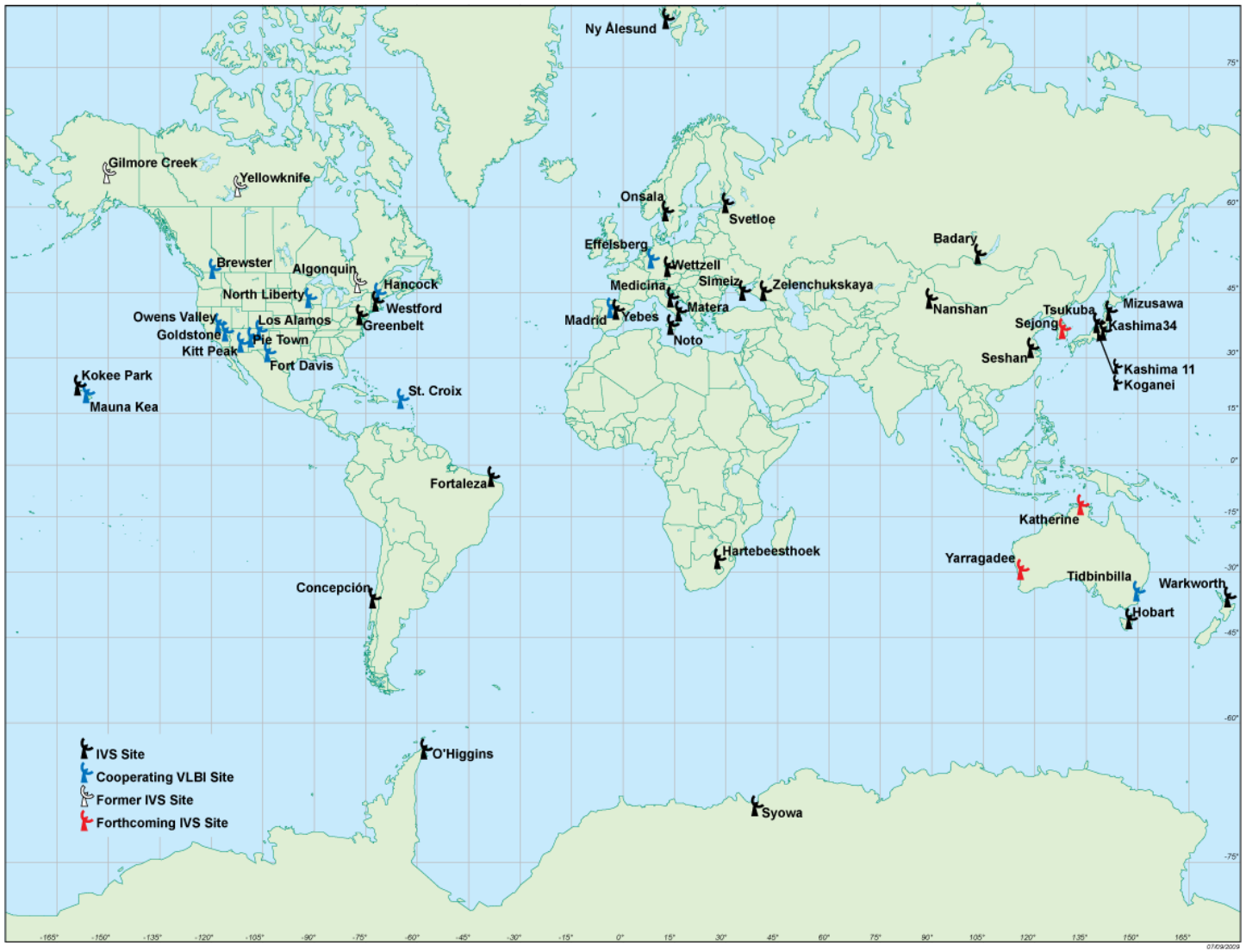
The **main activities** of the IVS are to:

- provide EOP, maintain ICRF, and support maintenance of ITRF;
- coordinate VLBI observing programs;
- set performance standards for the observing stations;
- establish conventions for data formats and products;
- issue recommendations for analysis software;
- set standards for analysis documentation;
- institute appropriate product delivery methods in order to insure suitable product quality and timeliness.

Organization of the IVS



IVS Network Stations



IVS Station Operations

- **Location of Stations**
  - some built specifically for geodesy and/or located for geographic distribution (e.g., TIGO, Wettzell, Tsukuba)
  - some astronomical antennas also available for geodesy (e.g., Onsala, HartRAO, Noto)
  - southern hemisphere undersampled
- **Observing Priorities**
  - set by the Observing Program Committee (OPC) based on guidance from IVS Working Group 2 report
  - highest priority to routine EOP measurements (twice weekly 24-hr sessions and daily 1-hr Intensive sessions)
  - all stations participate in TRF sessions several times per year
  - less frequent CRF sessions; some geodetic time used to monitor CRF
- **Scheduling and Coordination**
  - Master Schedule made by IVS Coordinating Center (IVS CC)
  - individual observation schedules made by responsible Operation Centers
  - media logistics and correlator load coordinated by IVS CC

IVS Observing Program

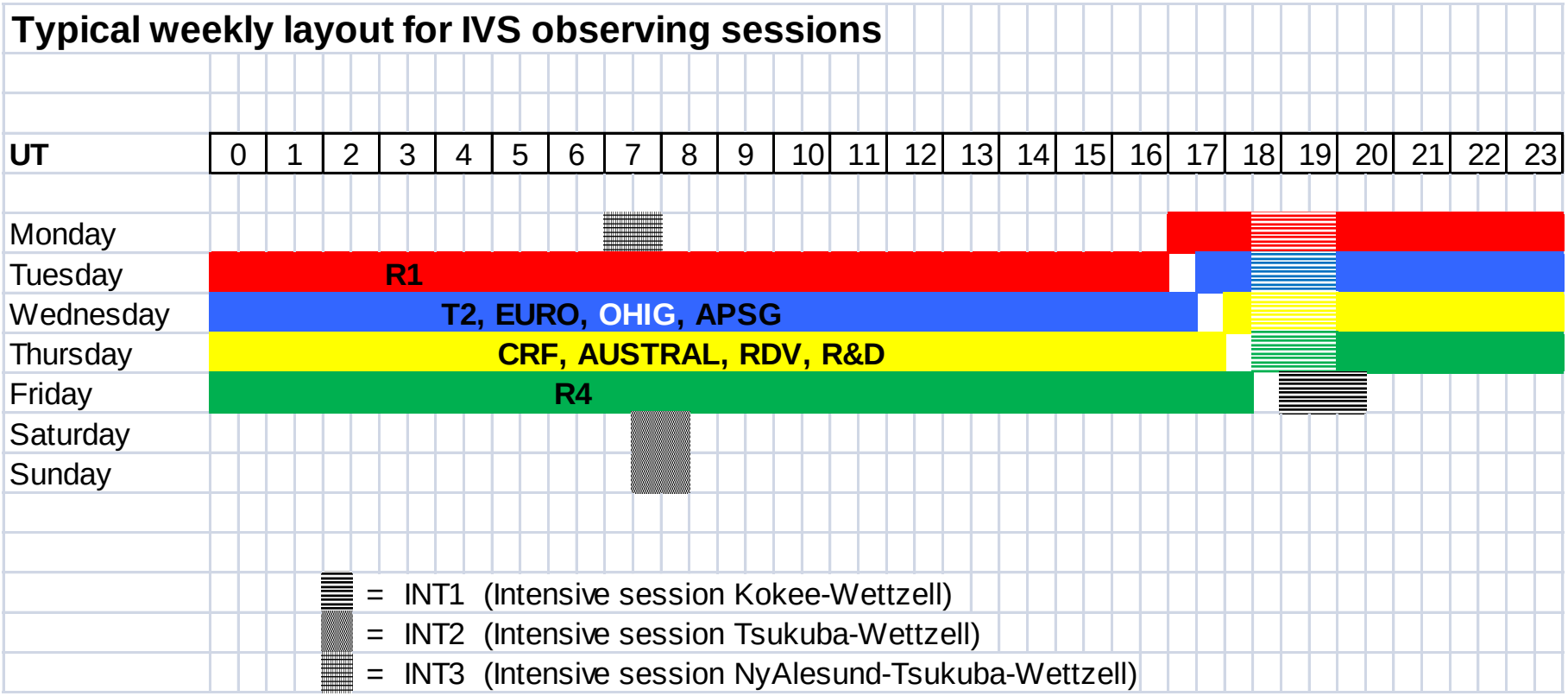
Note: Although certain sessions have primary goals, such as CRF, all sessions are scheduled so that they contribute to all geodetic and astrometric products.

- **EOP**: two rapid turnaround sessions each week, 8–10 stations, depending on station availability. Data bases are available no later than 15 days after each session.
- **TRF**: bi-monthly sessions with 12–14 stations using all stations at least two times per year; regional sessions for Europe, Antarctica, Asia-Pacific, Australia.
- **CRF**: astrometric sessions to observe mostly southern sky sources, plus bi-monthly RDV sessions using the VLBA together with up to ten geodetic stations.
- **R&D**: ~monthly sessions to investigate instrumental effects and study ways for technique and product improvement.
- **CONT**: triennial ~two-week continuous sessions to demonstrate the best results that VLBI can offer.

IVS Observing Plan

- about 180 sessions per year, 3.5 sessions per week
- Complete EOP in two weekly 24-hr sessions:
  - R1 on Mondays, R4 on Thursdays
  - 15-day rapid turnaround
- UT1−UTC in daily 1-hr Intensive sessions
- CRF sessions: CRF, CRD (CRF with emphasis on deep south)
- TRF sessions: global (T2); regional (EURO, **OHIG**, APSG, JADE, AUSTRAL)

IVS Observing Program



- OHIG sessions observed in bursts in February and November

2011 Observing Plan Summary

Session purpose	Session code	Total # sessions (24 hr)	Avg # particip. stations	Total station days	Average GB recorded per station	Total TB per session	Total TB per year
Rapid turnaround EOP (Monday)	IVS-R1	50	8.4	420	1079	9.1	453
TRF (global)	IVS-T2	7	15.7	110	605	9.5	66
Rapid turnaround EOP (Thursday)	IVS-R4	49	7.9	387	1434	11.3	555
CRF	IVS-CRF	5	2.6	13	847	2.2	11
CRF, emphasis on south	IVS-CRD	6	3.3	20	875	2.9	17
20-station EOP/TRF/CRF	RDV	6	17.5	105	1479	25.9	155
R&D Gigabit/s investigations	IVS-R&D	7	9.3	65	1976	18.4	129
Continuous VLBI Campaign	CONT	15	13.1	196	1792	23.5	352
Regional – Antarctica	**IVS-OHIG**	**6**	**5.2**	**31**	**799**	**4.2**	**25**
Regional – Europe	EURO	6	7.3	44	524	3.8	23
Regional – Asia/Pacific	APSG	2	7.5	15	726	5.4	11
Regional – Asia/Pacific	JADE	8	3.8	30	1010	3.8	31
Regional – Australia	AUSTRAL	2	4.5	9	1132	5.1	10
1-hour EOP (376 days)	INT1,2,3	–	2.4	37	49	0.1	43
	Total:	**170**		**1485**			**1881**

Observing Plan Summaries

2006

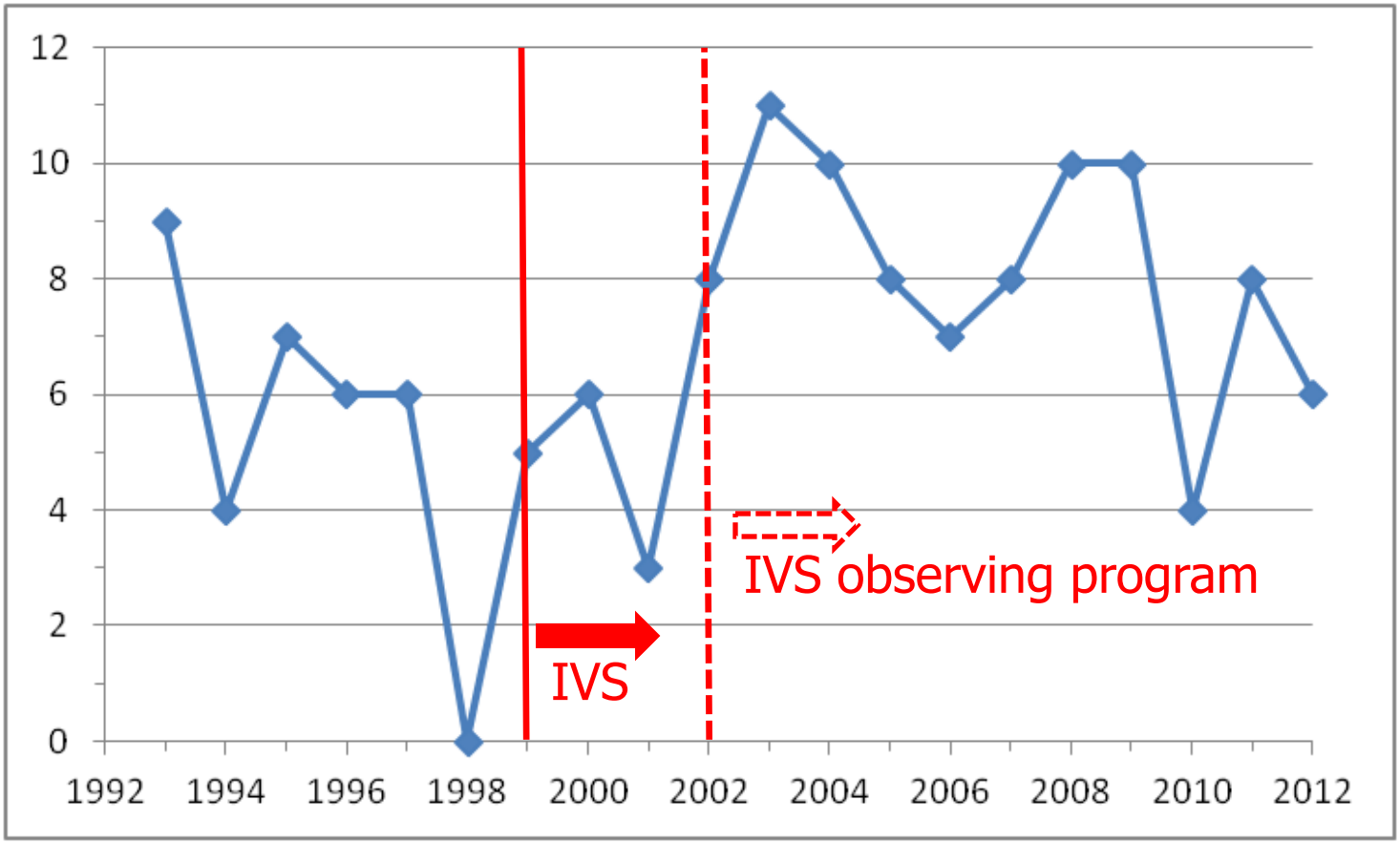
Session purpose	Session codes	Total # sessions (24 hr)	Total station days	Total TB per year
Rapid EOP	R1, R4	104	721	604
TRF	T2, E3, **OHIG**, EURO, APSG, JADE	44	304	147
CRF	CRF, CRD	16	42	17
R&D	R&D, RDV	16	174	294
Intensives (318 days)	INT1, INT2	–	27	0.9
	Total:	**180**	**1268**	**1062.9**

2011

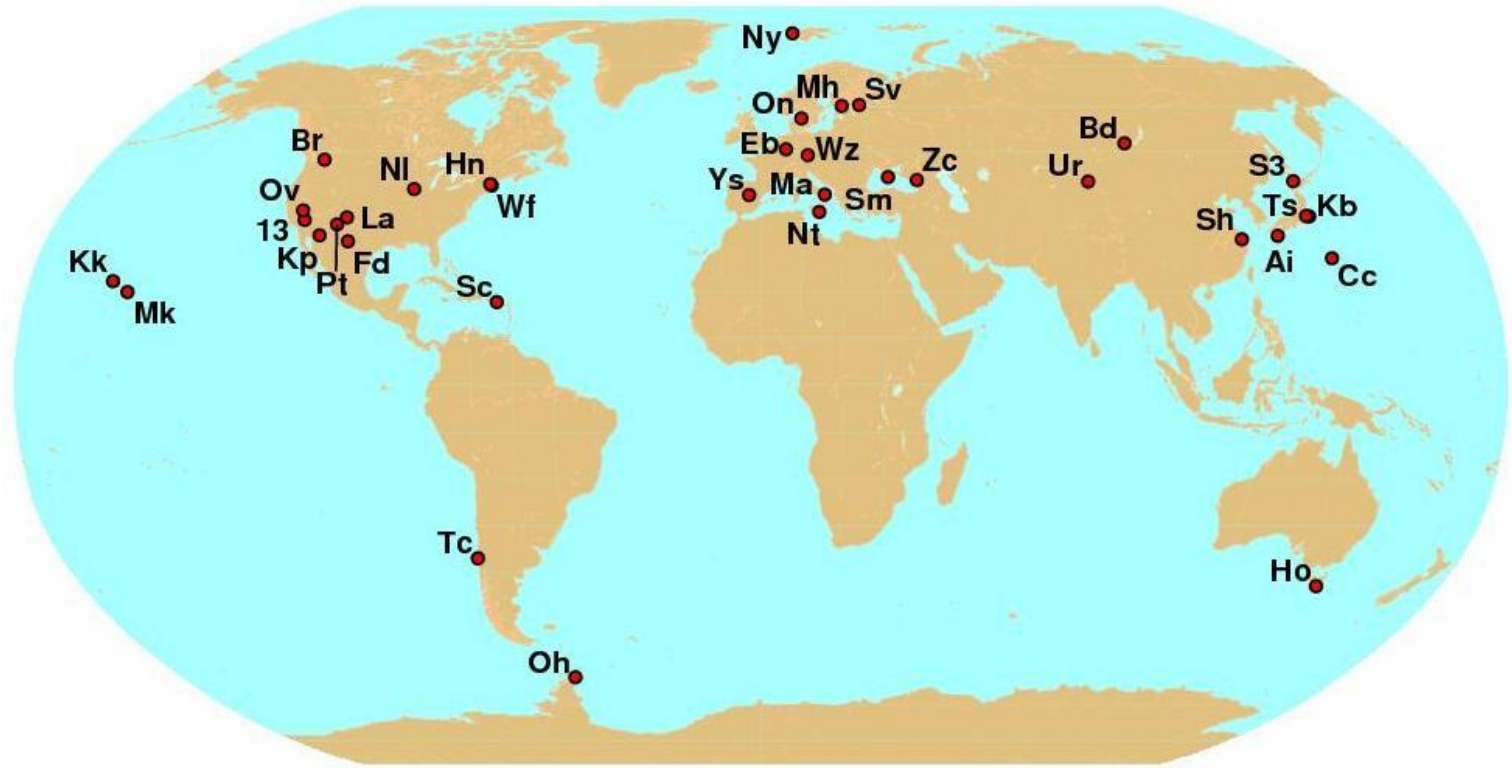
Session purpose	Session codes	Total # sessions (24 hr)	Total station days	Total TB per year
Rapid EOP	R1, R4	99	807	1008
TRF	T2, **OHIG**, EURO, APSG, JADE, AUSTRAL	31	239	166
CRF	CRF, CRD, CRMS	12	35	28
CONT-11	CONT	15	196	352
R&D	R&D, RDV	13	170	284
Intensives (376 days)	INT1, INT2, INT3	–	37	43
	Total:	**170**	**1485**	**1881**

Number of sessions with O'Higgins

- By the end of 2012, 136 sessions will have been scheduled with O'Higgins.



International Year of Astronomy 2009 (1)



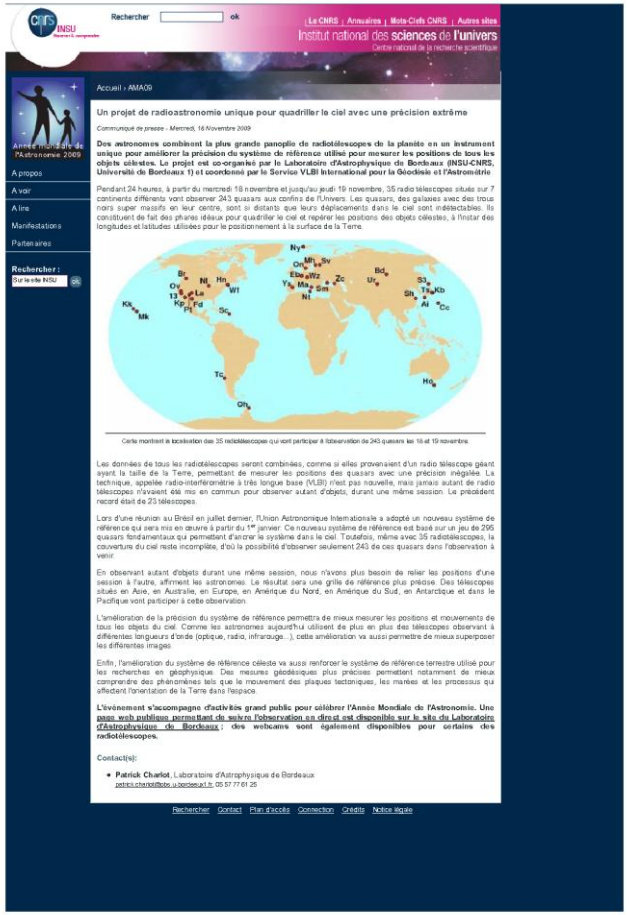
- Largest astrometry session ever observed
  - 34-station network observed most of the ICRF2 defining sources in a single 24-hour session; previous record was 23 stations

International Year of Astronomy 2009 (2)

- Scientific and outreach goals
  - Science goals:
    - strengthen the ICRF2 by observing as many ICRF2 defining sources as possible (243 out of 295) in one single session
    - provide the arc lengths between all sources without relying on source overlaps
  - Outreach activities:
    - press releases through IYA2009 (IAU), IVS, and other organizations
    - news coverage in regional and national media
    - open doors at stations
    - watching progress of session via Internet in real time
- Repository of information at IVS Web site:
  - **`http://ivscc.gsfc.nasa.gov/program/iya09/`**

International Year of Astronomy 2009 (3)

Press releases in France:



Rechercher ok

| Le CNRS | Annuaires | Mots-Clefs CNRS | Autres sites

Institut national des sciences de l'univers

Centre national de la recherche scientifique

Accueil » AMA09

Année Mondiale de l'Astronomie 2009

A propos

A voir

A lire

Manifestations

Partenaires

Rechercher : Sur le site INSU ok

Un projet de radioastronomie unique pour quadriller le ciel avec une précision extrême

Communiqué de presse - Mercredi, 18 Novembre 2009

Des astronomes combinent la plus grande panoplie de radiotélescopes de la planète en un instrument unique pour améliorer la précision du système de référence utilisé pour mesurer les positions de tous les objets célestes. Le projet est co-organisé par le Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux (INSU-CNRS, Université de Bordeaux 1) et coordonné par le Service VLBI International pour la Géodésie et l'Astrométrie

Pendant 24 heures, à partir du mercredi 18 novembre et jusqu'au jeudi 19 novembre, 35 radio télescopes situés sur 7 continents différents vont observer 243 quasars aux confins de l'Univers. Les quasars, des galaxies avec des trous noirs super massifs en leur centre, sont si distants que leurs déplacements dans le ciel sont indétectables. Ils constituent de fait des phares idéaux pour quadriller le ciel et repérer les positions des objets célestes, à l'instar des longitudes et latitudes utilisées pour le positionnement à la surface de la Terre.

Carte montrant le localisation des 35 radiotélescopes qui vont participer à l'observation de 243 quasars les 18 et 19 novembre.

Les données de tous les radiotélescopes seront combinées, comme si elles provenaient d'un radio télescope géant ayant la taille de la Terre, permettant de mesurer les positions des quasars avec une précision inégalée. La technique, appelée radio-interférométrie à très longue base (VLBI) n'est pas nouvelle, mais jamais autant de radio télescopes n'avaient été mis en commun pour observer autant d'objets, durant une même session. Le précédent record était de 23 télescopes.

Lors d'une réunion au Brésil en juillet dernier, l'Union Astronomique Internationale a adopté un nouveau système de référence qui sera mis en œuvre à partir du 1er janvier. Ce nouveau système de référence est basé sur un jeu de 295 quasars fondamentaux qui permettent d'ancrer le système dans le ciel. Toutefois, même avec 35 radiotélescopes, la couverture du ciel reste incomplète, d'où la possibilité d'observer seulement 243 de ces quasars dans l'observation à venir.

En observant autant d'objets durant une même session, nous n'avons plus besoin de relier les positions d'une session à l'autre, affirment les astronomes. Le résultat sera une grille de référence plus précise. Des télescopes situés en Asie, en Australie, en Europe, en Amérique du Nord, en Amérique du Sud, en Antarctique et dans le Pacifique vont participer à cette observation.

L'amélioration de la précision du système de référence permettra de mieux mesurer les positions et mouvements de tous les objets du ciel. Comme les astronomes aujourd'hui utilisent de plus en plus des télescopes observant à différentes longueurs d'onde (optique, radio, infrarouge...), cette amélioration va aussi permettre de mieux superposer les différentes images.

Enfin, l'amélioration du système de référence céleste va aussi renforcer le système de référence terrestre utilisé pour les recherches en géophysique. Des mesures géodésiques plus précises permettent notamment de mieux comprendre des phénomènes tels que le mouvement des plaques tectoniques, les marées et les processus qui affectent l'orientation de la Terre dans l'espace.

L'évènement s'accompagne d'activités grand public pour célébrer l'Année Mondiale de l'Astronomie. Une page web publique permettant de suivre l'observation en direct est disponible sur le site du Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux : des webcams sont également disponibles pour certains des radiotélescopes.

Contact(s):

- **Patrick Charlot**, Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux
  patrick.charlot@obas.u-bordeaux1.fr, 05 57 77 61 25

Rechercher Contact Plan d'accès Connection Crédits Notice légale

Actualités TERRE ET COSMOS

ASTROPHYSIQUE

Des quasars manquent à l'appel

35 radiotélescopes ont été mobilisés sur le globe pour quadriller le ciel et dessiner une grille de référence de l'Univers. Mais les données de l'hémisphère Sud sont insuffisantes.

Un radiotélescope aussi étendu que la Terre elle-même: c'est ce qu'ont réalisé des chercheurs du Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux, les 18 et 19 novembre dernier. Vingt-quatre heures durant, ils ont mobilisé 35 radiotélescopes répartis sur sept continents. Leur objectif: mesurer en une seule fois la position précise de 243 quasars aux confins de l'Univers. Ces astres sont en réalité des galaxies primitives, dont le cœur, occupé par un trou noir géant à l'appétit féroce, émet une énergie colossale.

Ces points brillants dessineront à l'avenir une « grille » de référence, un décor stable sur lequel il sera possible de mesurer la position et la vitesse des objets célestes. Car dans un Univers où tout bouge, les quasars constituent des sortes de phares « fixes » : non pas parce qu'ils sont immobiles, mais parce qu'ils sont tellement lointains que leurs mouvements nous sont imperceptibles, contrairement aux étoiles plus proches, qui se déplacent à l'échelle de quelques années. C'est pour cela qu'en juillet dernier, l'Union astronomique internationale réunie au Brésil a décidé d'établir une carte de 295 quasars fondamentaux, qui constitueront dès le 1er janvier le nouveau système de référence en astronomie.

Hélas! la moisson – pourtant exceptionnelle – de 243 quasars n'a pas permis d'atteindre cet objectif. De fait, il est actuellement impossible de visualiser l'ensemble du ciel (et donc les 295 quasars) en une seule fois : la plupart des antennes sont en effet situées dans l'hémisphère Nord (il n'y en a aucune en Afrique, par exemple), et la partie la plus australe du ciel nous est inaccessible. Pour compenser cette lacune géographique, la France envisage d'installer à l'avenir une antenne à Tahiti.

Pour l'heure, les centaines de mesures enregistrées en novembre ont été centralisées et combinées selon le principe de l'interférométrie à très longue base (VLBI): les antennes, fonctionnant deux par deux, enregistrent les écarts temporels de l'arrivée d'ondes radio d'un quasar. La précision des observations augmente avec la distance entre deux stations, d'où l'intérêt d'étaler les antennes sur tout le globe. Afin de vérifier la stabilité des mesures, une opération de même envergure sera réitérée dans l'avenir.

Sylvie Rouat

Ce radiotélescope installé en Antarctique a participé aux mesures.

GERMAN AEROSPACE CENTER (DLR)

L'AVIS DE PATRICK CHARLOT Chercheur au Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux

« Cette expérience est une première: jamais nous n'avions utilisé autant de radiotélescopes en même temps. La mesure de la position des quasars peut avoir de nombreuses applications: mesurer la position des étoiles, guider les sondes interplanétaires… Ou étudier la rotation de la Terre, qui varie de quelques millisecondes par jour. En se repérant sur les quasars, nous avons appris que les vents de haute altitude influent sur la rotation planétaire. Cela permet aussi d'explorer la constitution interne de notre planète: c'est grâce à la technique du VLBI que nous avons pu modéliser l'aplatissement du noyau terrestre. »

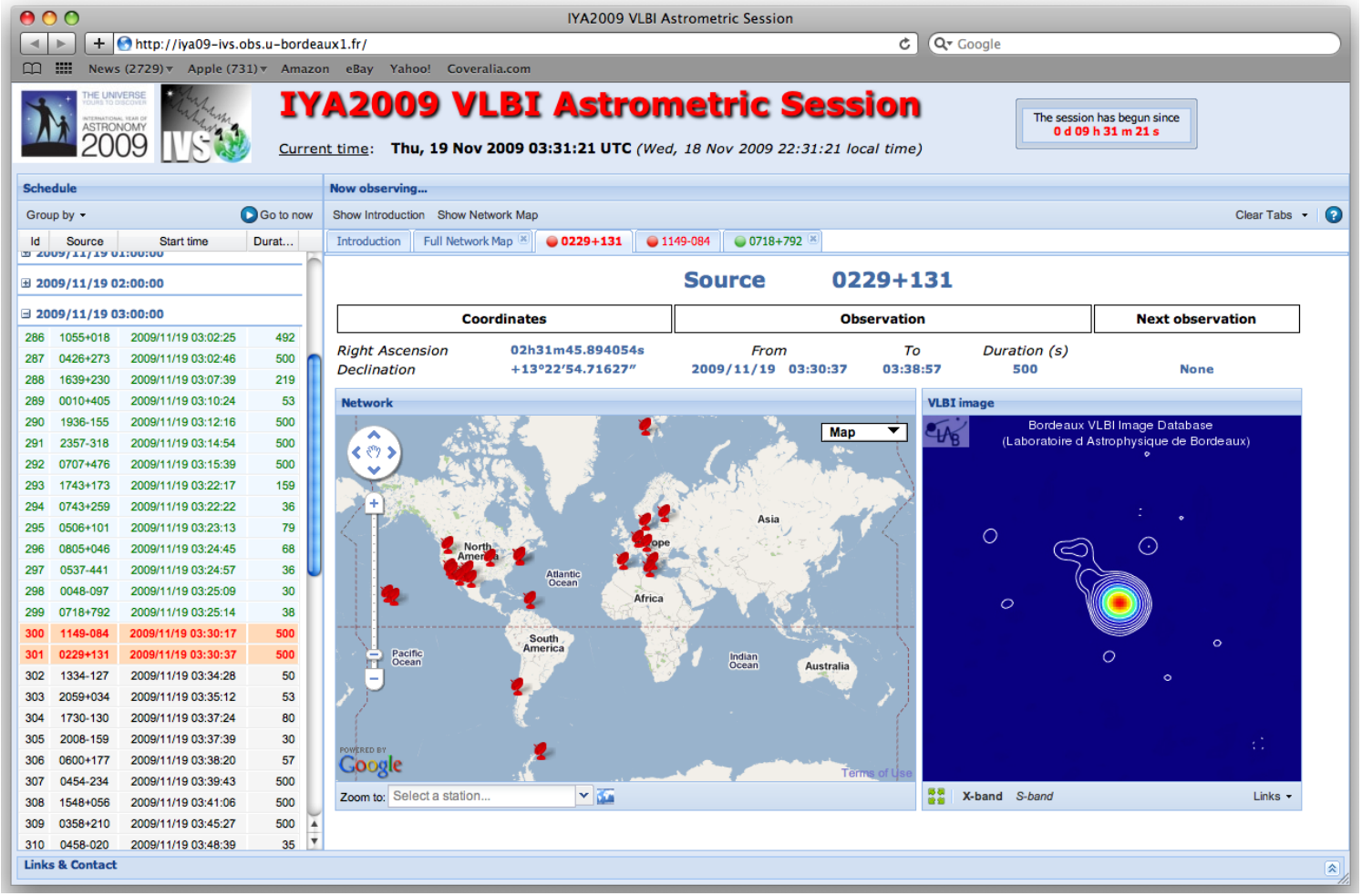
18 • SCIENCES ET AVENIR - JANVIER 2010

International Year of Astronomy 2009 (4)

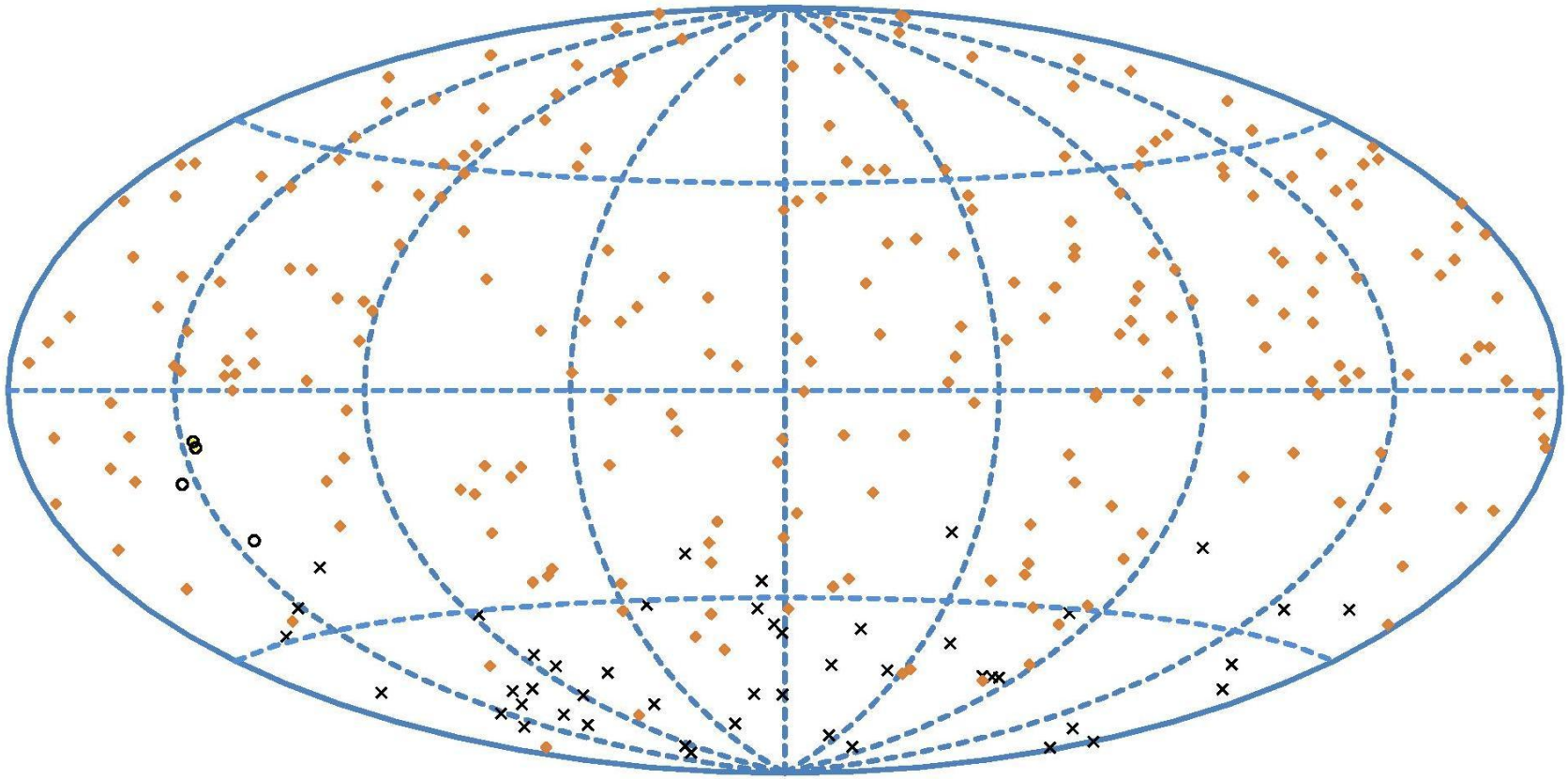
- Big turnout for open doors at O'Higgins!!

International Year of Astronomy 2009 (5)

- Dynamic Web page at Bordeaux Observatory

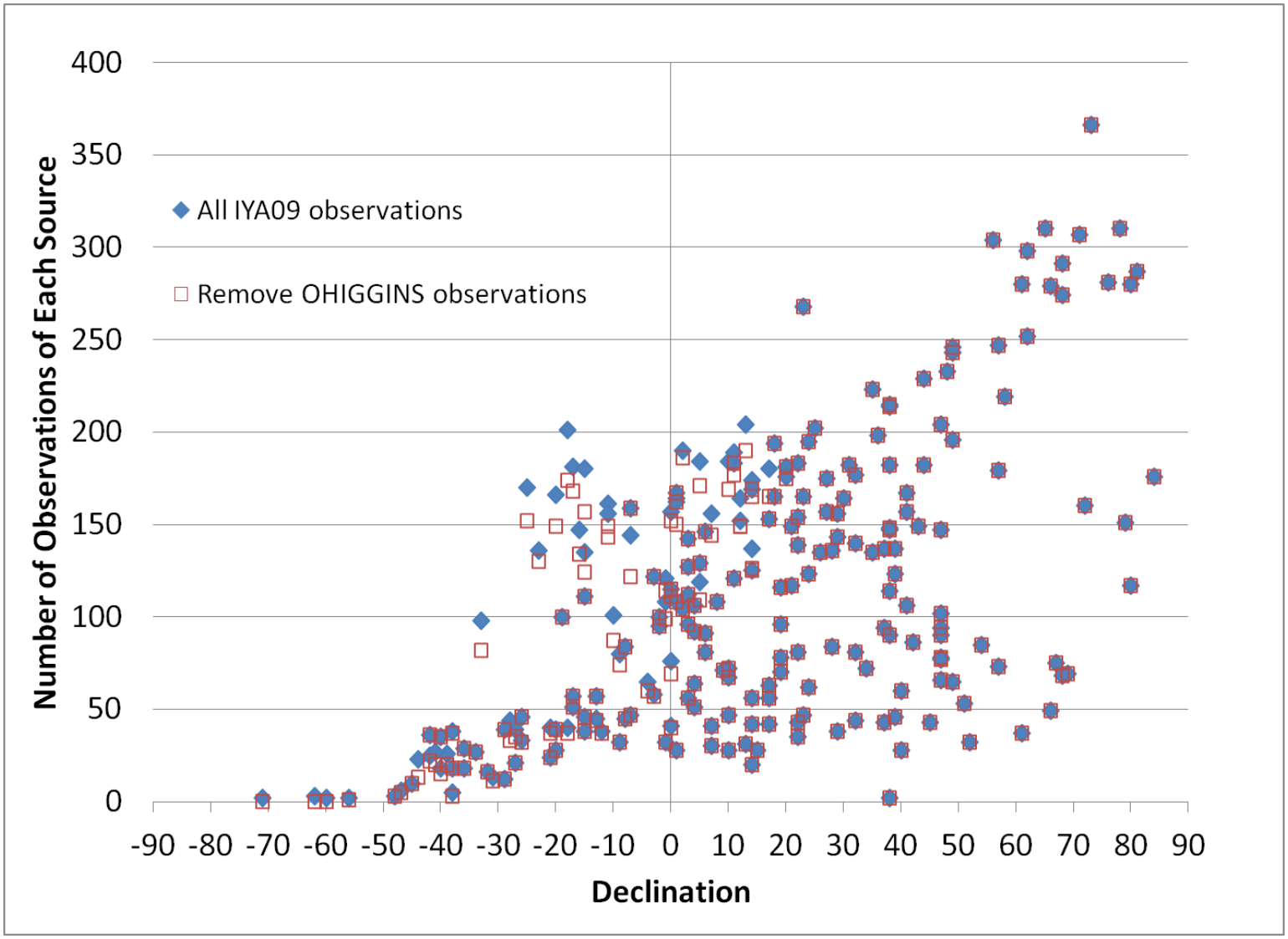


International Year of Astronomy 2009 (6)

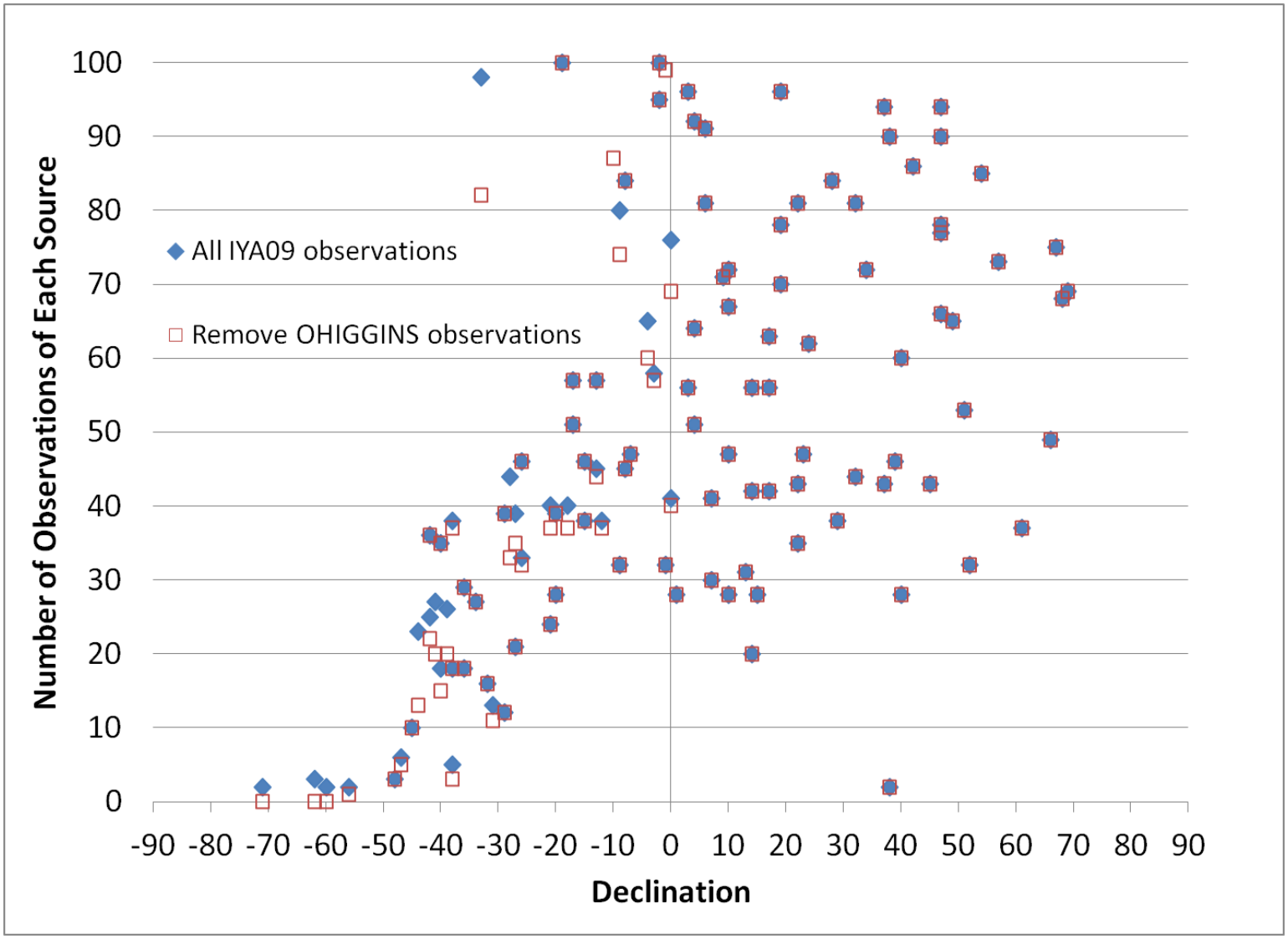


- Observed sources: 243 out of the 295 ICRF2 defining sources
- o (circles) indicate sources too close to the sun
- x (crosses) indicate southern sources that were not scheduled

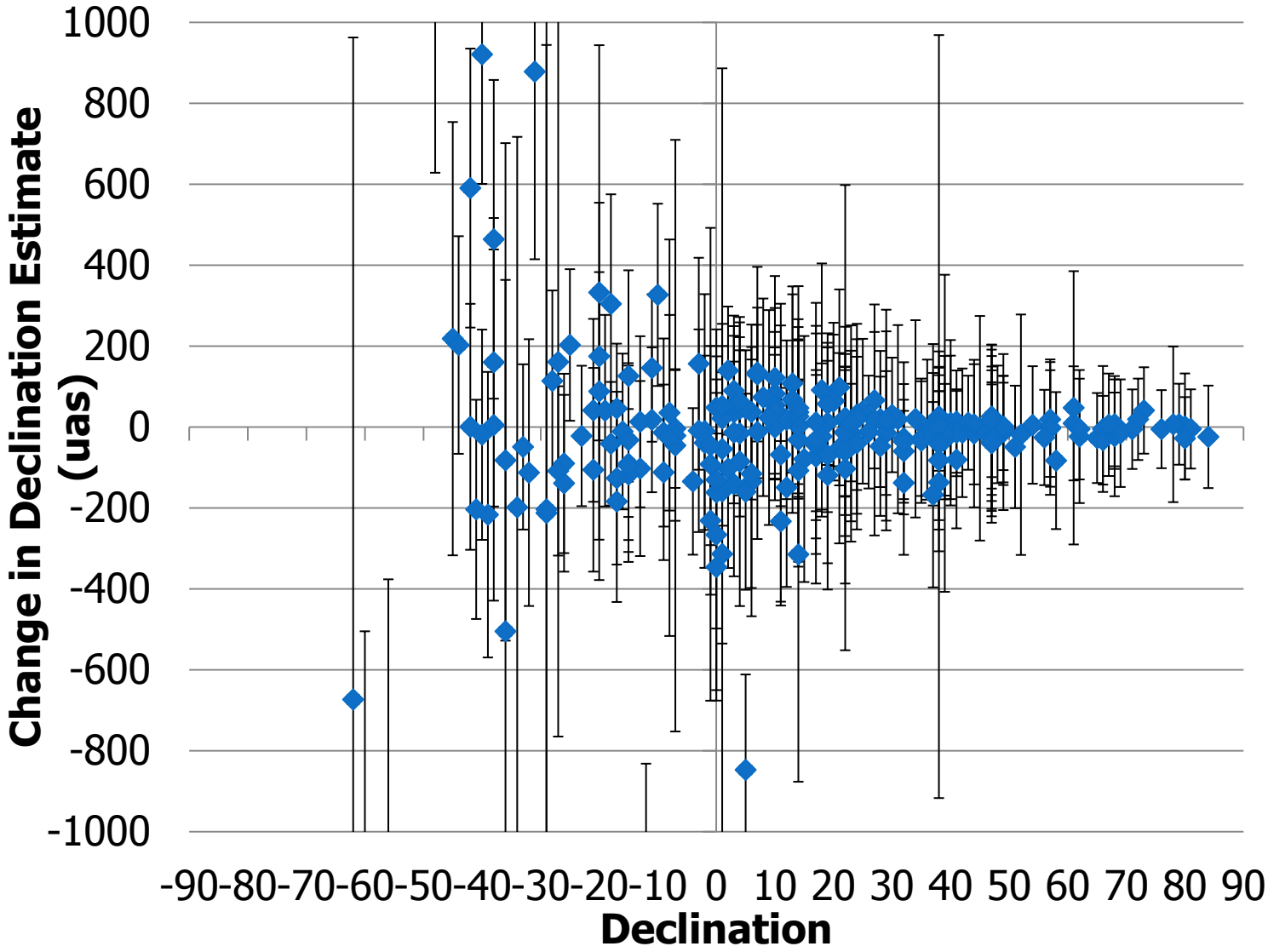
IYA09 Simulations (1)



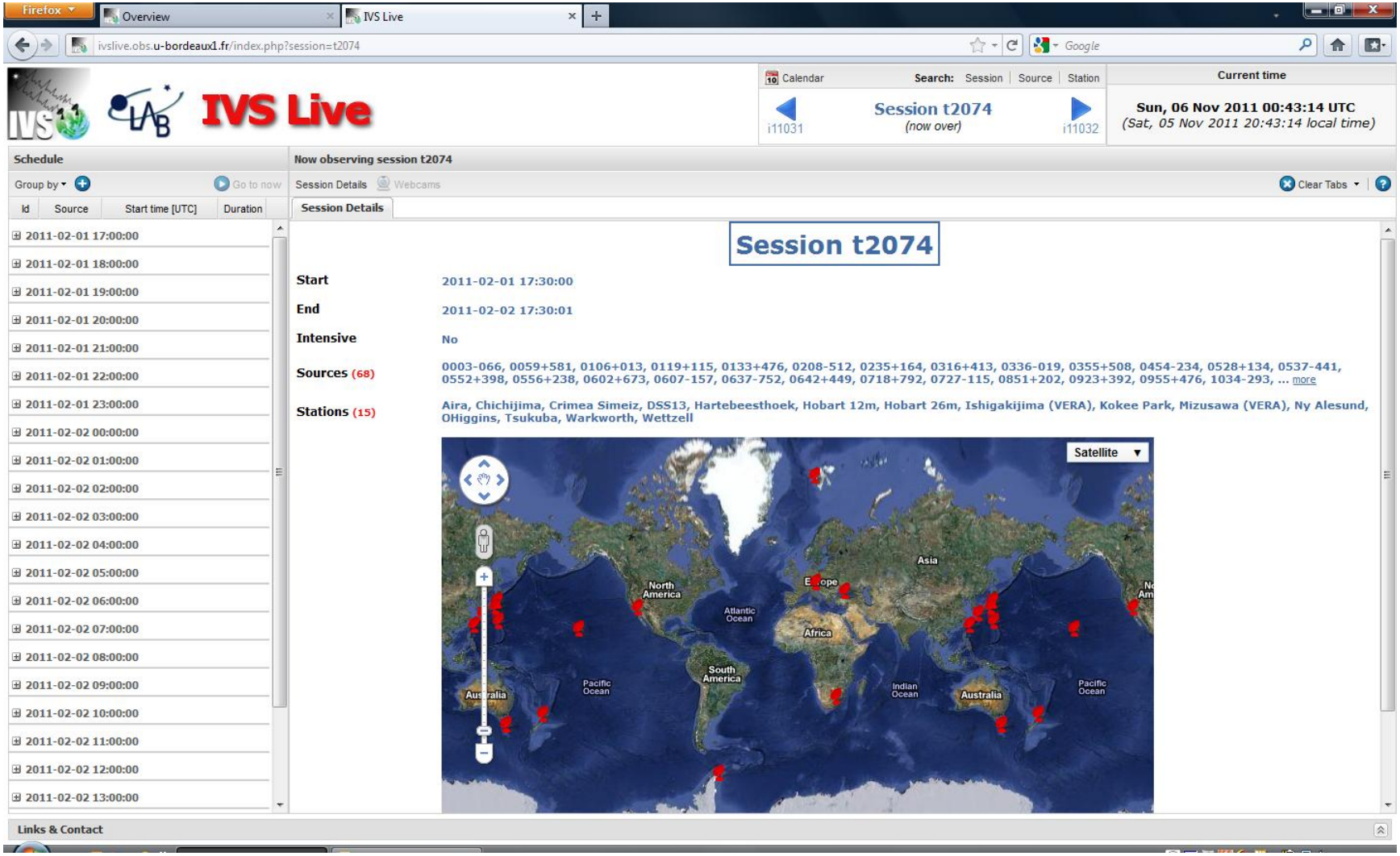
IYA09 Simulations (2)



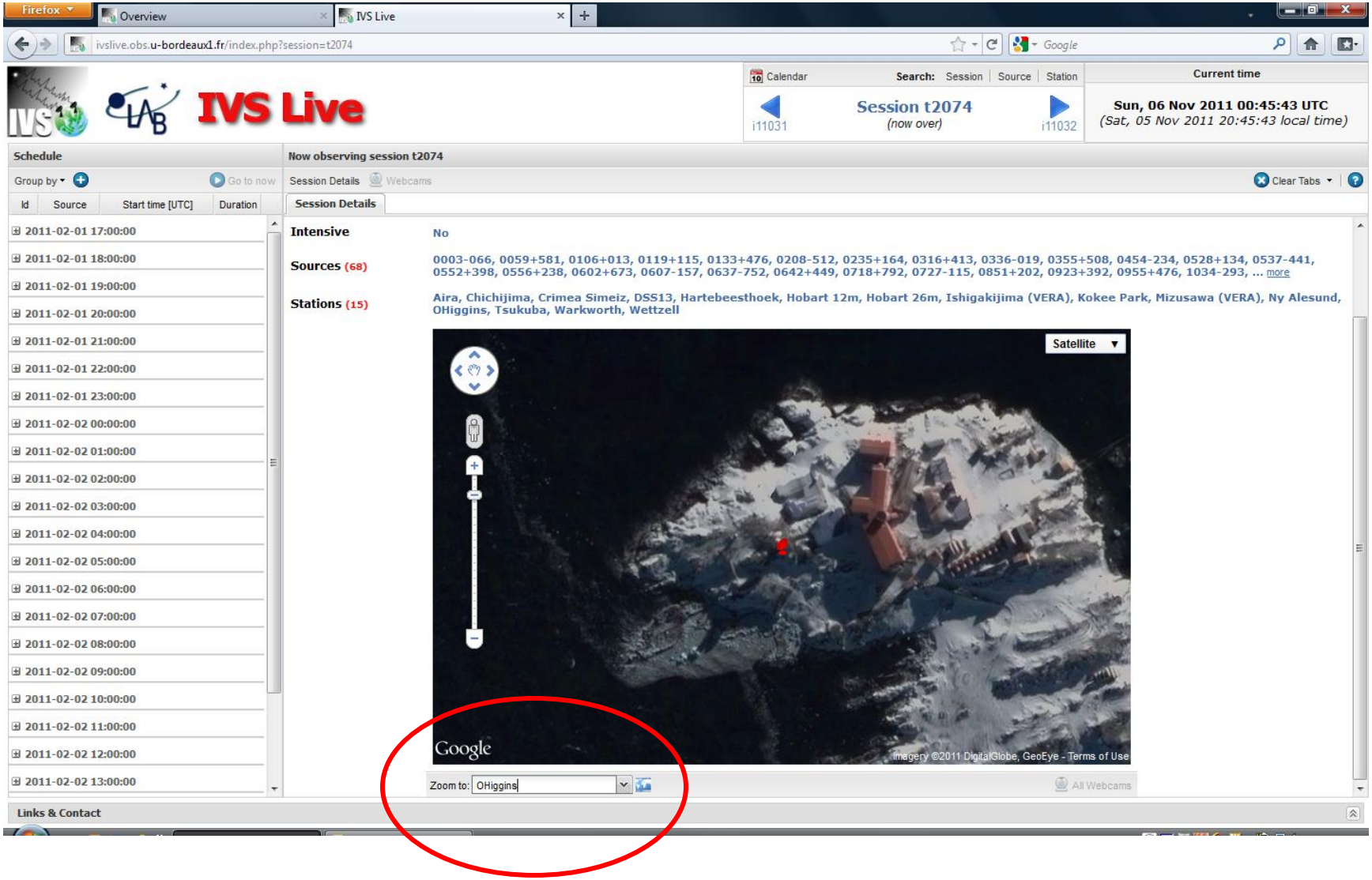
IYA09 Simulations (3)



IVS Live – http://ivslive.obs.u-bordeaux1.fr



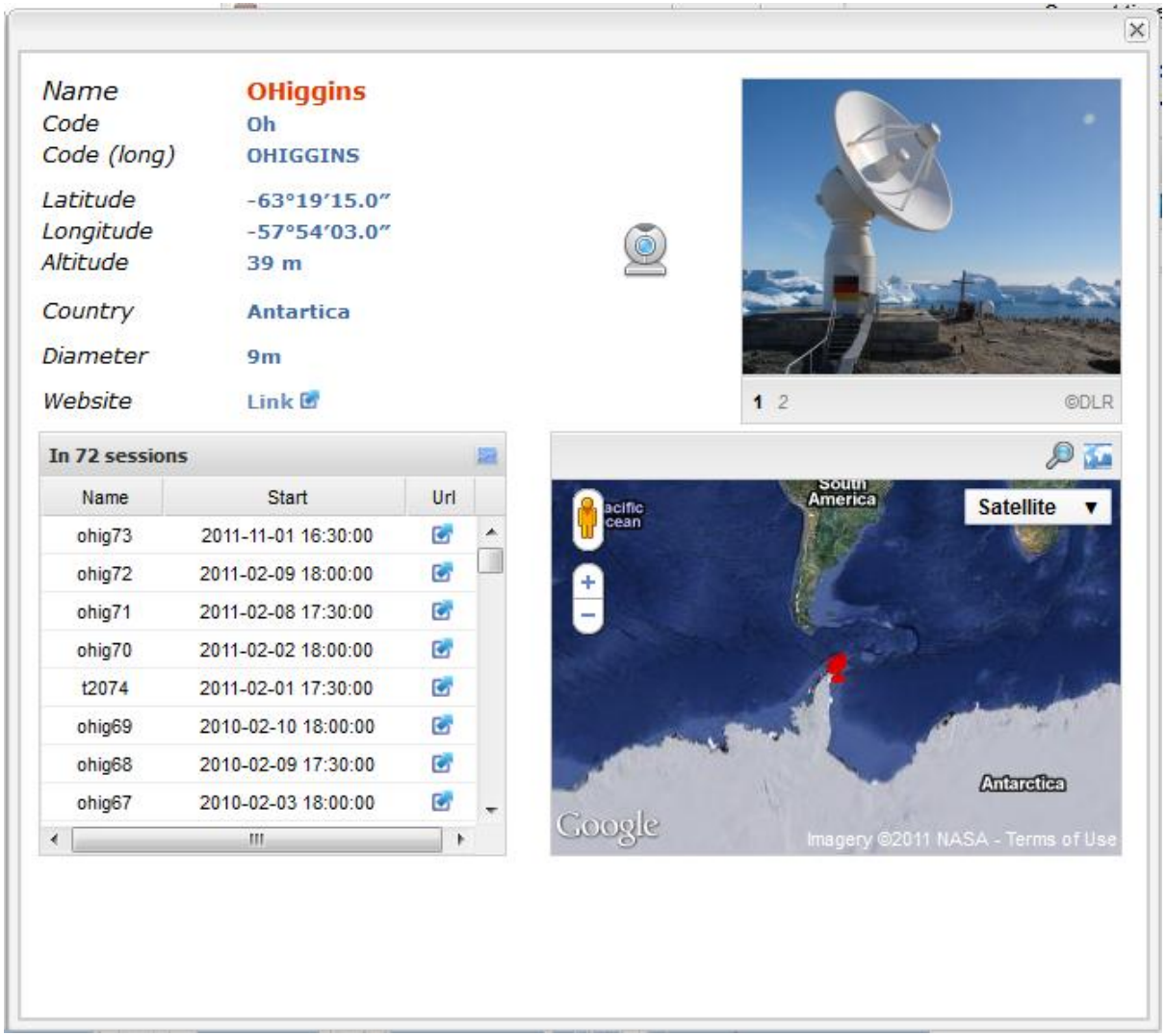
IVS Live (2)


Firefox
Overview
IVS Live
ivslive.obs.u-bordeaux1.fr/index.php?session=t2074
IVS Live
Calendar
Search: Session | Source | Station
Current time
i11031
Session t2074
(now over)
i11032
Sun, 06 Nov 2011 00:45:43 UTC
(Sat, 05 Nov 2011 20:45:43 local time)
Schedule
Now observing session t2074
Group by
Go to now
Session Details
Webcams
Clear Tabs
Id
Source
Start time [UTC]
Duration
Session Details
2011-02-01 17:00:00
2011-02-01 18:00:00
2011-02-01 19:00:00
2011-02-01 20:00:00
2011-02-01 21:00:00
2011-02-01 22:00:00
2011-02-01 23:00:00
2011-02-02 00:00:00
2011-02-02 01:00:00
2011-02-02 02:00:00
2011-02-02 03:00:00
2011-02-02 04:00:00
2011-02-02 05:00:00
2011-02-02 06:00:00
2011-02-02 07:00:00
2011-02-02 08:00:00
2011-02-02 09:00:00
2011-02-02 10:00:00
2011-02-02 11:00:00
2011-02-02 12:00:00
2011-02-02 13:00:00
Intensive
No
Sources (68)
0003-066, 0059+581, 0106+013, 0119+115, 0133+476, 0208-512, 0235+164, 0316+413, 0336-019, 0355+508, 0454-234, 0528+134, 0537-441, 0552+398, 0556+238, 0602+673, 0607-157, 0637-752, 0642+449, 0718+792, 0727-115, 0851+202, 0923+392, 0955+476, 1034-293, ... more
Stations (15)
Aira, Chichijima, Crimea Simeiz, DSS13, Hartebeesthoek, Hobart 12m, Hobart 26m, Ishigakijima (VERA), Kokee Park, Mizusawa (VERA), Ny Alesund, OHiggins, Tsukuba, Warkworth, Wettzell
Satellite
Google
Imagery ©2011 DigitalGlobe, GeoEye - Terms of Use
Zoom to: OHiggins
All Webcams
Links & Contact

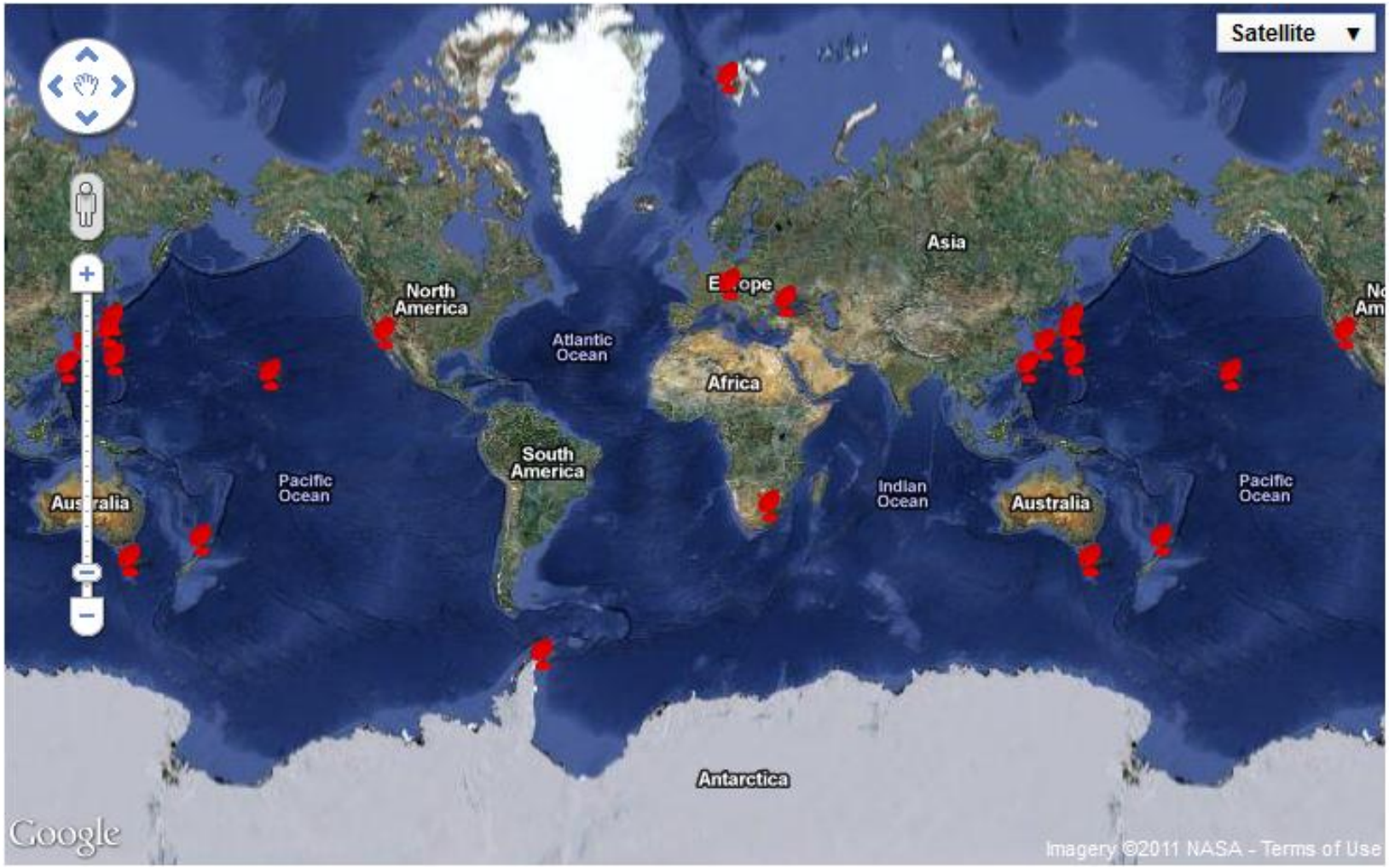
IVS Live (3)

Satellite
Google
Imagery ©2011 DigitalGlobe, GeoEye - Terms of Use

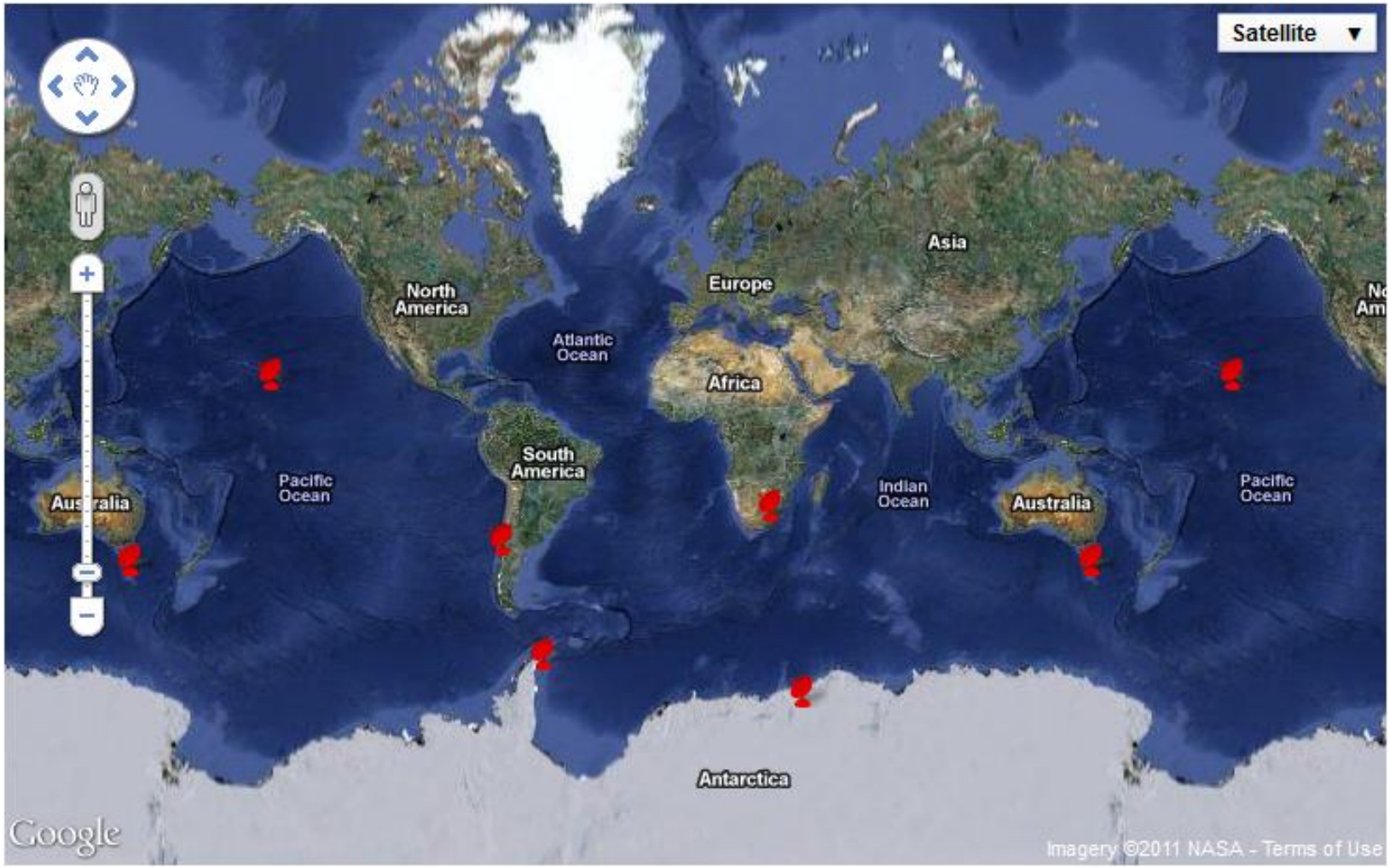
IVS Live (4)


Name OHiggins
Code Oh
Code (long) OHIGGINS
Latitude -63°19'15.0"
Longitude -57°54'03.0"
Altitude 39 m
Country Antartica
Diameter 9m
Website Link
1 2
©DLR
In 72 sessions
Name Start Url
ohig73 2011-11-01 16:30:00
ohig72 2011-02-09 18:00:00
ohig71 2011-02-08 17:30:00
ohig70 2011-02-02 18:00:00
t2074 2011-02-01 17:30:00
ohig69 2010-02-10 18:00:00
ohig68 2010-02-09 17:30:00
ohig67 2010-02-03 18:00:00
Satellite
Antarctica
Google
Imagery ©2011 NASA - Terms of Use

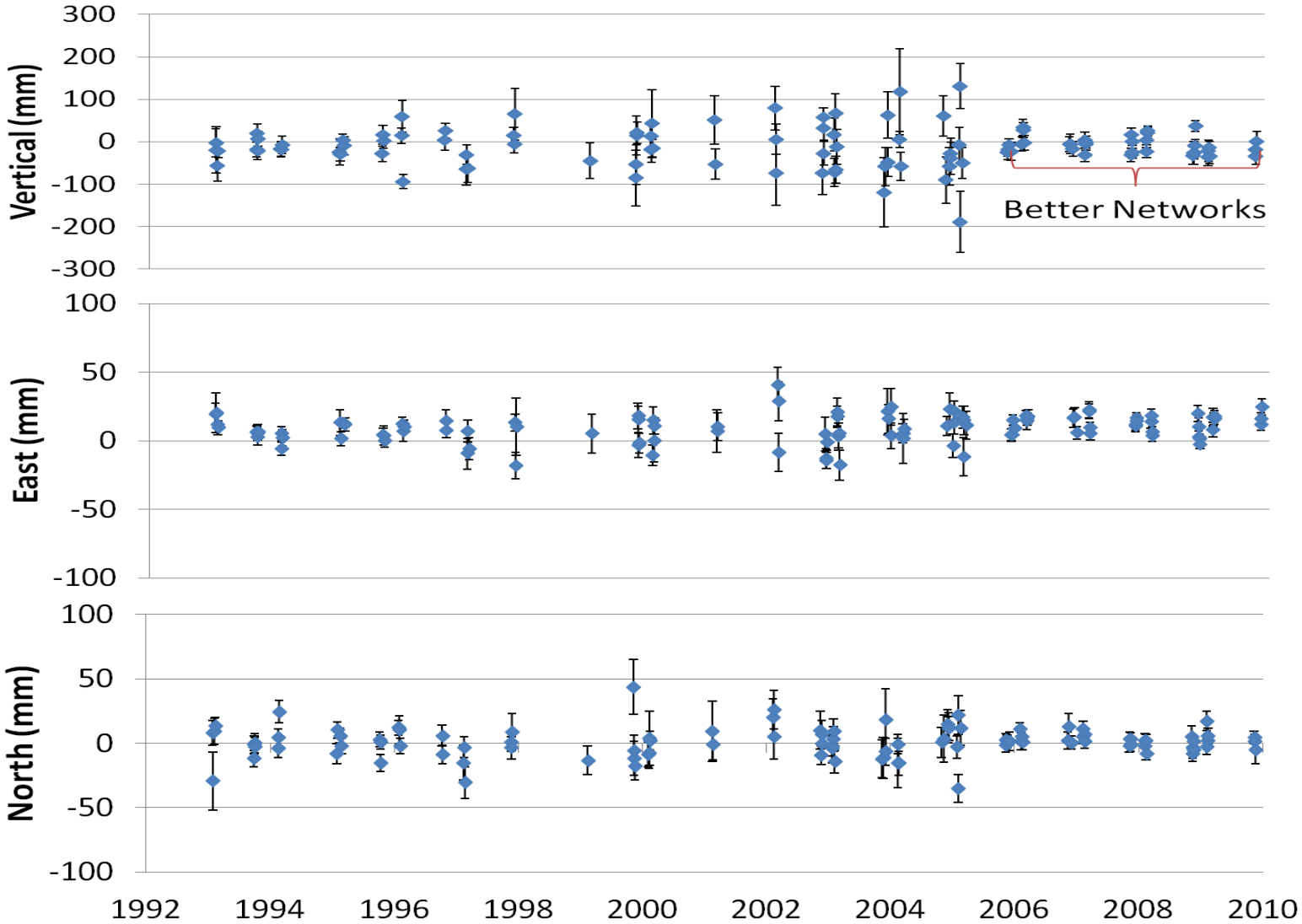
T2074 Session Network



OHIG70 Session Network



O'Higgins: Station Position Time Series



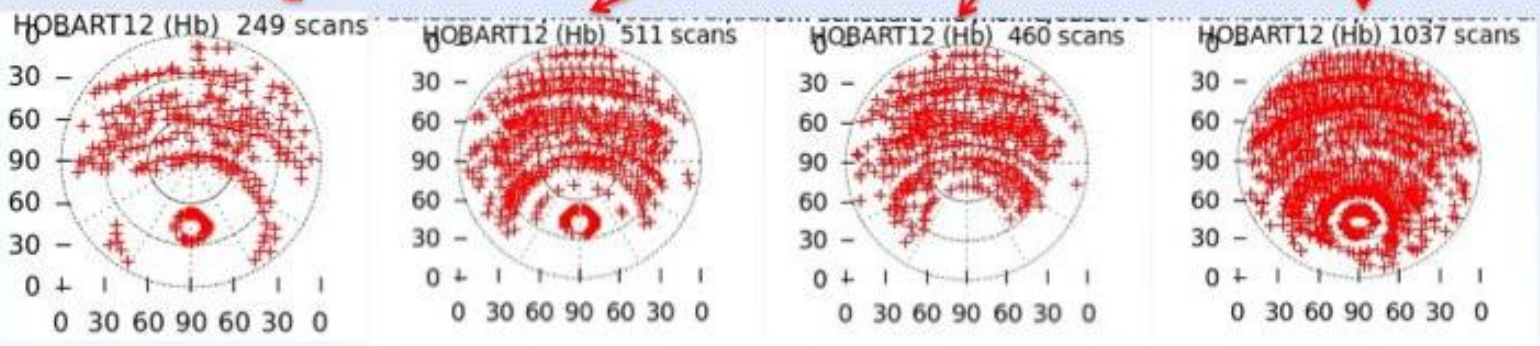
O'Higgins: Station Position – Statistics

Station position repeatability:

RMS	#samples	Vertical	East	North
1993–2005	72	53 mm	11 mm	13 mm
2006–2011	31	21 mm	7 mm	6 mm

Impact of Data Rate Increase

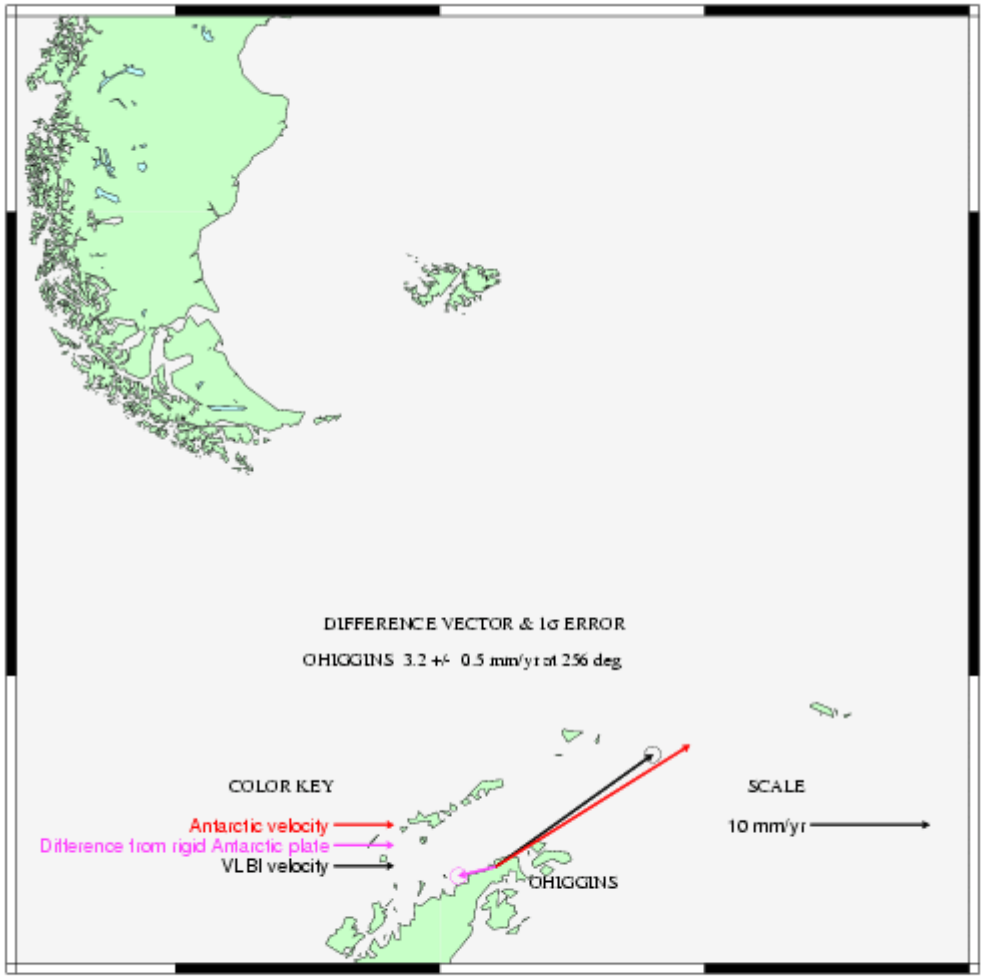
	R1478 (Hb)	256 geo.good	256 icrf2	1024 icrf2
% obs time	45	67	71	50
% slew time	7	13	12	20
% idle time	44	14	12	18
# scans	249	493	448	1000
# scans/h	10	21	19	42
Avg scan length (s)	157	116	136	43
Sky coverage	Big gaps	Gap Dec -50 to -80	SCP hole	Good!



O'Higgins: Site Motion

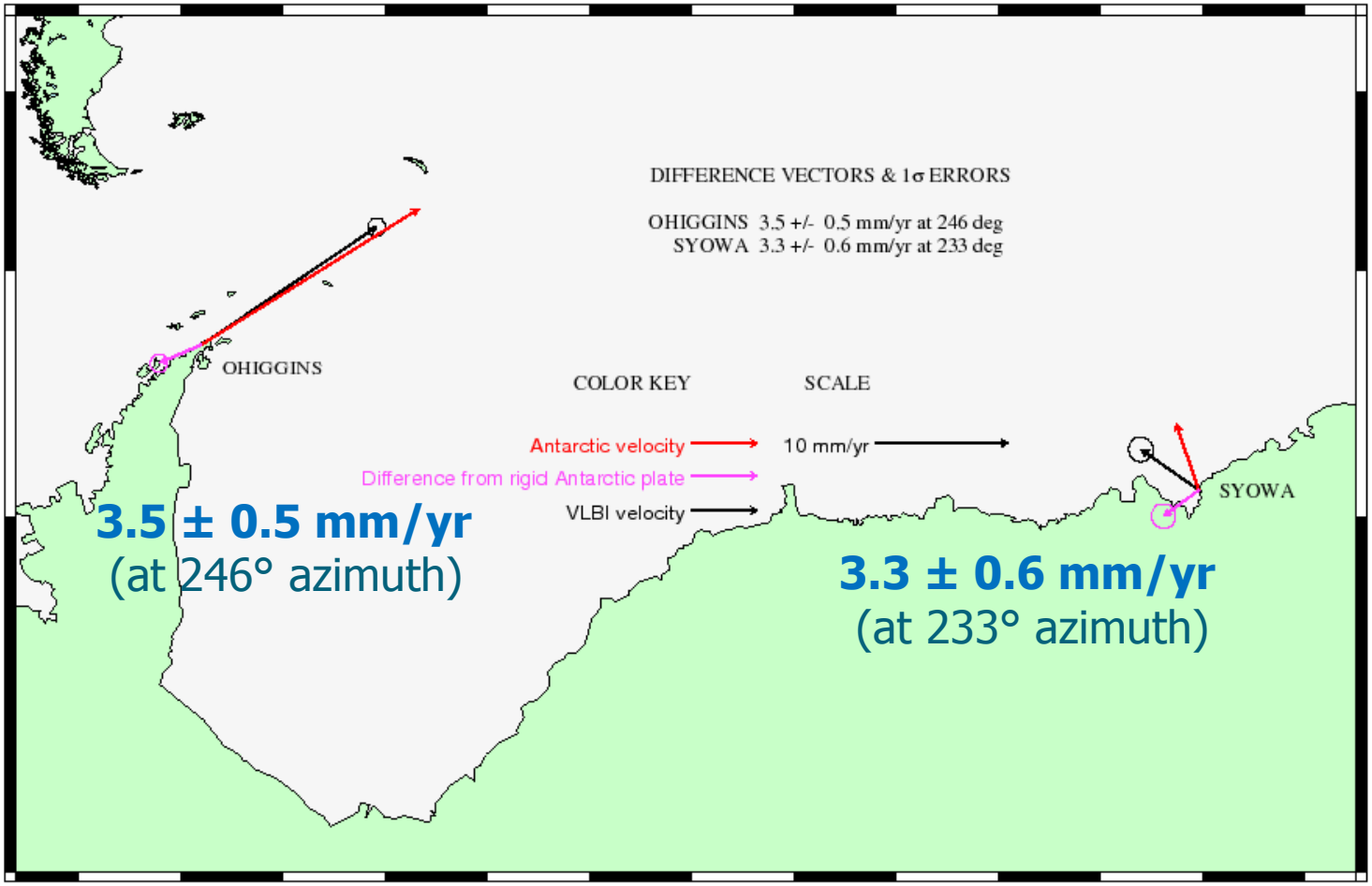
- direction and magnitude with respect to the NUVEL1A-NNR model
- difference vector: **3.2 ± 0.5 mm/yr** (at 256° azimuth)

- solution year: 2007



Goddard Space Flight Center VLBI solution KB 2007dn version 01
NUVEL1A-NNR reference frame. 1σ (realistic) error ellipses.

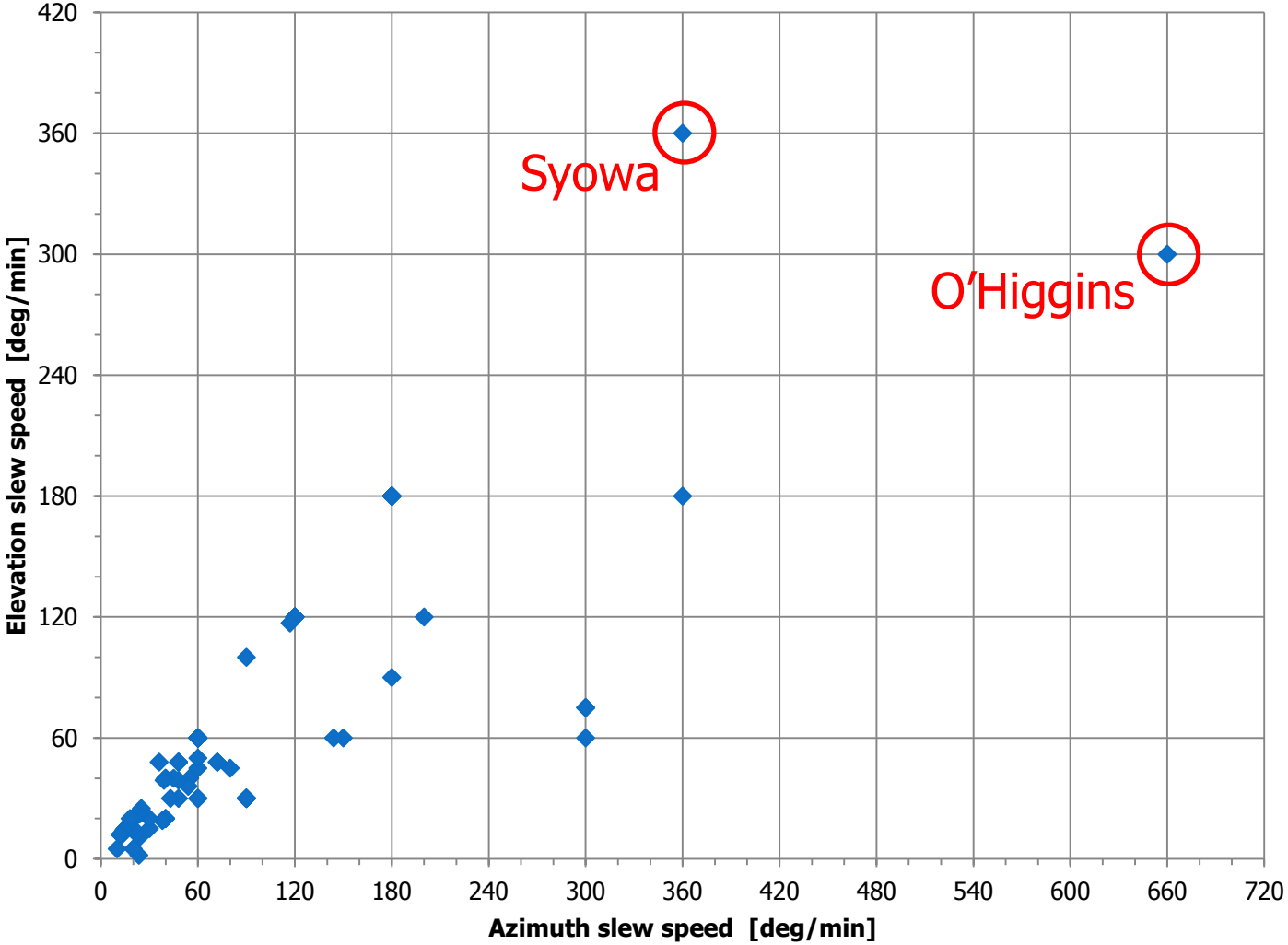
O'Higgins and Syowa: Site Motion



Goddard Space Flight Center VLBI solution KB 2011an version 01
NUVEL1A-NNR reference frame. 1σ (realistic) error ellipses.

solution year: 2011

Slew Speeds of IVS Network Stations



Future Southern Network?

Astronomical vs. Geodetic Observing

Thank you for your attention!