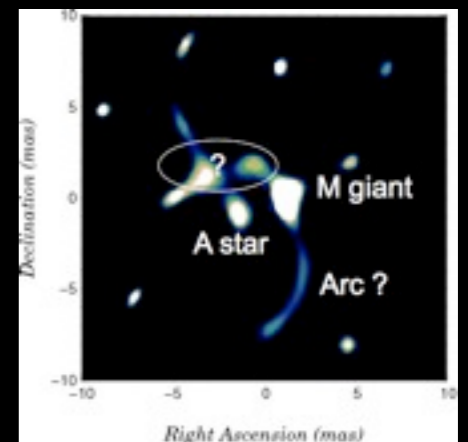


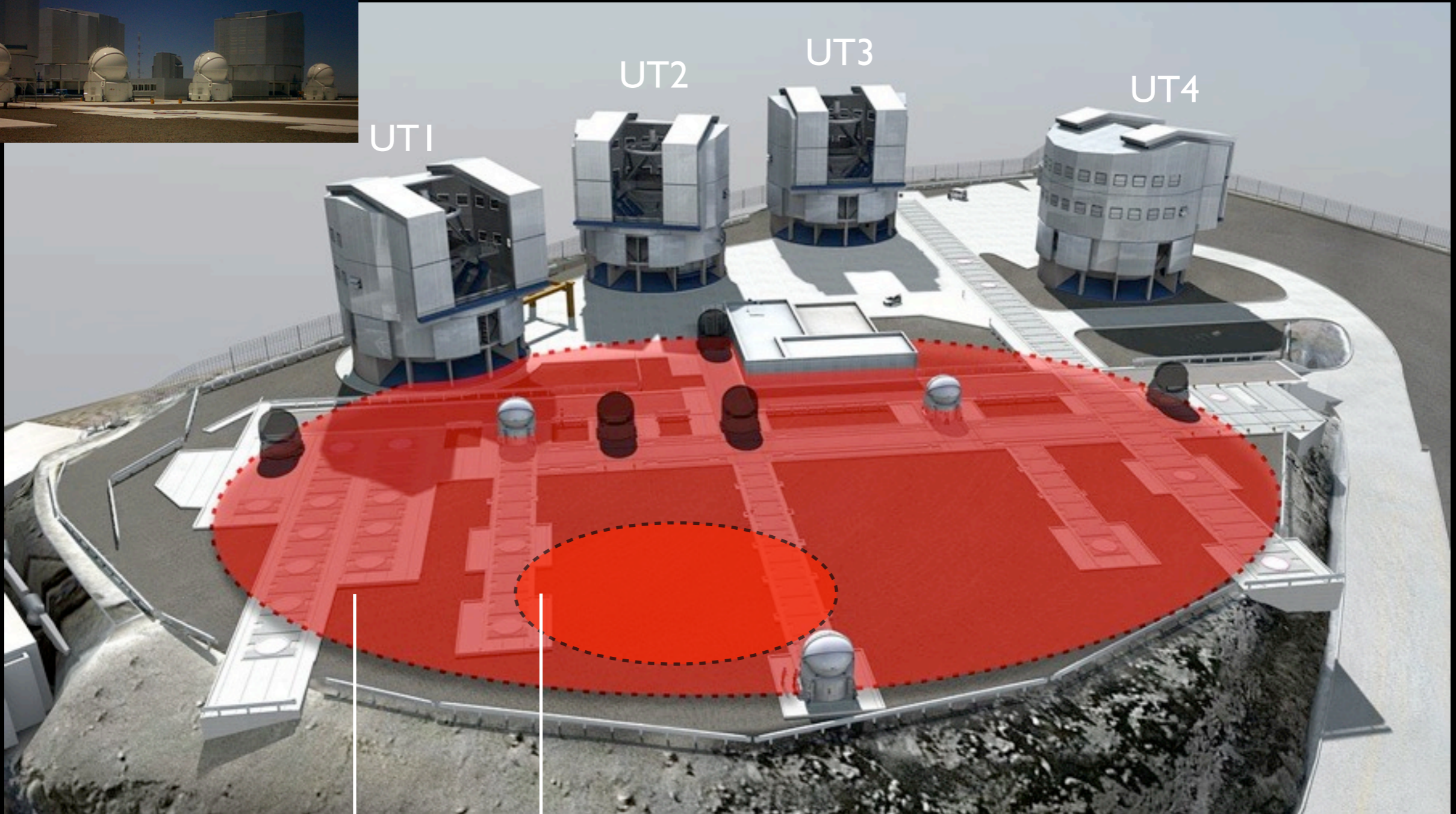


# PIONIER

JB Le Bouquin, Lazareff, Berger, Zins, Traub, Millan-Gabet ...  
for the full PIONIER team



# The Very Large Telescope Interferometer



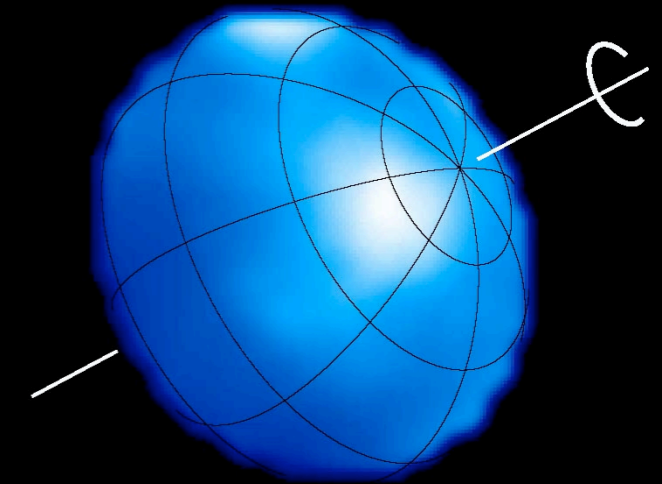
VLTI

ELT

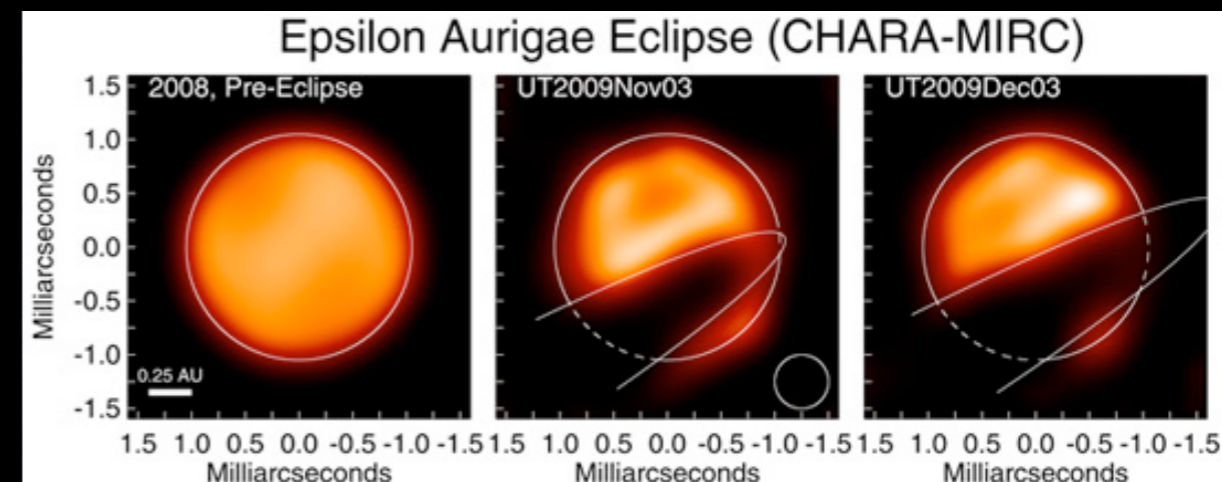
# Context in 2009

- At VLT:
    - 4 telescopes already available since 2007
    - Instruments for 2 or 3 telescopes only
    - Next-generation projects planned for 2014 (at best, GRAVITY and MATISS)
  - At LAOG:
    - Expertise and interest in imaging interferometry
    - 4 telescopes IONIC beam combiner available on-the-shelf: *a result from several years of R&D*
- ➔ Room for a fast project:  
The principle of PIONIER has been approved by STC at spring 2009.

Actual image of Altair from the CHARA Interferometer



Monnier et al Science 2007



Kloppenborg et al Nature 2010

# The PIONIER proposition to ESO

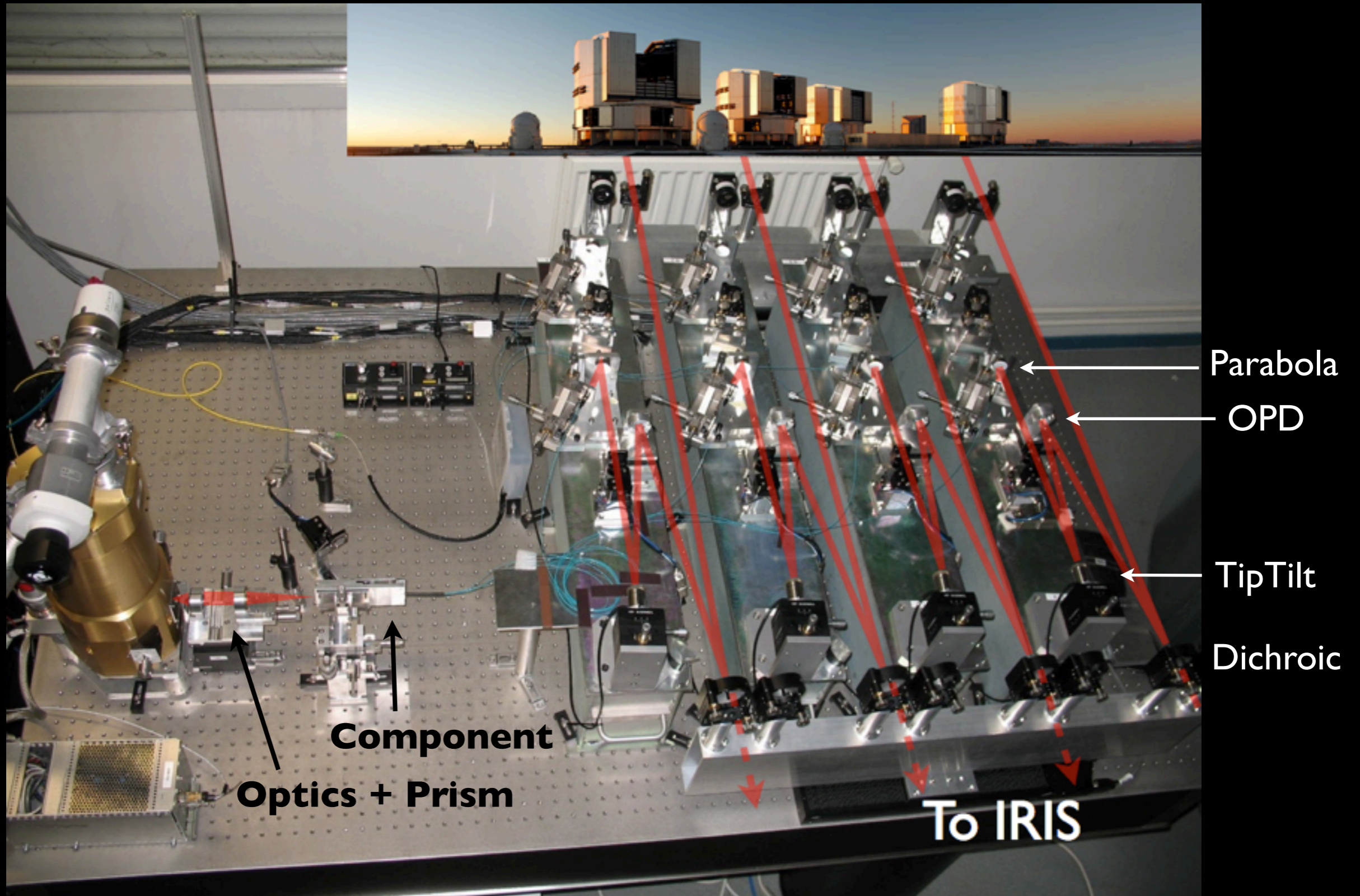
Proposition made in 2009 by the LAOG :

- Build an instrument to combine the light of 4 telescopes of VLT, using the *visitor-instrument* framework.
- On sky by end of 2010, with only few days of commissioning.
- Exploit this instrument with few weeks per semester over the 2011-2014 periods.

## Funding and collaboration

- First: Local funding (UJF), and then national (CNRS, INSU, ANR)
- Camera from W. Traub and R. Millan Gabet (JPL).
- Integrated optics component is direct heritage from 10 years of local research in instrumentation (CNRS, INSU, ANR).

# Description of the instrument



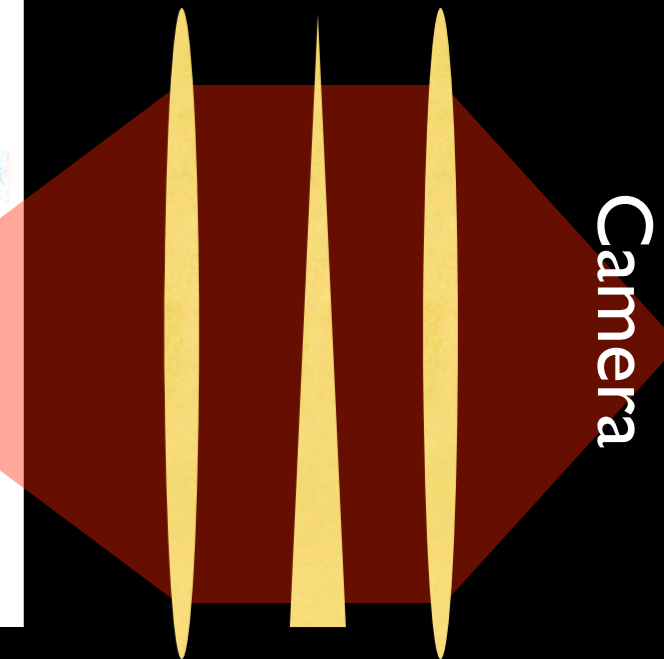
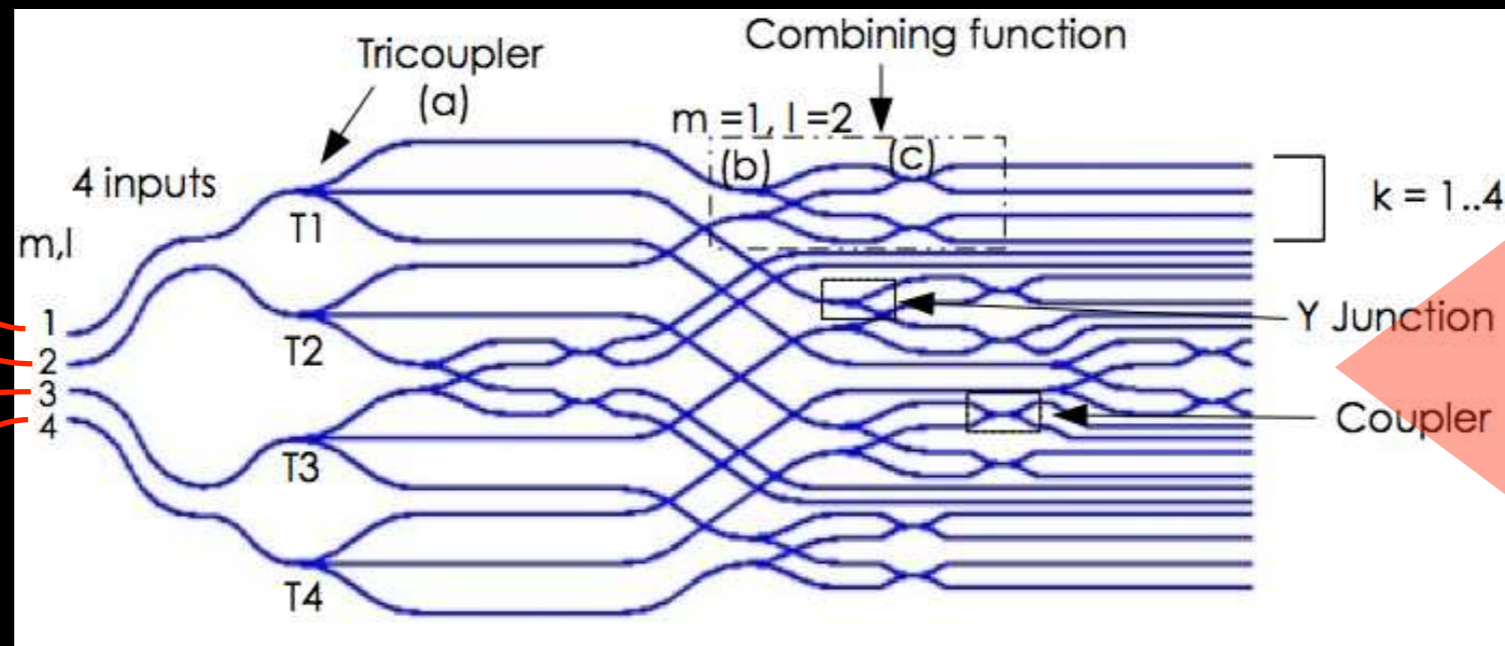
# The IONIC 4 beam combiner

(where the real show takes place)

Input fibers

IONIC combiner (Benisty et al., A&A 498, 2009)

Prism and relay optic

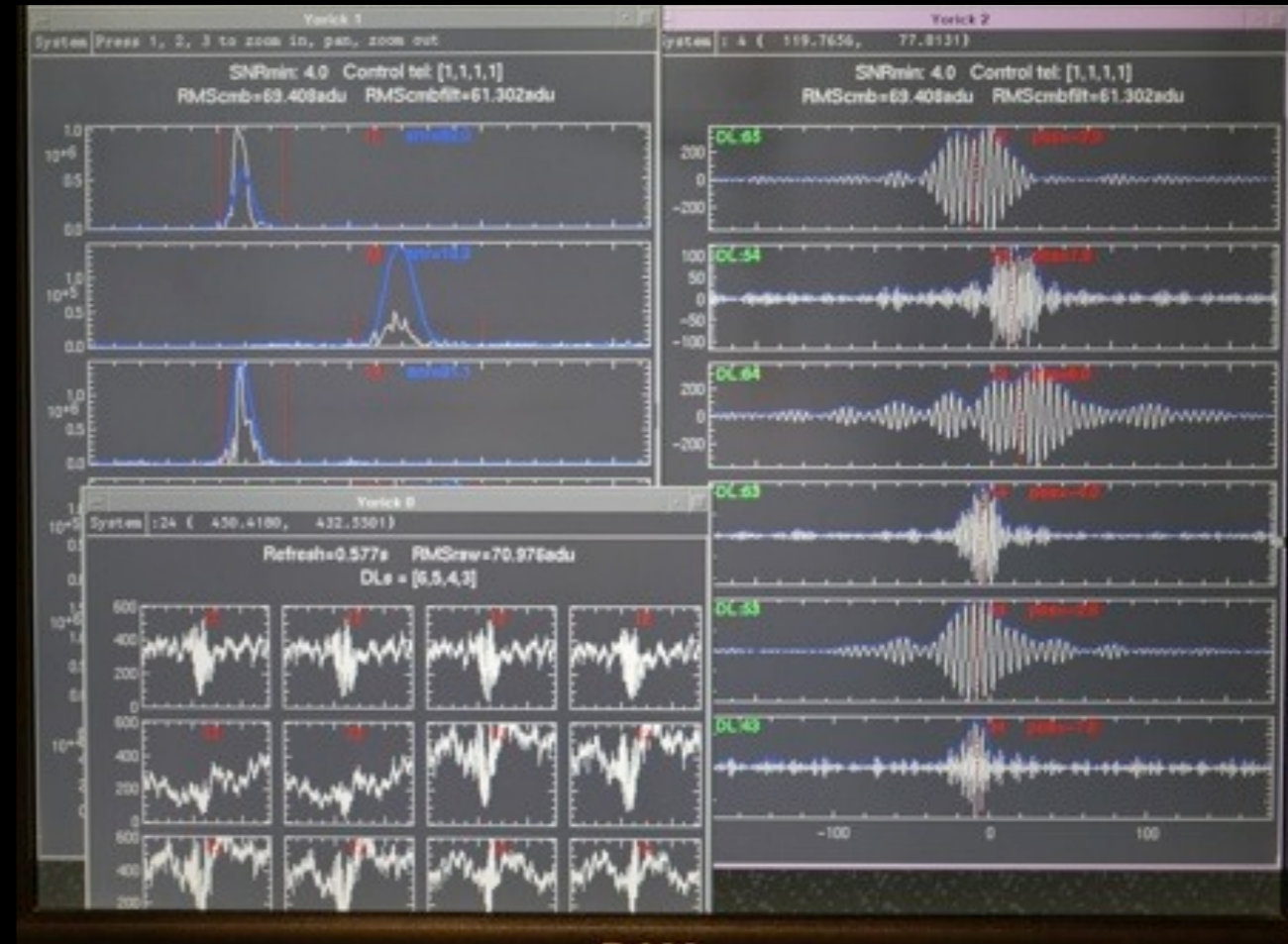
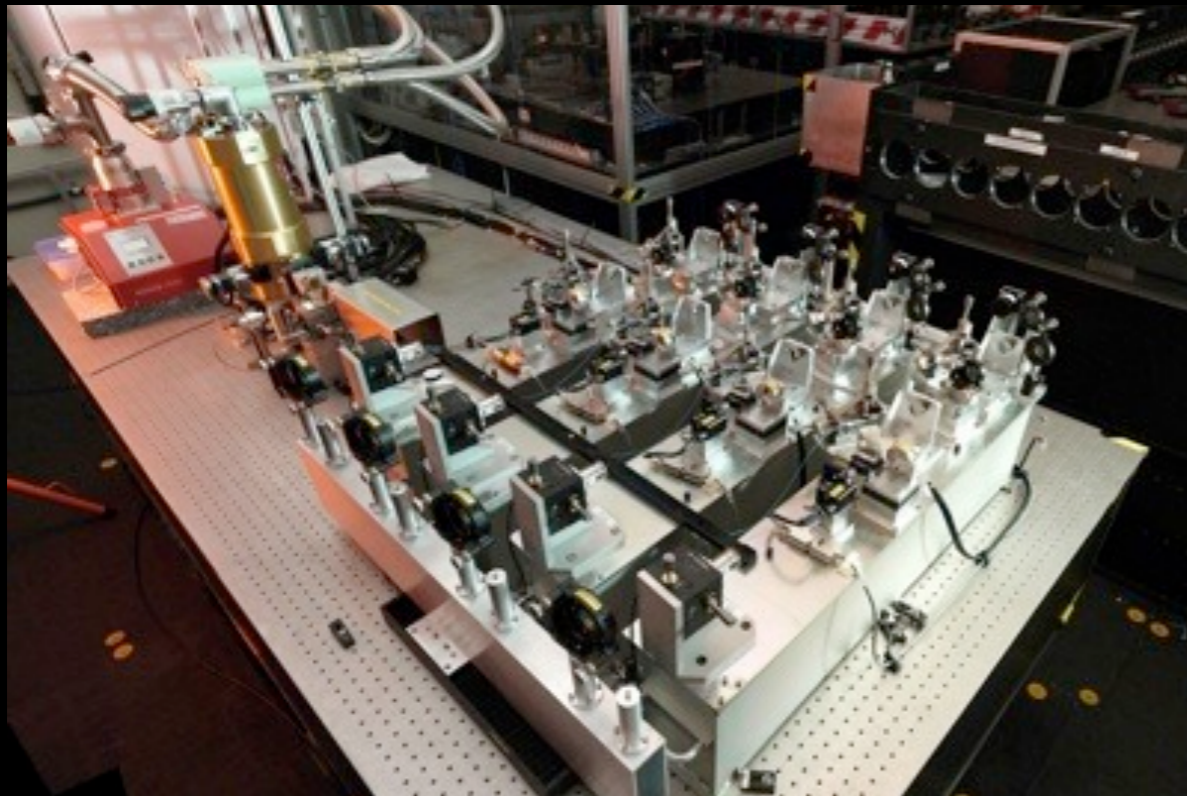


IONIC is a collaboration between LAOG and CEA/LETI. This component is the result of more than 10 years of laboratory research (LAOG and LETI) and sky validations (IOTA, VLTI)... and numerous PhD students !

# First lights and first fringes : October 25, 2010

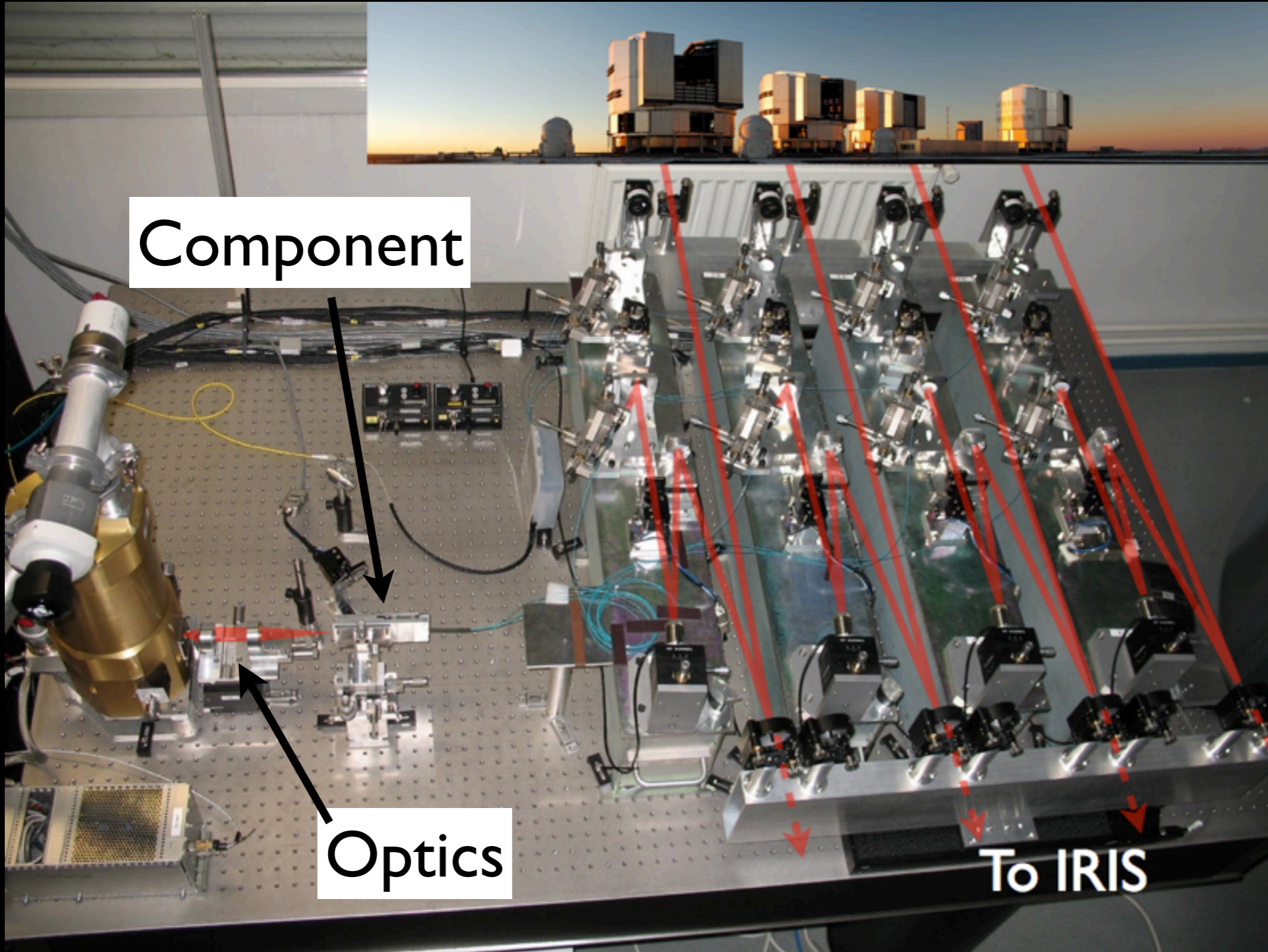


PIONIER at VLT



- PIONIER has been commissioned and is working in the H-band
- Commissioning : October, 20-24 2010
- Science since November 2010 (3 runs in P86)
- 25nights scheduled in P87

# Extension to the K-band



Component

Optics

Dichroics

To IRIS



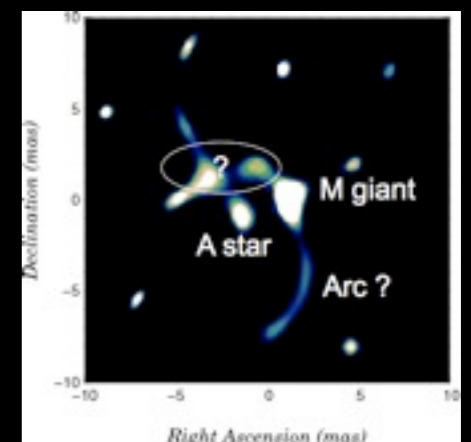
# Extension to the K-band

- ANR EXOZODI
  - Dichroic (15 keuros) + travels ?  
Already ordered.
  - Postdoc position related to FLUOR/PIONIER observations  
+ observing missions
- Other aspects
  - Component (30 keuros)  
One already available from internal research (not so good transmission). Looking for a new one
  - Optics (10 keuros)  
From other funding of PIONIER, design on-going.
- Timeline for K-band implementation
  - Commissioning in October 2011 (1 week)
  - So first proposals in March 2011
  - On-going discussion with ESO to secure the comm. time.



# PIONIER ... some pictures

JB Le Bouquin, Lazareff, Berger, Zins, Traub, Millan-Gabet ...  
for the full PIONIER team



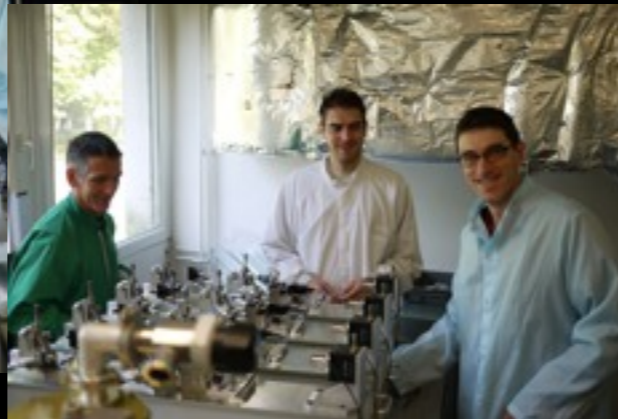
# Integration at LAOG : January - September 2010



Cryogeny



Optics



Electronic

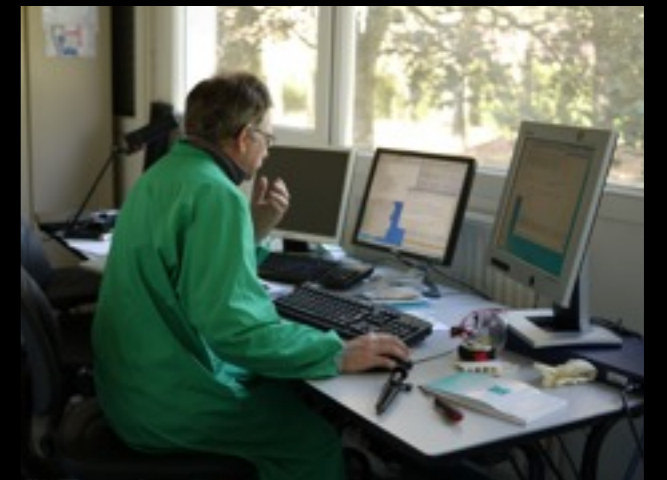
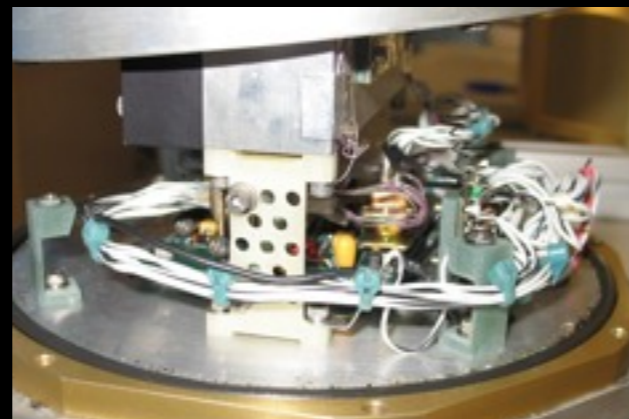


Project Management  
+ Administration

Software / Control



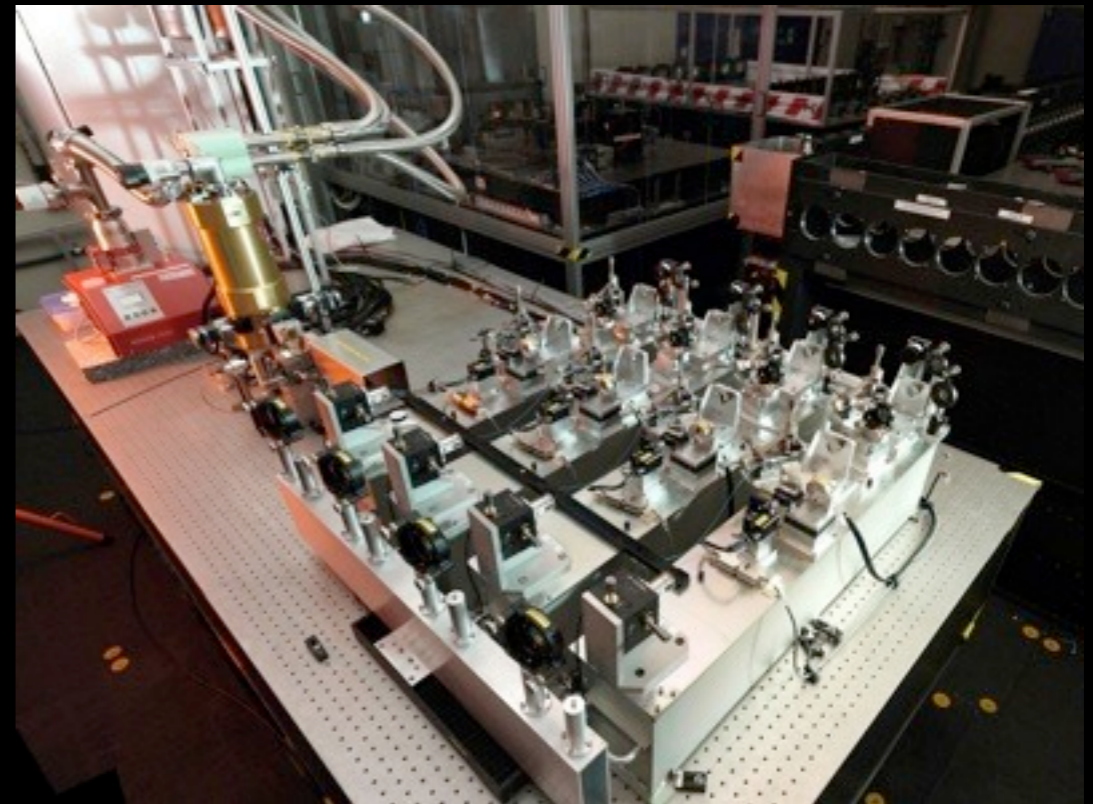
Two interventions on the  
camera dewar ... stress !!



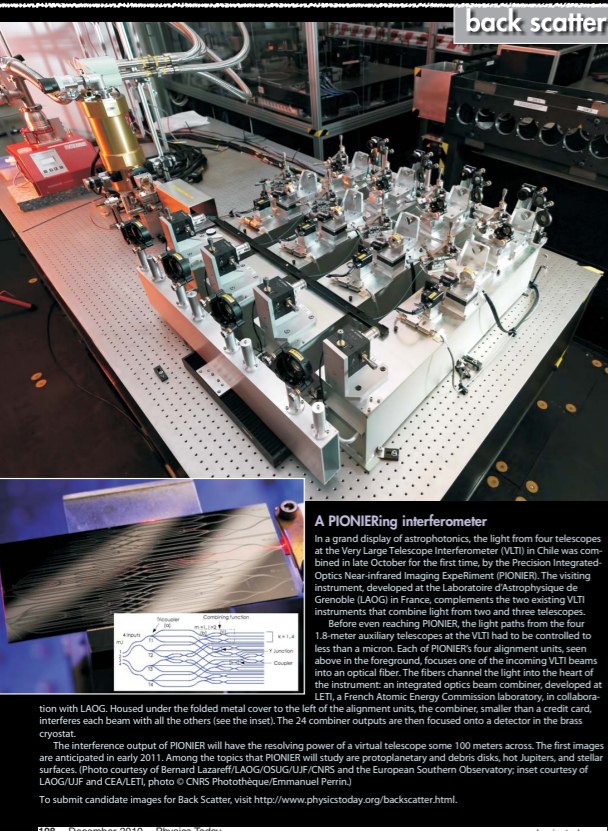
# Packing and departure to Chile - October 2010



# Installation on site : October, 20-24 2010



# PIONIER in the press



Rechercher  ok

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

**Délégation Alpes**

Centre national de la recherche scientifique

Le CNRS en Alpes

Accueil > Actualités scientifiques

**PIONIER : un interféromètre grenoblois en partance pour le VLT au Chili**  
 Publié le 20 octobre 2010

Une équipe de chercheurs du Laboratoire d'astrophysique de Grenoble<sup>(1)</sup> (LAOG - UJF) met au point un interféromètre aux propriétés nouvelles pour explorer les étoiles : qui porte bien son nom, PIONIER pour "Precision Integrated Optics Near-infrared Imaging Experiment". PIONIER est destiné à équiper le Very Large Telescope de l'ESO (European Southern Observatory) sur le plateau de Paranal au Chili.

Pionier ? Il l'est sans conteste au niveau technologique. « Pour la première fois nous allons fonctionner ensemble les 4 télescopes du VLT. Les interféromètres actuellement installés sur le plateau de Paranal n'utilisent que 2 ou 3 télescopes simultanément », commente Jean-Baptiste Le Bouquin, coordinateur scientifique du projet.

Sur la table du laboratoire, 4 miroirs reçoivent la lumière des relays jusqu'à une petite plaque. L'innovation grenobloise s'est faite en optique intégrée. Il est impossible de superposer les faisceaux de manière aussi simple.

Le composant IONIC est l'aboutissement de 10 ans de recherche et développement entre le LAOG et

CNRS/Osug et multiple. Il s'agit, par définition, un interféromètre est un instrument qui permet, en combinant plusieurs télescopes, d'obtenir des résolutions plus petites que celles observées. Ensuite, parce que le développement de Pionier se fait dans une petite salle de 10 mètres de diamètre, un composant optique nommé IONIC, développé en partenariat avec le CEAL/LETI de Grenoble, qui réorganise les quatre faisceaux, et les transmette au cœur central infrorouge pour analyse des données.

Le projet est également dirigé par rapport à d'autres instruments développés par l'équipe, auxquels sont ajoutés le LAOG et l'observatoire de Paranal.

Certes, mais quel intérêt ? « Nous cherchons à observer les disques de matière autour des étoiles, grâce à la haute résolution de Pionier qui permettra l'analyse de ces disques. Avec Pionier, nous allons observer les étoiles à une résolution sans précédent. C'est un pas de géant pour l'astrophysique. »

(1) First Precision Integrated Optics Near-infrared Imaging Experiment.  
 (2) European Southern Observatory.  
 (3) L'Union européenne est devenue après plusieurs mois d'observation et un traitement mathématique complexe.

ASTRONOMIE Au Very Large Telescope, sur les hauts plateaux chiliens, une équipe de chercheurs grenoblois a installé un équipement unique

## Les chasseurs d'étoiles ont lancé Pionier

Le VLT, Very Large Telescope de l'ESO, sur le plateau de Paranal, au Chili. Photo de droite, l'ensemble Pionier installé sur le plateau de Paranal, au Chili. Photo de gauche, l'ensemble Pionier installé sur le plateau de Paranal, au Chili.

Le projet est également dirigé par rapport à d'autres instruments développés par l'équipe, auxquels sont ajoutés le LAOG et l'observatoire de Paranal.

Certes, mais quel intérêt ? « Nous cherchons à observer les disques de matière autour des étoiles, grâce à la haute résolution de Pionier qui permettra l'analyse de ces disques. Avec Pionier, nous allons observer les étoiles à une résolution sans précédent. C'est un pas de géant pour l'astrophysique. »

(1) First Precision Integrated Optics Near-infrared Imaging Experiment.  
 (2) European Southern Observatory.  
 (3) L'Union européenne est devenue après plusieurs mois d'observation et un traitement mathématique complexe.

European Southern Observatory

ESO Home | User Portal | Contact | Site Map | Search | Go!

ann1801 — Announcement

### Light from Four Telescopes Combined at ESO's Paranal Observatory

4 November 2010

Light coming from the four 1.8-metre Auxiliary Telescopes at the European Southern Observatory's Very Large Telescope Interferometer (VLT) based in Paranal, Chile, has been successfully combined for the first time using a new visiting instrument called PIONIER. This is an important step towards unleashing the full potential of the VLT to use multiple telescopes together to reveal fine detail in distant objects. A joint team from Grenoble LAOG and ESO achieved this very challenging feat of engineering only

france info

france monde économie sport sciences technologies culture chroniques

Jeudi 13 décembre - 10:02:57

### Du côté des étoiles

La vie des planètes et la découverte du cosmos en dialogue avec Marie-Odile Manchicourt

1 lien RSS

Néologiser le Podcast

**Serge Brunier**  
 Écrivain et journaliste  
 Reporter-photographe et écrivain d'ouvrages scientifiques, il est spécialisé dans l'astronomie et la conquête spatiale

horaires de diffusion

samedi  
 13h42, 15h12, 16h42, 18h42, 20h12

### Pionier, le nouvel instrument du télescope géant européen

SERGE BRUNIER - 20 NOVEMBRE 2010

Apprenez | Ajoutez aux favoris | Envoyer à un ami | Partager sur facebook | Twitter

Pionier, un instrument optique développé à Grenoble, va être mis en service sur le télescope géant européen VLT. Objectif : photographier la surface des étoiles avec une précision sans précédent.

Le Very Large Telescope (VLT) européen est actuellement la plus puissante machine à faire de l'astronomie en service sur ce plateau. Réalisé par l'ESO (European Southern Observatory), ce réseau de télescopes est installé au sommet du Cerro Paranal, à 2550 m d'altitude, dans le désert d'Atacama, au Chili. Là-haut, sur une plate forme de deux hectares, se déploient quatre télescopes de 8,2 m de diamètre, plus quatre

Fourier Grenoble

Recherche | Actualités | International | Entreprise | Vie étudiante | Université pour tous | Portails

Accueil | Actualités | La Une recherche

### PIONIER : un interféromètre grenoblois en partance pour le VLT au Chili

RECHERCHE

Une équipe de chercheurs du Laboratoire d'Astrophysique de Grenoble (LAOG - UJF/CNRS/OSUG) vient de mettre au point un interféromètre aux propriétés nouvelles pour explorer les étoiles : un instrument qui porte bien son nom, PIONIER pour Precision Integrated Optics Near-infrared Imaging Experiment.

PIONIER est un instrument d'interférométrie développé au sein de l'Observatoire des sciences de l'Université de Grenoble (OSUG) et destiné à équiper le Very Large Telescope de l'ESO (European Southern Observatory) sur le plateau de Paranal au Chili. Quelques jours avant son départ pour l'Amérique du Sud, nous avons rencontré l'équipe projet, coordonnée par Gérard Zins, ingénieur scientifique, et Jean-Baptiste Le Bouquin, astronome UJF, coordinateur scientifique, et Bernard Lazareff, astronome UJF, coordinateur technique, sans oublier Jean-Philippe Berger, astronome UJF, actuellement en poste à l'ESO, et qui est à l'origine de cette aventure.

PIONIER ? Il l'est sans conteste au niveau technologique. « Pour la première fois nous allons fonctionner ensemble les 4 télescopes du VLT. Les interféromètres actuellement installés sur le plateau de Paranal n'utilisent que 2 ou 3 télescopes simultanément », commente Jean-Baptiste Le Bouquin, coordinateur scientifique du projet.

# PIONIER - DRS

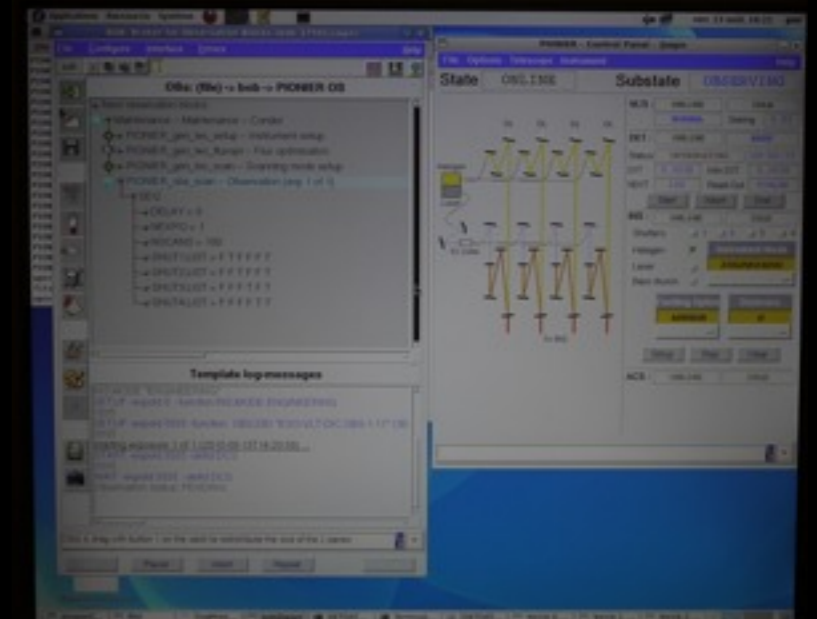
JB Le Bouquin  
for the PIONIER team



# Preparation and Observation : an ESO look and feel

- PIONIER is visitor instrument, and therefore is not obliged to follow the ESO flow... but we tried to stick on it !
- Use p2pp, BOB, VLT-software...
- Observations at Paranal are supported by an ESO astronomer, in charge of VLT-I only (actually JP. Berger).
- ESO pay one travel from Europe per run.
- Limited support from ESO for the hardware side (N2 filling only), *no intervention on the instrument.*
- PIONIER observer should be aware of all aspect of observation: alignment, operation, drs, .... better to be 2 persons.

Control panels



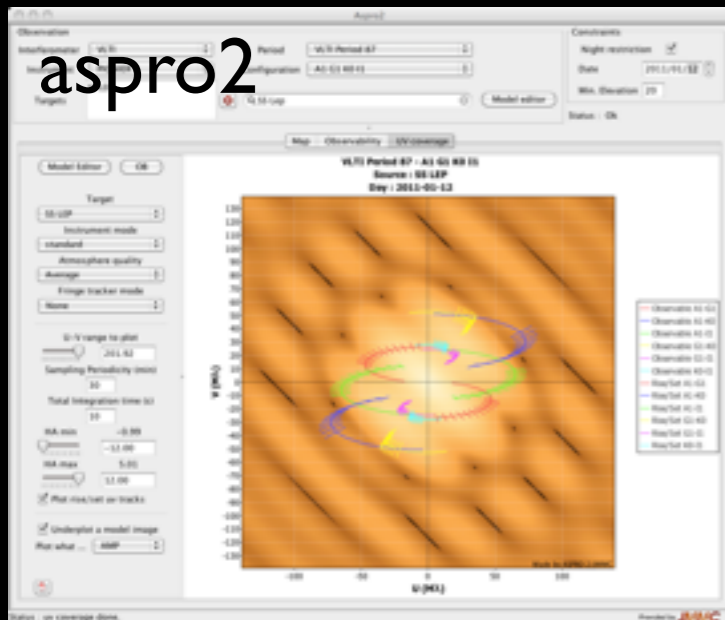
Happy observer





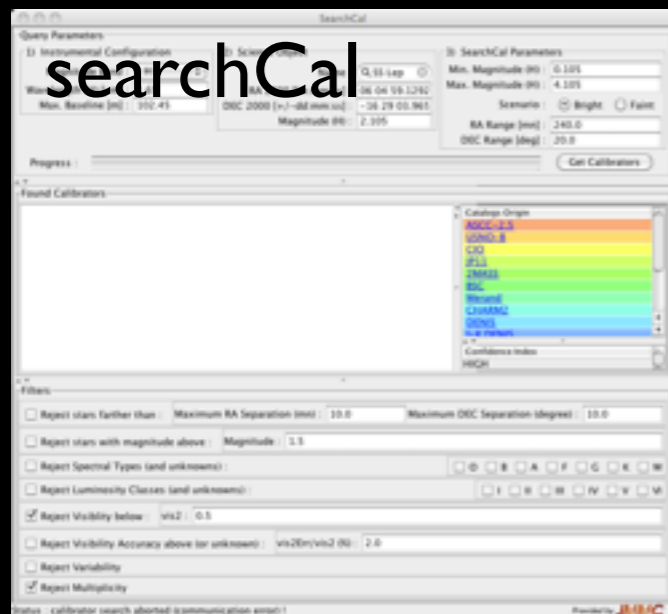
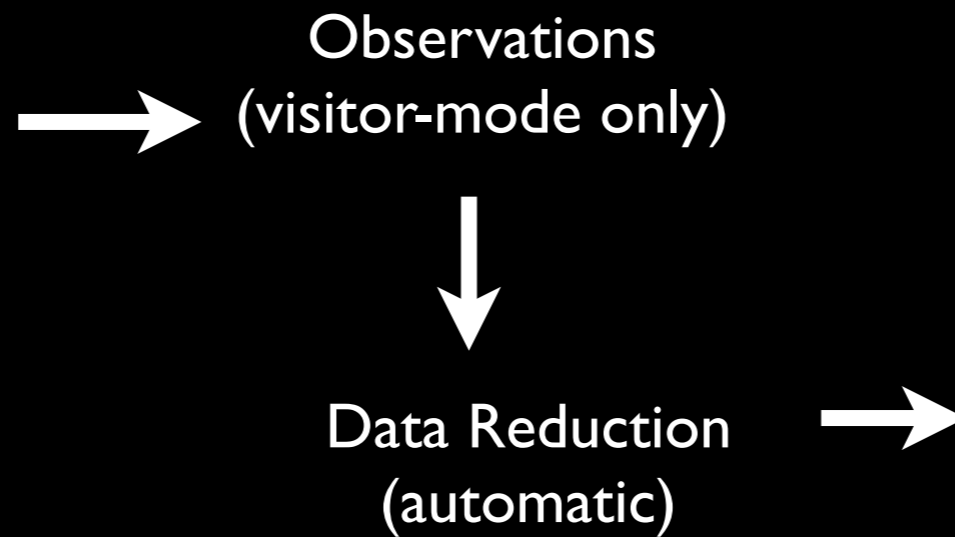
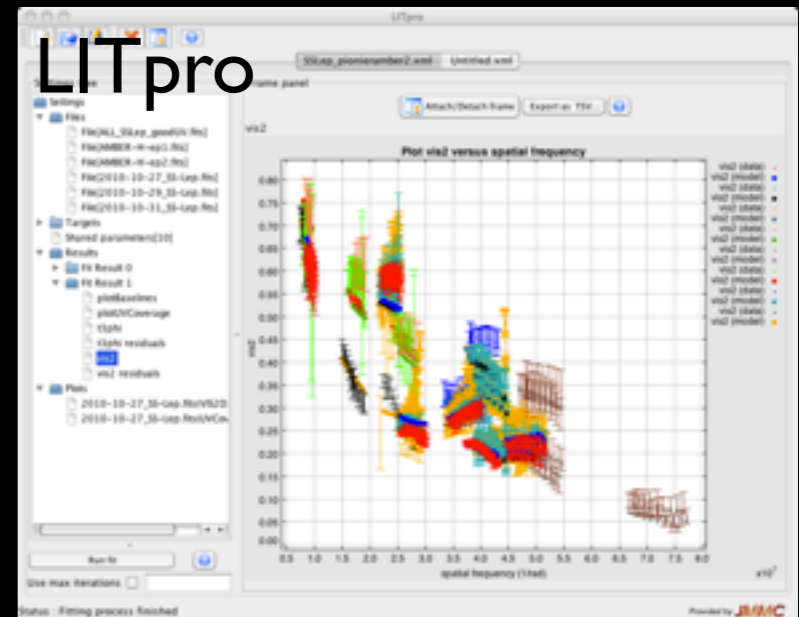
# PIONIER is in the data-flow of optical interferometry

ESO Proposal  
(next is March, 30)



PIONIER is included/  
compatible with the  
tools from JMMC.

Model fitting or  
Image reconstruction

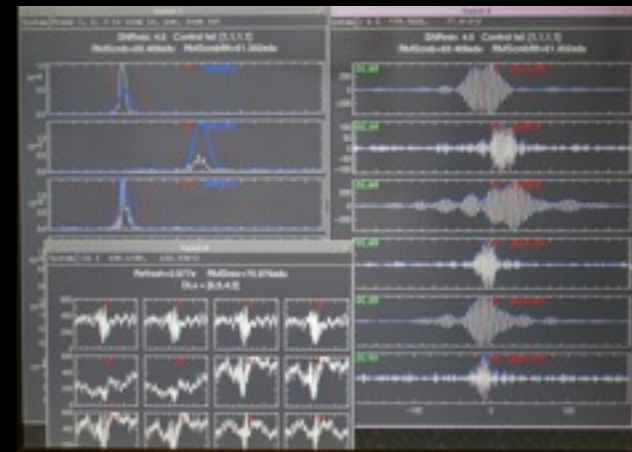


MIRA ?  
Image reconstruction  
algorithm with user-  
interface... ??

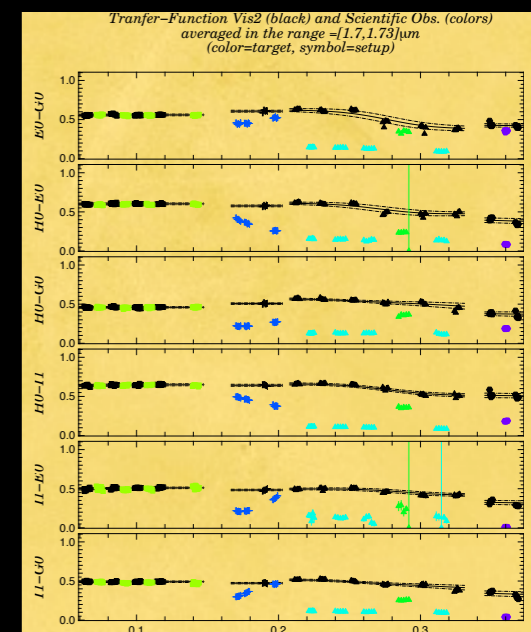
# Existing Pipeline

- Data are transferred from *wpr* to the laptop of the observer.
- Current pipeline process the data from RAW until final, calibrated, science-ready OIFITS files (IAU standard for interferometry).
- Kappa-matrix, dark and fringe data are associated *automatically*.
- Diameters of calibration stars are recovered *automatically* from the JMMC catalogue => almost no-user interaction.
- Run in real-time : science-ready data can be analyzed ~10min after observation => real-time decisions.
- The spectral calibration is currently not (fully) implemented in the pipeline.

raw data



transfer-function

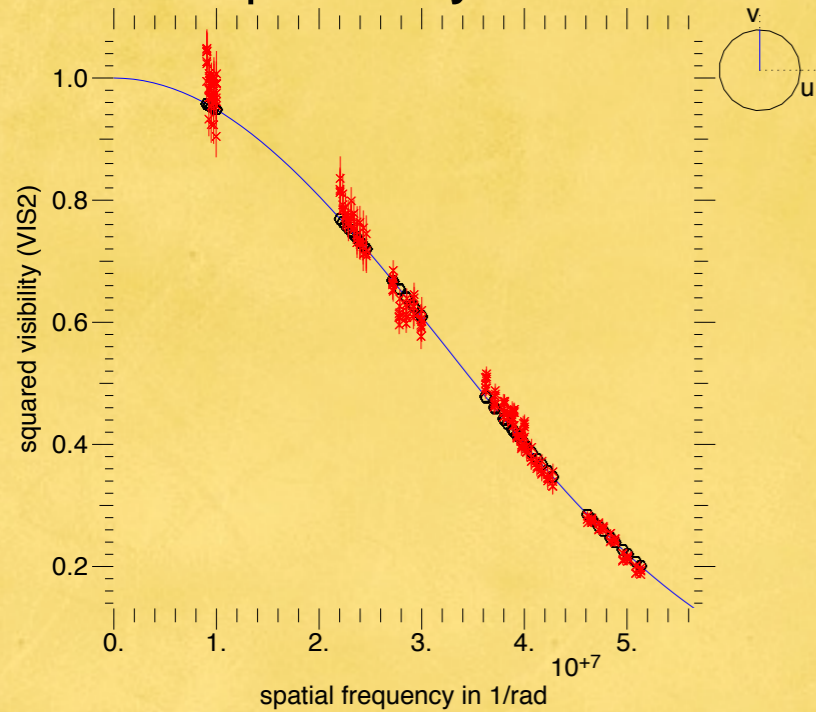


OIFITS file

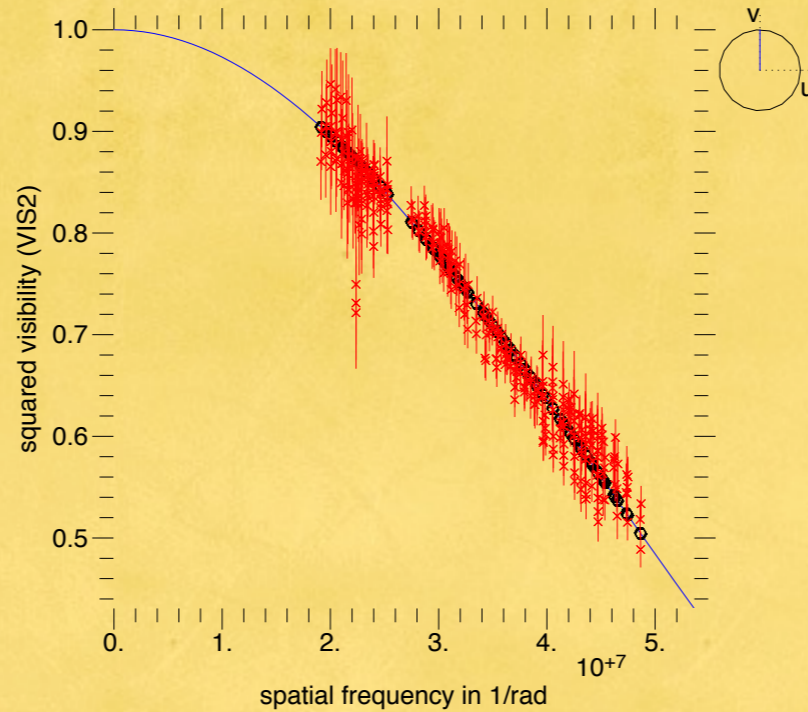
Index	Extension	Type	Dimension	View
0	Header	Image	0	Header
1	OI_TARGET	Binary	17 cols X 1 rows	Header Hist Plot All Select
2	OI_BWLENGTH	Binary	2 cols X 6 rows	Header Hist Plot All Select
3	OI_ARRAY	Binary	5 cols X 4 rows	Header Hist Plot All Select
4	OI_VIS2	Binary	10 cols X 18 rows	Header Hist Plot All Select
5	OI_T3	Binary	14 cols X 12 rows	Header Hist Plot All Select

# Some diameters

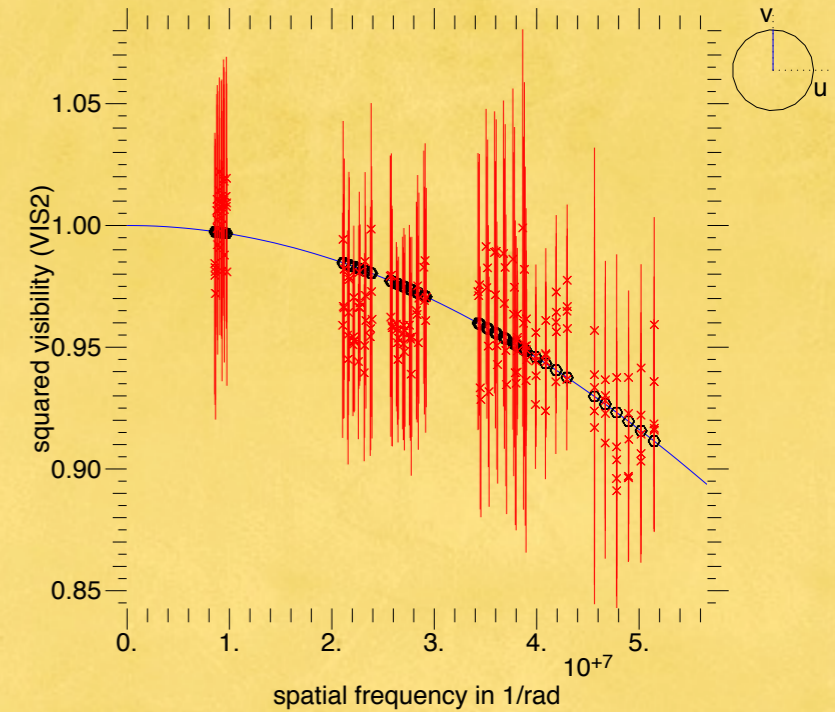
© LITpro from JMMC



80-Cet - M0III  
 H=1.4  
 3.02 mas  
 ⇒ 3.017 +/- 0.01 mas



HIP 14421 - K2III  
 H=1.73  
 2.28 mas  
 ⇒ 2.175 +/- 0.02mas

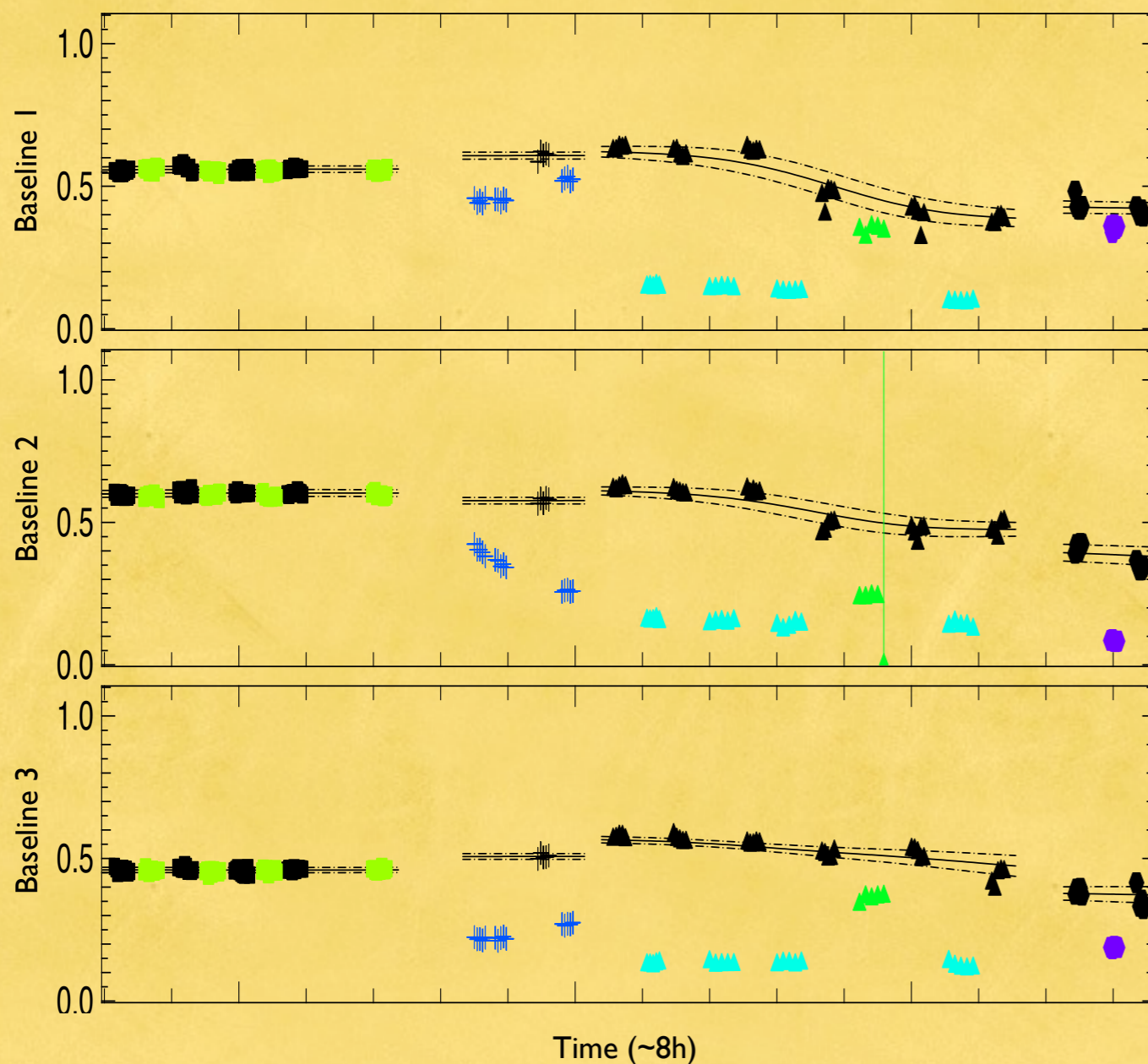


SAO 111120 - G5V  
 H=3.0  
 0.96 mas  
 ⇒ 0.77 +/- 0.1 mas

# Precision visibility: work in progress

PIONIER uses a FLUOR-like method to form and analyze the fringes (scanning method), and therefore it should achieve a similar precision on  $v_2 \sim 1\%$ .

*Transfer-Function Vis2 (black) and Scientific Obs. (colors)  
averaged in the range  $=[1.7, 1.73]\mu\text{m}$   
(color=target, symbol=setup)*



Current performances are at  $\sim 5\%$  when everything is OK, and sometimes  $\sim 20\%$ .

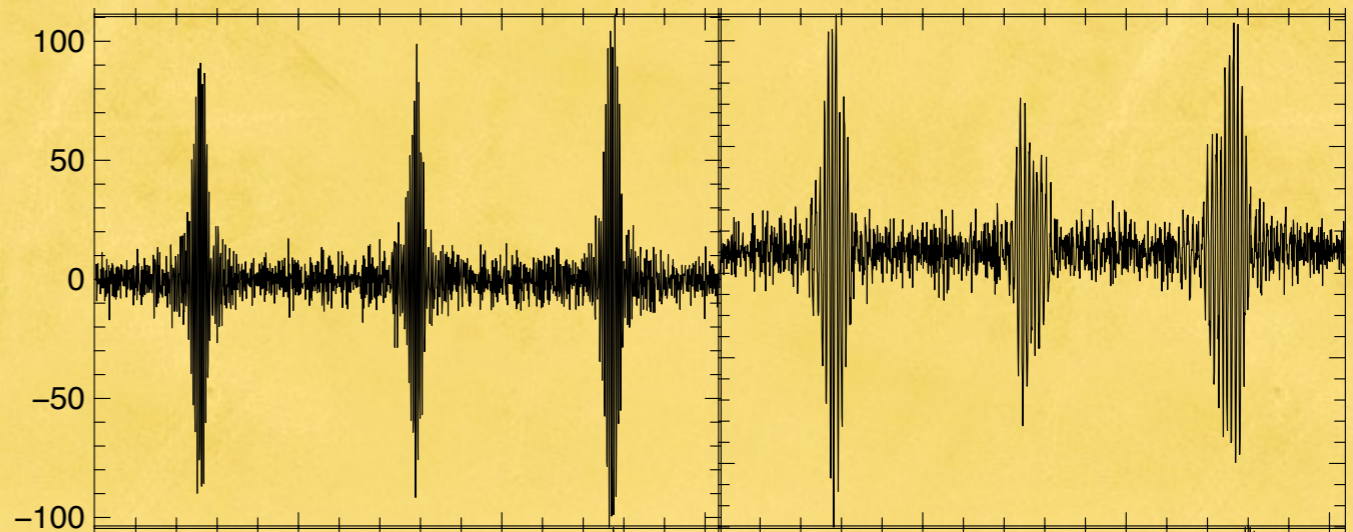
First tests show that PIONIER is not affected by biases related to low SNR.

Possible origins of limitations:

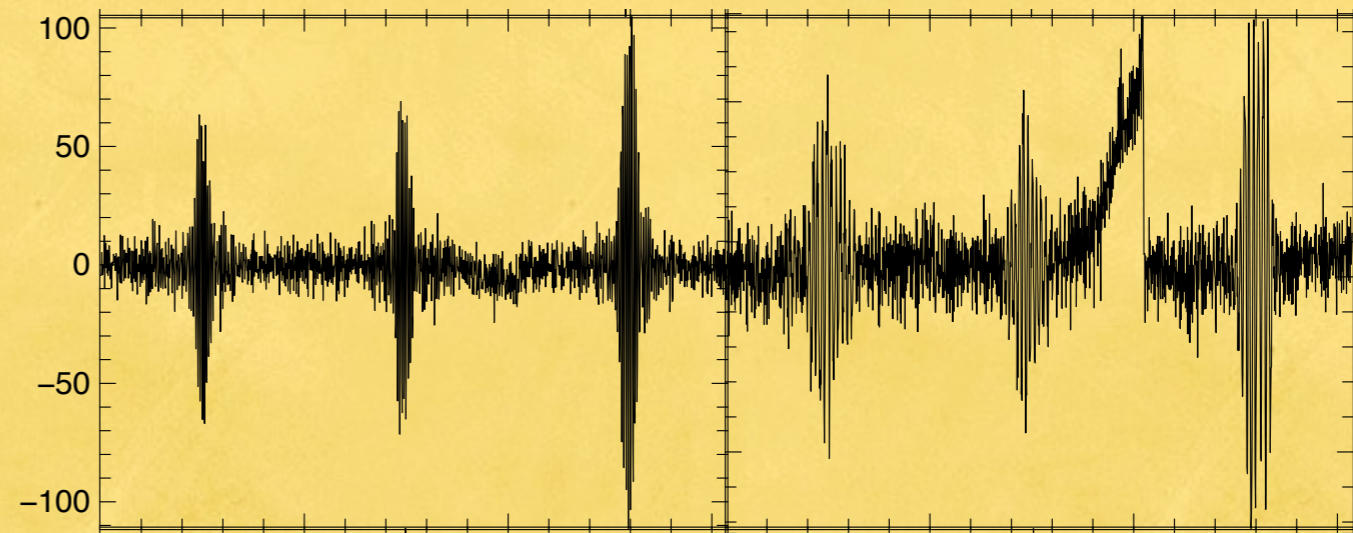
- vibrations in the PIONIER piezo (being investigated)
- vibrations in the ATs
- detector weird effects...
- next runs are focused on finding a setup for best calibration.

# Detector is not fully understood

High SNR data,  
good quality



High SNR data,  
detector saturation ?



PICNIC camera is used in a special way (non-destructive up-the-ramp mode), in order to achieve sufficient frame rate and good noise... but we are strongly limited by the detector dynamic.

# PIONIER DRS - summary

- PIONIER has a fully integrated data-flow, from observation preparation to data-analysis.
- Current version of the DRS is a “robust but non-accurate” way. It is not tuned for high visibility.
- We may face issues that are not only DRS limitation : work should be done in the data acquisition chain (detector readout mode) and perhaps hardware (piezo).
- Similar concept than FLUOR, so the PIONIER DRS can (more) benefit from experience learned at FLUOR... we should discuss !!
- Next PIONIER run (in few days) is dedicated to define the best instrumental setup to make precise visibility.