

Nulling de clôture de phase sur Alpha Cma

Quelques résultats sur cette étoile...

...et sur VLT/AMBER

...et plus si affinités

Gilles Duvert, Alain Chelli

IPAG

Cloture de phase

- Phase cannot be calibrated on ground interferometers because of the random atmospheric phase φ .

$$\Phi_{12} = (\varphi_1 - \varphi_2) + \Phi_{12}^0$$

- With 3 telescopes, we get the *closure phase*:

$$\Phi_c = \Phi_{12} + \Phi_{23} + \Phi_{31}$$

- The closure phase is independent of atmosphere and coincides with the phase closure of the object:

$$\Phi_c = \Phi_{12}^0 + \Phi_{23}^0 + \Phi_{31}^0$$

Chelli et al, 2009, A&A 498, 321 : au voisinage d'un zéro, la (cloture de) phase est dominée par la phase "de tout ce qui n'est pas le disque uniforme" (companions, etc) et ce, avec une grande détectabilité (>erreurs et biais). → "Nulling"

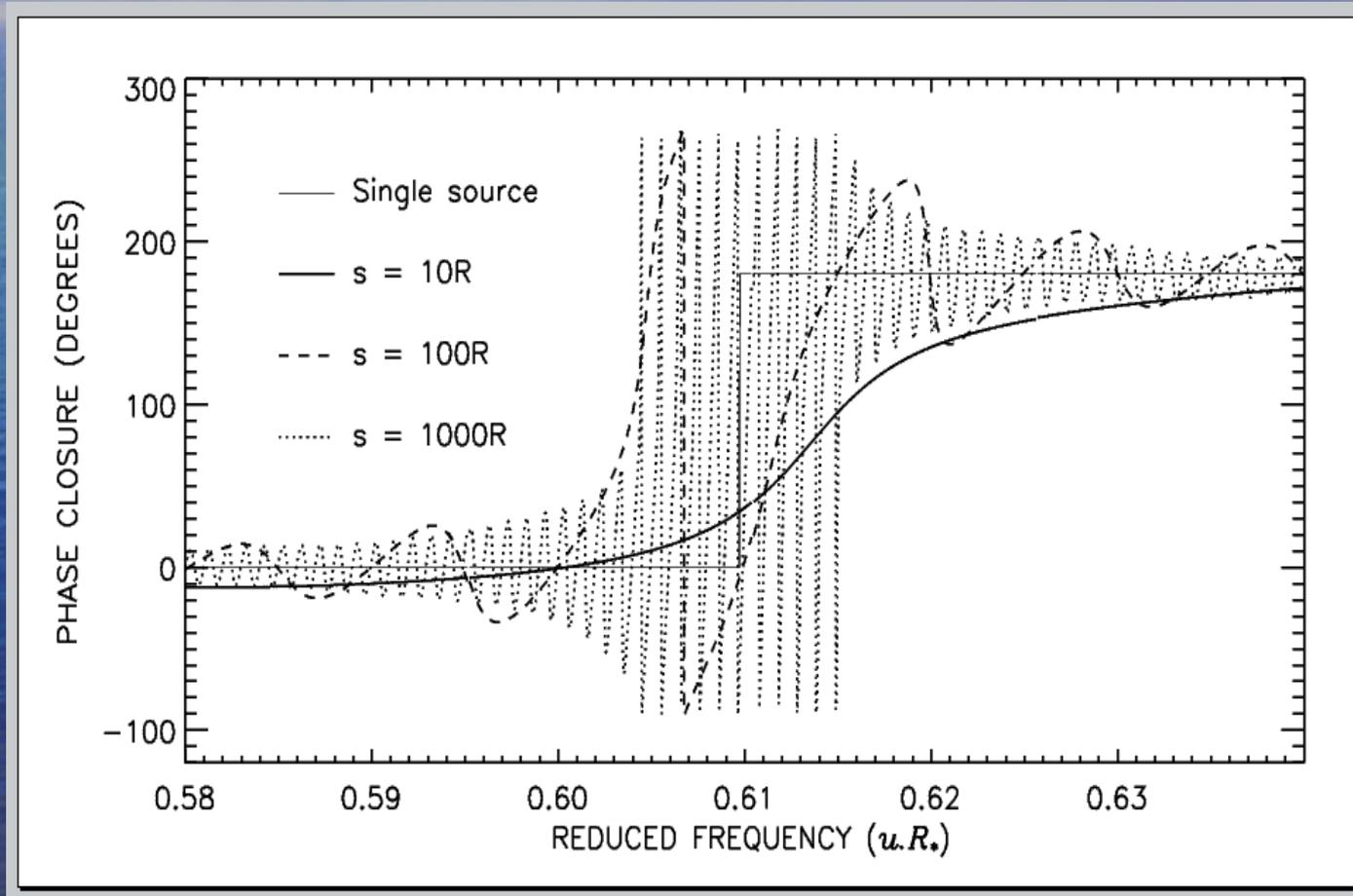
→ détection de companion proche de sirius (0-40 rayons stellaires?)

Nulling

Disk+companion Phase
closure near the null

$$\phi_c \approx \frac{r \sin(2\pi u_{12}s)}{V_\star(u_{12})} + \frac{r \sin(2\pi u_{23}s)}{V_\star(u_{23})} - \frac{r \sin(2\pi u_{13}s)}{V_\star(u_{13})} + (n_{12} + n_{23} - n_{13})\pi$$

Example of
Phase
closure of a
binary
system,
around the
first
visibility null
with a flux
ratio of 1%



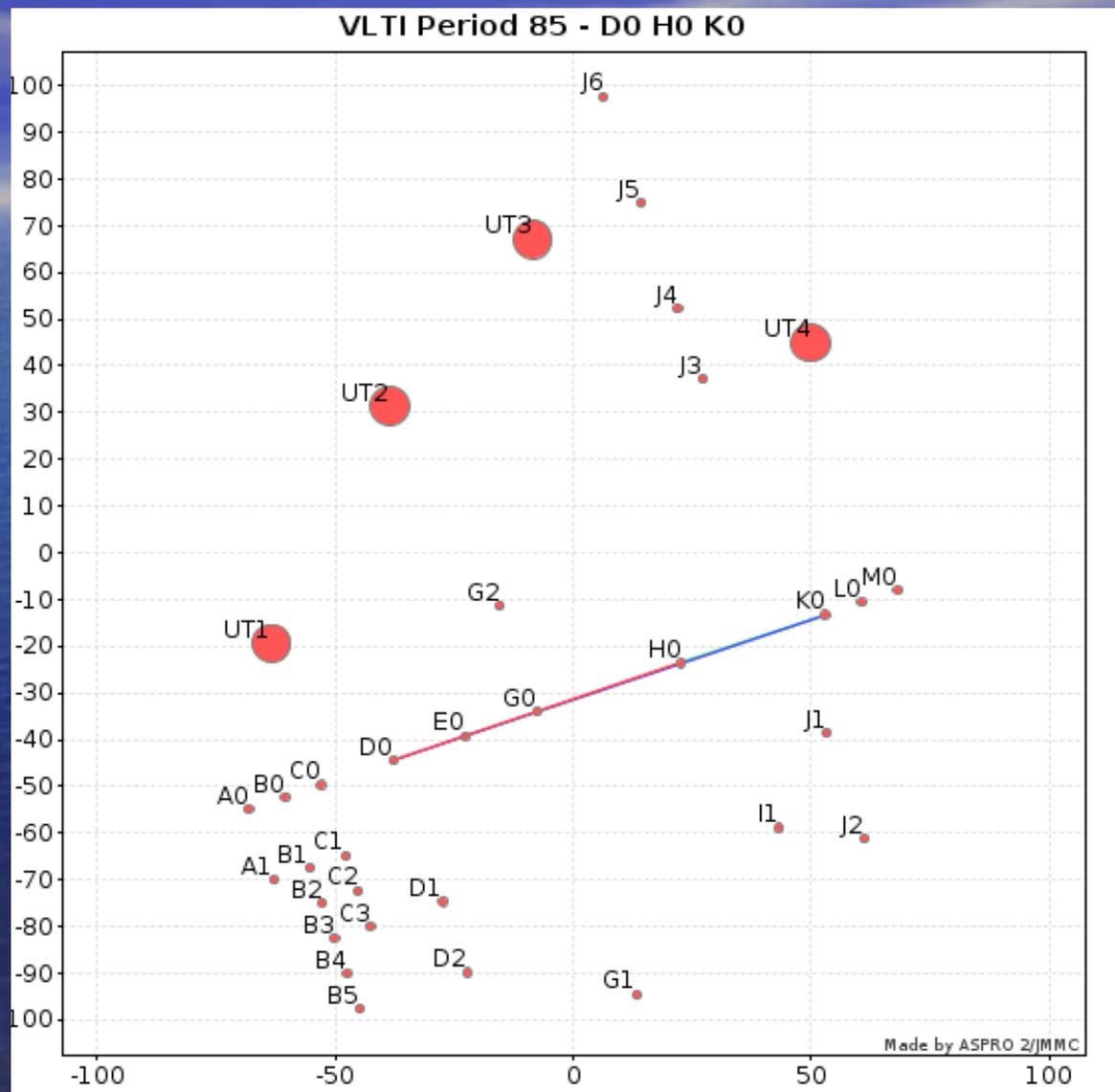
Le principe:

3 lignes de base en rapport 1-2-3 en taille

La plus grande balayant le 1er zéro d'un disque (uniforme, assombri...)

Moyenne résolution R=1500

Échantillonnage temporel maximum!



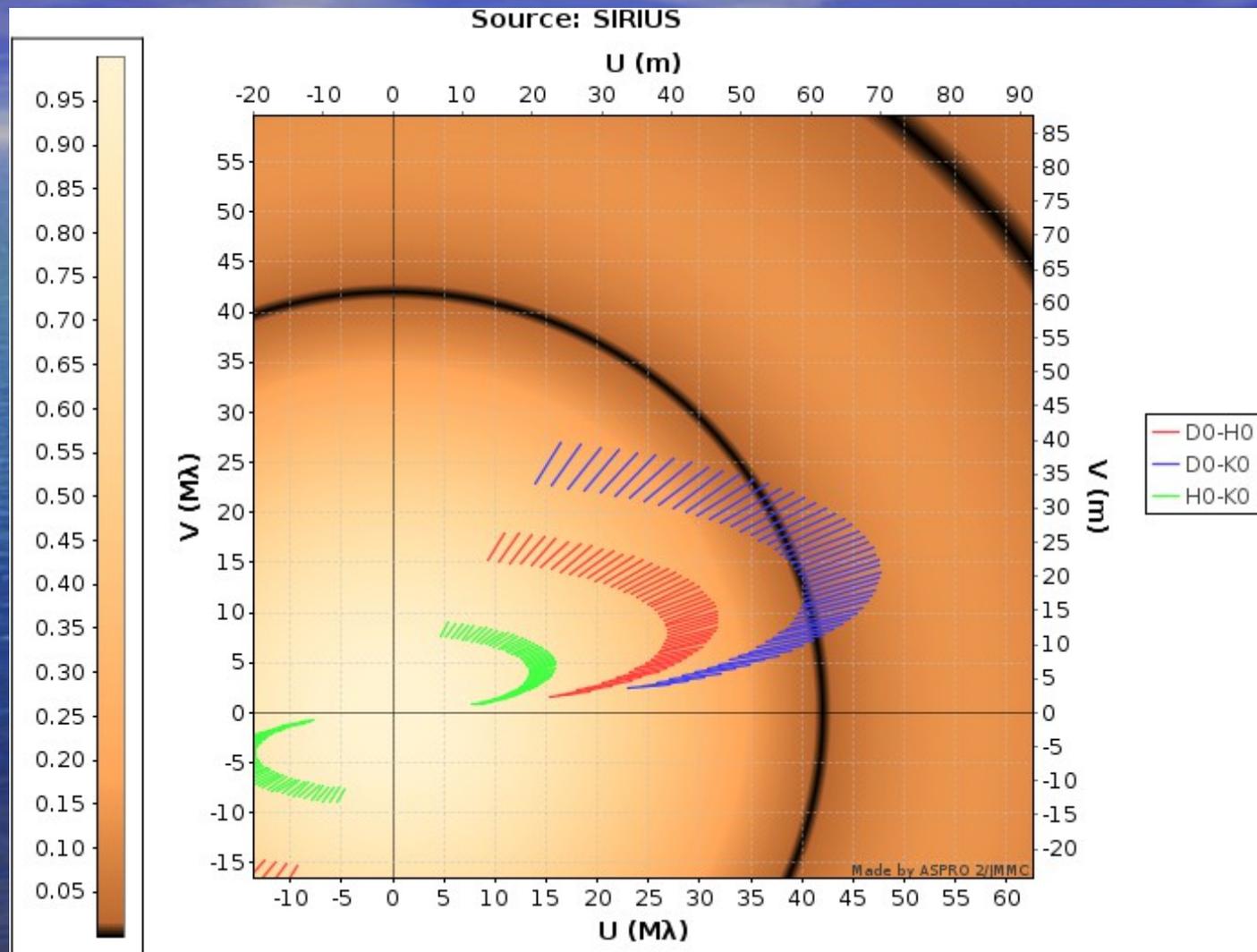
Le principe:

3 lignes de base en rapport 1-2-3 en taille

La plus grande balayant le 1er zéro d'un disque (uniforme, assombri...)

Moyenne résolution $R=1500$

Échantillonnage temporel maximum!

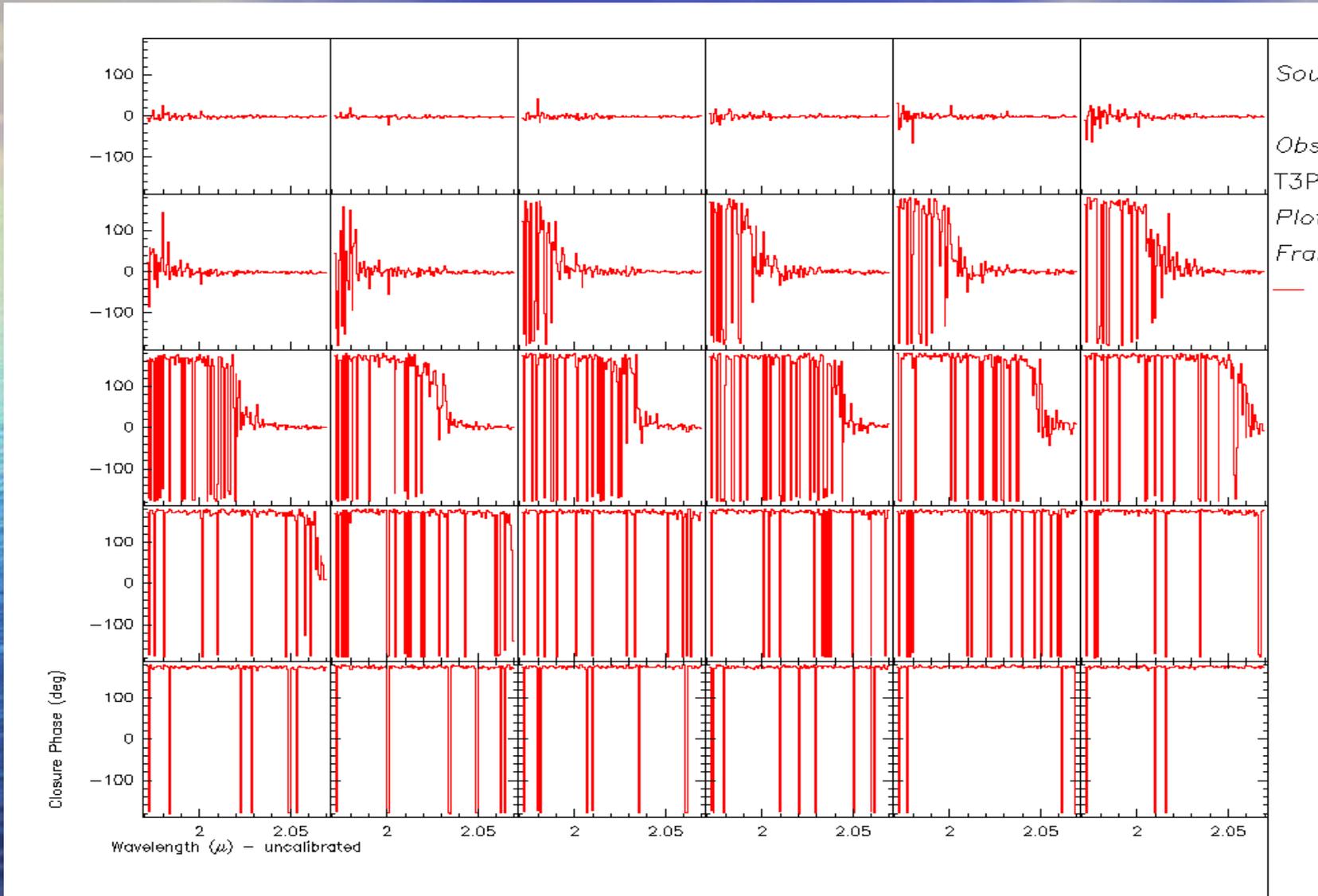


Avec l'effet de super-synthèse, le zéro de cloture balaye le spectre plus ou moins rapidement.

Pas de suiveur de frange (effets inconnus)

Le nb de canaux spectraux d'AMBER @
 $R=1500$ disponible est réduit par le temps de cohérence de l'atmosphère: 150 canaux

...on voit passer le zero de la cloture



Diamètre de Sirius

Problèmes récurrents AMBER: calibration spectrale (jusqu'à 150 pixels parfois!)

Problème VLTI: précision des lignes de base projetées!

Problème avec observations avant changement de dichro Iris: bruit (de phase) spectralement corrélé sur... 150 lambdas!

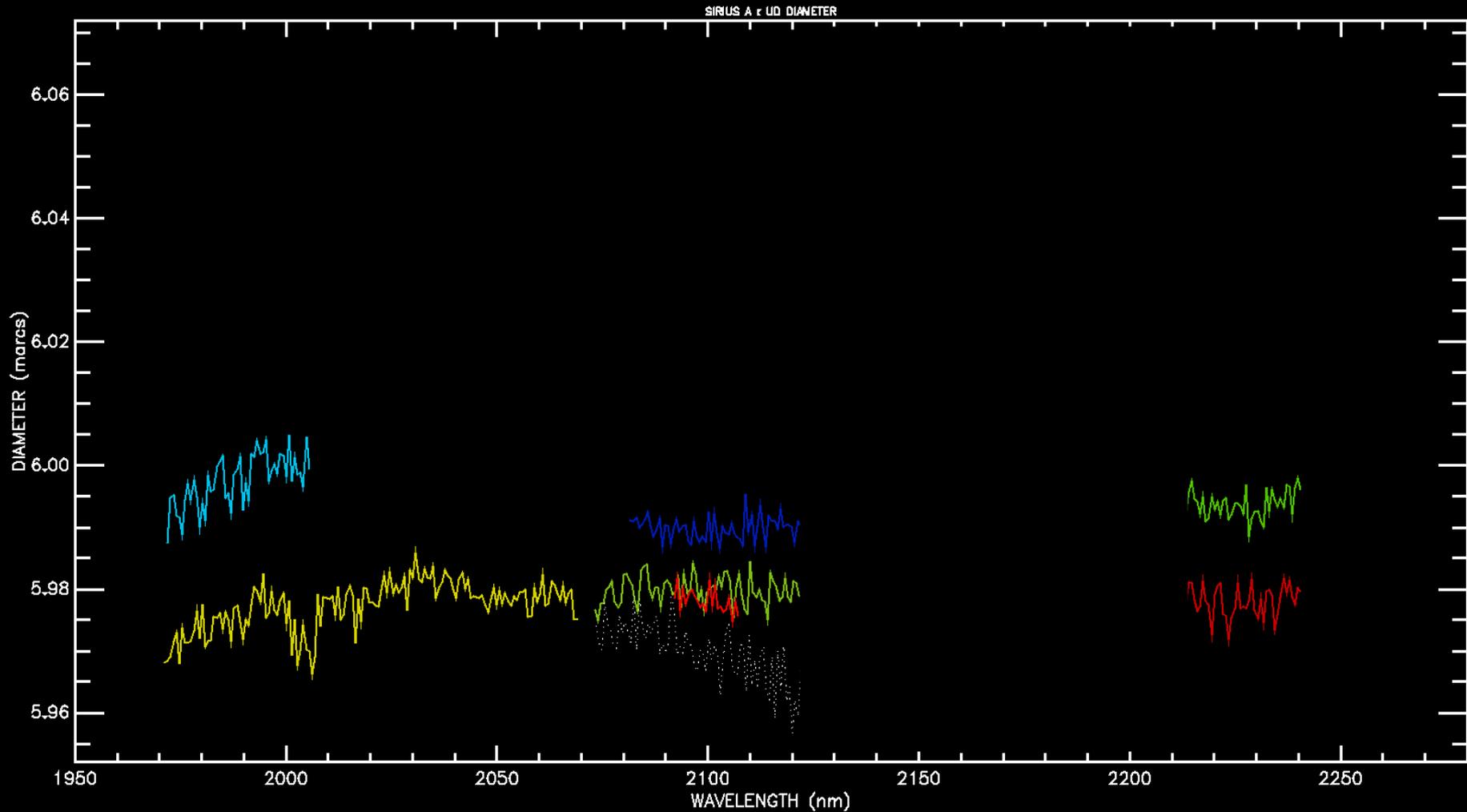
Nos manip Sirius après changement de dichro IRIS; conditions météo bonnes à excellentes.

Rééchantillonnage et moyenne des bispectres bruts sur le plan u,v à des résolutions Variables ($0.01 \rightarrow 10$ arc sec⁻¹) en conservant la résolution spectrale.

Fit de fonction de Bessel, longueur d'onde par longueur d'onde

Fit d'autres fonctions (limb-darkened, companion non résolu du champ, companion en orbite, tache...

Diamètre DU de Sirius



14-15 février 2013

VEGAS Workshop

Diametre DU de Sirius

4 manips en début de nuit, à 1 jours d'intervalle, après centrage pupilles:

diam_UD=5978 \pm 3 μ as

Tout compris: diam_UD=5990 \pm 16 μ as

Mais 2 "nappes" (sortie, entrée) et 1 observation après changement de LAR...

Kervella 2007 5.936 \pm 16 μ as

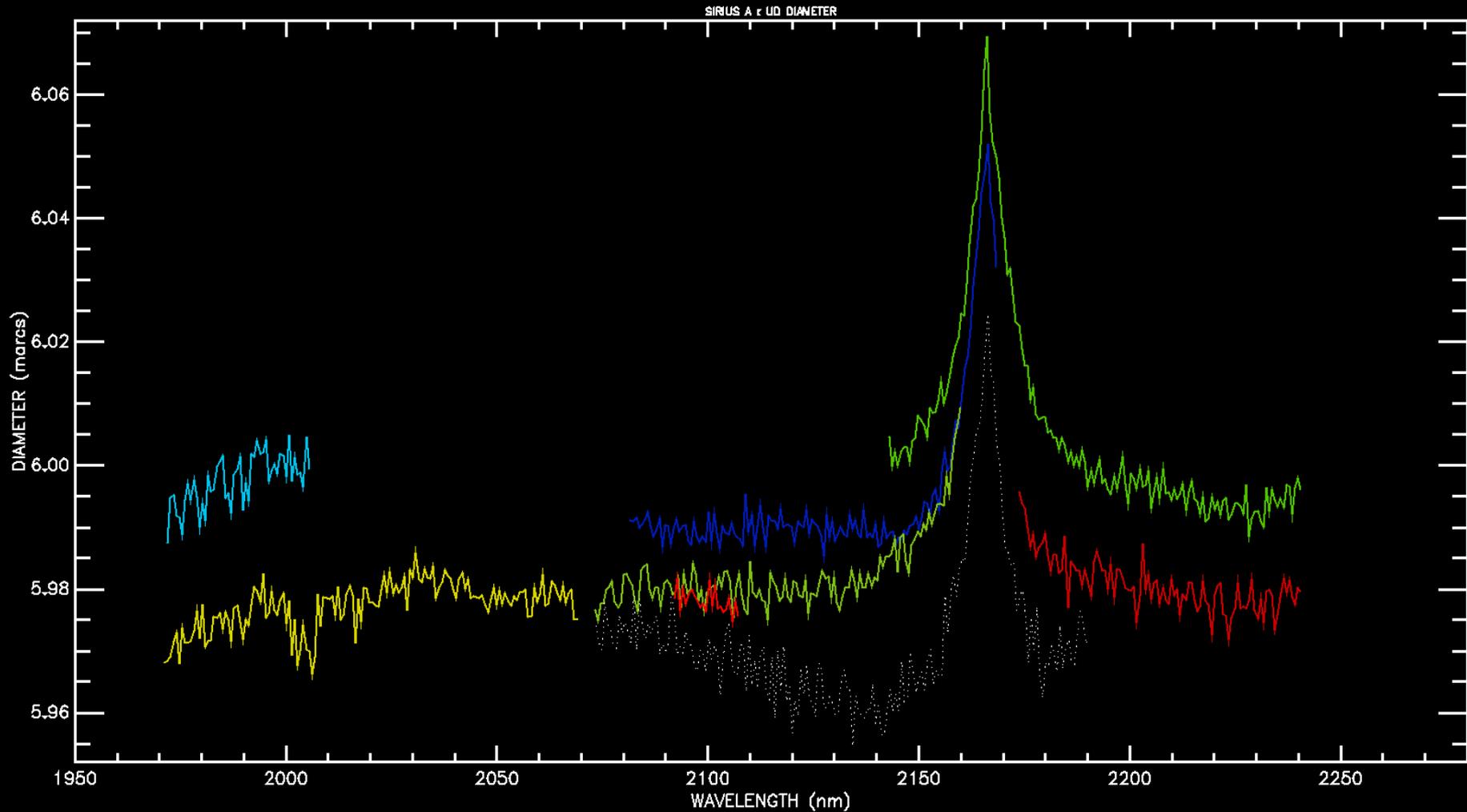
Sirius ovale? Possible (2 points seulement). Rotation vsini faible (17km/s et ellipticité dégénérée avec $\sin i$)

Companion? Possible avec flux 10^{-4} (soit: naine M5) mais position impossible à déterminer \rightarrow douteux, mais possible car angle des 2 directions sortie/entrée trop petit (17°)

.. et Difficile car la parallaxe diurne de Sirius est de $16\mu\text{as}/\text{jour}$, il faut en tenir compte si companion=étoile du champ!

A noter, aplatissement du à la réfraction atmosphérique= $0.2\mu\text{as}$ – serait $1\mu\text{as}$ à 25°

Diamètre DU de Sirius, ça se complique:



14-15 février 2013

VEGAS Workshop

Vers le diamètre Limb-Darkened

Hypothèse: Le diamètre UD varie dans la raie \rightarrow l'illumination de la surface stellaire varie dans la raie mais le diamètre physique ne varie pas.

(ou bien: ~~companion faible mais + brillant dans Bry~~)

\rightarrow modèle haute résolution spectrale?

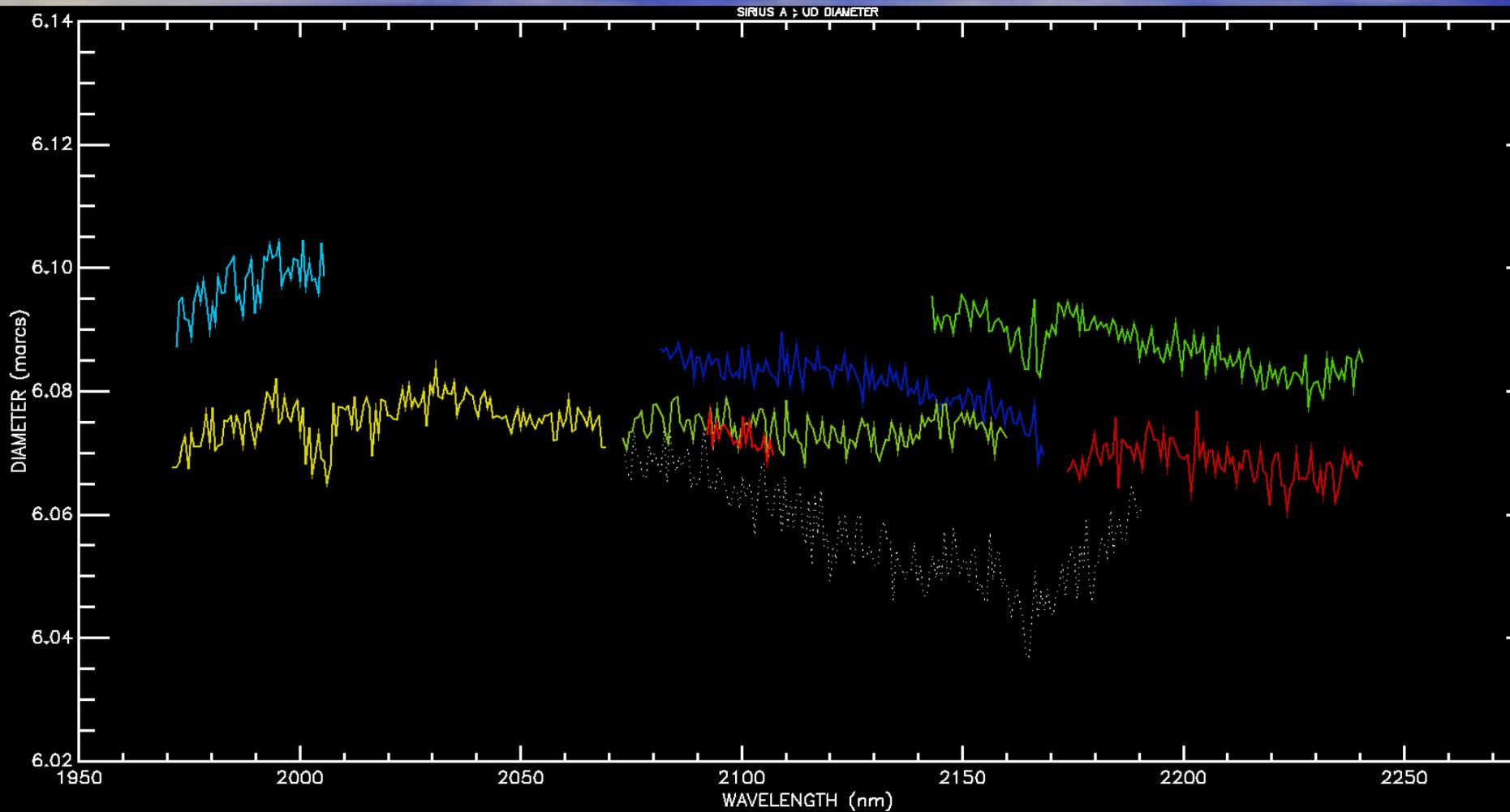
Mise en place et utilisation de modèles de Kurucz

Modification pour avoir le profil radial sur 1000-10000 points
(kurucz: 17 paramètres d'impact seulement)

\rightarrow idéal: le bon modèle donne un LD-Diam constant.

(tables de claret dérivées de grilles de modèle kurucz)

Diamètre LD Kurucz de Sirius



14-15 février 2013

VEGAS Workshop

Diamètre LD Kurucz de Sirius

- bon accord! LD=6073 p/m 3 μ s (erreur interne!!!) (note: Kervella et al 2007 6039 p/m 19)
- le modèle n'est pas mauvais (heureusement, car par ailleurs fitte le spectre de Sirius très proprement de 0.5nm à 200microns...)
- carte de chi2 pour trouver le meilleur modèle dans $T_{\text{eff}}[9500-10000]$ K et $\log g=[4.2-4.4]$: peu probant (Bry peu sensible à cette résolution → autres transitions, visible?)
- pb centre de la raie: on s'écarte du plan-parallèle utilisé par Kurucz si le bords le + externes de l'étoile deviennent importants: refaire avec un modèle sphérique et sera clairement un pb sur des mesures équivalentes sur des géantes.

- questions sur pertinence des coefficients de Claret et sur la confiance qu'on leur accorde: Quand on fitte des polynomes 'à la Claret' sur les profils Kurucz avec $N \gg 17$ on n'obtient PAS DU TOUT les mêmes coefficients... Les coeffs 'à la Claret' varient beaucoup entre 2 points des grilles publiées, au moins dans ces régions spectrales avec présence de raies de l'hydrogène.

bands (U to K). For Sirius ($V_T = 0$ km/s, $T_{\text{eff}} = 10000$ K, $\log g = 4.5$, $[M/H] = 0$) we find $a_1 = 0.5318$, $a_2 = -0.6921$, $a_3 = 0.6698$, and $a_4 = -0.2431$. Fig. 3 shows the corre-

Kervella et al 2007: sirius vturb=0, Teff=1000K, logg=4.5 et [M/H]=0.

Si on prend le modèle actuel de Mr. Kurucz: Vturb=0, Teff 9850, logg=4.3 [+0.4]
HE 0.05

on trouve:

$$a_1 = 0.662976$$

$$a_2 = -0.999092$$

$$a_3 = 0.935522$$

$$a_4 = -0.334950$$

(près de la raie) et:

$$a_1 = 0.596337$$

$$a_2 = -0.800287$$

$$a_3 = 0.777756$$

$$a_4 = -0.284185$$

dans le continu...

Fits de Diamètres et vrai diamètre...

LITpro, manip v2 uniquement (cas typique)

En-dehors de la raie:

Final values and standard deviation for fitted parameters:

$$\begin{aligned} \text{diameter1} &= 5.9991 \pm 0.000175 \text{ mas} \\ \text{flux_weight1} &= 1 \pm 0.00984 \end{aligned}$$

Dans la raie:

$$\begin{aligned} \text{diameter1} &= 6.054 \pm 0.000451 \text{ mas} \\ \text{flux_weight1} &= 1 \pm 0.0238 \end{aligned}$$

Cela, avec les observations qui passent au zéro et on un bon SNR (fixent bien le fit)

Si on enlève les observations sur la plus longue base qui passent au zéro, on obtient (ex: sur le continuum):

$$\begin{aligned} \text{diameter1} &= 6.0673 \pm 0.0006 \text{ mas} \\ \text{flux_weight1} &= 1 \pm 0.012 \end{aligned}$$

Notez les 'précisions' des fits...

Super-résolution spectrale

AC a calculé le déplacement du Zéro dans la raie dans le cas d'une rotation de l'étoile (3 paramètres: V_{sini} (ou Ω_{sini}), LD_Diam, P.A.

A la précision des observations, on peut essayer de fitter une rotation et un P.A. dans la raie de Bry ($R=1500$) on a l'équivalent d'une résolution spectrale multipliée de $6\text{mas}/5\mu\text{as} \rightarrow \text{le km/s}$.

En cours...

A propos de la stabilité AMBER

- Cloture de phase stable dans le temps (depuis replact dichro iris: en 3 heures 0.1° !

