

Traitement de signal de l'instrument AMBER

Alain Chelli & Gilles Duvert
Laboratoire d'Astrophysique de Grenoble &
Centre Jean-Marie Mariotti

Chelli, Hernandez & Duvert, accepté par A&A

L'instrument AMBER (1)

- Instrument infrarouge proche (J,H,K) du VLTI
- Permet de recombinaer 3 télescopes
- Résolutions spectrales: 30, 1500, 15000
- Données en sortie
 - 3 voies photométriques dispersées
 - 1 voie interférométrique dispersée

L'instrument AMBER (2)

- Caractéristique
 - Pour augmenter la sensibilité de l'instrument, le nombre de pixels pour échantillonner le signal a été réduit au minimum
 - les pics interférométriques se superposent partiellement dans le plan de Fourier
- Conséquence:
 - Les traitements de Fourier standards ne sont plus applicables: il faut modéliser le signal de sortie à l'aide d'une calibration interne

Approche P2VM (1)

- Le signal interférométrique est décrit par :

$$i_k = P_{1k} + P_{2k} + P_{3k} \\ + c_{1k}R_{12} - d_{1k}I_{12} + c_{2k}R_{13} - d_{2k}I_{13} + c_{3k}R_{23} - d_{3k}I_{23}$$

- Les coefficient c_k et d_k sont les ondes porteuses caractéristiques de l'instrument

- Calibrations

- 3 calibrations phot.
(1 faisceau ouvert, 2 fermés)

$$v_{Ik} = \frac{P_{Ik}}{K_I}, \quad (I = 1, 2, 3)$$

- 6 calibrations interf.
(2 faisceau ouverts et 1 fermés) $\rightarrow (c_k, d_k)$

Approche P2VM (2)

- Correction du continu

$$\begin{aligned} m_k &= i_k - v_{1k}K_1 - v_{2k}K_2 - v_{3k}K_3 \\ &= c_{1k}R_{12} - d_{1k}I_{12} + c_{2k}R_{13} - d_{2k}I_{13} + c_{3k}R_{23} - d_{3k}I_{23} \end{aligned}$$

- Calcul des flux cohérents

$$\chi^2 = \sum_k \left(\frac{m_k - c_{1k}R_{12} + d_{1k}I_{12} - c_{2k}R_{13} + d_{2k}I_{13} - c_{3k}R_{23} + d_{3k}I_{23}}{\sigma_k} \right)^2, \quad (5)$$

- Par ajustement des moindres carrés: on néglige les corrélations entre pixels
- Les flux cohérents s'obtiennent en multipliant les (m_k) par une matrice appelée P2VM

Observables interférométriques

- 3 visibilités

$$V_{ln}^2 = \frac{\langle R_{ln}^2 + I_{ln}^2 - \epsilon_{R_{ln}}^2 - \epsilon_{I_{ln}}^2 \rangle}{4 \langle K_l K_n \rangle \sum_k V_{lk} V_{nk}}$$

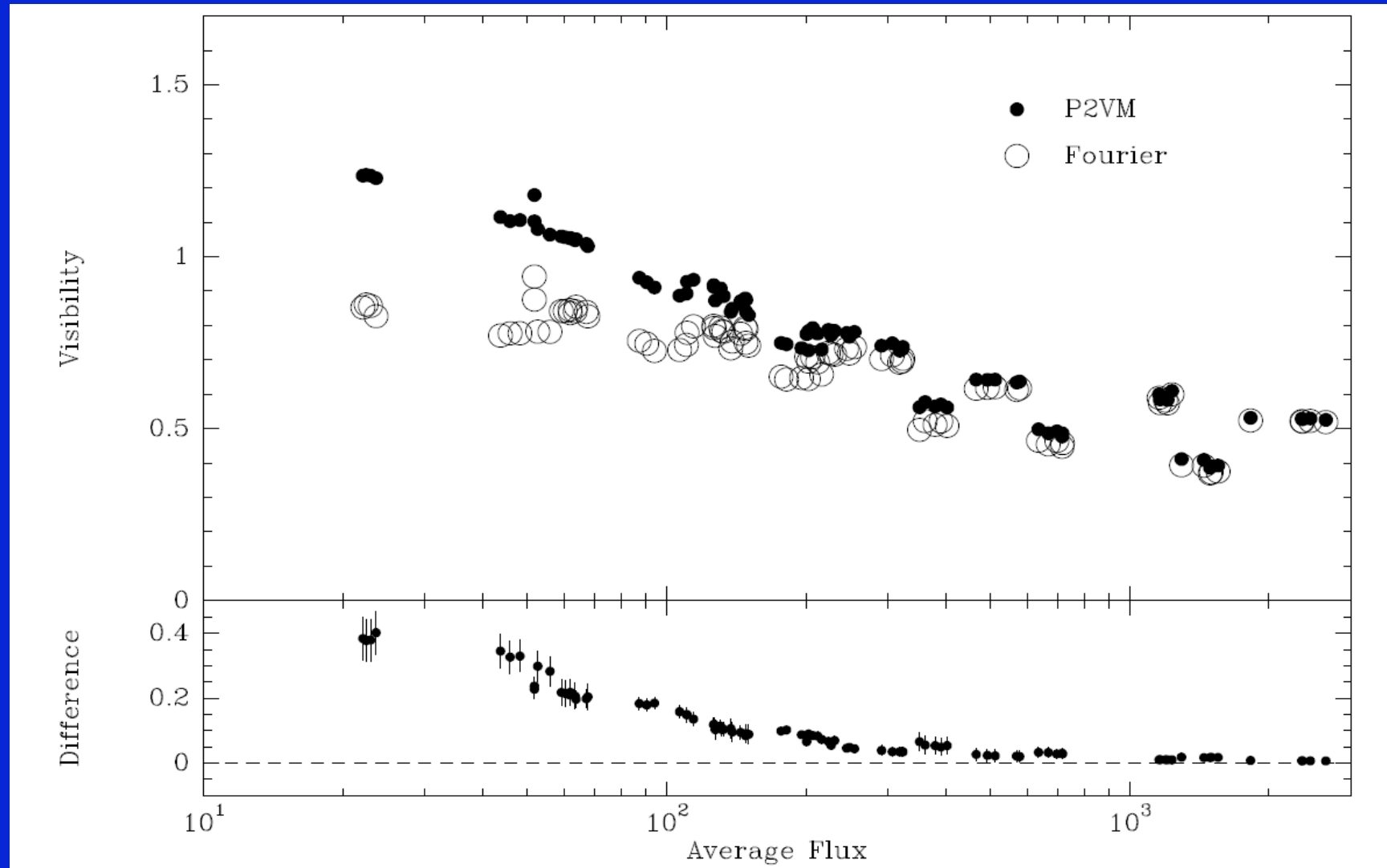
- 3 phases différentielles
- 1 clôture de phase

$$B_{123} = \langle (R_{12} + jI_{12}) \times (R_{23} + jI_{23}) \times (R_{13} - jI_{13}) \rangle$$

Comparaison avec Fourier (1)

- Possible à 2 télescopes
 - 1 seul pic de Fourier
- Echantillon obtenu avec 2 AT
 - Données de Commissioning COM4 (07/2006)
 - 90 observations couvrant un large éventail de conditions observationnelles

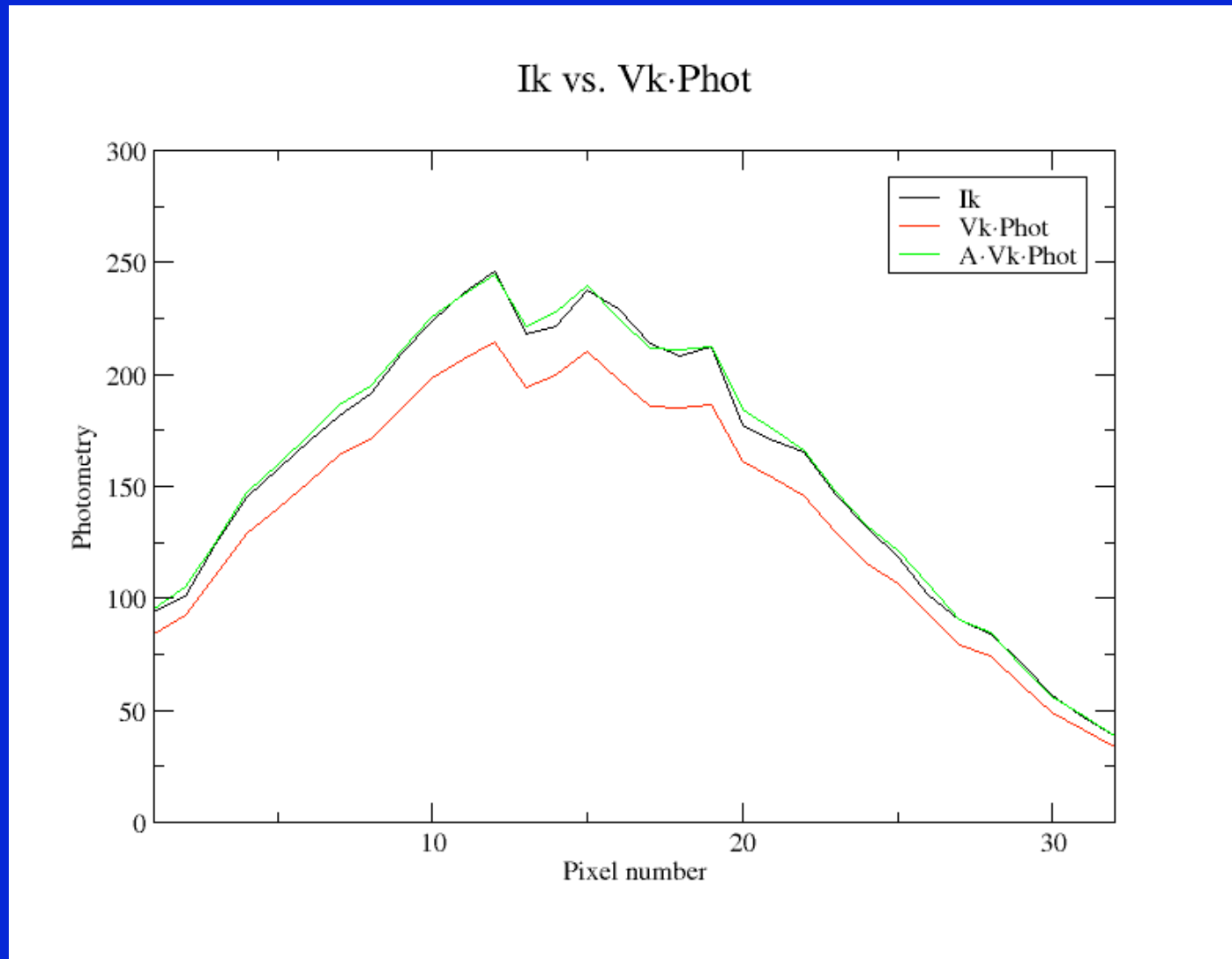
Comparaison avec Fourier (2)



Pourquoi ces differences?

- Modèle de données incorrect: Le continu de la voie intersérométrique diffère du continu déduit des mesures photométriques
 - Fuites de lumières dans le spectrographe
 - Non linéarité de la réponse du détecteur à faible flux
- Modèle de bruit approximatif

Continu interferométrique vs photométrie



Approche P2VM optimisée (1)

- Régularisation du continu
 - Fuites de lumière: nouveau calcul des v_k

$$P_{lk} = v_{1k}K_1 + v_{2k}K_2 + v_{3k}K_3, \quad (l = 1, 2, 3)$$

- Non linéarité du détecteur: nouveau modèle de données

$$V_k = i_k - A \times [v_{1k}K_1 + v_{2k}K_2 + v_{3k}K_3] \\ + c_{1k}R_{12} - d_{1k}I_{12} + c_{2k}R_{13} - d_{2k}I_{13} + c_{3k}R_{23} - d_{3k}I_{23}$$

Approche P2VM optimisée (2)

- Nouveau modèle de bruit

- Corrélations entre pixels

$$\chi^2 = V^T \times C^{-1} \times V$$

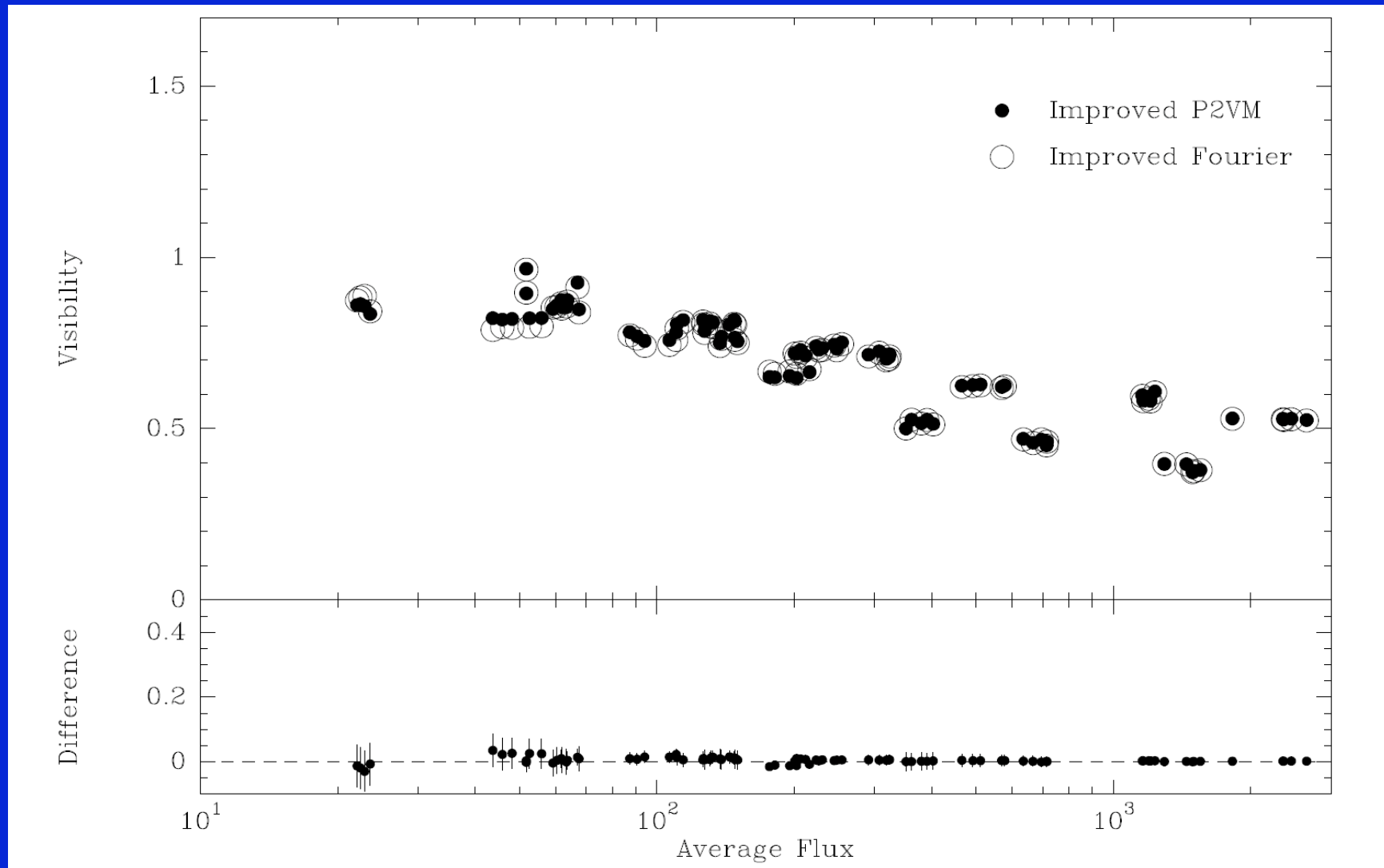
- Nouveau modèle de bruit

$$C_{kl} = A^2 \left[v_{1k} v_{1l} \sigma^2(K_1) + v_{2k} v_{2l} \sigma^2(K_2) + v_{3k} v_{3l} \sigma^2(K_3) \right], \quad (k \neq l)$$
$$C_{kk} = \sigma^2(i_k) + A^2 \left[v_{1k}^2 \sigma^2(K_1) + v_{2k}^2 \sigma^2(K_2) + v_{3k}^2 \sigma^2(K_3) \right]. \quad (14)$$

$$\sigma^2(i_k) \approx E(K_{ik}) + \sigma_{d_{ik}}^2$$
$$\sigma^2(K_l) \approx E(K_l) + \sum_k \sigma_{d_k}^2, \quad (l = 1, 2, 3)$$

$$E(K_{ik}) \approx \frac{\langle K_{ik} \rangle}{\sum_k \langle K_{ik} \rangle} \times \sum_k K_{ik}$$

Validation de la P2VM optimisée (1)



Validation de la P2VM optimisée (2)

