

Dissymétrie des profils de raie polarisés (MTR)

G. Molodij & J. Rayrole



Champ B longitudinal (17/08/99)

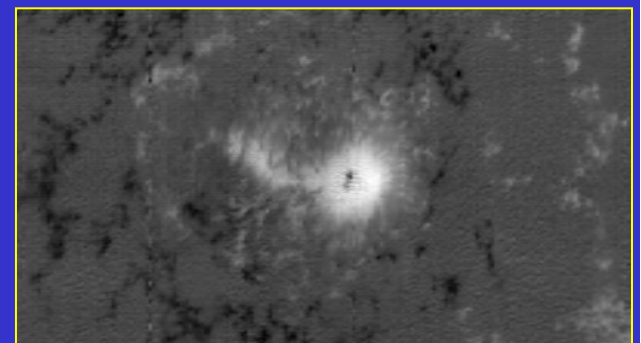
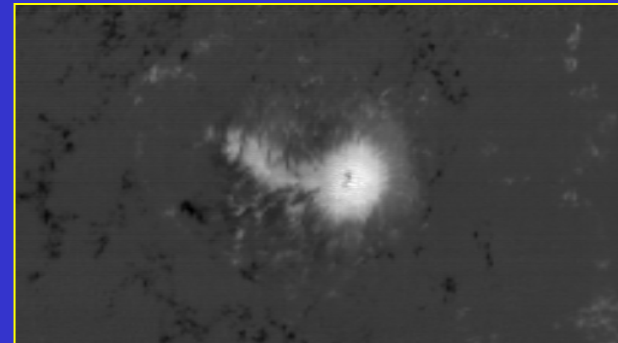
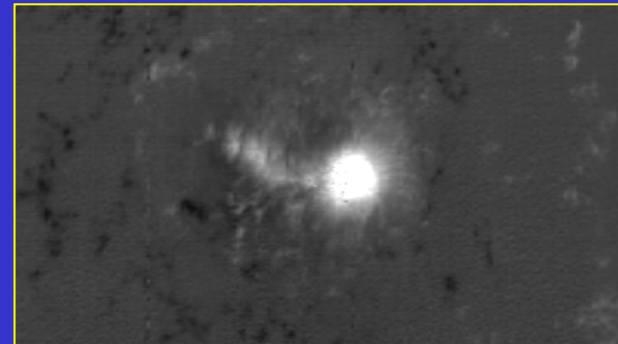
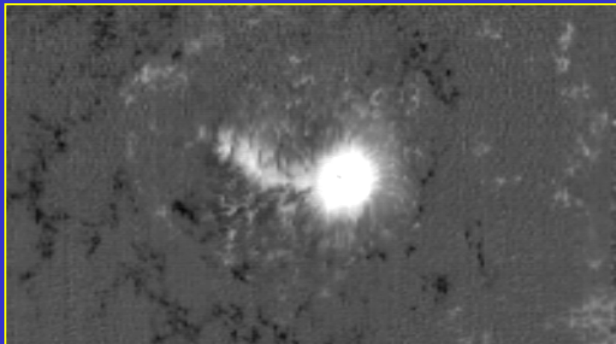
6150.6 FeI

5247.6 FeI 6302.5 FeI 5250.2 FeI

6149.2 FeII 6301.5 FeI 5250.6 CrI



Observations du 15/8/99 au
29/8/99
Région active No 8668



Introduction aux dissymétries, assymétries ?

1^{ères} interprétations des dissymétries de raies par des inhomogénéités de la convection de la photosphère par Voigt (1956) et Schröter (1957).

Observations des lignes d'absorption photosphériques:

Cshape des spectres des profils de raies observé **sans** analyse de polarisation: Mesures des paramètres thermodynamiques ($\delta V(h)$ et $\delta T(h)$).
(Kaisig & Schroeter, A&A, 117, 1983) .

Observations des dissymétries des paramètres de Stokes:

(Kjeldseth-Moe, IAU symp, 35, 1967) .

Difficultés pour comprendre leurs origines et les modèles sont sophistiqués. Il manque quelque chose dans les modèles usuels ...

(Lopez-Ariste, Ap.J.,564,379,2002), (Sanchez Almeida et al., Ap.J., 466,357,1996)

Interêt des observations des dissymétries des spectres polarisés multi-raies:

Découplage des paramètres thermodynamiques.

Mesures des variations du champ magnétique et de la vitesse .

Evaluation de l'altitude de formation des raies.

Contraintes sur les paramètres avant inversion.

Traitement MTR.

Questions

La haute résolution spatiale révèle des structures complexes reliés
fortement à B et T ?

(Solenki, A&A Rev., 11, 153, 2003)

Corrélations entre l'angle zénithal et la température dans l'IR ! Le
Visible ?

(Solenki, Space Sci. Rev., 61, 1, 1993)

Peut-on découpler les paramètres thermodynamiques du champ
magnétique ?

(Skumanich, Rees & Lites, svmf.nasa, 306s, 1985)

Relation entre les variations de la dépression de la raie D_0 et le coefficient de saturation η_0

Considérons une raie définies dans le modèle de Milne-Eddington de la manière suivante :

Paramètres du Modèle : η_0, β_0, ζ

Longueurs d'onde : $\nu = \frac{\Delta\lambda}{\zeta}$

Vitesses radiales : $\nu_r = \frac{\Delta\lambda_r}{\zeta}$

Coefficient d'absorption : $\eta = \eta_0 e^{-(\nu - \nu_r)^2}$

Fonction source : $B = \frac{\beta_0}{1 + \beta_0}$

Profil de la raie : $I = I_0 \left(1 - \frac{\eta}{1 + \eta}\right)$

Pour une raie non sensible à l'effet Zeeman la dépression centrale de la raie au centre du disque est :

$(B_{\eta_0} \cdot \eta_0) / (1 + B_{\eta_0}) \cdot (1 + \eta_0)$ (Unno, 1956)

En posant $B_0 = B_{\eta_0} / (1 + B_{\eta_0})$ et $D_0 =$ la dépression on en déduit :

$$\eta_0 = D_0 / (B_0 - D_0) \text{ avec } 1 > B_0 \gg D_0$$

Evaluation de η_0 à partir de la dépression

$$\eta = \eta_0 e^{-v^2} + \eta_0 a H_1(v) + \eta_0 a^2 H_2(v)$$

$$a = \frac{\Gamma}{4\pi\Delta\nu_0}$$

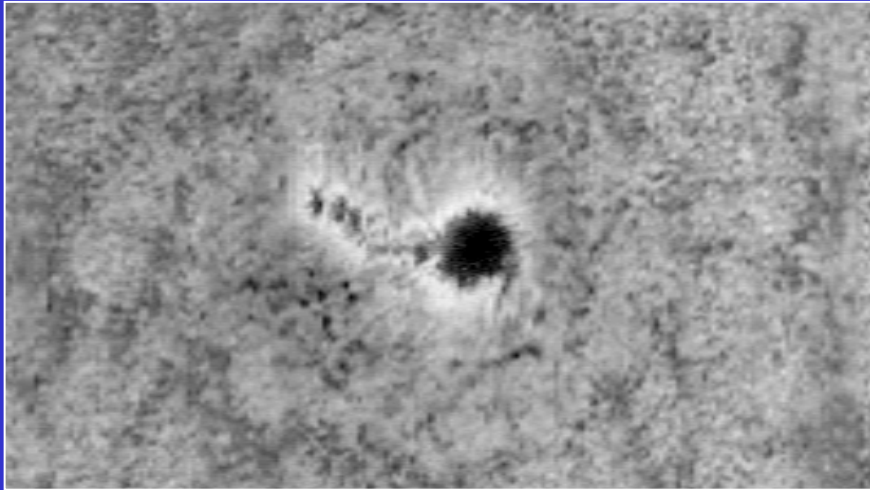
$$\Delta\nu_0 = \frac{\nu_0}{c} \sqrt{\frac{2KT}{M_0A}} + \nu_t^2$$

$$\Gamma = 4.10^9 \text{ s}^{-1}$$

Variations des paramètres définissant le profil de la raie

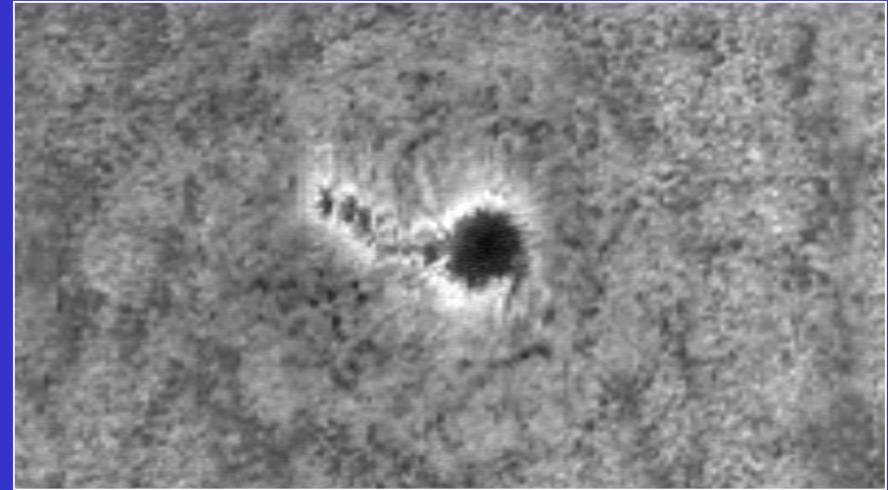
Raie 5576.1 Å - (Non sensible à l'effet Zeeman)

Dépression centre raie

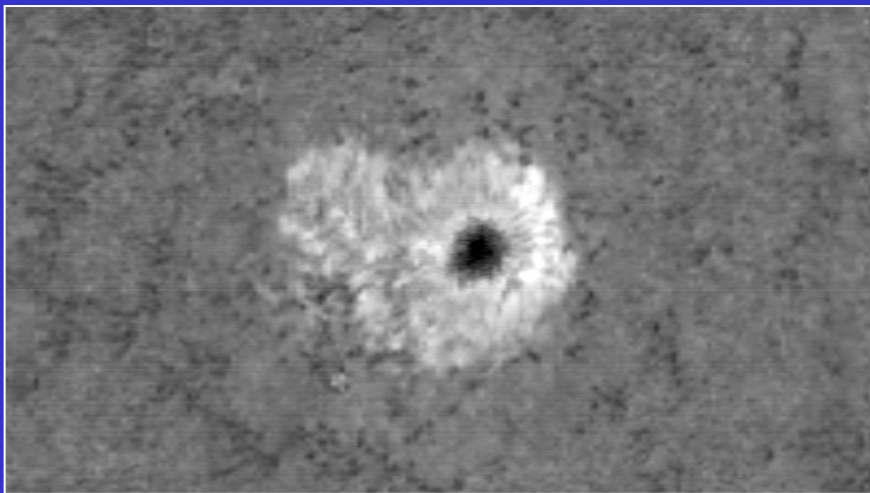


Variations : 0.43 à 0.79
Largeur équivalente

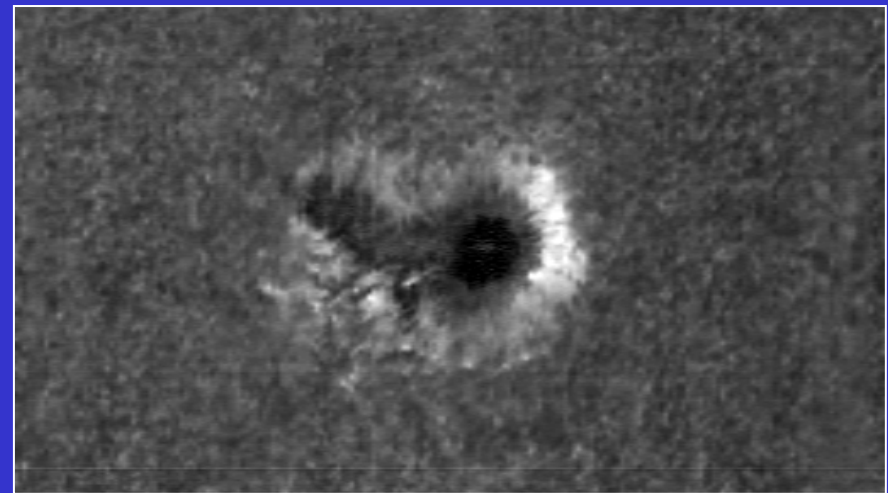
Saturation $E_{\text{tao}} = (1 - \text{Dep}) / \text{Dep}$



Variations : 0.76 à 3.80
 $\frac{1}{2}$ largeur Doppler



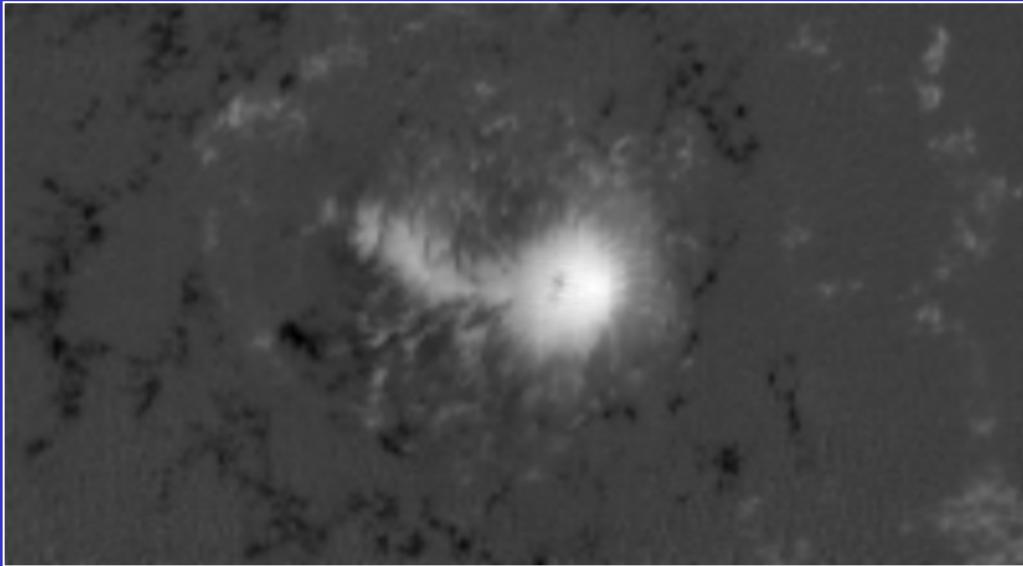
Variations : 76.4 à 167.6 mÅ



Variations : 42.2 à 91.07 mÅ

B// 6302.5 FeI Variations : - 823.2 à 2483.9 gauss

Analyse de la thermodynamique locale



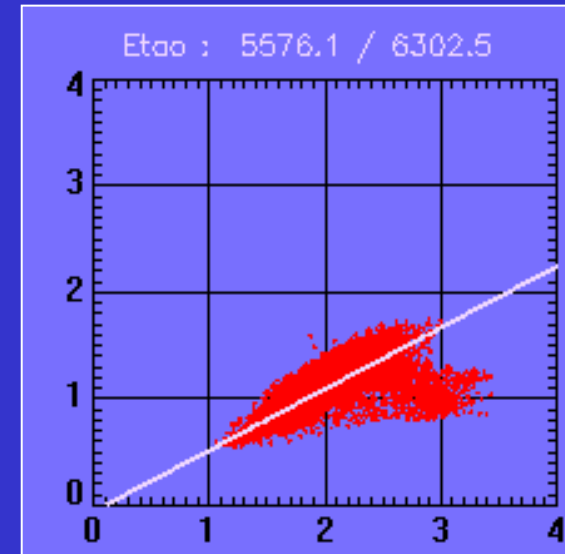
Rapport $\eta_0(5576.1) / \eta_0(6302.5)$



Variations : 1.18 à 3.98

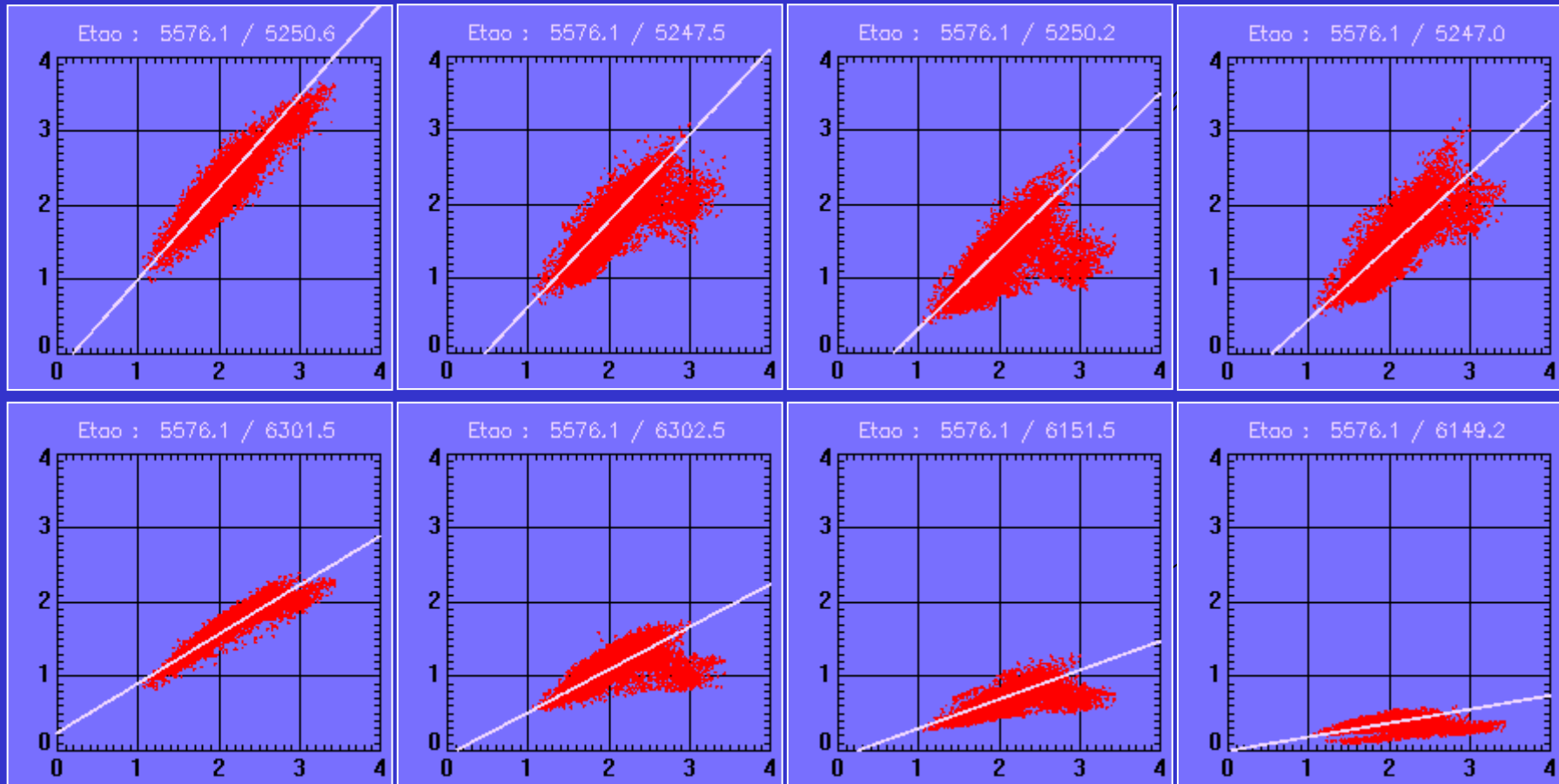
Pour les régions de champ nul ou faible il y a une relation linéaire entre les valeurs de la saturation pour les différentes raies et celles de la raie non sensible au champ magnétique

$$\text{ETAO}(6302.5) = 0.576 * \text{ETAO}(5576.1) - 0.070$$



VARIATIONS RELATIVES DU COEFFICIENT DE SATURATION DES DIFFERENTES RAIES PAR RAPPORT A CELLE DE LA RAIE 5576.10 Å NON SENSIBLE AU CHAMP

Sur chaque graphique est porté suivant l'axe horizontal la valeur de η_0 pour la raie 5576.1 Å et suivant la verticale celle de la raie correspondante pour tous points des cartes

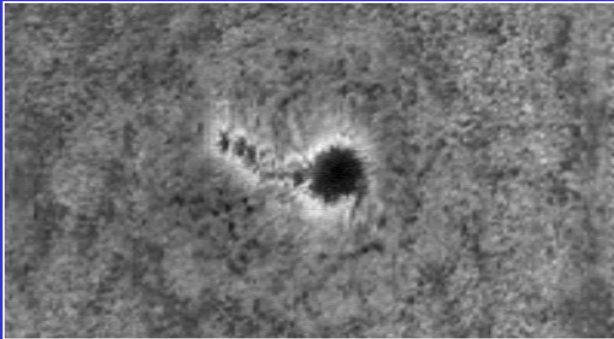


Les traits blancs représentent les droites qui passent au mieux entre les points relatifs aux valeurs faibles de la composante B// du champ magnétique

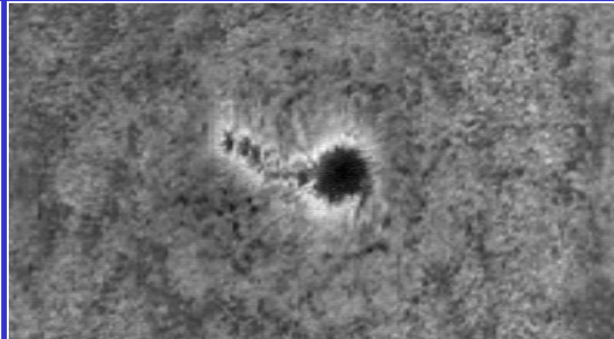
Les zones qui s'écartent nettement de ces droites correspondent à des champs dits 'non faibles' pour lesquels la dépression du fond de raie est affaiblie par le champ magnétique et par suite le coefficient de saturation η_0 est surestimé.

CARTES CORRIGÉES DU COEFFICIENT DE SATURATION

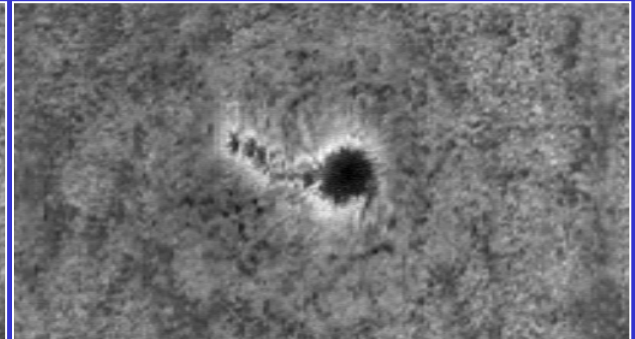
5247.0 FeI : 0.21 à 3.20



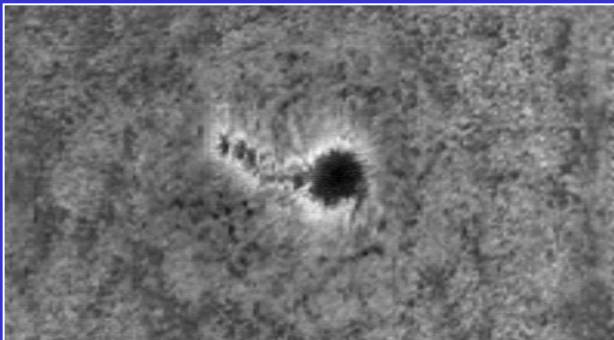
5247.5 CrI : 0.33 à 3.85



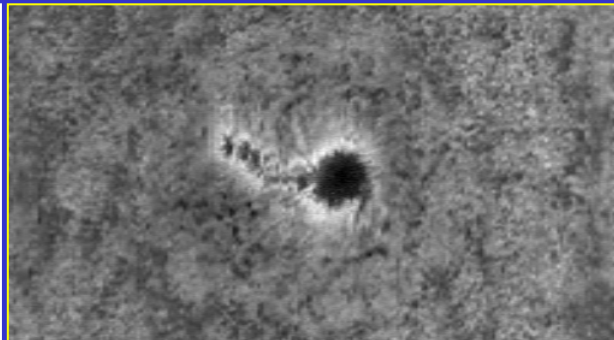
5250.2 FeI : 0.06 à 3.28



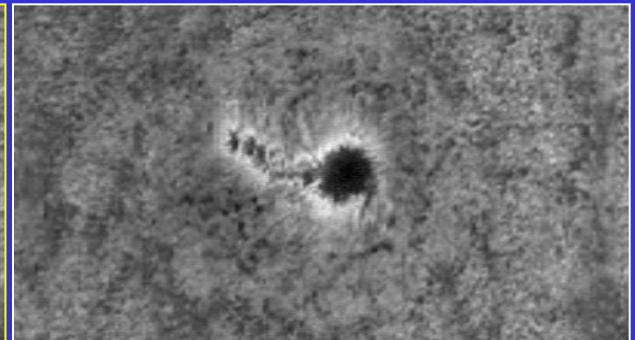
5250,7 FeI : 0.69 à 4.45



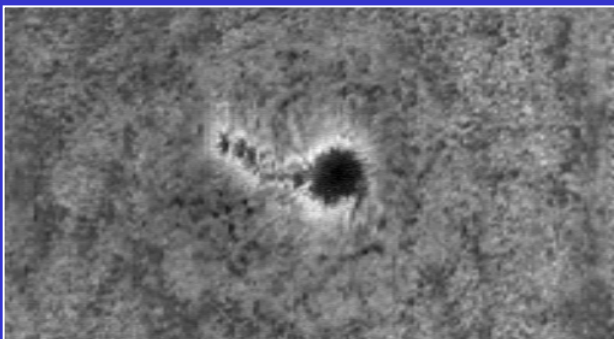
5576.1 FeI : 0.76 à 3.80



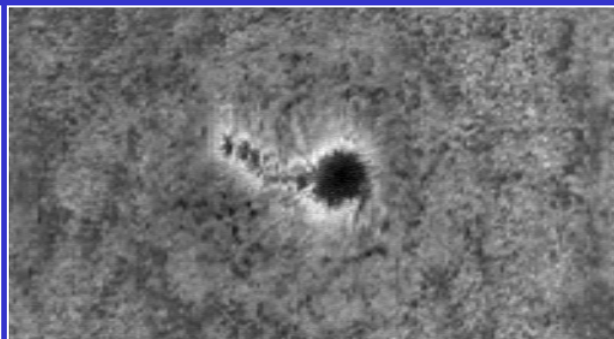
6149.2 FeII : 0.13 à 0.70



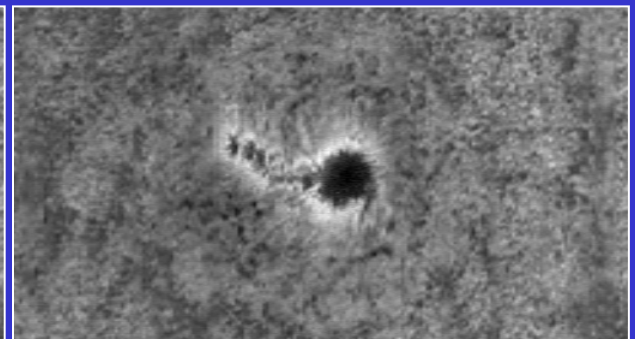
6150.6 FeI : 0.20 à 1.39



6301.5 FeI : 0.74 à 2.75



6302.5 FeI : 0.36 à 2.12

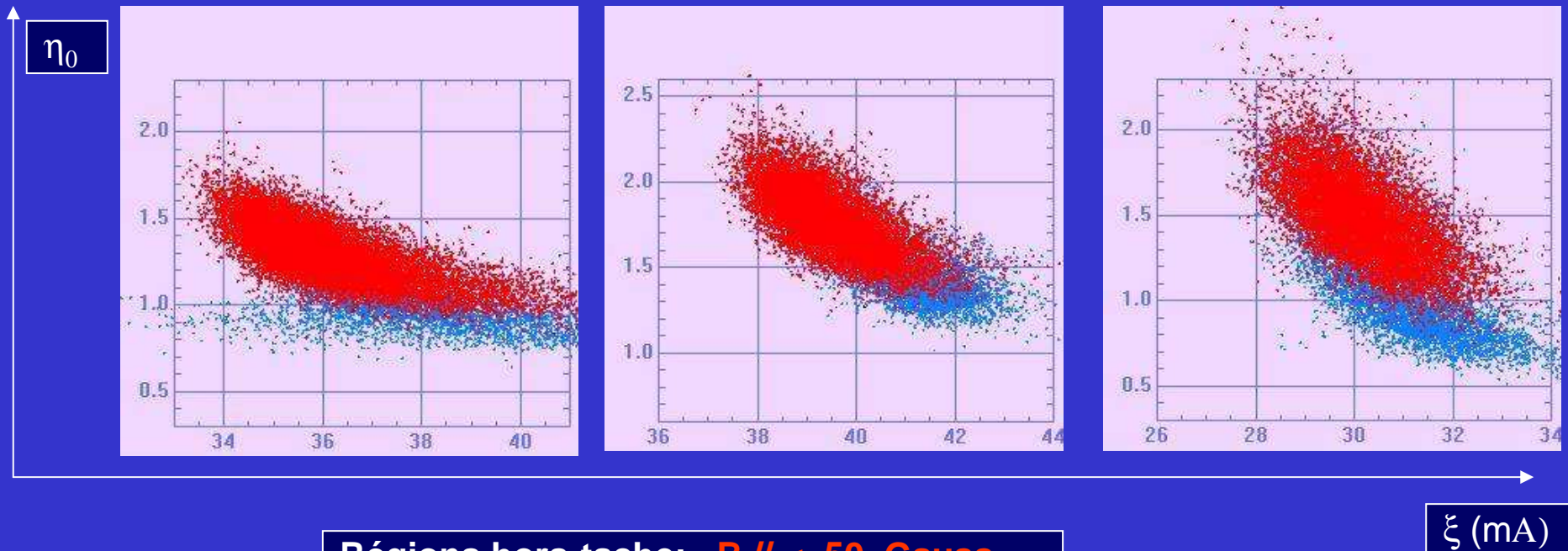


Corrélation entre le coefficient d'absorption η_0 et la largeur Doppler de la raie ξ

$\lambda = 6302 \text{ \AA}$

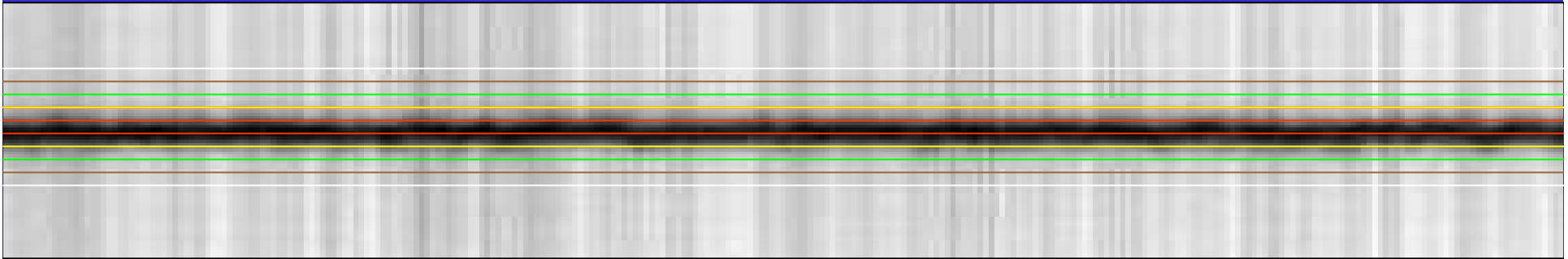
$\lambda = 6301 \text{ \AA}$

$\lambda = 5250 \text{ \AA}$

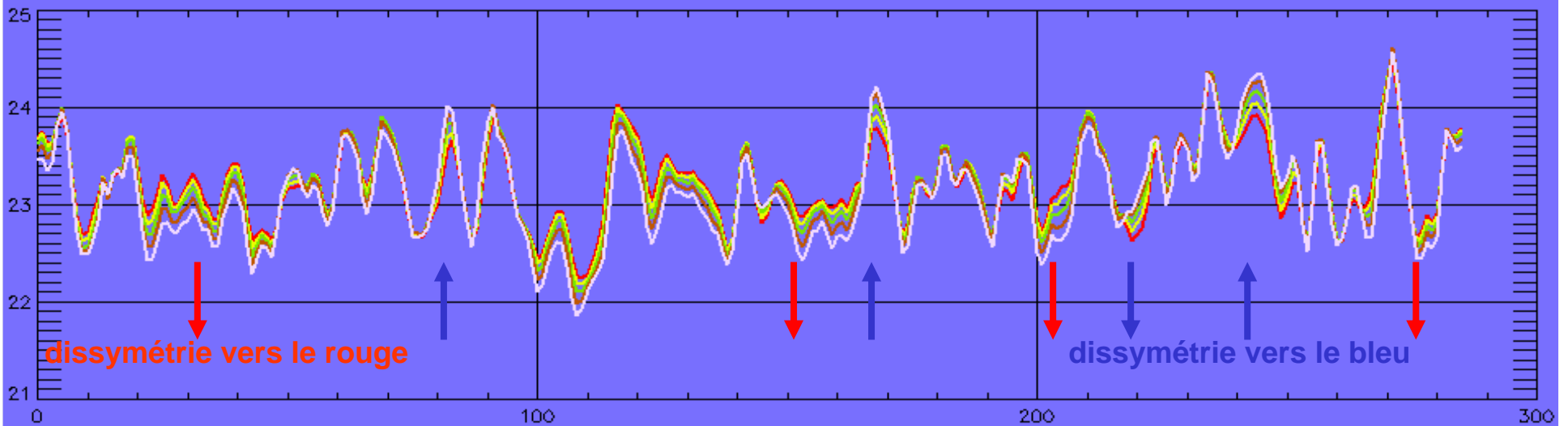


Régions hors-tache: **$B // < 50 \text{ Gauss}$**
 $B // > 100 \text{ Gauss}$

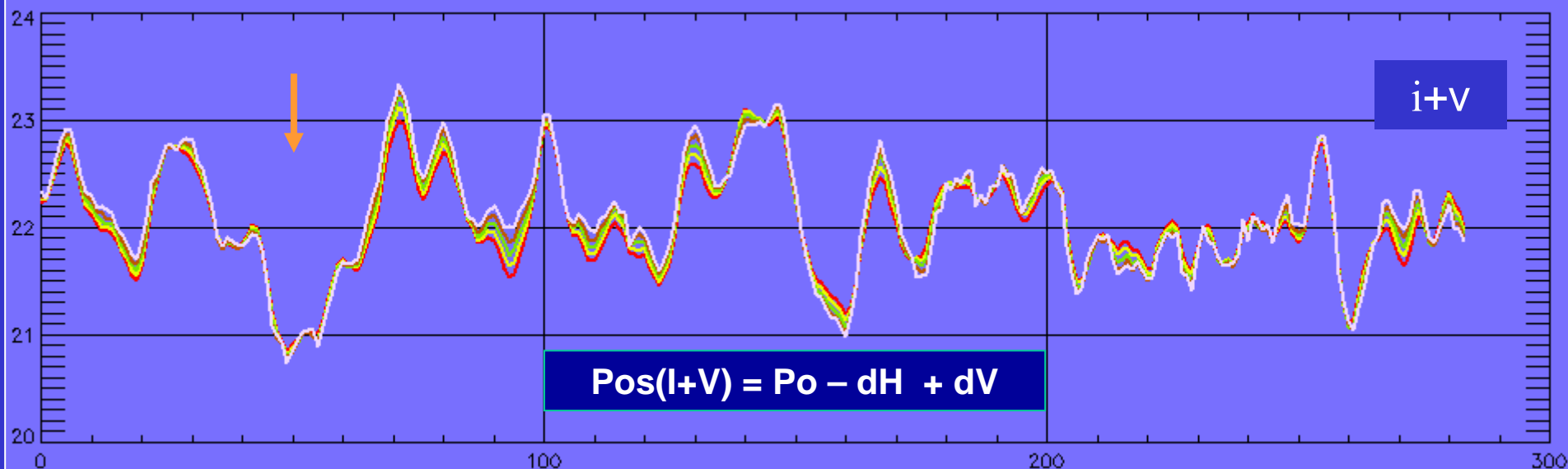
EXEMPLE DE DISSYMETRIE DE PROFILE
raie 5576.10 Å (non sensible à l'effet Zeeman)
la dissymétrie est la même pour les 2 composantes (I+V) et (I-V)



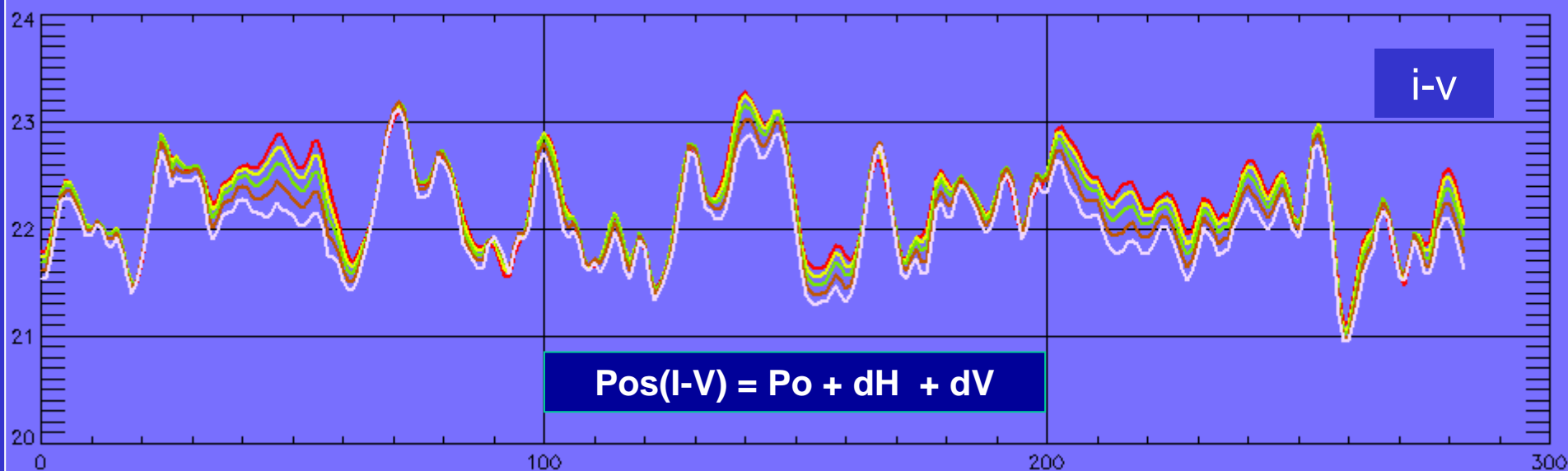
FENTES : LARGEUR= 80 mÅ ECARTEMENTS : TRAIT ROUGE 112 mÅ TRAIT JAUNE 144 mÅ TRAIT VERT 177 mÅ TRAIT BRUN 209 mÅ TRAIT BLANC 241 mÅ



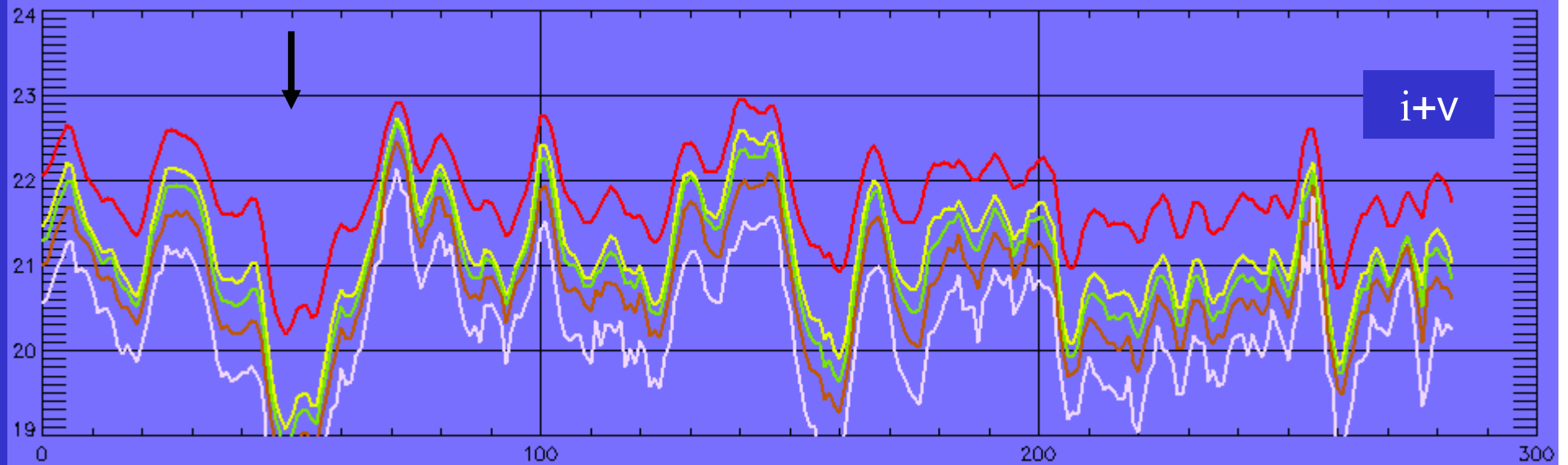
Dissymétrie sur la raie 6301.5 FeI (position du Soleil calme)



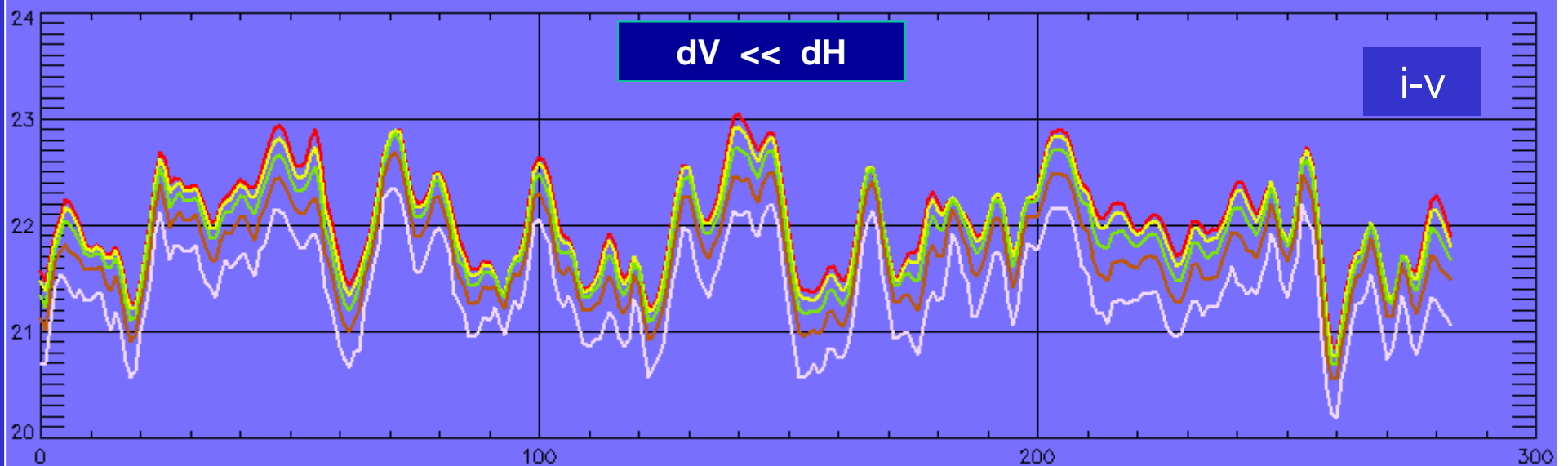
FENTES : LARGEUR= 131 mÅ ECARTEMENTS : TRAIT ROUGE 168 mÅ TRAIT JAUNE 205 mÅ TRAIT VERT 243 mÅ TRAIT BRUN 280 mÅ TRAIT BLANC 318 mÅ



Dissymétrie sur la raie 6302.5 FeI (même position sur le Soleil calme)

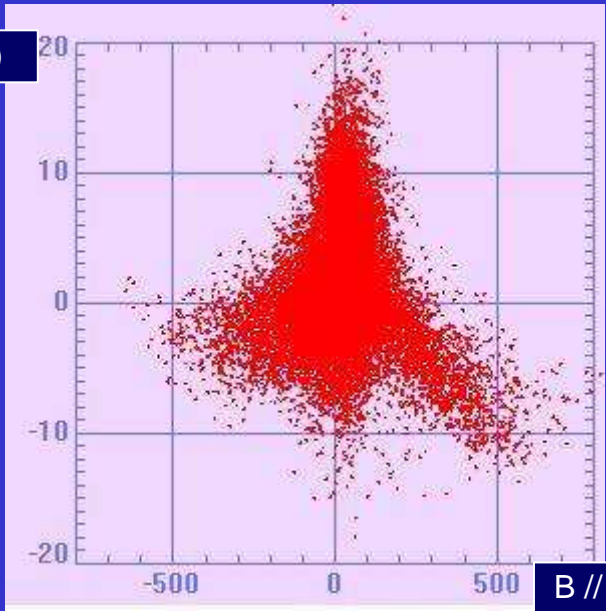


FENTES : LARGEUR= 131 mÅ ECARTEMENTS : TRAIT ROUGE 168 mÅ TRAIT JAUNE 205 mÅ TRAIT VERT 243 mÅ TRAIT BRUN 280 mÅ TRAIT BLANC 318 mÅ



$\lambda = 6301 \text{ \AA}$

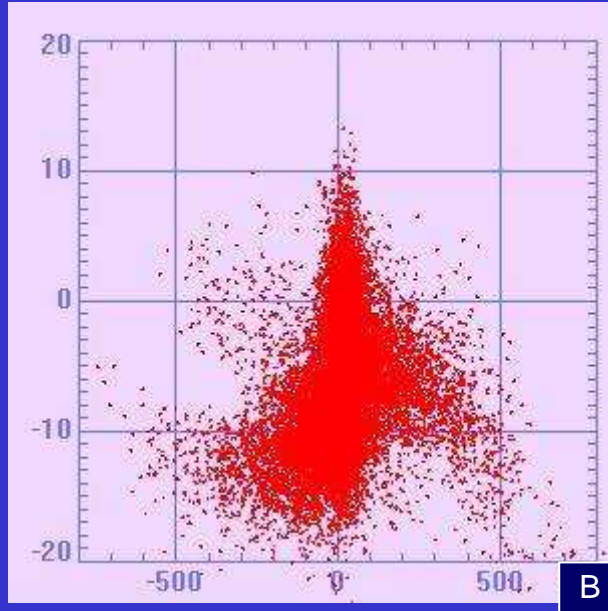
Ecart (mA)



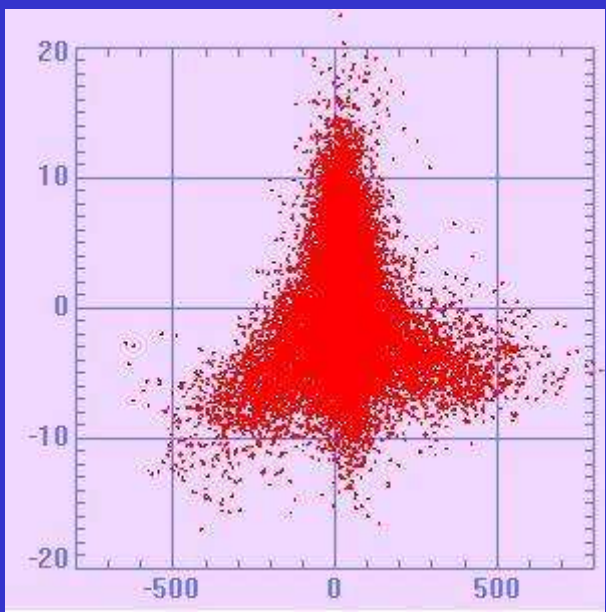
i+v

Ecart (mA)

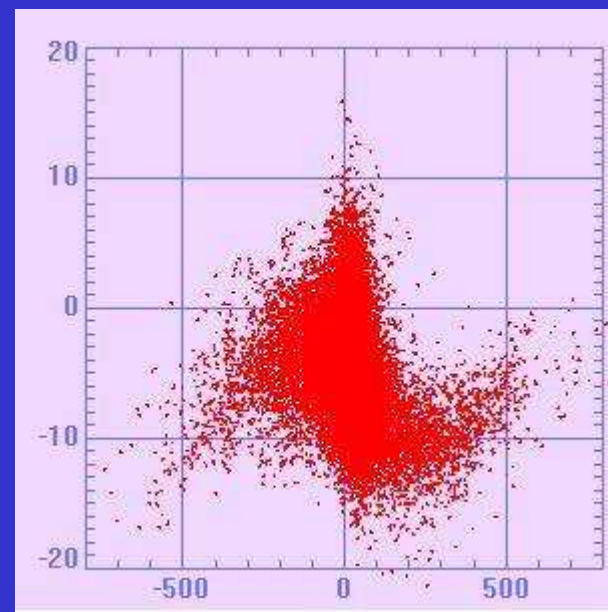
$\lambda = 6302 \text{ \AA}$



i+v



i-v



i-v

Problèmes intéressants

Les dissymétries peuvent être reproduites par des gradients de B et V le long de la ligne de visée comme les dissymétries de Stokes V

(Auer & Heasley, *A&A*, 64,67, 1978) , (Sanchez Almeida & Lites, *Ap.J.*, 398,359, 1992)

Mais problème de l'instabilité des régions actives par les forts gradients de champ B

(Solénki & Montavon, *A&A*, 275, 283, 1993)

Les dissymétries des paramètres de Stokes proviennent-elles des structures du champ B (MicroStructured Magnetic Atmosphere) ?

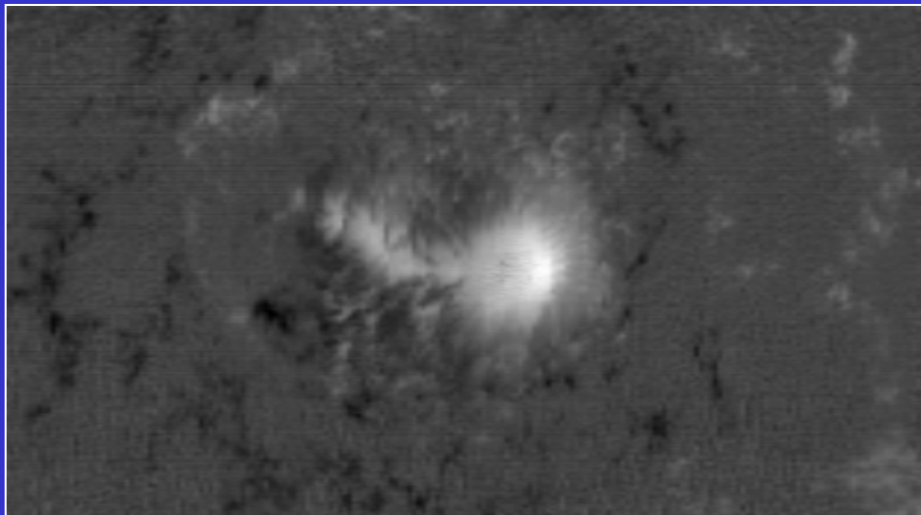
(Sanchez almeida et al., *Ap.J.*, 466,537,1996)

Inversion Unnofit des observations spectropolarimétriques

(Landi Degl 'Innocenti, *Nato ASI Ser*,433, 1994), (Bommier et al., *A&A*, soumis)

Variation de B_{\parallel} et V_{\parallel} dans le domaine d'altitude de la formation de la raie 6302.5 FeI

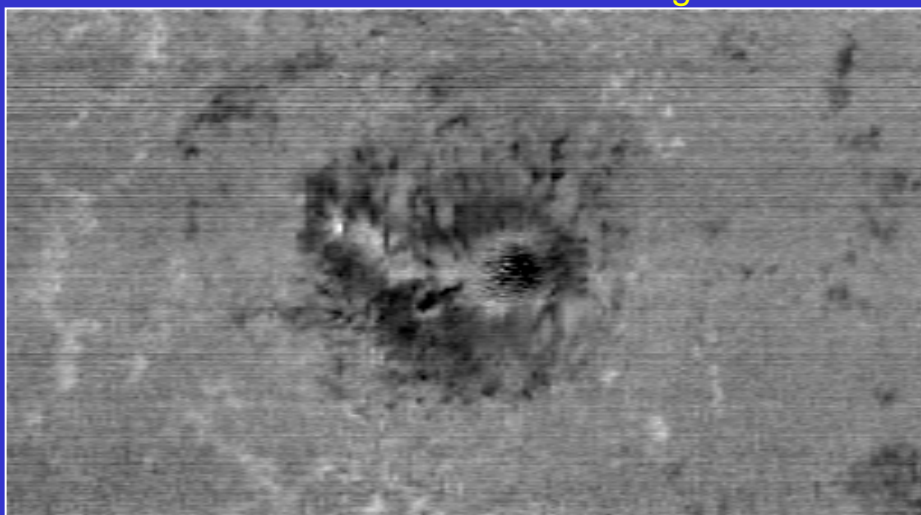
Champ magnétique B_{\parallel} : -823.2 à 2483.9 gauss



Vitesse radiale V_{\parallel} : -1792 à 2370 m/sec.

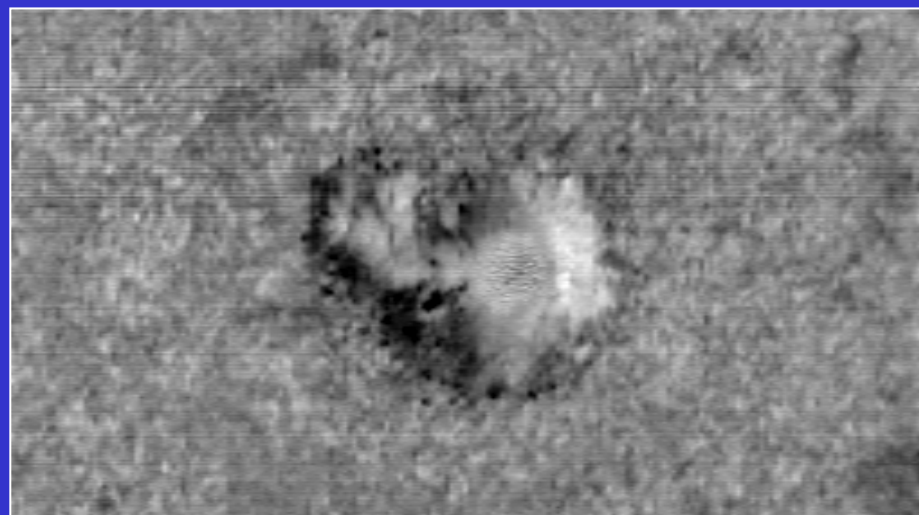


Variation de B_{\parallel} : -200 à +200 gauss



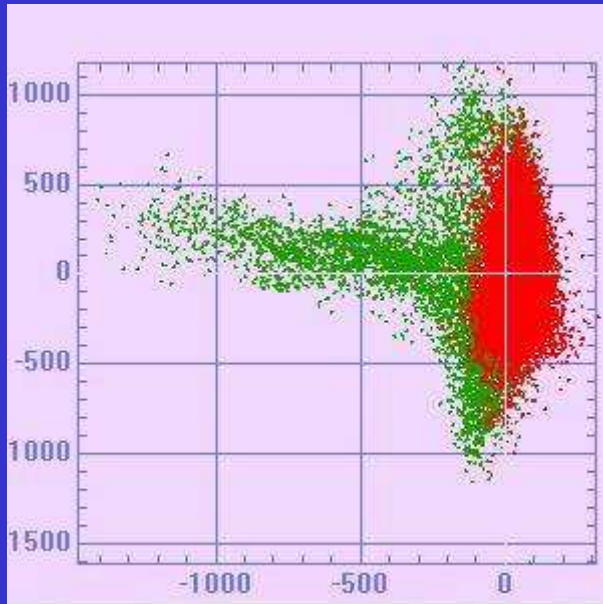
Différence entre fentes de 318 et 168 mÅ

Variation de V_{\parallel} : -800 à +800 m/sec.

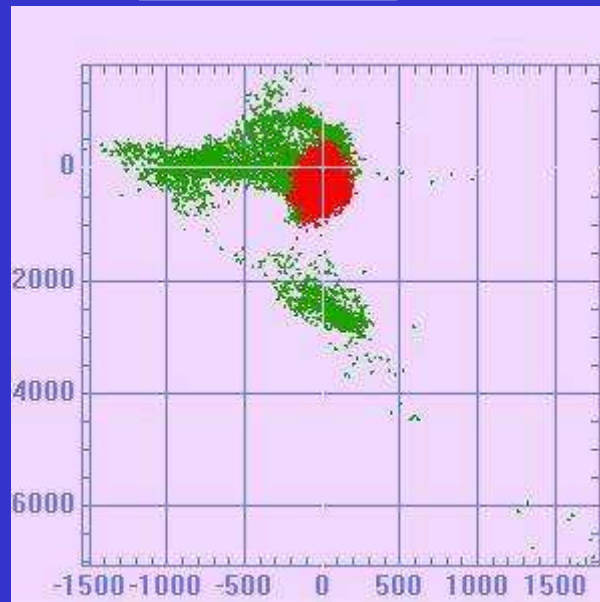


Différence entre fentes de 318 et 168 mÅ

$\lambda = 6301 \text{ \AA}$



$\lambda = 6302 \text{ \AA}$



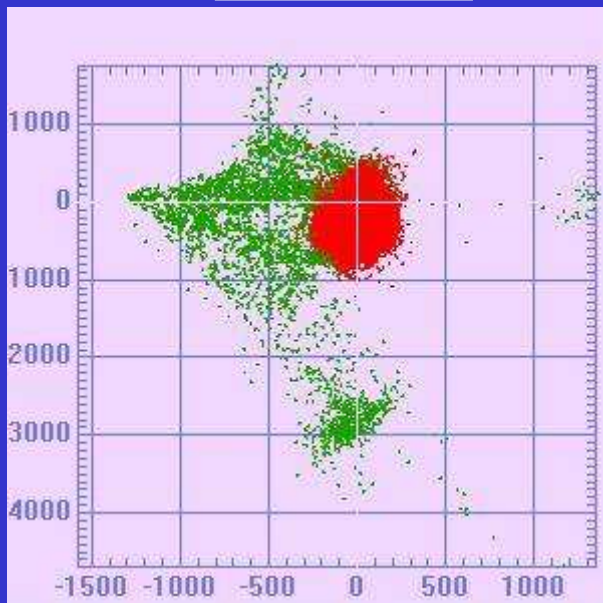
δV (m/s)

Hors tache

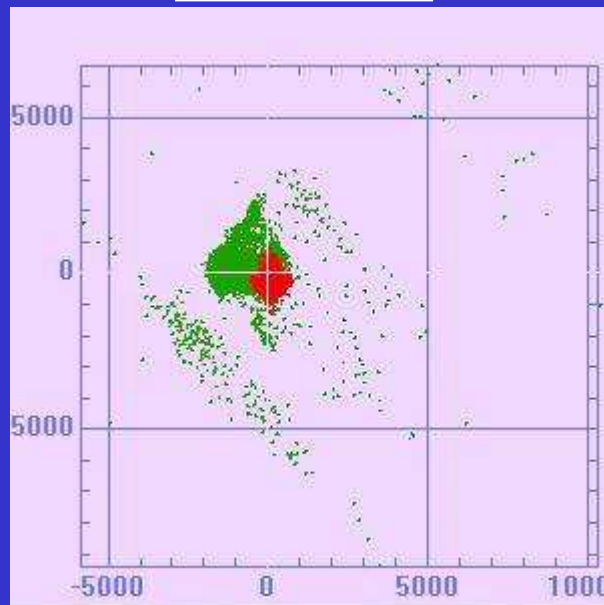
Tache

δB (Gauss)

$\lambda = 5250 \text{ \AA}$



$\lambda = 6150 \text{ \AA}$



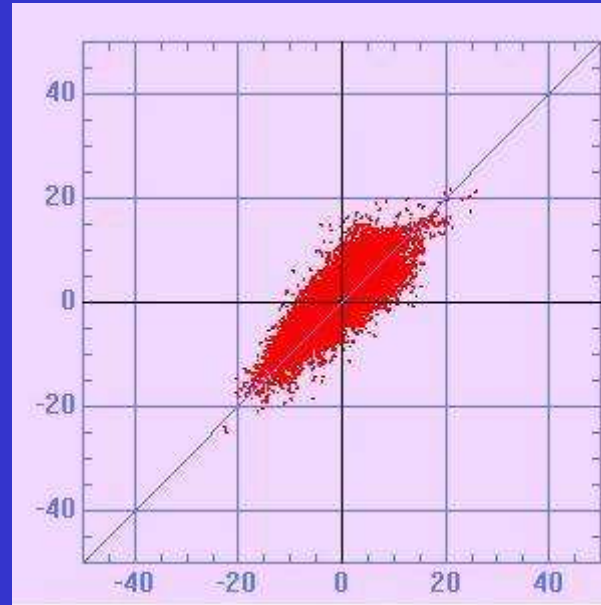
Problèmes intéressants

« Asymmetry » distincte : amplitude bleue > amplitude rouge ?
(Stenflo et al., A&A, 131, 33, 1984)

Relation entre les « asymmetries » et le facteur de remplissage avec
la distance μ
(Martinez-Pillet et al., Ap.J., 474, 810, 1997)

Analyse de « l'asymmetry » multi spectrale et la hauteur de
formation des raies
(Grossmann-Doerth et al., A&A, 285, 1012, 1994; A&A, 357, 351, 2000)

Ecart I-V (mA)

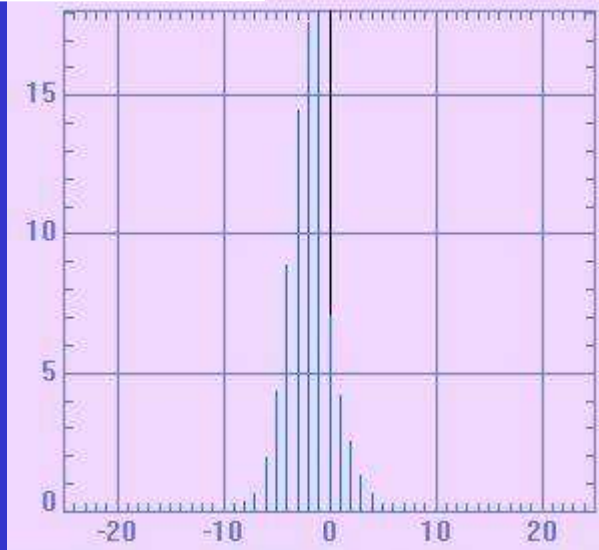


Région hors tache

$\lambda = 6301 \text{ \AA}$

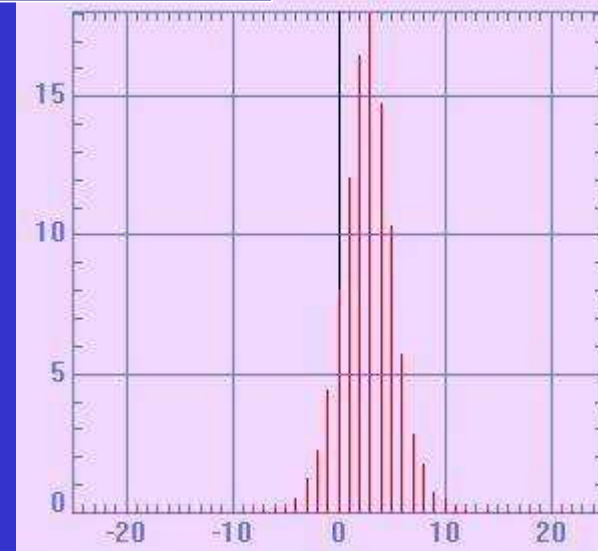
Ecart I+V (mA)

Ecart I+V (%)



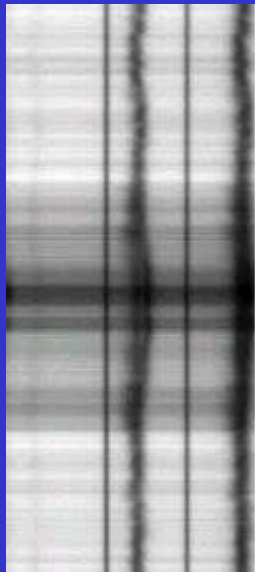
Ecart I-V = 0

Ecart I-V (%)

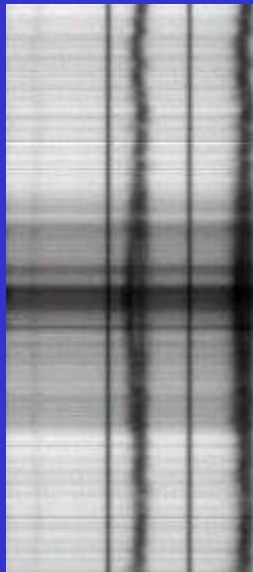


Ecart I+V = 0

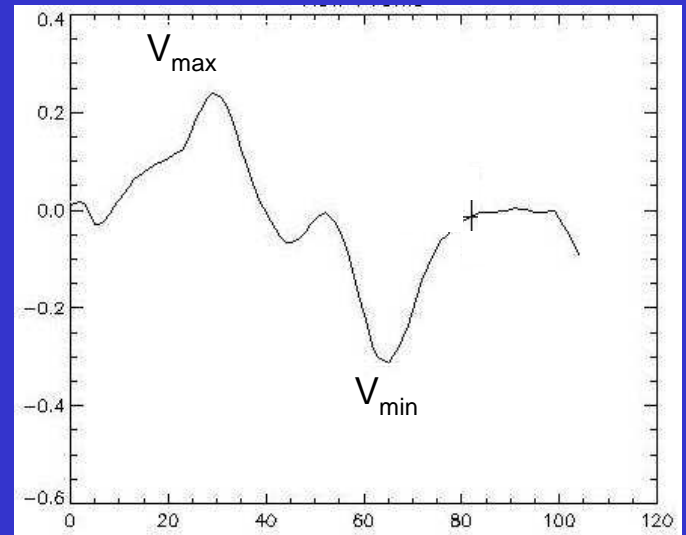
I + V



I - V

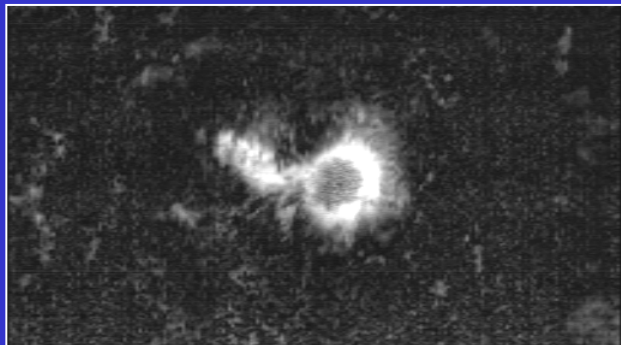


V / I

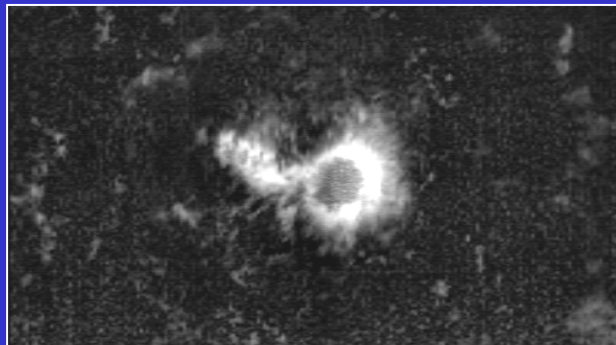


VARIATIONS DU PARAMETRE $V_{max} / (l_c - l)$ EN FONCTION DES DIFFERENTES RAIES

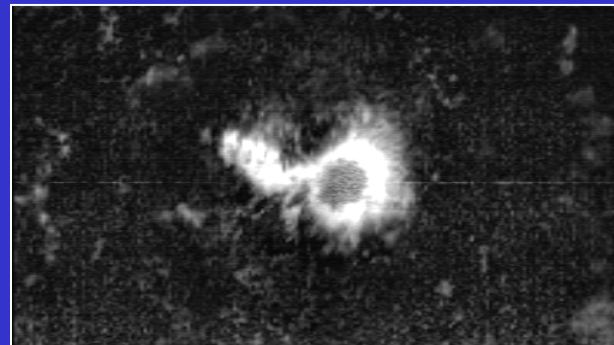
Raie 5247.06 FeI : 0 à 0.602



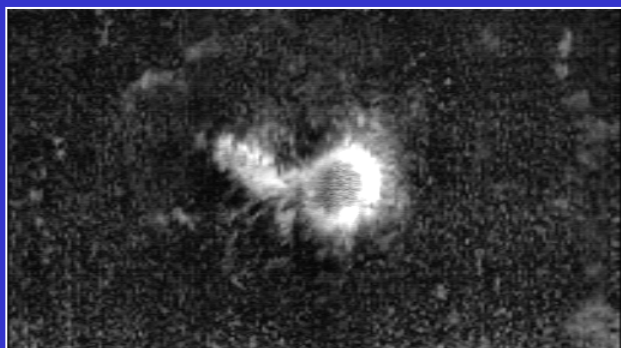
Raie 5247.57 FeI : 0 à 0.636



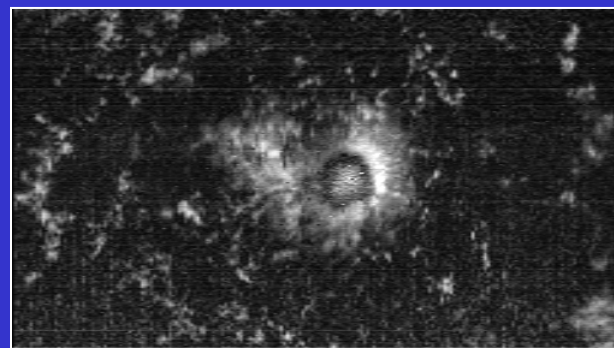
Raie 5250.22 FeI : 0 à 0.639



Raie 5250.65 FeI : 0 à 0.526

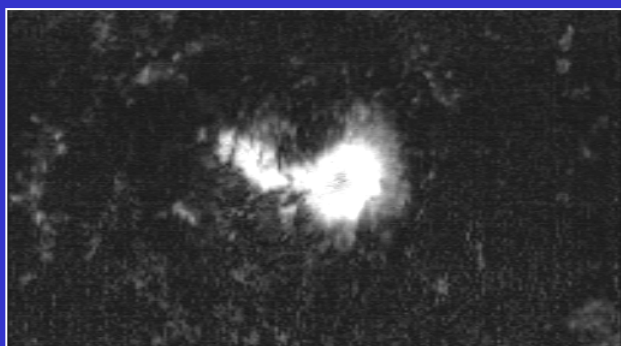


Raie 6149.25 FeII : 0 à 0.198

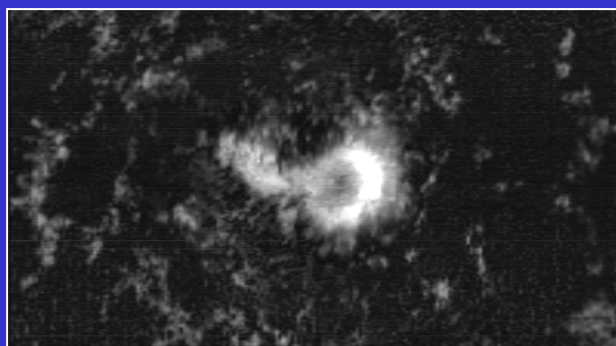


17 Août 1999 - 08:59 TU
REGION ACTIVE No 8668

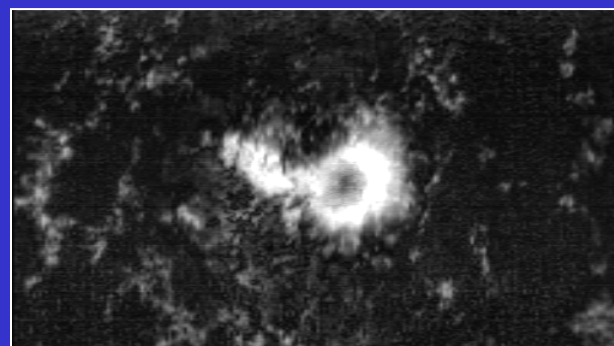
Raie 6151.62 FeI : 0 à 0.531

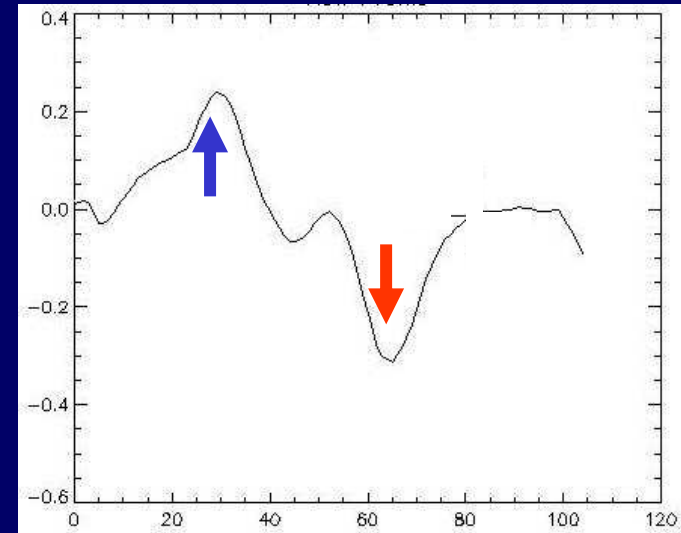
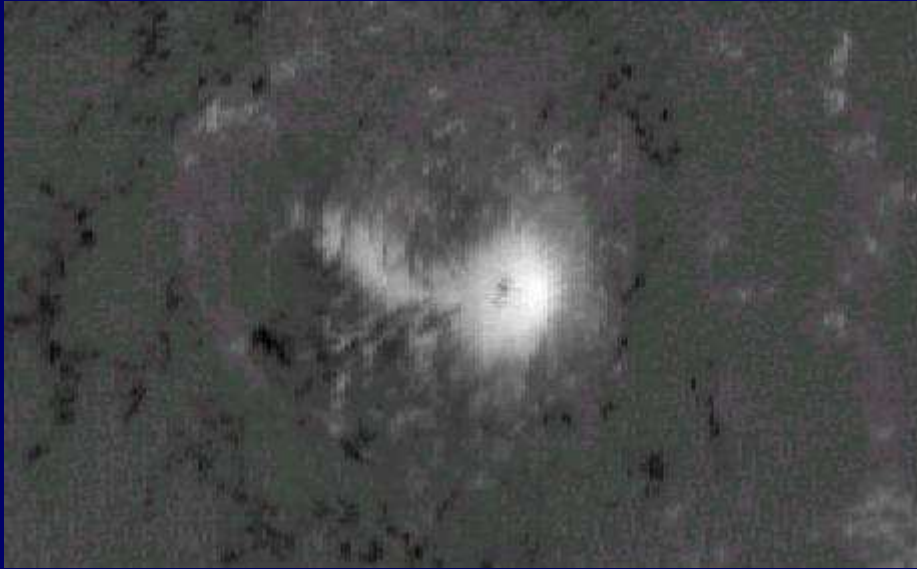


Raie 6301.51 FeI : 0 à 0.480

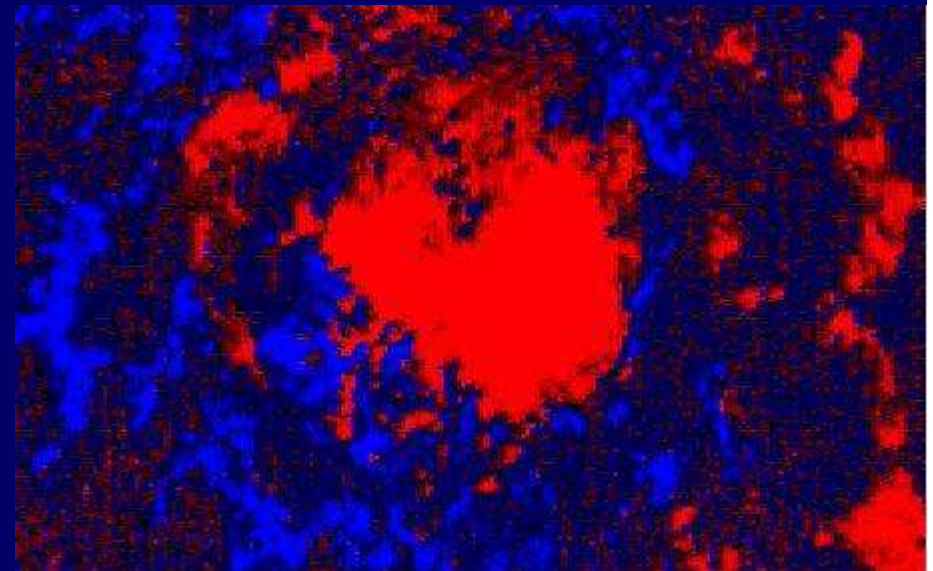


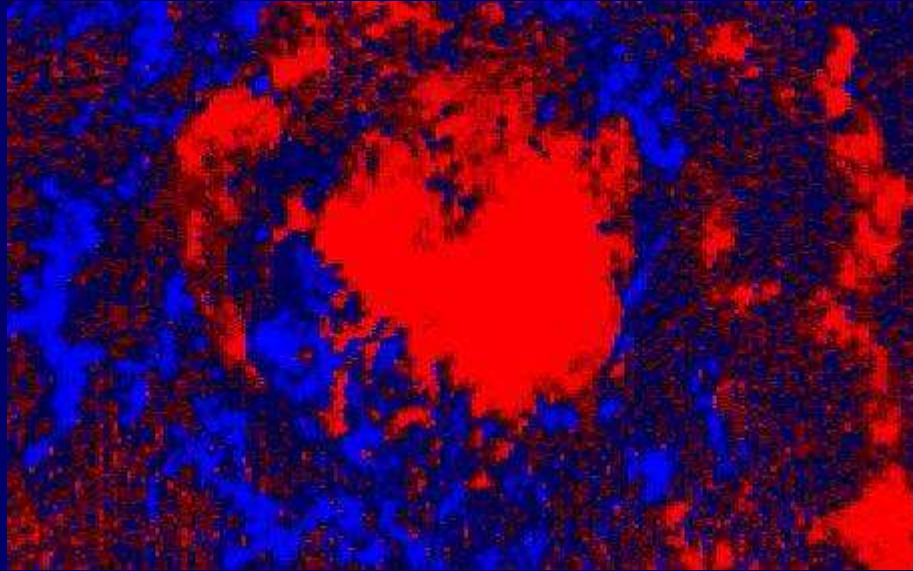
Raie 6302.50 FeI : 0 à 0.542





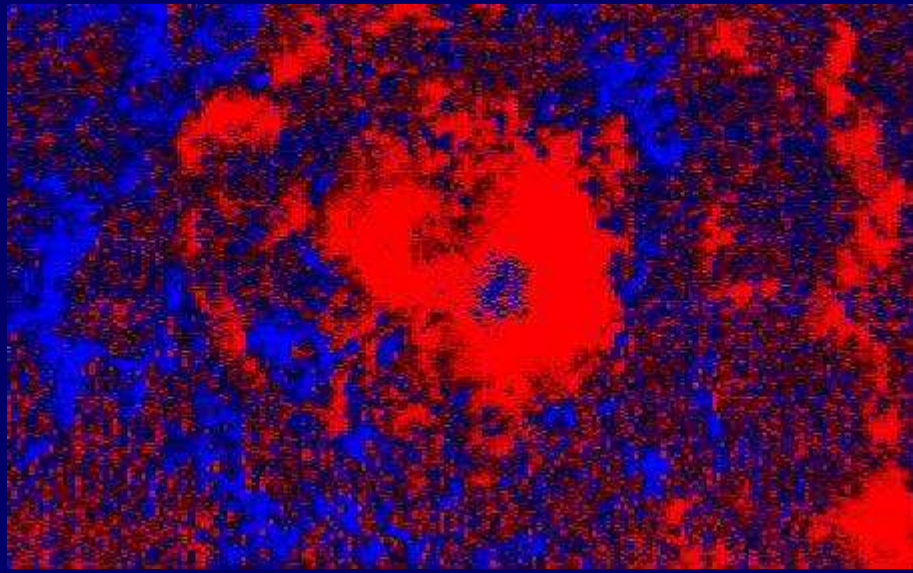
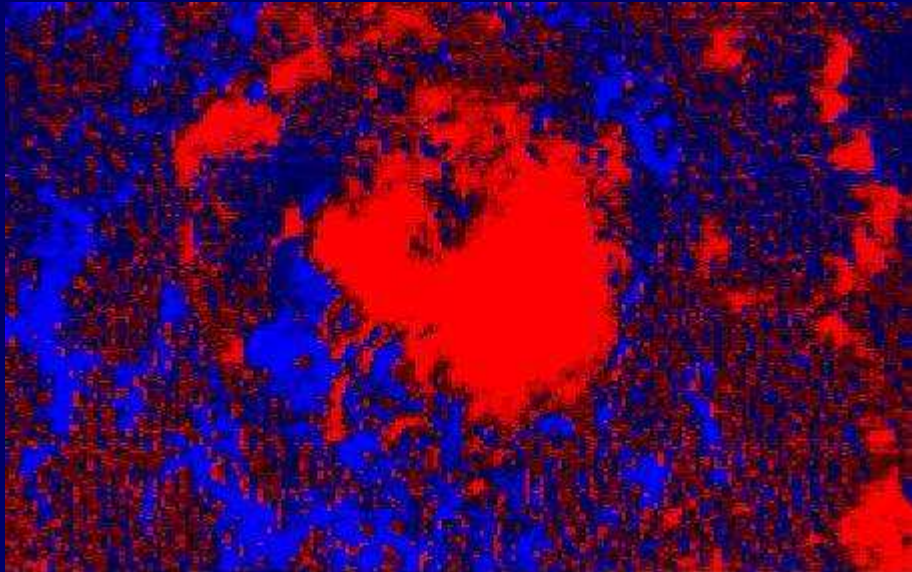
$\lambda = 6302 \text{ \AA}$





$\lambda = 6301 \text{ \AA}$

$\lambda = 5250 \text{ \AA}$



$\lambda = 6150 \text{ \AA}$

Autres problèmes intéressants à étudier

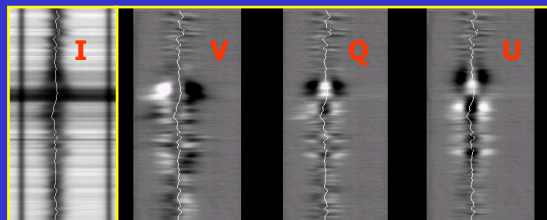
Relation entre Les proto-pores et le décalage rouge des raies ?
(Leka & Skumanich, *ApJ.*,507,454,1998)

Shift nul du zero-crossing en présence de « canopy » magnétique ?
(Grossmann-Doerth et al., *A&A*, 315, 610, 1996)

Relation entre les dissymétries et les oscillations de B ?
(Grossmann-Doerth et al., *A&A*, 357, 351, 2000)

Contraintes sur les paramètres avant inversion + MTR

ξ
 η_0
 $\Delta B //$
 $\Delta V //$
 $T(\lambda)$
 $B \cos \psi$
 θ



Tomographie cohérente

	6150.6 FeI	
5247.6 FeI	6302.5 FeI	5250.2 FeI
6149.2 FeII	6301.5 FeI	5250.6 CrI