

Dynamique des éléments magnétiques de la Photosphère Calme

J. Moity¹, Th. Roudier², J.-M. Malherbe¹, P. Mein¹, S. Rondi²

¹ LESIA, Observatoire de Paris, Section de Meudon,
92195 Meudon Cedex, France

² Laboratoire d'Astrophysique, Observatoire Midi-Pyrénées,
57 Avenue d'Azereix, BP 826, 65008 Tarbes Cedex, France

Il est maintenant bien établi que la majeure partie du flux magnétique émergeant de la photosphère calme est concentré dans de très petites structures, les tubes de flux, à la limite de la résolution des télescopes au sol.

La seule observation des contreparties optiques de ces tubes de flux, les points brillants intergranulaires, ne permet pas d'en aborder la physique sous-jacente, c'est à dire leur dynamique, leurs interactions avec la convection turbulente, l'existence d'une dynamo locale (*Berger & Tittle 2001*).

Il est nécessaire pour cela d'obtenir simultanément des magnétogrammes à haute résolution spatiale (mieux que 0.3 arcsec) et d'une sensibilité d'au moins 20 Gauss (*Muller et al. 2000, Berger & Tittle 2001, Koschinsky et al. 2001, De Pontieu 2002*).

Cette présentation a pour but de montrer les possibilités offertes en matière de magnétographie à haute résolution spatiale par la combinaison d'un nouveau polarimètre avec le spectrographe en mode DPSM de la Lunette Jean Rösch à l'Observatoire du Pic du Midi.

Le polarimètre utilisé ici est différent de celui décrit précédemment (*Malherbe et al. 2004*): il se compose d'une lame Cristal Liquide Meadowlark à retard variable selon la tension qui lui est appliquée, suivie d'un polariseur linéaire très précis de la même marque (transmission 10-5 entre polariseurs croisés).

Une observation, d'une durée totale de 53 minutes, a été effectuée sur la granulation solaire à proximité du C.A. NOAA 0644 situé à 14°E, 12°N le 15 Juillet 2004.

Le polarimètre fonctionnait en analyseur de polarisation circulaire sur la raie Na D1 589.6 nm afin de suivre l'évolution des champs magnétiques longitudinaux dans le champ de la fenêtre du DPSM (13.7x100 arcsec, réduit à 6x80 arcsec après traitement).

Durant l'observation, le seeing a varié de bon à très bon durant 20 minutes, permettant d'exploiter un pixel de 0.13 arcsec sur la caméra CCD.

Nous avons enregistré 57 rafales, chacune composée de 30 couples d'images (I+V; I-V), 2 flat-fields (chacun dans les deux états de polarisation) et un field-stop (éclairage sans la raie, pour délimiter avec précision les bords des 11 canaux du DPSM).

La série se terminait par 2 enregistrements du courant d'obscurité.

Le temps de pose était de 40 ms et les rafales étaient lancées toutes les 50 secondes afin de permettre le filtrage des oscillations solaires de 300 secondes lors du dépouillement (6 analyses par période).

La procédure de dépouillement a déjà été détaillée par ailleurs (*Malherbe et al. 2004*).

Les points importants sont:

- la méthode du bissecteur utilisée lors du dépouillement DPSM pour calculer les images de déplacements de raie dans les deux polarités
- et la sélection des meilleures de ces images dans chaque polarité, leur destreching puis leur sommation afin de conserver la résolution spatiale tout en améliorant le rapport signal/bruit.

Nous avons ainsi obtenu une série temporelle de magnétogrammes et de dopplergrammes à deux altitudes séparées d'environ 160 km dans la photosphère (*Roudier et al. 2001*), ainsi que les images de la granulation nécessaires à l'étude de la dynamique des éléments magnétiques mis en évidence.

L'analyse de ces cartes est actuellement en cours et pour l'illustrer nous pouvons présenter les deux figures suivantes qui ont été obtenues sans sommation (après sommation des meilleures images de la même rafale, le rapport signal/bruit et les barres d'erreur seront améliorés):

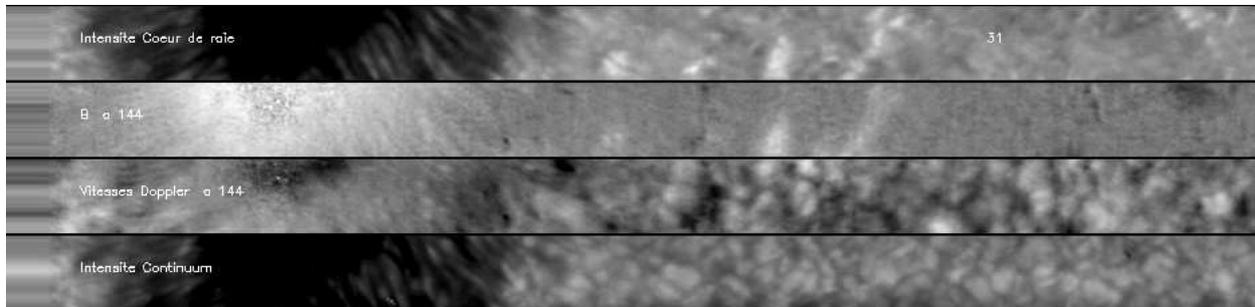


Figure 1: les 4 bandes représentent, de haut en bas: l'image prise dans le coeur de la raie Na D1 avec les zones brillantes liées aux éléments magnétiques _ le champ magnétique radial mesuré à environ 160 km au dessus du niveau du continu _ les vitesses radiales à la même altitude _ l'image prise dans le continu avec la granulation.

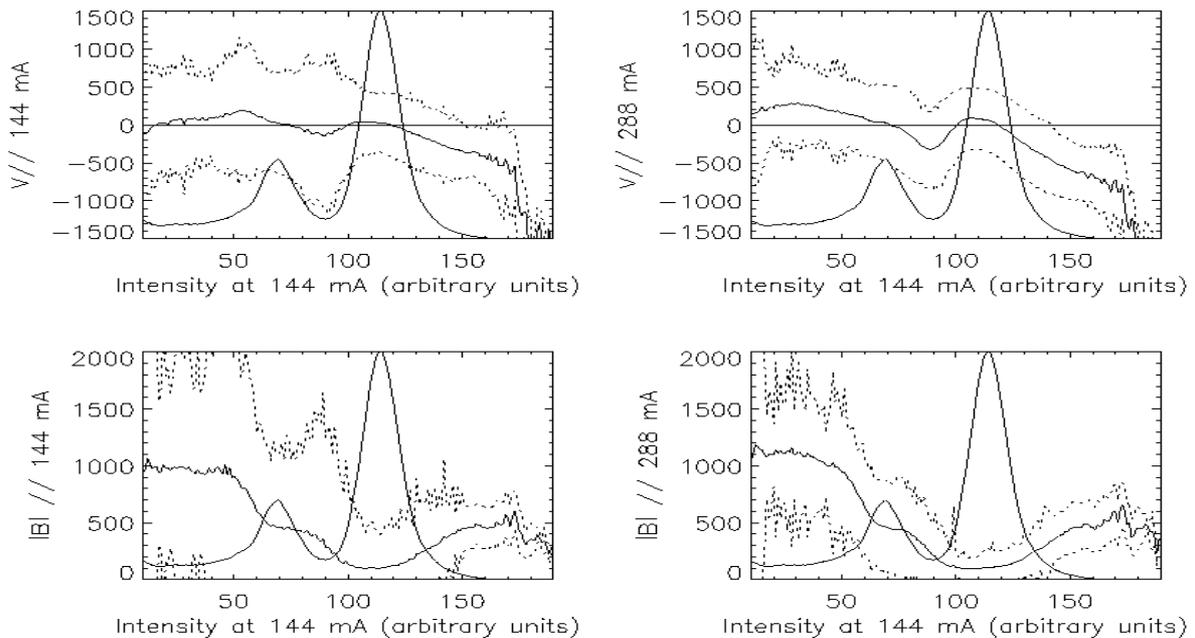


Figure 2: statistiques sur les vitesses radiales $V_{//}$ et le module du champ magnétique radial $|B_{//}|$ à deux altitudes (panneaux de gauche à environ 160 km "au-dessus " des panneaux de droite). La courbe d'allure

gaussienne est l'histogramme des intensités dans l'image à haute altitude: les pixels en dessous du niveau 50 correspondent à la tache visible sur la fig. 1 et ceux au dessus du niveau 150 proviennent des éléments brillants "magnétiques". Les tracés en continu représentent, selon les panneaux, les vitesses ou le module des champs magnétiques en fonction de l'intensité; les tracés en pointillé indiquent les limites des barres d'erreur. On constate des vitesses faibles dans la tache et de fortes vitesses descendantes dans les éléments brillants. Le champ magnétique mesuré est d'environ 1000 Gauss dans la tache, très faible dans les "zones calmes" et remonte à environ 500 Gauss dans les éléments brillants. Les barres d'erreur sont très importantes dans les zones où l'on capte peu de photons (la tache) et se réduisent dans les zones brillantes.

Références:

- Berger, T.E., & Tittle, A.M. 2001, ApJ, **553**, 449
De Pontieu, B. 2002, ApJ, **569**, 474
Koschinsky, M., Kneer, F., & Hirzberger, J. 2001, A&A, **365**, 588
Malherbe, J.-M., Roudier, Th., Mein, P., Moity, J., & Muller, R. 2004, A&A, **427**, 745
Muller, R., Dollfus, A., Montagne, M., Moity, J., & Vigneau, J. 2000, A&A, **359**, 373
Roudier, Th., Eibe, M.-T., Malherbe, J.-M., et al. 2001, A&A, **368**, 652