

**W 266**

**GROUPE SPECIALISE « SOLEIL »**

**RAPPORT D'ACTIVITE**

**JUILLET 1975**

**USUEL**

**(11169)**





GROUPE SPECIALISE "SOLEIL"

Rapport d'activité

Juillet 1975

OCA-NI-011 89

OBSERVATOIRE	
♦	7 OCT. 1975 ♦
PA. 127	
DE NICE	

W/266

usuel OCA

OCA-NI-011169



W266  
usuel OCA

## TABLE DES MATIERES

Numérotez vous-même les pages de votre fascicule

- 1-2- Hydrodynamique stellaire (Nice)
- 3- Structures fines et champs de vitesse dans la photosphère et la chromosphère (Meudon)
- 4- Analyse de la granulation solaire (Nice)
- 5- Oscillations photosphériques à grande échelle (Nice)
- 6- Equipe Photosphère (Pic du Midi)
- 7- Abondances solaires et polarisation des raies de Fraunhofer (Nice)
- 8- Equipe Chromosphère Solaire (DASOP - Meudon)
- 9- Observations interférométriques du soleil à 8,6 mm (Bordeaux)
- 10-11- Expérience "hélium solaire" (LPSP - Verrieres)
- 12-13- Champs magnétiques photosphériques (DASOP - Meudon)
- 14-15- Laboratoire d'observations systématiques et de dépouillement d'observations solaires (DASOP - Meudon)
- 16-17-18- Groupe "Activité Solaire" (I.A.P.)
- 19- Taches solaires (DASOP - Meudon)
- 20- Equipe "Couronne Solaire" (Nice)
- 21- Laboratoire "Physique du Système Solaire" (DASOP - Meudon)
- 22- Equipe Couronne et Protubérances (Pic du Midi)
- 23-24- Equipe Couronne (DAPHE - Meudon)
- 25-26- Création d'une station d'altitude à Saint-Véran
- 27-28-29- Equipe D2B Solaire (LPSP Verrieres)
- 30-31- Groupe du Radiohéliographe (DASOP - Meudon)
- 32- Groupe de Radioastronomie Spatiale (DESPA - Meudon)
- 33-34- Spectrographie de la couronne en ondes décimétriques (DASOP - Meudon)
- 35- Etude des poussières circumsolaires (I.A.P. - L.A.S.)
- 36- Centre de prévision de l'activité solaire (DASOP - Meudon)



## Equipe "Hydrodynamique Stellaire"

Observatoire de NICE

Mme BERTHOMIEU G.

M. GONCZI G.

M. GRAFF Ph.

M. LATOUR J.

Mme PROVOST J.

M. SOUFFRIN P.

M. ZAHN J.-P.

L'équipe d'Hydrodynamique Stellaire étudie la dynamique de l'enveloppe et des couches extérieures du Soleil et des étoiles; en particulier les problèmes liés aux oscillations photosphériques et chromosphériques découvertes par Leighton (1962) et dont l'observation est poursuivie à Nice par l'équipe de Physique Solaire. Ce sont essentiellement des problèmes d'instabilité d'ondes acoustiques dans certaines zones du Soleil (Gonczi, Graff) et des problèmes de propagation et de filtrage de ces ondes à travers la photosphère et la chromosphère solaire (Provost). L'Equipe s'intéresse d'autre part aux processus de génération et de dissipation des ondes acoustiques que l'on croit responsables de l'existence des chromosphères et éventuellement des couronnes stellaires. Les ondes acoustiques se propageant dans une atmosphère de densité décroissante forment des ondes de choc et dissipent ainsi leur énergie. La théorie de la formation des ondes de choc et de leur dissipation en milieu stratifié est en plein développement (Souffrin). Dans les étoiles chaudes qui n'ont pas de zone convective, le problème de la génération des ondes acoustiques n'a pas été résolu de façon convaincante et passe par l'étude de la stabilité de ces ondes dans une atmosphère soumise à un fort champ de rayonnement (Berthomieu, Provost). Un autre axe de recherche de l'équipe est l'étude des propriétés hydrodynamiques de la convection thermique stellaire. Deux membres de l'équipe y participent : J.-P. Zahn et J. Latour en collaboration avec des chercheurs américains J. Toomre et E. Spiegel et australien R. van de Borgh.

P. Souffrin a étudié les conditions d'application de critères d'instabilité dits "quasi-adiabatique" et "de l'intégrale d'énergie". Il apparaît que ces méthodes ne sont pas applicables de façon convaincante en particulier dans le cas des oscillations invoquées pour comprendre l'oscillation photosphérique solaire, et une généralisation étendant les conditions d'application est à l'étude. D'autre part, avec A. Mangeney, l'étude de la propagation des ondes de choc dans une atmosphère stratifiée a été reconsidérée, et une étude numérique est en cours.

Le travail de Ph. Graff consiste à discuter l'efficacité d'une instabilité mise en évidence par Spiegel en 1963 et due à l'effet de la force d'Archimède sur les ondes acoustiques dans un milieu à gradient de température suffisamment élevé. La méthode utilisée est semi-analytique. D'une part elle permet



d'adopter un modèle stellaire relativement réaliste : un modèle donné est en effet approché par une suite de couches à gradient de température constant mais en tout point, la température, la pression et la masse volumique sont continues et obéissent aux équations d'état et d'équilibre hydrostatique. D'un autre côté, une description simplifiée de la dissipation (loi de Newton) permet de donner aux fonctions décrivant les ondes une expression analytique. L'ordinateur n'intervient que pour calculer des fonctions spéciales et pour résoudre des équations ordinaires. Un programme de calcul qui est maintenant opérationnel a été réalisé. Il est appliqué actuellement au modèle solaire de J. Latour à partir de l'altitude 0 ( $\tau_{5000} = 1$ ) jusqu'à une profondeur de 30 000 km environ; cette tranche des couches extérieures du Soleil comprend la région à gradient suradiabatique qui semble exister au sommet de la zone convective et qui est favorable au fonctionnement de l'instabilité étudiée.

Dans le même domaine le but du travail poursuivi par G. Gonczi est d'étudier l'existence d'instabilités des ondes de pression dans l'enveloppe solaire. L'étude hydrodynamique avec dissipation radiative se fait à l'aide d'un modèle numérique calculé par J. Latour. Actuellement le travail s'oriente vers la mise en pratique d'une méthode décrite par Rosseland (1949) devant en principe permettre de calculer le coefficient d'instabilité en partant uniquement des fonctions propres des équations adiabatiques. Il semble que cette méthode, quoique décrite de façon incomplète, doive malgré tout conduire au résultat cherché. Elle ne nécessite que la mise au point du calcul des fonctions propres adiabatiques en cours en ce moment.

Afin de connaître de façon précise le spectre des fréquences propres des modes d'oscillation solaires susceptibles d'intervenir dans la dynamique des couches extérieures du Soleil, G. Berthomieu a mis en oeuvre, en collaboration avec A. Rocca, une méthode asymptotique de détermination des fréquences propres des modes d'oscillation non radiaux d'harmoniques élevés du Soleil. Les résultats du calcul numérique effectué avec un modèle de zone convective solaire de J. Latour ont donné le spectre pour des fréquences assez élevées mais ne sont plus valables pour les fréquences trop basses pour lesquelles les oscillations sont les plus superficielles.

J. Provost étudie le filtrage des ondes générées dans les profondeurs du Soleil à leur traversée de la photosphère et de la chromosphère. Le calcul est fait avec un modèle solaire réaliste limité en haut de la chromosphère par une condition schématisant l'existence d'une couronne chaude. Les ondes sont générées par une excitation statistiquement stationnaire qui évite d'introduire des résonances arbitraires. Cette étude est dans son principe indépendante du mécanisme responsable de la génération des ondes (turbulence, dans le haut de la zone convective, instabilités, ...) et débouche sur le calcul de grandeurs qui peuvent être confrontées avec l'observation (spectre de puissance spatiotemporel, spatial et temporel du champ de vitesse solaire).

J. Provost, A. Rocca et G. Berthomieu étudient la stabilité des ondes acoustiques dans une atmosphère d'étoile chaude, c'est-à-dire soumise à un fort champ de rayonnement. Hearn (1972) prétend avoir mis en évidence une instabilité de ces ondes, mais ses calculs font appel à une hypothèse d'équilibre parfait entre la pression du



rayonnement et celle due à la gravité qui n'est pas réalisée dans les étoiles. D'autre part l'instabilité trouvée semble être de type convectif. Pour éclaircir ce point, un modèle d'atmosphère a été élaboré avec lequel des calculs en cours permettront de tester l'existence d'une telle instabilité.

Se basant sur l'approximation anélastique (filtrage des ondes sonores), un modèle de zone convective stellaire (étoiles de type A) a été étudié numériquement de façon extensive par J.-P. Zahn, J. Latour et J. Toomre. Différents types de convection cellulaire ont été introduits (rouleaux, hexagones) et cette étude a montré l'importance de la pénétration des mouvements convectifs dans les zones stables qui entourent la zone convective. Dans le cas présent, ils suffisent à coupler deux zones convectives séparées d'environ trois échelles de hauteur de pression. J. Latour a précisé les propriétés de l'approximation mean-field (qui négligent certaines non linéarités des équations de conservation) pour les très petits nombres de Prandtl. Dans ce cas, c'est la non linéarité de la pression turbulente qui est responsable des propriétés de transport du fluide. Une théorie analytique, dans l'approximation incompressible, basée sur une méthode de développement en série et raccordement de couches limites ne donne pas de résultats satisfaisants quant à la variation du flux convectif avec le nombre d'onde horizontal des perturbations. Le modèle numérique de ces équations qui a été développé à l'Institut for Space Studies, montre bien l'inhibition du flux convectif par la pression turbulente.

L'effet du transfert radiatif sur la convection pénétrative est maintenant étudiée par J. Latour et J. Massaguer (boursier E.S.R.O.) de l'Université de Barcelone, à l'aide d'un modèle numérique simple.

Response of an isothermal bounded atmosphere to an applied random body force. BERTHOMIEU, G. 1974, Solar Physics 28, 3.

Response of a bounded atmosphere to a non resonant excitation. PROVOST, J. 1975, Solar Physics 40, 257.

The structure of stellar convection zone.

I Approximations.

II Application to A type stars.

LATOUR, J., SPIEGEL, E.A., TOOMRE, J., ZAHN, J.-P.,  
submitted to Ap. J.







Structures fines et champs de vitesses dans la photosphère et la chromosphère.

Membres de l'équipe :

R. Barthalot (T), M. Lévy (C), N. Mein (C),  
P. Mein (C), B. Schmieder (C).

1°) Etude de la granulation solaire.

Après les analyses statistiques des fluctuations de brillance sur le disque réalisées à partir de clichés d'éclipse partielle, un modèle très schématique de cellules convectives en damier a été proposé et étudié vis à vis des échanges radiatifs. C'est l'objet de la thèse de M. Lévy soutenue en 1974 (A. et A., 31, 451, 1974).

2°) La propagation des ondes a été étudiée sous deux aspects différents :

a) dans les basses couches (photosphère) : des séquences de spectrogrammes obtenus à Meudon et à Sac-Peak ont été dépouillées (R. Barthalot et B. Schmieder). De nombreuses courbes de vitesses et d'intensités de raies ont été analysées au cours du temps avec prise en considération des fluctuations de densité de la matière en même temps que de température et vitesse. Deux études théoriques sont confrontées aux observations: la première traite de façon simplifiée des échanges radiatifs, mais considère tous les types d'ondes hydrodynamiques à propagation verticale ou oblique, la seconde réalise un traitement numérique complet de la dissipation radiative, mais se limite aux ondes à propagation verticale (B. Schmieder).

b) dans les couches plus élevées (chromosphère) : en vue d'élucider les problèmes de chauffage de la couronne en particulier, des séquences de spectrogrammes ont été réalisées à Sac-Peak en 1973 à des fréquences relativement élevées (7 sec entre deux clichés successifs). De nombreuses raies sont étudiées simultanément. La quantité d'informations est très grande et le dépouillement n'est pas terminé. Spectres d'énergie, vitesses de phase, etc.. montrent la complexité des propagations d'ondes dans la chromosphère : ondes magnéto-acoustiques, ondes d'Alfvén, ondes de choc ??.. (N. Mein).

3°) La structure de la chromosphère a été étudiée à partir des raies de Balmer.

Un premier article a été publié grâce à des observations obtenues à Sac-Peak au bord du disque. Il donne les paramètres moyens de l'atmosphère en vue de la constitution d'un modèle inhomogène ; il confirme l'absence du double bord en H $\alpha$  (SP 40, 317, 1975). Toujours à partir d'observations effectuées

à Sac-Feak, un autre article est en préparation concernant les structures observées au centre disque en  $H\alpha$  et  $H\beta$ .

Un programme de calcul de raies hors E.T.L. a été écrit à partir d'une méthode de  $\lambda$  itération améliorée, en vue d'une prise en considération du transfert horizontal du rayonnement (P. Mein - N. Mein).

4°) La technique d'observation par double passage soustractif est devenue opérationnelle à la tour solaire où elle fonctionne avec 7 canaux. Elle fournit une information à 4 dimensions (image sur le disque x profil de raie x temps) ; un programme de calcul fournit les cartes de vitesses, d'intensités, de largeur Doppler pour chaque cliché après dépouillement au C.D.C.A. La résolution spatiale n'est pratiquement limitée que par l'atmosphère de Meudon.

La météorologie a permis de bonnes images en Juin 1975, observation de la chromosphère calme et de quelques filaments en  $H\alpha$  (P. Mein en collaboration avec l'équipe Tour et l'équipe "Observations systématiques").

Parmi les programmes à venir nous envisageons en particulier l'étude des centres actifs et des phénomènes transitoires et prééruptifs en collaboration avec les équipes "champs magnétiques", "observations systématiques" et "Radiohéliographe". Nous prévoyons des observations simultanées avec la Tour, le Grand Sidérostet et le Radiohéliographe, ainsi que les routines de Meudon pour la détection des centres intéressants.

Un dispositif de double passage à une dizaine de canaux est en préparation sur le spectrographe de la lunette tourelle du Pic du Midi en collaboration avec l'équipe Chromosphère, plus particulièrement pour l'étude au bord (spicules). Un autre enfin à plus grand champ et permettant d'observer 2 raies simultanément est projeté pour l'Observatoire Européen des Canaries.



l'autocorrélation, formules de Rogerson et Uberoi, ...) et développé des méthodes de calcul nouvelles ou peu connues, en nous intéressant plus particulièrement aux méthodes fournissant le meilleur rapport signal/bruit.

C. AIME a présenté au J.O.S.O. meeting qui s'est tenu à Florence, une étude théorique du contraste de la granulation observable selon la taille de l'instrument utilisé. Dans cette étude, il a montré que l'énergie s'équipartit entre hautes et basses fréquences et qu'il existe un diamètre optimal fournissant le meilleur contraste pour une turbulence donnée, bien que le rapport signal/bruit soit une fonction croissante du diamètre instrumental.

Parallèlement, nous avons entrepris une expérience de type interférométrie de Michelson. Si l'on suppose que le spectre de l'énergie turbulente suit une loi de Kolmogorov, on montre que la turbulence se caractérise par un paramètre  $r_0$  définissant le diamètre instrumental pour lequel il n'y a pas d'effet de turbulence, et la résolution équivalente d'un télescope quelle que soit sa taille dans le cas de poses longues. Si donc on regarde un objet céleste à travers deux petites pupilles de diamètre inférieur ou égal à  $r_0$  sur chacune d'elles l'onde issue d'un point source apparaîtra comme plane. L'effet de la turbulence se réduit à un déphasage entre les deux pupilles, déphasage déplaçant les franges aléatoirement, sans effet sur le contraste donc sur la densité spectrale.

Des premiers résultats utilisant des pupilles de 1 à 2 cm ont été obtenus à Nice et à Sacramento Peak. Ces pupilles définissent un filtre spectral étroit. Le contraste observé est faible, mais mesurable et permet en utilisant une forme connue de la densité spectrale d'en déduire le contraste réel de la granulation solaire.

G. RICORT a ainsi obtenu une évaluation de ce contraste de 11%.

C. AIME espère obtenir à Kitt Peak une forme de la densité spectrale plus précise, ce qui permettra d'affiner ce résultat.

#### PUBLICATIONS RECENTES

C. AIME - 1974 J. Opt. Soc. Am. 64, 1129

C. AIME, J. DEMARCQ, E. FOSSAT et G. RICORT - 1974 Nouv. Rev. Opt, 5, 2

G. RICORT, C. AIME et E. FOSSAT - 1975 Nouv. Rev. Opt. (sous presse)

G. RICORT, C. AIME et E. FOSSAT - 1974 Astron. and Astrophys. 37, 105

C. AIME et G. RICORT - 1975 Astron. and Astrophys. (sous presse)

# ANALYSE STATISTIQUE DE LA GRANULATION SOLAIRE

---

Claude AIME

Gilbert RICORT

Eric FOSSAT

Département d'Astrophysique de l'Université de Nice

Gérard GREC

François RODDIER

L'étude des propriétés statistiques des fluctuations de brillance de la granulation solaire se fait généralement en utilisant une analyse par balayage d'un spot sur l'image.

En ce qui concerne les clichés photographiques, on étudie les propriétés statistiques des fluctuations de brillance déduites des fluctuations de densité des photographies. Pour tous les clichés analysés, le signal s'est avéré très faible au-delà des fréquences de l'ordre de  $(1'')^{-1}$ . Le bruit de fond dû au grain de la plaque photo est alors de l'ordre de grandeur du signal et tout écart à la linéarité des plaques prend une importance considérable.

Nous nous sommes alors orientés vers une analyse photoélectrique par balayage mécanique de l'image solaire au foyer du télescope. Des premières expériences concluantes ont été faites au Coudé de l'Observatoire de Nice (Publications en cours). C. AIME en réalise actuellement d'autres à l'Observatoire de Sacramento Peak, ainsi qu'à celui de Kitt Peak, en collaboration avec J.W. HARVEY (avril-juin 1975).

Pour figer la turbulence atmosphérique, ces balayages doivent se faire à vitesse rapide, ce qui augmente le problème du bruit et donne un signal unidimensionnel. Pour rendre compte de la réalité physique du phénomène, tout autant que pour corriger des effets instrumentaux ou atmosphériques, il est nécessaire de calculer la densité spectrale spatiale bidimensionnelle. Nous avons passé en revue les diverses méthodes existantes permettant d'obtenir cette densité spectrale (transformée de Hankel de



# OSCILLATIONS PHOTOSPHÉRIQUES A GRANDE ÉCHELLE

---

Eric FOSSAT : Observatoire de Nice

Gilbert RICORT

Gérard GREC

Département d'Astrophysique de l'Université de Nice

Claude AIME

François RODDIER

Le dépouillement de la série d'observations effectuée par E. FOSSAT et G. RICORT au foyer de l'équatorial coudé de Nice est maintenant terminé.

Les observations ont essentiellement porté sur la composante oscillatoire du champ de vitesses de période 5 minutes, connue depuis 1960 (Leighton). L'information essentielle à obtenir est la densité spectrale spatiotemporelle. Pour préciser la forme de ce spectre, une méthode originale de filtrage spatial utilisant des transmissions en fonctions de Bessel a été élaborée et mise en oeuvre. Elle nécessite une bonne précision de guidage du télescope et sera utilisée au foyer du réfracteur coudé de l'Observatoire de Nice dès que la réfection de l'entraînement sera achevée.

Les principaux résultats obtenus au foyer de cet instrument concernant le mode oscillatoire de 5 minutes sont :

- 1) La confirmation d'une analyse récente (White et Cha, 1973) montrant que le spectre temporel est celui d'une fonction aléatoire gaussienne, à bande spectrale étroite (0,9 mHz, centrée vers 3,3 mHz). Ce spectre a été déterminé avec une précision statistique jamais atteinte grâce à près de 200 heures d'enregistrement.
- 2) La détermination d'une longueur d'onde horizontale caractéristique de l'ordre de 20 000 km et d'un spectre spatial bidimensionnel voisin d'une gaussienne d'écart-type  $5 \cdot 10^{-5} \text{ km}^{-1}$ .
- 3) La remarque que cette longueur d'onde caractéristique signifie une longueur de cohérence de l'ordre de 4 000 à 5 000 km, et que si l'on prend soin d'unifier les définitions utilisées pour ces deux quantités, presque tous les résultats publiés depuis 15 ans deviennent compatibles, alors que récemment encore, ces dimensions étaient très controversées.

L'interprétation de ces résultats et leur comparaison avec certains autres dans la littérature récente ont apporté des arguments importants en faveur de l'hypothèse d'ondes acoustiques évanescentes, et des indications sur l'importance des réflexions dans la basse chromosphère.

D'autre part, le spectre spatial obtenu plaide en faveur de l'hypothèse de modes acoustiques autoentretenus à l'intérieur de la zone convective comme origine de l'oscillation observée en surface. Une autre possibilité est également proposée, qui consiste à engendrer le pic spectral de 3 mHz uniquement par filtrage lors de la propagation d'ondes sonores issues d'une source très profonde.

L'étude des oscillations photosphériques à très grande échelle a également abouti à la découverte d'une nouvelle composante oscillatoire du champ de vitesses, de période 10 minutes. Ce nouveau mode a été retrouvé également sur d'anciens enregistrements, et son existence a été confirmée par des observateurs américains lors d'un colloque récent à Boulder. Ses propriétés spatiotemporelles restant inconnues, de nouvelles observations vont être entreprises. Pour cela, G. GREC améliore actuellement toute la chaîne de mesure de l'expérience de sodium. La sensibilité aux fluctuations de transparence de l'atmosphère étant ainsi réduite, des oscillations de plus longue période (dont l'existence est déjà soupçonnée) pourront peut-être être observées.

#### PUBLICATIONS RECENTES

- E. FOSSAT - 1974 Astron. Astrophys. Suppl 15, 475
- C. AIME, J. DEMARCQ, E. FOSSAT et G. RICORT - 1974 Nouv. Rev. Opt. 5, 2
- E. FOSSAT, G. RICORT, C. AIME, and F. RODDIER - 1974 Astrophys. J. 193, L 97
- G. RICORT, C. AIME et E. FOSSAT - 1974 Astron. Astrophys. 37, 105
- E. FOSSAT and G. RICORT - 1975 Astron. Astrophys. sous presse
- E. FOSSAT and G. RICORT - 1975 astron. Astrophys. sous presse



## OBSERVATOIRE DU PIC DU MIDI

### Equipe de recherche sur la PHOTOSPHERE

F. CHAUEAU, R. MULLER, P. PHILIP, J. RÖSCH, R. YERLE

Depuis 1973 les observations se font à l'aide d'un objectif de 50 cm qui a remplacé celui de 38 cm. Elles portent sur :

- A. La photosphère solaire (par cinématographie)
- B. La détermination de la forme du soleil.

### A. - PHOTOSPHERE (R. MULLER, F. CHAUEAU)

#### - Activité 1973 - 74 - 75

L'étude des taches solaires s'est poursuivie, ce qui a permis de déterminer, par microphotométrie sur des clichés de haute résolution, et déconvolution, la brillance réelle des structures brillantes (filaments) et sombres de la pénombre.

Des observations à haute résolution des granules faculaires photosphériques ont été obtenues. Elles ont permis d'étudier en détail leur morphologie, leur évolution, et de mesurer la variation de leur brillance en fonction de  $\cos \theta$ , ce qui a conduit à un nouveau modèle de température de ces granules faculaires.

Actuellement nous abordons l'étude des "solar filigrees" à l'aide d'un filtre K, dans le but de savoir si on peut ou non l'identifier aux granules faculaires photosphériques. Les premiers résultats ont déjà mis en évidence des structures très fines ( $< 0''3$ ) et très brillantes.

#### - Observations futures

Dans le très proche avenir nous continuerons à observer et à étudier ces filigrees et facules photosphériques ainsi que la granulation et les taches solaires (ponts et points dans l'ombre), et commencerons à observer la chromosphère avec un filtre H $\alpha$  de bande passante 0,25 Å.

#### - Publications :

MULLER R.; 1973, Solar Phys., 29, 55

MULLER R.; 1973, Solar Phys., 32, 409

MULLER R.; 1974, 7th. Regional Consultation on Solar Physics, Stary Smokovec, Czechoslovaquia.

MULLER R.; 1975 Solar Phys. soumis à publication.

B. - DETERMINATION DE LA FORME DU SOLEIL (P. PHILIP, J. RÖSCH, R. YERLE)

Depuis deux ans on a mis en oeuvre, avec certaines améliorations, la méthode d'évaluation de la qualité des images solaires par balayage du bord (BRANDT), d'une part pour en rattacher les résultats à la qualité des images à deux dimensions (article en préparation), d'autre part comme préparation à une mesure du diamètre solaire en tous angles de position.

Pour aborder ce très important problème, on a commencé à construire en 1975, l'appareillage optique et mécanique suivant le plan focal, qui pourrait commencer à fonctionner vers la fin de l'année, sans la partie "traitement du signal". La méthode choisie, différente de celle employée par DICKE dans ses mesures initiales et de celle appliquée par HILL plus récemment, devrait apporter à cette question controversée une contribution indépendante.



ABONDANCES SOLAIRES

S. DUMONT

Institut d'Astrophysique, Paris

N. HEIDMANN

J.T. JEFFERIES

Institute for Astronomy, Honolulu, Hawaii

J.-C. PECKER

Institut d'Astrophysique  
+ Collège de France, Paris

The abundance determination in a stellar atmosphere. I. LTE experimentation using an artificial non-LTE spectrum.

Astron. Astrophys. 1975 (sous presse).

A la fin des années 50 et au début des années 60, J.-C. PECKER et al. ont suggéré, dans une série d'articles, que les écarts à l'ETL pouvaient conduire à des abondances différentes de celles obtenues par l'approche "classique". Mais beaucoup de chercheurs, tout en admettant l'existence des écarts à l'ETL, pensaient que ceux-ci n'avaient pas d'effet sur les déterminations d'abondances dans la photosphère.

L'analyse non-ETL complète est si complexe que nous avons entrepris de réexaminer ce problème d'un point de vue différent : nous calculons le spectre artificiel issu d'un modèle d'atome dans une atmosphère donnée, en tenant compte des écarts à l'ETL, puis, ensuite, nous analysons ces données dans l'approximation de l'ETL.

Nous montrons que les valeurs de l'abondance obtenues avec l'hypothèse de l'ETL à partir de multiplets différents d'un même atome, sont cohérentes entre elles, mais qu'elles peuvent être différentes (d'un facteur 2 à 3) de la valeur réelle (connue dans cette étude). Dans certains cas cependant (atome ionisé dans notre étude) l'abondance obtenue peut être la valeur réelle. Il paraît donc nécessaire de discuter l'effet des écarts à l'ETL dans chaque cas avant de déterminer des abondances par la méthode classique.

## POLARISATION DES RAIES DE FRAUNHOFER

S. DUMONT

Institut d'Astrophysique, Paris

A. OMONT

Laboratoire de Spectroscopie Hertzienne de l'E.N.S., Paris

J.-C. PECKER

Institut d'Astrophysique + Collège de France, Paris

D. REES,

Observatoire de Meudon + University, Sydney

### I. Dans les ailes

Theoretical study of the Fraunhofer lines polarisation : the case of Ca I 4227.

Solar Physics, 28, 271, 1973, S. DUMONT, A. OMONT, J.-C. PECKER.

Dans les articles précédents (70-71) nous avons fait une étude détaillée de la polarisation du rayonnement continu solaire, près du bord. C'est seulement la partie dépendante de l'angle des fonctions source qui entre dans l'expression du taux de polarisation, ce qui explique pourquoi ce dernier est si petit.

Dans cet article, nous étudions la polarisation dans les raies spectrales. La source principale de polarisation est toujours la dépendance angulaire de la fonction-source, mais l'étude locale des effets de dépolarisation qui modifie localement la fonction-source est d'une importance primordiale. Ceux-ci sont pour la plupart les collisions dépolarisantes qui sont actives même sans champ magnétique. Nous traitons ici les effets des collisions dans les ailes de Lorentz des raies. Le champ magnétique n'est pas pris en considération et la théorie n'est pas valable dans le noyau Doppler.

Les mesures de Brückner (1963) de la polarisation de la raie Ca I 4227 au bord du disque solaire nous fournissent un test de la théorie de la polarisation des raies. Dans les ailes on obtient un très bon accord en utilisant les fonctions-source qui s'accordent avec les profils observés au centre du disque et du centre au bord.

### II. Dans le noyau Doppler

Dans un papier par S. DUMONT, A. OMONT, D. REES (en préparation) nous étudions la polarisation dans le noyau Doppler de la raie, en laissant pour une étude ultérieure l'influence de l'effet Hanlé. Nous considérons ici les fonctions-source de Hummer (1969, MNRAS 145, 95) et le rayonnement polarisé avec redistribution Doppler.

Nous montrons que (1) l'effet sur le taux de polarisation d'une redistribution partielle en fréquence n'est pas très différent de l'effet d'une redistribution complète ; (2) dans une atmosphère isotherme le taux de polarisation augmente avec les écarts à l'ETL ; et (3) dans une atmosphère avec chromosphère ce taux dépend de la profondeur de formation de la raie.



Equipe Chromosphère Solaire - DASOP - Meudon

Membres de l'équipe : Z. MOURADIAN (C ), G. SIMON (C),  
I. SORU-ESCAUT (C).

1) Un programme de la simulation de la chromosphère a été mis au point au cours de 1973. Utilisant la méthode de Monte-Carlo on détermine les mailles d'un réseau chromosphérique et l'emplacement de "rosettes" de 4.000 km de rayon, On place des spicules dans ces structures en déterminant leurs paramètres physiques (rayon, longueur, orientation, vitesse de la matière) à partir de fonctions de distribution tirées des observations.

On étudie cette année les profils de la raie  $H\alpha$  obtenus par calcul du transfert du rayonnement dans cette chromosphère, à partir du modèle de Beckers pour les spicules et en supposant la matière interspiculaire complètement transparente (spectres de la chromosphère au bord). On étudie l'influence des différents paramètres géométriques et physiques sur les profils de la "chromosphère moyenne".

Ce programme est réalisé pour partie dans le cadre de la R.C.P. 310 pour utiliser les observations qui seront effectuées par le satellite OSO-I.

2) Nous continuons également l'étude des structures fines de la chromosphère solaire. Nous avons mis en évidence une nouvelle structure que nous appelons "bulle "et nous en avons étudié les caractéristiques physiques. Les bulles montent très rapidement dans la basse couronne et deviennent invisibles en  $H\alpha$  entre 10 et 15.000 km d'altitude, probablement à cause de l'ionisation de l'hydrogène.

Nous avons étudié également la distribution spatiale réelle de l'inclinaison des spicules par rapport à la normale locale à partir d'observations au bord du disque.

Nous avons déterminé l'évolution temporelle et spatiale de divers paramètres des spicules à partir de spectres pris simultanément dans les raies K du Calcium ionisé et  $D_3$  de l'Hélium neutre. Les observations ont été réalisées à l'Observatoire du Pic du Midi à l'aide du spectrographe de 9 m.

.../...

Nous participons par ailleurs au traitement des données obtenues à l'occasion de l'éclipse de 1973 par un coronographe embarqué en ballon.

Perspectives d'avenir :

Notre programme étant l'étude de la chromosphère solaire, dans les prochaines années nous allons continuer par la voie classique, mais aussi à l'aide de programmes spatiaux.

Ainsi dans le cadre des observations au sol, nous avons déjà commencé à préparer de nouveaux programmes : champ magnétique dans la chromosphère, étude des structures fines en  $H\alpha$  à l'aide du nouveau filtre de Lyot.

Observations interférométriques du Soleil  
à 8,6 millimètres de longueur d'onde

Membres de l'équipe :

J. DELANNOY, Astronome titulaire, Directeur de l'Observatoire	
R. BOCCHIA, Aide-Astronome	
F. POUMEYROL, Astronome-Adjoint	
Mme H. BERNARD, Collaboratrice technique SEU	} Personnel technique concerné à temps par- tiel par la recherche solaire.
J.P. BUSSET, Ingénieur SEU	
F. GERARD, Collaborateur technique SEU	
J.M. DESBATS, Collaborateur technique SEU	
G. MONTIGNAC, Assistant.	

L'Interféromètre de Bordeaux est entré pratiquement dans sa phase d'exploitation à l'automne 1973. Son utilisation est partagée entre divers programmes d'observation :

- Observations solaires (programme principal)
- Observations de planètes, principalement Vénus et Jupiter, dans un double but : détermination des diamètres radio à 35 GHz ; Etude des fluctuations de la phase atmosphérique affectant la transmission du signal.
- Observations de régions H II compactes.
- Programme de détection de quelques sources extragalactiques compactes en vue de leur utilisation.

Les études solaires.

Les premiers résultats ont pleinement confirmé les possibilités de l'instrument. La mesure de la phase des franges notamment, une fois levée l'indétermination de  $2\text{ k}\lambda$  par comparaison avec les observations dans des domaines voisins, permet de localiser l'émission à quelques secondes d'arc près dans la frange. Il est à noter que les fluctuations de phase atmosphériques n'affectent pas de façon significative le signal reçu. Cette constatation est un résultat préliminaire des études menées dans ce sens par observation des planètes.

Il a donc été possible de préciser les pôles d'intérêts scientifiques, bien que l'essentiel de l'activité de l'équipe ait été consacré, jusqu'à maintenant à l'observation et à la mise au point des méthodes de dépouillement.

Les perspectives scientifiques à court terme découlent directement des possibilités de l'interféromètre.

- Modèle d'atmosphère calme dans la chromosphère (étude des inhomogénéités par l'effet centre-bord).
- Etude des structures fines de la composante lentement variable. (On a pu mettre en évidence, par exemple, l'existence de sources brillantes et de diamètre variable  $\leq 1$  minute d'arc, présentes en toute région de la surface



solaire, et indépendantes des centres d'activité - résultat en cours de publication .

- Etude du développement des régions actives par exploitation des sur-sauts millimétriques en liaison avec les autres formes observables d'émission d'énergie.

- Etude de phénomènes oscillatoires.

- Etude des sources stables en supersynthèse. La rotation des franges au cours d'une journée de poursuite permet d'obtenir amplitude et phase des composantes spatiales accessibles avec un rapport signal/bruit variable. On a entrepris des études en vue d'utiliser au mieux cette information, ce qui pourrait confirmer, dans le cas du soleil, les modèles fittés par ailleurs à l'effet centre-bord.

#### Publications :

DELANNOY, J., LACROIX, J., BLUM, E.J., 1973, An 8 mm Interferometer for Solar Radio Astronomy at Bordeaux, France - PIEEE, 61, 9, 1282.

BOCCHIA, R., POUMEYROL, F., 1974, Preliminary results of Sun observations at 8.6 mm with the Bordeaux Interferometer - Solar Phys., 38, 193.

#### Détermination du flux global du Soleil à 930 MHz

-----

#### Membres de l'équipe :

Mme M.R. FRIDENBERGS, Collaboratrice technique du CNRS

F. POUMEYROL

M. TEYCHENEY, Collaborateur technique SEU

La détermination quotidienne, en mesures absolues, du flux global du Soleil à  $\lambda = 30$  cm se poursuit à l'aide du Radiotélescope Wurzburg de 7,50 m. Les données sont publiées mensuellement par l'Observatoire de Bordeaux et insérées dans les QUARTERLY BULLETIN on SOLAR ACTIVITY.

-----

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
LABORATOIRE DE PHYSIQUE STELLAIRE ET PLANÉTAIRE  
BOITE POSTALE N° 10  
91 - VERRIÈRES-LE-BUISSON

TÉL. : 920-10.60  
TÉLEX : 60 252

RAPPORT D'ACTIVITE AU GS SOLEIL

Expérience Helium Solaire : Equipe Helium Solaire  
  . J. F. CRIFO  
  . J. P. DELABOUDINIERE  
  . C. CARABETIAN  
  . P. SEIDL  
  . G. MARZIAC  
  . M. GRABETTE

Cette expérience avait pour but de déterminer le profil spectral de la raie émise à 584 Å par l'hélium neutre dans la chromosphère solaire. La forme de ce profil est sensible aux conditions physiques dans la zone de formation (Mikkey et al). La répartition du flux solaire aux environs de 584 Å est d'autre part un paramètre important pour interpréter les mesures de la fluorescence de l'atome d'hélium dans les atmosphères planétaires (terre, etc...). Ce point particulier a donné lieu à controverse dans le passé récent.

Cette expérience a déjà volé 4 fois sur trois types de fusées différents, les échecs précédents ne mettant pas en cause le fonctionnement de l'instrument, une cinquième tentative a eu lieu depuis White Sands (U.S.A.) le 20 Janvier 1975. Cette fois ci tout le vol s'est déroulé conformément aux prévisions et nous avons pu obtenir d'excellents résultats.

En vue d'une présentation des résultats au COSPAR au début du mois de juin, une première analyse a été faite. Les délais impartis n'ont pas permis de traiter intégralement de façon automatique en collaboration avec le C.N.E.S., toutes les informations contenues sur les bandes magnétiques, un nombre réduit de points de mesures a été utilisé et certaines des corrections nécessaires ont été effectuées manuellement. La largeur de la raie peut cependant être fixée à l'aide de ces informations entre 110 et 150 milliangstroms. Nous sommes en assez bon accord sur ce point avec les résultats obtenus





simultanément par voie photographique par l'Université du Colorado. Le traitement complet des données nous permettra de réduire l'incertitude sur la largeur et de préciser la forme du profil.

Une expérience basée sur le même principe est en cours de réalisation en collaboration avec deux groupes allemands. Lors de deux lancements prévus pour la fin 75 et la mi-76, deux cellules à absorption du même type que celle d'hélium solaire seront utilisées pour la détection de l'hélium interstellaire et la mesure simultanée du profil solaire excitateur. Le L.P.S.P. fournit le know how pour la réalisation des cellules, il fabrique les filtres métalliques minces, règle les séquences de remplissages et calibre les instruments dans ses installations situées à l'ONERA - MEUDON.

Références : Mikkey R.W., Heasley J.N., Beebe H.A., Ap J 186, 1043 (1973)

Publications : A Rocket borne absorption cell for high resolution spectroscopy of the He I line at 584 Å .

J. P. DELABOUDINIERE, C. CARABETIAN

Space Science Instrumentation 1 (1975) p. 91

The profile of the Helium I 584 Å line from the sun

J.P. DELABOUDINIERE, J.F. CRIFO

COSPAR à paraître

VARNA, Ident. III B-2-4



## Equipe n° 2 - Champs Magnétiques

Membres de l'équipe : M.J. MARTRES (C), E. RIBES (C),  
I. SORU-ESCAUT (C), J. RAYROLE (C), D. REES (C) \*  
M. SEMEL (C), J. GEOFFROY (T), J.R. FRBMI (T),  
C. LOURS (T), G. OLIVIERI (T).

Tous les programmes de travail des différents chercheurs de l'équipe sont destinés à faire progresser l'étude du couplage champ magnétique - mouvements de matière dans l'atmosphère du Soleil.

### Perfectionnements instrumentaux =====

1) Un nouvel analyseur de polarisation a été mis au point par M. Semel. La méthode, originale, permet l'analyse simultanée d'un grand nombre de raies. Le faible bruit des enregistrements photographiques permet une analyse satisfaisante même dans les champs faibles. L'interprétation des mesures obtenues doit faire progresser l'étude des paramètres physiques locaux et la théorie de la formation des raies en présence d'un champ magnétique.

2) Le magnétographe de Meudon a encore été perfectionné pour l'étude des régions actives (J. Rayrole, C. Lours). En moins de 5 minutes il est possible de balayer une surface de 5' x 6' avec une résolution de 1" d'arc. Plusieurs raies peuvent être photographiées simultanément. Dans la plupart des cas, trois raies ont été choisies 5250 Å, 5225 Å et 5576 Å, cette dernière étant insensible au champ est réservée à la mesure des vitesses radiales.

Les résultats obtenus par cette méthode à Meudon soutiennent la comparaison avec les meilleurs sur un plan international. A partir de ces observations ont été construites des cartes quantitatives de la photosphère donnant les valeurs de la composante du champ magnétique sur la ligne de visée ainsi que celle des vitesses et des isophodes du fond continu. Elles se correspondent point par point. Les qualités originales de ces documents proviennent des particularités de la méthode : utilisation d'un magnétographe dont la polarisation instrumen-

\* D. REES, de l'Université de Sydney, poste de chercheur associé au C.N.R.S. du 1.03.74 au 30.05.75



taie peut être en partie corrigée ; dépouillement à posteriori ("cousu main") d'un enregistrement photographique ; enfin le paramètre mesuré est directement lié à l'intensité du champ magnétique ce qui le différencie de la plupart des autres méthodes. Bénéficiant du soutien des observations de routine et de la proximité d'autres équipes de recherche, c'est un outil de grande valeur approprié à des études variées : morphologiques, quantitatives ou théoriques. Néanmoins, la multiplication des paramètres à mesurer (détermination du profil complet en chaque point des composantes Zeeman et mesure de l'effet Doppler) augmente considérablement le temps de lambdamètre par cas observé et par là même diminue le nombre de centres actifs analysés. Il devient donc indispensable, dans le très proche avenir, de faire progresser très rapidement les moyens de dépouillement (propositions qui ont été faites dans le cadre du VIIème plan) ou bien se faire à l'idée de perdre les "réserves" d'observations déjà accumulées, les possibilités d'analyse au jour le jour, et l'espoir d'attirer et de retenir autour des magnétographes des chercheurs capables de valoriser à des titres divers les investissements déjà faits.

#### Résultats astrophysiques

=====

1) Il a été montré, expérimentalement qu'un mouvement tourbillonnaire de la matière, détecté au niveau photosphérique, a pour effet de faire varier brutalement le champ magnétique local. Les modifications enregistrées dépendent à la fois du sens de rotation du tourbillon et de la polarité magnétique (1)

2) Une synthèse de toutes les conditions, mises en évidence à Meudon, qui apparaissent comme nécessaires à l'arrivée des éruptions dans les régions actives, a été exposé à Boulder (Septembre 1974 - Colloque relatif aux "Flares related magnetic fields dynamics") puis à Florence (First European Solar Meeting) (2)

Rapprochant les résultats 1 et 2, il a été montré que l'aspect cyclonique des mouvements de matière photosphérique propices aux variations brutales du champ magnétique en l'absence d'une ligne d'inversion, se retrouve dans les régions éruptives associé à la présence d'une ligne d'inversion et corrobore l'une des conditions primitivement trouvées concernant la variation des structures magnétiques évolutives (SMB) concernées.

3) D'autre part, l'association des sursauts de Type III en ondes métriques avec des sites éruptifs privilégiés par rapport aux structures magnétiques des régions actives a fourni à deux membres de l'équipe de Radioastronomie (F. Axisa et C. Mercier) des éléments importants pour la préparation de leurs thèses de doctorat d'état. (articles publiés, cf. Equipe n° 10).

4) Les premiers résultats apportés par l'analyse des champs faibles confirment l'importance des structures fines non résolues sur la surface intégrée au cours de la pose. (M. Semel).

5) Un programme de calcul de la formation des raies en présence d'un champ magnétique hétérogène à deux dimensions (variation verticale et horizontale) a été mis au point par D. Rees. Ce programme est utilisé pour l'interprétation des résultats obtenus par M. Semel et pour rechercher un modèle de facules en accord avec les observations de champ magnétique.

6) Un modèle théorique général d'atmosphère où l'on fait intervenir le couplage entre les mouvements de matière et le champ magnétique (présents notamment sur le soleil) a été élaboré par E. Ribes (4). Son application aux spicules explique bien les observations existantes (géométrie, pression, vitesse, température) et permet de prévoir les dimensions et autres paramètres physiques (champ de vitesse et magnétique) au niveau photosphérique, là où la résolution spatiale ne permet pas encore de les atteindre.

Son application à la supergranulation a permis de mettre en évidence le couplage entre les deux niveaux photosphère et chromosphère. C'est le 1er modèle théorique de supergranulation qui ait été proposé jusqu'ici.

L'extension de ce modèle théorique à des structures non isothermes permettra de comprendre "théoriquement" d'autres objets tels que les condensations coronales.

Enfin, les études précédentes nous ont amené à généraliser la résolution des équations couplées non linéaires impliquées dans les processus M.H.D. Cette nouvelle approche mathématique devrait permettre d'interpréter toutes les structures solaires ou non dans lesquelles la matière s'écoule en régime stationnaire le long des lignes de force du champ magnétique (quasar ? pulsar ? ).

Ainsi l'étude de l'interaction champ magnétique vitesses photosphériques comme approche de la connaissance des lois de l'évolution des centres actifs se poursuit qualitativement, quantitativement et théoriquement dans l'équipe. Les études sont éventuellement menées en collaboration avec

les membres d'autres équipes de Meudon, observateurs ou théoriciens (J. Heyvaerts, A. Mangeney, P. Couturier) ou des chercheurs étrangers : W. Unno, I. Appenzeller, Pr. Kalman, Pr. Bakschi, Pr. S.R. Kane, Pr. R.W. Kreplin.

Publications en 1973

Martres, M.J., Soru-Escaut, I., Rayrole, J. - Relationship between some photospheric motions and the evolution of active centers - Solar Phys., 32, 365, 1973.

Publications en 1974

Martres, M.J., Rayrole, J., Ribes, E., Semel, M., Soru-Escaut, I. - On the importance of photospheric velocities in relation to flares - Symposium Boulder, 1974.

Axica, F., Martres, M.J., Mercier, C. - Inversion lines of photospheric magnetic fields and solar corona - "Coronal disturbances", UAI Symposium 1973, G. Newkirk ed., Proceedings, 69, 1974.

Unno, W., Ribes, E., Appenzeller, I. - On the structure and the motion of a spicule - Solar Phys., 35, 287, 1974.

Ribes, E. Thèse d'Etat, 1974.



Equipe n° 3 - Laboratoire d'observations systématiques et de  
dépouillement d'observations solaires.

Membres de l'équipe : I. SORU-ESCAUT (C), M.J. MARTRES (C),  
J. RAYROL (C), R. SERVAJEAN (C), M. BERNOT (T),  
R. BOCHE (T) (jusqu'au 1/09/74), G. BOUCHEZ (T)  
(depuis le 29/10/74), G. BRIGARDIS (T),  
P. DECHY (T), D. DURAIN (T), J.R. FREMY (T)  
(depuis le 16/10/74), J. GEOFFROY (T) (jusqu'au  
29/10/74), C. LOURS (T), G. OLIVIERI (T),  
A. SAMSON (T), G. SERVAJEAN (T), G. ZLICARIC (T).

I. Observations et travaux connexes, dépouillements rapides et  
-----  
maintenance  
-----

Membres de l'équipe concernés : MM. Bernot M., Boche R.,  
Brigardis G., Dechy P., Frémy J.R., Lours C., Olivieri G., Samson A.

Pour 235 jours d'observation au spectrohéliographe il a été  
obtenu 225 clichés H $\alpha$  et K $_{1v}$  et 251 K $_3$ , soit 701 clichés.

L'héliographe routine de Meudon a produit 28 films soit  
environ 1000 heures d'observation, celui de l'Observatoire de Haute-  
Provence remis en service le 25 septembre, a produit 16 films, soit  
environ 400 heures d'observation. L'héliographe à lambda variable de  
Meudon a produit 50 films, soit environ 500 heures d'observation.

Les films d'héliographe routine ont été dépouillés en vue de  
la recherche des éruptions et les listes envoyées aux différents  
centres mondiaux.

Le laboratoire d'électronique du département, aidé par  
plusieurs membres de l'équipe, sous la direction de M. Colson, a  
terminé la mise au point de la partie électrique de l'héliographe  
de l'O.H.P. et l'instrument a été remis en service le 25 septembre.

II. Labo photo  
-----

Membre concerné : Servajean G.

Le labo photo a continué d'assurer les travaux photographiques  
pour l'équipe et le département.

### III. Préparation des listes à publier au Q.B.S.A. et travaux ----- connexes. -----

Membres concernés : MM. Servajean R., Bernot M.,  
Mme Bouchez G., Melle Durain D., MM. Geoffroy J., Olivieri G.

En 1974, le travail de confection des "observations des éruptions solaires" du Quarterly Bulletin on Solar Activity a été continué mais amélioré en fonction des résultats obtenus par les recherches statistiques effectuées les années précédentes. L'archivage des observations et de leurs groupements a été poursuivi, assurant ainsi 12 ans d'archivage homogène. Diverses copies ont été fournies aux chercheurs qui en ont fait la demande.

Les recherches statistiques en vue de déterminer l'évolution des coefficients mensuels de correction de chaque Observatoire et la possibilité d'appliquer à certains d'entre eux un coefficient à peu près sûr, à d'autres un poids moins élevé dans les évaluations finales, ont été continuées.

Certains utilisateurs du Q.B.S.A. demandant des modifications (suppression des "seuils d'importance") qui provoqueraient une augmentation considérable du travail matériel, des programmes ont été étudiés en vue d'obtenir une "mécanisation" presque complète du groupement des observations et de l'élimination éventuelle des observations résiduelles.

D'autres programmes portant sur la dispersion des données fournies pour chaque éruption ont été établis dans le but de fournir les éléments critiques permettant d'améliorer et rendre plus rentable la chaîne d'Observatoires participant à la surveillance de la chromosphère.

### IV. Exploitation des observations systématiques -----

Membres concernés : Mmes Soru-Escout I., Martres M.J.,  
Zlicaric G., MM. Boche R., Brigardis G.

Comme les années précédentes, une part importante de l'exploitation revient à la mise rapide à la disposition de la communauté scientifique tant en France qu'à l'Etranger, d'observations solaires homogènes dans leurs présentation et qualité (d'autant plus importante que la publication des "Preliminary Reports" de Boulder a cessé en Juillet 1974).

- Au jour le jour, l'analyse et la comparaison des images du disque entier aux trois longueurs d'onde  $H\alpha$ ,  $K_3$  et  $K_{1v}$ , ont fourni

des éléments essentiels à la qualité de la prévision de l'activité solaire et l'élaboration des messages diffusés par le Centre Mondial de données de Meudon. Une dizaine de reproductions sur papier avec grille de coordonnées ont été adressées à des utilisateurs permanents intéressés : géophysicien, radioastronomes solaires, coronaux, à Meudon ou dans des Observatoires de province : O.H.P., Bordeaux, Pic du Midi. Ces reproductions ont été parfois demandées pour des périodes limitées en appui de campagnes d'observation (Verrières, Westerbrank, Bonn).

- Mois par mois : les films de surveillance des éruptions ont fourni leur part des observations systématiques nécessaires à la préparation du Q.B.S.A. : les spectrohéliogrammes, complétés par des données étrangères pour les périodes de mauvais temps à Meudon, ont été analysés, anamorphosés : les taches, les plages, les filaments ont été mesurés, positionnés et suivis jour après jour : les cartes des rotations de Carrington n° 1606 à 1619 incluse ont été adressées ainsi que les tableaux annexes. Sous une forme préliminaire, elles ont été envoyées chaque mois au Centre Mondial de Données de Boulder, et à plusieurs chercheurs étrangers : Dr. E. Tandberg-Hanssen, Dr. M. Kundu, Drs. R.I. et S.F. Hansen ...

- Publications biennales : l'année 1974 a été marquée par la publication officielle dans les délais prévus du fascicule IV du Volume V des Cartes Synoptiques de la chromosphère solaire des années 1972-1973. La préparation des dessins et des manuscrits a été prise en charge par Mmes Martres et Zlicaric aidées par M. Geoffroy, l'impression par les services de l'Observatoire de Paris. L'expédition postale de 150 exemplaires et par la voie des échanges internationaux de 250 autres a été assurée par Melle Durain.

- Outre l'utilisation d'appoint des observations de routine à diverses publications relatives à d'autres équipes (champs magnétiques, groupe métrique de radioastronomie solaire ...) elles ont servi de base en 1974 à deux publications de recherche et à la présentation du chapitre (3) relatif à l'évolution des centres actifs (confié à M.J. Martres) du "Catalogue of Solar Particle Events" de l'I.U.C.S.T.P.

## V. Missions

-----  
MM. Brigardis, Olivieri et Rayrole ont effectué en Juillet-Août une mission de recherche de site dans le cadre de l'opération JOSO dans l'île de La Palma (Canaries). Les résultats de la campagne ont fait l'objet d'un rapport (JOSO SIT 23) diffusé aux membres du Provisional Board et du Working Group n° 1 de l'organisation européenne.

M. Olivieri a effectué en Septembre une mission à l'Observatoire de Haute-Provence pour la remise en route de l'héliographe.

Publications en 1973 :

AXISA, F., MARTRES, M.J., PICK, M., SORU-ESCAUT, I. -  
On some transient H $\alpha$  features associated with metric type III bursts  
Solar Phys., 1973, 29, 1, 163.

AXISA, F., MARTRES, M.J., PICK, M., SORU-ESCAUT, I. -  
The chromospheric association of the metric type III bursts.  
Implications concerning the acceleration of solar electrons and  
active streamers - "High Energy phenomena on the Sun",  
Symposium Proceedings (Goddard Space Flight Center), ed. Ramatty  
and Stone, 1973 May.

MARTRES, M.J. - Contribution of Meudon to the observation of the  
August solar events - Report UAG-WDCA n° 28, Part I, p. 46-55,  
1973, July - Collected data reports on August 1972 solar terrestrial  
events.

OLIVIERI, G., HOUTGAST, J., TAVARES, J. - Report Summer Campaign  
Madeira 1972 - JOSO MET 59, April 1973.

OLIVIERI, G., RAYROLE, J. - Campagne de recherche de site de Septem-  
bre 1973 Roque de Los Muchachos, La Palma, Iles Canaries - JOSO SIT 18  
December 1973.

Publications en 1974

FORT, B., MARTRES, M.J. - On the structure of the quiet corona near  
quiescent prominences - Astron. Astrophys., 33, 249, 1974.

KANE, S.R., KREPLIN, R.W., MARTRES, M.J., PICK, M., SORU-ESCAUT, I.-  
Acceleration of electrons in absence of detectable optical flares  
deduced from type III bursts, H $\alpha$  activity and soft X-ray emission.  
Solar Phys., 38, 483, 1974.

OLIVIERI, G., RAYROLE, J. - Campagne de recherche de site de  
Juillet-Août 1974 au Roque de Los Muchachos, La Palma, Iles Canaries,  
JOSO SIT 23, December 1974.

Publication sous presse:

"Catalog of solar particle events 1955-1969" préparé sous  
les auspices du groupe de travail n° 2 de l'"Inter-Union Commission  
on Solar Terrestrial Physics" par H.W. Dodson and E.R. Hedeman (USA),  
R.W. Kreplin (USA), M.J. Martres (Fr.), U.N. Obridko (URSS),  
M.A. Shea and D.F. Smart (USA), H. Tanaka (USA) et édité par  
Z. Svestka et P. Simon .



INSTITUT D'ASTROPHYSIQUE  
98 bis, Bd Arago  
75014 PARIS  
.....

GROUPE "ACTIVITE SOLAIRE" (G.A.S.)

Chercheurs : Ch. Bareau  
S. Koutchmy  
G. Stellmacher

Chercheurs Associés : Ph. Lamy (LAS Marseille)  
E. Wiehr (Univ. Göttingen)  
F. Falipou (Univ. Paris VII)  
Ch. Bareau (3<sup>o</sup> cycle)

I.T.A. plein temps : F. Seyre

I.T.A. Associés : P. Coupiac  
J. Begot  
J. Fagot  
M. Belmahdi

.....

1- Etudes des régions actives solaires.

- a) Facules et taches solaires : Nos mesures de profils des raies et des contrastes I.R. ont permis d'obtenir un modèle atmosphérique pour les taches solaires ainsi qu'un modèle préliminaire pour les facules.
- b) protubérances : Etude de la dynamique des protubérances en utilisant les raies d'émission observées à très haute résolution à l'aide d'un intensificateur d'images.

2- Etude de la couronne solaire.

- a) Etude théorique des discontinuités tangentielles coronales; hydrodynamique de la couronne électronique (Thèse 3<sup>o</sup> cycle de Ch. Bareau).
- b) Spectroscopie : Les spectres obtenus pendant l'éclipse 1973 ont permis de montrer que les raies appartenant à la matière froide étaient produites par un phénomène parasite dû à la diffusion double. Des raies "chaudes" et anormalement élargies ont été mesurées au-dessus du Pole Sud, interprétées comme le démarrage du nouveau cycle d'activité.
- c) Photométrie de la couronne blanche (région visible).  
Les clichés en couleur obtenus en 1973 à très haute résolution spatiale permettent l'analyse des structures aussi fines que 1" à 2". Une photométrie des jets très fins, détectés sur le Pole Sud est réalisée. La nature fibreuse de la couronne solaire est maintenant établie. (Théorie d'Alfven, Mogilevsky, etc...).

3- Etude du milieu interplanétaire et des environnements planétaires.

- a) Travaux de photométrie et de polarimétrie sur la comète Kohoutek; anti-queue, spike cométaire, lumière zodiacale.
- b) Etude des satellites internes et des anneaux de Saturne : photométrie et colorimétrie.

Projets 1976 :

Une expédition pour observer l'éclipse de minimum en 1976 (Australie) est préparée : Obtention des clichés en couleur à très haute résolution spatiale et spectroscopie de quelques raies pour l'étude du champ de vitesse.

Travaux de photométrie photoélectrique (visible et I.R.) sur grands instruments (Crimée - Sac. Peak).

.....



Travaux publiés : 1973 - 1975.

- BAREAU, Ch. 1973, Astron. Astrophys. 26, 467 "Eclipse du 10 juillet 1972 : comparaison de la photométrie photographique et K-coronométrie."
- BAREAU, Ch., BEGOT, J., FAGOT, J., KOUTCHMY, S., STELLMACHER, G. 1973, Courrier CNRS, 10, 44. "Observation de l'éclipse du 30 juin 73, IAP. Paris."
- HECKMAN, J. BEGOT, J. CHARVIN, P. HALL, D. LENA, P. SOUFFLOT, A. LIEBENBERG, D. WRIGHT, P. 1973, *Nature*, 246, 72. "Eclipse Flight of Concorde 001".
- KOUTCHMY, O. KOUTCHMY, S. 1974, Astron. Astrophys. Supp. "L'auréole coronale au cours des éclipses totales du Soleil", 13, 295.
- KOUTCHMY, S. 1973, Sky and Telescope, 46, 215. "French eclipse studies".
- KOUTCHMY, S. 1973, Problemy Kosm. Fiziki, 8, 28 "Sur l'origine et la dynamique de la poussière interplanétaire". (en russe).
- KOUTCHMY, S. 1973, Ed. Univ. Tchad, ISEA, "Eclipse totale solaire du 30 juin 1973."
- KOUTCHMY, S. VIAL, J-C. 1973, Astron. Astrophys. 25, 145. "Etude d'un filtre interférentiel à bande étroite sous différentes incidences".
- KOUTCHMY, S. MAGNANT, F. 1973, Astrophys. J. "On the observation of the F corona in the vicinity of the solar limb". 186, 671.
- KOUTCHMY, S. FAGOT, J. DZUBENKO, N.J., NESMJANOVICH, A.T. RUBO, G.A. VSEKHSVJATSKY, S.K. 1973, *Nature*, 246, 414 "Rapid variation observed during the total eclipse of the Sun, on June 30 1973."
- KOUTCHMY, S. DZUBENKO, N.J. NESMJANOVICH, A.T. VSEKHSVJATSKY, S.V. 1974, Solar Phys. "Photométrie photographique de la couronne solaire observée au cours de l'éclipse totale du 10 juillet 72", 35, 369.
- KOUTCHMY, S. BAREAU, Ch. STELLMACHER, G. 1974 "Sur les premiers signes de la reprise de l'activité solaire", C.R.Ac. des Sci. 278, 19, 873.
- STELLMACHER, G. WIEHR, E. 1973, Astron. Astrophys. 24, 321. "Observation of an instability in a "quiescent" prominence".
- STELLMACHER, G. WIEHR, E. 1973, Astron. Astrophys. 29, 13, "Observed facula line profiles and contrasts. Comparison with models".
- STELLMACHER, G. KOUTCHMY, S. 1974, Astron. Astrophys. 35, 43 "Study of low dispersion Eclipse spectra : observation of weak low excitation emission lines in the Corona".
- VSEKHSVJATSKY, S.K. KOUTCHMY, S. NESMYANOVICH, A.T. DZUBENKO, N.I. IVANCHUK, V.I. RUBO, G. A. 1973, J. on Soviet-French observations of the total solar eclipse in July 10, 1972. Astr. Circ. 789, 1.
- VSEKHSVJATSKY, S.K. DZUBENKO, N.I. NESMJANOVICH, A.T. POPOV, O.S. RUBO, G.A. KOUTCHMY, S. BAREAU, Ch. BEGOT, J. FAGOT, J. 1973, Observations of the total solar eclipse of June 30 on the Soviet-French cooperative programme. Astr. Circ. 800, 1 et Dokl. Ak Nauk SSR. 1975.
- WIEHR, E. STELLMACHER, G. 1974, UAI Symp. n° 56 "A facula model and its application to facula fine studies". Athey Ed.
- BAREAU, Ch. 1974, "Mise en modèle des grands jets coronaux avec discontinuité hydrodynamique" Thèse de 3ème cycle, Paris.
- KOUTCHMY, S. 1974, Colloque sur les poussières "Poussières interplanétaires : quelques remarques sur la question du raccordement couronne F, lumière zodiacale". ed. IAP.
- FAGOT, J. KOUTCHMY, S. 1974- Cliché de la couronne solaire observée à Moussoro (Tchad) à l'éclipse du 30 juin 1973. *Nature*, 1973, 246, 377. *Zenlya i Vselennaya*, 1974, 4, 19. *Le courrier du CNRS*, 1973, photo n°10- *Frères d'armes*, n° 64, p. 18, 1974. *Aérospatiale*, photo 1, mars 1974. *L'Astronomie*, photo 1, mars 1974. *Ciel et Espace*, 1973. *Sky and Tel.*, 46, 215.
- N.I. DZUBENKO, S. KOUTCHMY, A.T. NESMJANOVICH, O.S. POPOV, S.N. VSEKHSVJATSKY, 1974, Photométrie de la couronne solaire du 10 juillet 1972. *Astron. Zhurnal*, SSSR, sous presse.





- Ph. LAMY, 1974, The dynamics of Circum-Solar Dust Grains, *Astr. Astrophys.* 33, 191.
- Ph. LAMY, 1975, Interaction of Interplanetary Dust Grains with the Solar Radiation Field, *Astron. Astrophys.*
- S. KOUTCHMY, J. BEGOT, 1974 - Study of the Dynamics of the Solar Corona, Solar Eclipse 1973 - Bulletin n° 5, 2 Final Report, N.S.F. Washington D.C., 20550.
- S. KOUTCHMY, G. STELLMACHER, Ch. BAREAU, Ph. LAMY, J. FAGOT, 1974 - Study of the Solar Corona - Solar Eclipse 1973 - Bulletin n° 5, 25, Final Report, N.S.F. Washington D.C. 20550.
- S. KOUTCHMY, 1974, Observations photographiques de la Comète Kohoutek, *l'Astronomie*, 172.
- S. KOUTCHMY, Ph. LAMY, IAU Colloque n° 28, 1974, Planetary satellites. Study of the inner satellites of Saturn by photographic photometry. sous presse.
- S. KOUTCHMY, Ph. LAMY, American Astronomical Society Abstract. 143 rd Meeting Category "the Sun", 12 juin 1974 read by Ph. LAMY.
- S. KOUTCHMY, 1974, Kometa Kohoutek 73 F, *Kometnyj Circular*, 169, 1.
- S. KOUTCHMY, 1974, rapport interne mai 74 CNRS, Observation stratosphérique d'un événement météorique.
- E. WIEHR, G. STELLMACHER, 1975, Zum Problem des Kontinuums Kontrastes solarer Fackeln, *Mitt. Astr. Ges.* sous presse.
- A. BÜCHER, R. ROBLEY, S. KOUTCHMY, 1975, Photometric Colorimetric and Polarimetric Study of Comet Kohoutek 1973 F, on Jan 17 and 18, 1974. *Astron. Astrophys.* 39, 289.
- S. KOUTCHMY, 1975 in "Solar Glossary" Solar Corona, ed. U.A.I.
- S. KOUTCHMY, 1975, L'Etude de la couronne blanche à bord de Concorde 001, au cours de l'Eclipse totale de Soleil du 30 juin 1973. *L'Astronome*, p. 149.
- S. KOUTCHMY, 1975, *Icarus*, 25, 131, Saturn's rings : a photometric study of ring C.
- S. KOUTCHMY, J.C. PICAT, M. DANTEL, 1975, Etude polarimétrique de la couronne solaire, A and A., soumis.
- G. STELLMACHER, E. WIEHR, 1975, The deep layers of sunspot Umbrae, soumis à A. and A.
- Ph. LAMY, S. KOUTCHMY, 1975, Study of the anti-tail of Comet Kohoutek from an observation on 17 jan. 1974, IAU Coll. n° 31, Heidelberg.



Equipe n° 12 : Taches solaires.

Membres de l'équipe. R. BOYER (C), G. CHAMBE (C),  
J.C. HÉNOUX (C), G. LABORDE (C),  
P. SOTIROVSKI (C),

1) Spectroscopie moléculaire des taches solaires

R. Boyer, J.C. Hénoux <sup>\*</sup>, G. Laborde, P. Sotirovski.

Le but de cette équipe est l'étude des conditions physiques dans les taches solaires déduites de leur spectre moléculaire.

L'équipe travaille en collaboration avec J.W. Harvey de l'Observatoire de Kitt Peak, qui a fourni les données d'observation nécessaires.

Près de 4000 raies moléculaires du domaine spectral 6100-6600 Å ont déjà été identifiées. La table de ces raies est actuellement sous presse (1).

En 1975, le travail d'identification portera sur le domaine 6600-7100 Å.

2) Etude du rayonnement X et XUV solaire

J.C. Hénoux a calculé (2) la directivité et la polarisation du continuum X d'énergie supérieure à quelques KeV émis pendant les éruptions. Ces calculs montrent l'importance de l'effet de la diffusion Compton sur la directivité du rayonnement X et son influence limitée sur la polarisation : des faisceaux d'électrons tombant sur la chromosphère solaire, en spiralant autour d'un champ magnétique vertical, émettent un rayonnement polarisé mais assez faiblement directif. Cette conclusion renforce la probabilité d'existence de tels faisceaux. Il semble en effet, bien que la directivité du rayonnement X soit jusqu'à présent mesurée de manière indirecte et assez grossière, que le rayonnement des sursauts X solaires présente ces deux propriétés.

G. Chambe a développé, avec P. Lantos, un modèle inhomogène et dynamique de la zone de transition chromosphère-couronne.

\* Membres à temps partiel.

Ils ont montré que le champ magnétique doit être horizontal au-dessus des cellules sombres. Le flux conductif total est nettement inférieur à celui déduit de modèles plan-parallèle, ce qui réduit les exigences du chauffage dans la couronne. Il est confirmé qu'un dépôt d'énergie mécanique dans la région de température  $2 \cdot 10^4 \text{ K} - 10^5 \text{ K}$  est nécessaire pour rendre compte de l'émission UV. La relation entre le flux conductif, l'épaisseur de la zone de dépôt, au sommet de la zone de transition, et la température maximale de la couronne a été obtenue.

#### PUBLICATIONS.

- (1) Table of solar diatomic molecular lines - I. Spectral range 6100-6600 Å, 1975, Astronomy and Astrophysics, supplt. series.
- (2) Anisotropy and Polarization of Solar X-ray Bursts - soumis à Solar physics.







LABORATOIRE "PHYSIQUE DU SYSTEME SOLAIRE"  
Observatoire de Paris - 92190 - MEUDON.

RESPONSABLE : A. DOLLFUS

#### ETUDE DES GRANDS JETS DE LA COURONNE SOLAIRE PAR BALLONS

La cinématographie accélérée des grands jets de la couronne solaire a été effectuée à l'aide d'un coronographe à occultation externe placé à bord d'une nacelle stabilisée "Astrolabe" et transporté dans la stratosphère à l'aide de ballons du C.N.E.S.

De 1967 à 1973, onze vols ont été consacrés à ces expériences parmi lesquelles six ont été pleinement réussies et totalisent 18 heures de surveillance photographique de la couronne solaire. En particulier, deux vols furent réussis la veille et le lendemain de l'éclipse totale du 30 Juin. Lors de chacun de ces deux vols, 250 images des jets de la couronne solaire ont été obtenues au cours des 5 heures consécutives d'observation. La photométrie et la polarimétrie des jets permettent de remonter à un modèle de densité électronique. L'évolution cinématographique des jets met en valeur des variations de formes sensibles en quelques heures. La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus par le coronographe de "SKYLAB" est en cours. (A. DOLLFUS, F. COLSON, Z. MOURADIAN, Mme. MARTRE).

#### POLARIMETRE PHOTOELECTRIQUE SOLAIRE

Cet instrument, conçu et réalisé dans les années 1950, a fait l'objet d'une publication d'ensemble décrivant son fonctionnement et ses différentes applications à la physique solaire.

Le polarimètre du Pic-du-Midi, utilisé par J.L. LEROY (K-coronometer) a permis la surveillance de la couronne solaire par la lumière diffusée par les électrons au cours de tout le cycle solaire qui s'achève.

Le polarimètre photoélectrique de l'Observatoire de Meudon est utilisé par A. KOECKELENBERGH pour l'étude de la composante transversale des champs magnétiques autour des centres actifs et près du limbe solaire.

.....

## FILTRE POLARISANT A HAUTE RESOLUTION

Ce nouvel instrument d'observation solaire utilise un assemblage de filtres polarisants à transmission élevée et longueur d'onde entièrement variable, afin de donner des images monochromatiques du Soleil avec une sélectivité de 0,15 Å. La bande de transmission peut être amenée sur n'importe quelle longueur d'onde dans le domaine 5500-7000 Å; un contrôle simultané de la forme de la bande transmise est donné par des spectrographes. L'appareil permettra d'obtenir des images fines dans un champ de un tiers du diamètre solaire, soit des structures dans les raies et leurs ailes, soit des vitesses radiales avec une sensibilité de 100m/sec., soit des champs magnétiques avec un seuil de quelques dizaines de gauss.

L'instrument est en cours de réglage sur la monture du grand télescope de Meudon.

## PUBLICATIONS SUR LE SOLEIL (1971-1974)

- "Investigations on Coronal Monochromatic Emissions in the Optical Range"  
par A. DOLLFUS  
1971 - Physics of the Solar Corona, ed. Macris, pp. 97-113  
D. Reidel Publishing Company.
- "The Solar White Light Corona of Mid-1971"  
par R.T. HANSEN, S. HANSEN, R.M. MacQUEEN, C.L. ROSS, A. DOLLFUS,  
Z. MOURADIAN et A. WORDEN  
1973 - HAO Research Memorandum N° 187.
- "The French Solar Photoelectric Polarimeter"  
par A. DOLLFUS  
1973 - dans "Planets, Stars and Nebulae Studies with Photopolarimetry"  
T. GEHRELS, Editor NASA SP, pp. 695-729.
- "Electrons in the Solar Corona - I : Electron Density Models of Streamers  
at Eclipse 15 February 1961"  
par A. DOLLFUS, M. LAFFINEUR, Z. MOURADIAN  
1974 - Solar Physics 37, pp. 367-394.



## OBSERVATOIRE DU PIC DU MIDI

### Equipe de recherche sur la COURONNE SOLAIRE et les PROTUBERANCES

J.L. LEROY, J.C. NOENS, P. PECANTET, P. POULAIN .

### TRAVAIL EN COURS ET PERSPECTIVES

Le travail actuel de l'équipe peut être décomposé en trois chapitres principaux:

I- OBSERVATIONS : Deux instruments sont actuellement en service :

a) un polarimètre utilisé pour les observations de routine de la couronne K, à 2' , 4' et 8' du bord (1 observateur) .

b) un polarimètre mis au point par G. RATIER, en service depuis 1974, utilisé pour l'observation des émissions en D<sub>3</sub> des protubérances .

II- INSTRUMENTATION ET OBSERVATIONS FUTURES : Un important travail d'instrumentation est en cours, pour mener à bien les orientations nouvelles des programmes d'observation durant le prochain cycle solaire .

a) les observations de routine de la couronne K seront poursuivies . Dans ce but, un polarimètre plus performant est en cours de réalisation .

b) les observations de routine des raies verte et rouge ont été arrêtées au 31 Décembre 1974. L'étude de la couronne d'émission sera orientée vers des mesures de l'intensité relative des deux raies I R et de la raie UV du Fe XIII, dans des structures coronales choisies. Pour cela, un ensemble coronographe - spectrographe photoélectrique multiple est en cours de réalisation. Il utilisera l'objectif de 20 cm du coronographe de Lyot. Cet instrument travaillera en parallèle avec le polarimètre couronne K installé dans une coupole voisine, et l'ensemble devrait permettre une étude fine des paramètres physiques locaux dans le milieu coronal, notamment de la densité électronique .

A l'observation des raies du Fe XIII seront associées également des images monochromatiques en raie verte, ainsi qu'éventuellement, d'autres raies d'émission, en particulier deux raies (à 3987 et 7892 Å) du Fe XI .

c) la mesure de la polarisation des protubérances sera poursuivie en liaison avec le travail en cours dans le cadre de la RCP "protubérances" .

III- PARTICIPATION A L'EXPERIENCE DU LPSP A BORD DU SATELLITE OSO I : l'équipe prépare deux séries d'observations basées sur l'étude de l'émission de l'ion O VI dans les zones de transition chromosphère-couronne et protubérances - couronne .



## EQUIPE "COURONNE" DU GROUPE DE RECHERCHE N° 24

### DEPARTEMENT D'ASTROPHYSIQUE FONDAMENTALE - OBSERVATOIRE DE MEUDON

Véronique BOMMIER, Françoise CRIFO, David FLOWER, Bernard FORT,  
Michelle LOULERGUE, Sylvie SAHAL, J.P. PICAT, Guillaume PINEAU DES FORETS  
en collaboration avec Monique MALINOVSKI, LPSP Verrières

#### I. INTRODUCTION

Ce groupe est né fin 1971 du désir commun de ses chercheurs de créer un cadre de discussion astrophysique qui dépasse les seules préoccupations de technologie ou de pure physique atomique. Dans une première étape, à l'occasion de l'éclipse du 30 Juin 1973, nous nous sommes efforcés d'obtenir simultanément les données expérimentales et théoriques nécessaires à l'interprétation du spectre des émissions coronales (problème du diagnostic spectroscopique). Maintenant, nous élargissons notre champ d'activité en collaborant avec des spécialistes de M H D, afin de pouvoir aborder les mécanismes fondamentaux de quelques objets de l'atmosphère solaire (lames coronales, protubérances, zone de transition).

#### II. INTERPRETATION DES OBSERVATIONS D'ECLIPSE OBTENUES EN 73

Pour des raisons météorologiques et techniques, l'éclipse de 73 n'a pas fourni toutes les observations espérées ; nous avons dépouillé au microphotomètre les images monochromatiques obtenues dans les raies 7892 Fe XI et 5303 Fe XIV (3 directions de polarisation) ; nous en déduisons les résultats suivants :

1) la polarisation de la raie verte est comprise entre 0 et 15% dans la basse couronne ( $h < 0,4 R$ ) ; nous précisons davantage ce résultat au coronographe de Saint-Véran avec la raie 10747 Å du Fe XIII, plus polarisée que la raie verte et bénéficiant d'un meilleur contraste par rapport au fond du ciel ; les programmes de calcul déjà au point permettront alors d'établir des cartes du champ magnétique coronal avec une résolution de l'ordre de 5" d'arc.

2) à partir des images monochromatiques du Fe X, XI, XIV, il semble exister une relation entre la densité et la température locale dans les structures fines coronales ; la forme de cette relation serait caractéristique de la loi de perte radiative pour un même chauffage de la couronne.

#### III. INTERPRETATION DE SPECTRES XUV DE L'ATMOSPHERE SOLAIRE

Plusieurs spectres UV et X de la région de transition chromosphère couronne et de la couronne solaire obtenue à bord de fusées et de satellites sont actuellement disponibles. Notre équipe poursuit actuellement le travail d'interprétation des spectres d'émission d'un certain nombre d'ions intéressants à la fois du point de vue des méthodes de calcul en physique atomique et du

point de vue de la détermination des paramètres physiques des régions émissives. Avec l'aide de Sylvie SAHAL, Monique Malinovsky a recalculé les paramètres atomiques de l'ion OV pour lequel jusqu'à maintenant n'existait aucun accord entre calculs théoriques et observations. Elle a en particulier montré l'influence des résonances dans les sections de choc électroniques à l'intérieur des niveaux de structure fine des termes métastables. A partir de la comparaison avec les observations elle a montré que l'ion OV n'était pas un bon indicateur de densité pour les domaines de densité couramment observés dans la région de transition.

Dans la même séquence isoélectronique Michelle LOULERGUE et Harry NUSSBAUMER ont interprété le spectre d'émission du C III, à partir des observations faites en satellite OSO VI. Ils ont montré que l'ion C III peut émettre dans un assez grand domaine de température correspondant à une profondeur de la région d'émission sensiblement plus grande que celle couramment admise. De l'intensité relative des raies du C III on peut également déduire, non pas une densité mais un ensemble de couples (Ne, Te) correspondant à une pression électronique environ 3 fois plus faible que la pression coronale, la pression manquante pouvant être d'origine mécanique ou magnétique. Ces résultats pourraient également s'expliquer par l'existence d'un plateau à la base de la région de transition. Ce travail d'interprétation est en cours.

Dans la série isoélectronique du Li, David FLOWER et Harry NUSSBAUMER ont étudié les ions O VI, Ne VIII, Mg IX et Si XII observés à la fois en satellite et en fusée. Ils ont montré que les processus d'excitation indirecte via le continuum les états très excités étaient responsables de l'émission à partir des niveaux  $n > 3$ . A partir des observations d'OSO VI ils ont calculé l'abondance de O, Ne et Mg. Ils montrent également que la température de la couronne reste remarquablement stable pendant toute la durée d'observation (environ 1 mois). David Flower calcule actuellement les paramètres atomiques (probabilités de transition, sections d'excitation par chocs) pour les ions de la série du Na et du B.

Dans le domaine des rayons X, Michelle LOULERGUE et Harry NUSSBAUMER continuent leur travail d'interprétation des spectres d'émission des régions actives, en collaboration avec le groupe expérimentale de Leicester. Les calculs sur le Fe XVII et le Ni XIX ont permis de résoudre certains problèmes de dépouillement (raies interdites et "blends") et de calculer l'abondance relative Fe/Ni.

Parmi les ions du Fe, David FLOWER et Harry NUSSBAUMER ont étudié le Fe XIII dont les transitions permises sont des indicateurs de densité.

Monique MALINOVSKY termine actuellement l'interprétation des raies UV de l'ion Fe XI à partir des observations faites en fusée.

Sylvie SAHAL a traité un autre problème d'interprétation des raies coronales, celui de la polarisation des raies interdites de la couronne solaire. Elle a en particulier étudié l'influence relative des collisions avec les protons et des processus de cascades sur le taux de dépolarisation. Le calcul théorique a été appliqué au cas de la raie verte du Fe XIV, et maintenant au cas des raies infrarouges du Fe XIII.

Ce travail sur la polarisation sera poursuivi en collaboration avec Véronique BOMMIER qui va étudier la polarisation des raies de He dans les protubérances quiescentes, en relation avec les observations faites par J.L. LEROY au Pic du Midi. L'intérêt de ce calcul dans le cas des protubérances quiescentes est de déduire du taux de polarisation non seulement la direction du champ magnétique comme c'est le cas à partir des raies interdites de la couronne solaire, mais aussi l'intensité du champ magnétique dans la région émissive.



David FLOWER et Guillaume PINEAU DES FORETS ont fait une étude critique du bilan d'énergie dans la région de transition chromosphère - couronne. Ils ont ainsi établi un modèle cohérent avec des observations XUV, caractérisé par une densité électronique constante et un gradient de température variant en  $T_e^{-1/2}$ . Guillaume PINEAU DES FORETS a d'autre part étudié quantitativement les pertes radiatives dues aux raies du Fer dans la couronne solaire. Ce résultat est important dans l'étude du bilan d'énergie de la zone de transition et des instabilités thermiques dans la couronne. Avec David FLOWER, il poursuit actuellement l'étude des couches externes du soleil en reliant l'approche magnétohydrodynamique avec l'étude semi-empirique.

#### IV. ETUDE DE STRUCTURES CORONALES

L'observation de structures coronales en boucles épousant la même géométrie que les parties les plus hautes des protubérances quiescentes montre qu'au voisinage de ces protubérances, la matière coronale semble essentiellement rassemblée dans des "lames" denses surplombant les filaments. C'est là l'extension au voisinage immédiat de la protubérance d'un résultat déjà acquis à de plus grande altitudes par la radio.

Ce résultat, joint aux observations sur la direction du champ magnétique (peu incliné sur l'axe du filament), nous conduit à proposer un nouveau modèle de formation des protubérances quiescentes (en collaboration avec André MANGENEY).

Pour progresser plus rapidement et systématiquement dans l'étude de ces structures, nous avons proposé un programme plus vaste, en collaboration avec les théoriciens de la MHD et les observateurs du Pic du Midi, accepté par le C.N.R.S. (RCP "Protubérances"). Dans une première étape, nous étudierons essentiellement le champ magnétique, qui joue un rôle prépondérant dans les processus de formation et pour le support de la matière dans le milieu coronal environnant.

PUBLICATION DU 1/06/1974 AU 1/06/1975

MALINOWSKY - JUIN 75 - Thèse d'état

LOULERGUE, NUSSBAUMER, AaA, 74, 34. 225

FLOWER, NUSSBAUMER, A a A, 75, 39, 295

LOULERGUE, NUSSBAUMER, contributed Paper to the IAU Colloquium 27,

9. 11 SEPT 74 CAMBRIDGE MASSACHUSETTS

CRIFO-MAGNANT, 75 Solar Phys. 41.109

FORT, MARTRES, 1974, A a A 33; 249

FLOWER and NUSSBAUMER, A a A, 74, 31, 353

SAHAL-BRECHOT, 74 A a A, 32, 147

SAHAL-BRECHOT, 74 A a A 36, 355

PINEAU DES FORETS and FLOWER, 74 A a A, 37, 297

PINEAU DES FORETS, 75 A a A, 38, 457

FORT, PICAT, 75 A a A, 41

CRIFO, FORT, MARTRES, Symposium ESR0, Frascati (Italie) Juillet 1974

## CREATION D'UNE STATION D'ALTITUDE A SAINT VERAN

-----

Groupe "caméra électronique", DAPHE, Observatoire de Meudon

A la suite des observations d'éclipse (1970, 1973) le groupe caméra électronique avait décidé de continuer des expériences de coronographie dans le proche infra-rouge à Auron (Alpes Maritimes).

Le conseil scientifique de l'Observatoire de Paris a très fortement "conseillé" de ne poursuivre ces observations que sur le site de Saint-Véran (Hautes Alpes) qui constitue le meilleur site français pour l'observation en altitude (2.950m), déjà retenu par l'I.N.A.G. Avec l'appui total de l'Observatoire de Paris et une aide technique de l'Observatoire de Nice on a donc entrepris d'aménager les lieux pour y implanter un instrument et les installations nécessaires à la survie d'une petite équipe d'observateurs. Le gros oeuvre est pratiquement terminé, et il est prévu que les observations commenceraient en octobre 1975.

Cette station comprend une coupole (ex coupole de l'Observatoire de Paris), de 7 mètres de diamètre, une base vie pour des séjours de longue durée avec petit dortoir, cuisine, douche, wc, téléphone, espace de travail. Une piste carrossable permet l'accès des véhicules en dehors de la période d'enneigement. Dans un premier temps la table équatoriale portera un coronographe de 25 cm d'ouverture et de 3 mètres de focale qui permettra d'obtenir des images monochromatiques ou des spectres dans l'intervalle 3000 - 11000 Å. Ce coronographe guidé à  $\pm 3''$  peut être utilisé avec des détecteurs photoélectriques, des caméras électroniques ou des appareils photo. (Résolution spectrale 10.000, résolution spatiale 4'' d'arc).

La 1ère expérience prévue sur ce coronographe après les réglages indispensables est la mesure du rapport d'intensité des raies du Fe XIII (3388, 10747 et 10798 Å) et de la raie 5303 du Fe XIV. Nous en déduirons un ensemble complet des paramètres physiques dans une structure fine coronale (tige ou arche) ; c'est à dire : densité électronique locale, température, hétérogénéité en densité et abondance du Fer.

Les programmes d'observation suivants sont proposés pour la suite :

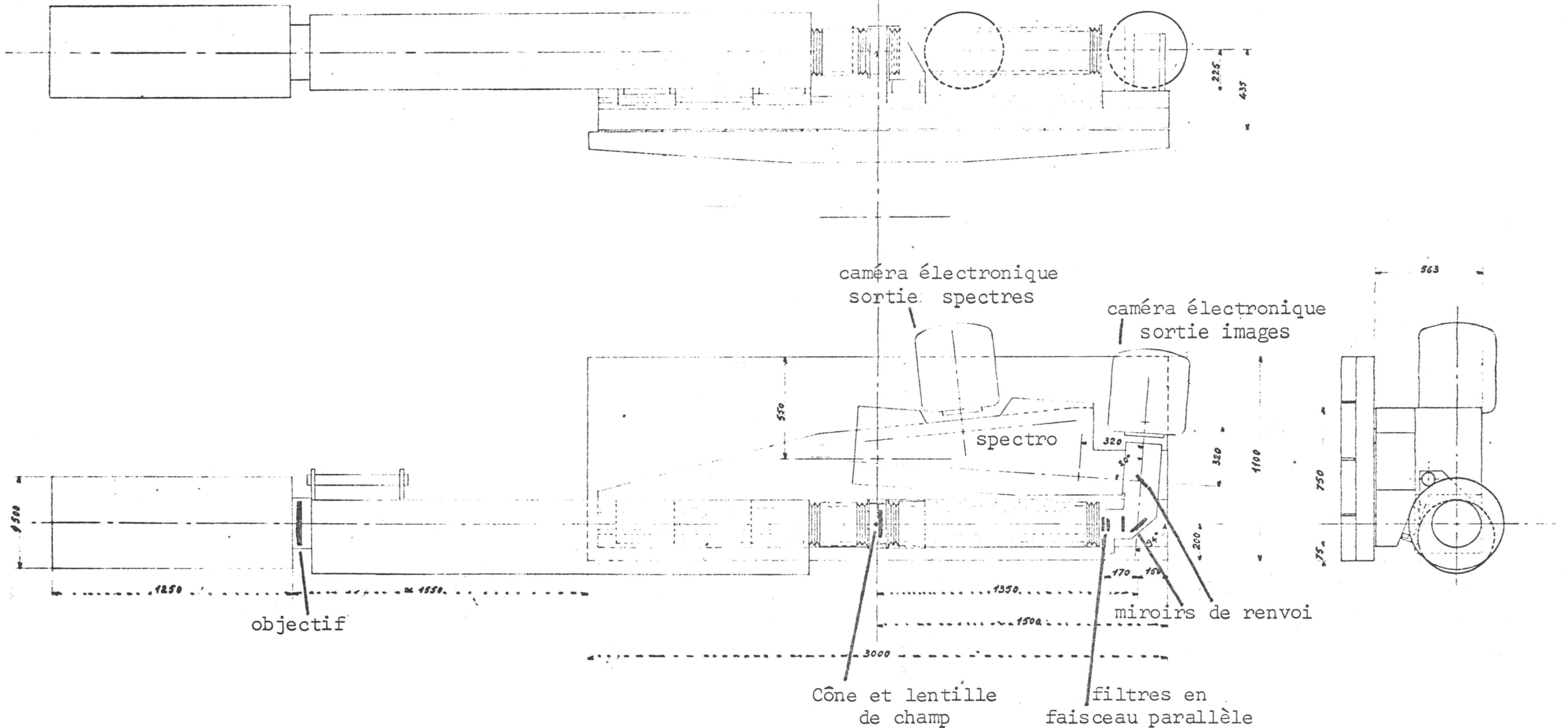
- a) Etude de la condensation de la matière coronale
- b) Etude des fluctuations temporelles des raies d'émission
- c) Etude du champ magnétique coronal à partir de la mesure de la polarisation de la raie 10.747 Å du Fe XIII

Malgré cela, des périodes d'utilisation seront sans doute disponibles en 1976-77 ; elles sont naturellement ouvertes à des programmes extérieurs.





# PLAN DU CORONOGRAPHE DE SAINT-VERAN



Dates	Visas	Modifications	Matériau
Usage			Prote
Travail			0.1
Arbres cassés			21.2.75
Tolérances Générales			Dessine T.R.
Température de référence 20°C			Designation Nouvelle implantation
Protection			coronographe 5 <sup>e</sup> Veran
OBSERVATOIRE DE PARIS-MEUDON			209.00.51
SECTION MÉCANIQUE			



CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
LABORATOIRE DE PHYSIQUE STELLAIRE ET PLANÉTAIRE  
BOITE POSTALE N° 10  
91 - VERRIÈRES-LE-BUISSON

TÉL. : 920-10.60  
TÉLEX : 60 252

RAPPORT D'ACTIVITE AU GS SOLAIRE 1974-75

---

EQUIPE D2B :	- Responsable scientifique	J.P. DELABOUDINIERE F. MILLIER
	- Chef de projet	C. MAUREL
	- Coordination des mesures et fabrications internes	A. SOUFFLOT
	- Responsable des fabrication, filtres, photocathodes	J.M. BERSET G. MICHAUX B. COUGRAND
	- Calibration et mesures UV	C. CARABETIAN
	- tests composants	J. RICOQUE
	- calibrations	M. CHARRA
	- maintenance	J.P. COPPIER
	- Optique	J. BRUNAUD
	- Tests visibles	B. LERICHE
	- Mécanique	G. AUGÉ
	- Dessin	C. CONSTANT S. LINARES
	- Fabrication	J. HARO
	- Verrerie	C. HALLIER
	- Traitements des données pendant les calibrations :	
	- hardware	G. MAUREL
	- software	G. LEVANTI
	- Dépouillement	G. RECOUVREUR
	- Calibration Synchrotron	
	- coordination	M. DECAUDIN
	- électronique interfaces	R. ACKAOUY
	- Electronique détecteurs	G. JEGOUDEZ F. CANOVAS CHUMILLAS
	- Asservissements	R. ACKAOUY





## EXPERIENCE SOLAIRE DU SATELLITE D2B

Cette expérience doit permettre l'étude et la surveillance d'un certain nombre de raies d'émission intense du spectre solaire comprises entre 170 et 1300 Å. Des héliogrammes à moyenne résolution ( $\sim 1$  minute d'arc) doivent être obtenus quotidiennement. Une surveillance du flux solaire intégré avec une résolution en longueur d'onde de 10 à 20 Å est également prévue pour satisfaire un besoin en aéronomie. Enfin l'observation de l'absorption des flux UV solaire par l'atmosphère terrestre permettra de déterminer la concentration en  $O_2$  et  $N_2$  de cette dernière.

La réalisation des deux premiers objectifs nécessite une bonne calibration de la sensibilité de l'instrument en fonction de la longueur d'onde. Les modèles de vol et de rechange de l'expérience nous ayant été livrés à partir de juillet 1974, l'essentiel de nos efforts a porté sur cette calibration. Une dernière série de mesures a été faite à Verrières à l'aide de sources à décharge dans les gaz aux longueurs d'onde 256, 304, 584, 776, 835, 920, 1066, et 1216 Å. Les performances géométriques des expériences ont été contrôlées à cette occasion dans l'UV.

Pour compléter ces mesures nous avons utilisé une source de rayonnement synchrotron fournie par les anneaux de collision d'Orsay (ACO). Cette procédure complètement indépendante de la précédente permet de connaître le rendement à toute longueur d'onde et non plus en quelques points de la bande passante. Les longueurs d'onde les plus courtes (170 Å) deviennent accessibles et l'influence de la polarisation peut être étudiée.

Le modèle prévu pour le vol a été livré à la MATRA pour intégration dans le satellite en Avril 1975 après avoir subi tous les essais nécessaires. Les données calibration sont en cours de traitement, les difficultés de liaison avec le centre de calcul du CNES et les travaux menés en parallèle sur le modèle de rechange ayant retardé ces dépouillements.

- Le modèle de rechange a été calibré complètement à ORSAY et de façon succincte à VERRIERES.



- Tout le hardware est désormais prêt pour le tir qui est prévu pour le 27 Septembre 1975. La préparation des traitements en vol est fortement avancée et est l'occasion d'une participation très importante de la division mathématiques du C.N.E.S. En principe, il est prévu de réduire un certain nombre de données rapidement en cours de vie du satellite pour publication systématique dans les recueils de Solar Geophysical Data Prompt Reports.



ETUDE DE L'ATMOSPHERE SOLAIRE A  
L'AIDE D'OBSERVATIONS RADIOASTRONOMIQUES METRIQUES  
CENTIMETRIQUES ET MILLIMETRIQUES

Groupe du Radiohéliographe (ERA 306 du CNRS)

Observatoire de Meudon et Station de Nançay.  
JONES Ian Gordon

KERDRAON  
AVIGNON Yvette

AXISA François

BONMARTIN Jean

CLAVELIER Bernard

Alain

LANTOS-JARRY Marie-Françoise

LANTOS Pierre

LAPORTE Catherine

MERCIER Claude

PICK Monique

TROTTET Gérard

En collaboration avec de nombreux chercheurs de Meudon et ingénieurs et techniciens de Nançay.

Une part importante de l'activité du groupe a été consacrée à la reconstruction, très améliorée du radiohéliographe Est-Ouest (détruit lors de l'incendie de Septembre 1971). Les premiers essais du nouvel instrument ont lieu actuellement (Juin 1975). Beaucoup plus souple, quant à son utilisation, que le précédent, le nouveau radiohéliographe est-ouest a un pouvoir séparateur doublé par l'adjonction de deux grandes antennes (1'7 à 169 MHz). Il est piloté en temps réel par un ordinateur, qui effectue également l'acquisition au cours des six heures d'observations quotidiennes. La résolution temporelle aussi élevée que 10 ms est nettement supérieure à celle des autres instruments existants.

Au cours des années 1972 à 1975, les travaux du groupe ont porté sur :

1 - L'émission Thermique du Soleil calme

On a montré en particulier (Lantos et Avignon 1975), que le soleil calme radio correspond aux trous coronaux et ne varie pas avec le cycle ce qui implique une certaine constance des propriétés des trous coronaux. Les trous coronaux



sont des régions calmes. La polémique sur les différences de températures coronales obtenues par la radio et par les UV se trouve réglée.

## 2 - La structure coronale

### a - soit en utilisant son émission thermique radioélectrique

Il a été montré que les jets coronaux en particulier les jets polaires participent à 169 MHz pour une part importante à la composante lentement variable (Axiša et al. 1971).

### b - soit par l'utilisation des sursauts comme traceurs

Les sursauts de type III ont permis par exemple de mettre en évidence des structures magnétiques fortement divergentes dans la couronne (Mercier 1973).

### c - soit grâce à l'interprétation de la forme des sursauts

L'étude de la variation centre-bord des diamètres de type I a montré qu'elle était faible : ceci permet de préciser la répartition de densité dans la couronne par l'étude de la diffusion des sursauts (Kerdraon, 1973).

## 3 - Processus d'accélération pendant et hors des éruptions et déclenchement des éruptions.

Il faut noter particulièrement la découverte de perturbations observées en dehors du centre de la raie H $\alpha$  et capables de conduire à l'accélération de particules de quelques dizaines de Kev mises en évidence par le rayonnement radioélectrique (Axiša et al. 1972 et publications suivantes).

## 4 - Sursauts radioélectriques et mécanismes d'émission

La localisation dans la couronne des sources de structure fine et de durée de vie extrêmement courte est, par exemple un apport expérimental important à l'avancement des théories (Caroubalos et al. 1973).

## 5 - Liaison entre la couronne et le milieu interplanétaire

Les jets observés en radio jouent un rôle dans la structure en secteur du milieu interplanétaire (Avignon et al. 1972).

Parmi les travaux faits en collaboration avec des équipes étrangères on peut noter :

- dans le domaine centimétrique et millimétrique, l'Université du Maryland (observations avec le télescope de 36 pieds de Kitt Peak, Arizona et avec l'inter-

féromètre de Westerbork, Hollande) le groupe solaire du Max Planck Institut de Bonn (Télescope de 100 mètres de Effelsberg).

- dans le domaine métrique, l'Observatoire d'Utrecht (spectrographe de Dwingelo) et l'Observatoire d'Arcetri (observations à l'aide du Radiotélescope de Medicina).

Le groupe a en projet une extension Nord-Sud du radiohéliographe (projet soumis à l'INAG) qui devrait permettre, par l'obtention d'images à deux dimensions, d'approfondir de nombreuses études dans la lignée des sujets cités plus haut, en renforçant la possibilité de coopération en particulier avec les observations spatiales prévues pour le prochain maximum du cycle d'activité (tels que : Solar Maximum Mission, Heliocentric, Mother-Daughter).

#### Bibliographie partielle

- Lantos P. et Avignon Y., 1975, Astron. and Astrophys. - sous presse 1975.
- Axisa F., Avignon Y., Martres M.J., Pick M., Simon P. 1971 Solar Phys. 19, 110.
- Mercier C., Solar Phys. sous presse 1975.
- Kerdraon A., Astron. & Astrophys. 1973, 27, 361.
- Axisa F., Martres M.J., Pick M., Soru-Escout I. 1972, Nature, 236, 27.
- Caroubalos C., Pick M., Rosenberg, H., Slottje, C. Solar Phys. 1973, 30, 473.
- Avignon, Y., Axisa F., Martres M.J., Pick M., Simon P. Solar Wind Asilomar Conference, 1972, p. 119.

Ces articles ne représentent qu'une faible partie des travaux du groupe; on peut, pour plus de détails, se rapporter à une bibliographie du groupe de 1970-1975, sous forme de polycopié disponible.



# DEPARTEMENT RECHERCHE SPATIALE

Groupe de Radioastronomie Spatiale

Chercheurs du G S 3 :

J.L. BOUGERET, C. CAROUBALOS, S. HOANG, M. POQUERUSSE, J.L. STEINBERG

Le Groupe de Radioastronomie du DESPA se consacre principalement au dépouillement des expériences STEREO-1 et STEREO-5, qui fournissent des observations simultanées des sursauts radio-electriques solaires dans deux directions d'émission différentes : à partir d'une sonde interplanétaire soviétique et à Nançay, autour du passage du soleil au méridien de Nançay

! Sonde	! Fonctionnement	! Fréquences	! Observations à Nançay
! Stereo 1	! Mars-3	! mai 71-Fev.72	! 169 MHz
!	!	! $\leq 1$ heure par jour	! Spectre dynamique 159-179MHz
!	!	!	! position à 169 MHz (une dimension)
! Stereo 5	! Mars-7	! aout 73-Juin 74	! 30 MHz
!	!	! $\leq 2$ heures par jour	! Idem plus :
!	!	!	! Spectre dynamique (autour de 30 et de 60 MHz)
!	!	!	! position à 75 MHz (2 dimensions)

Les différences d'intensité dans les deux directions d'observation peuvent être importantes même pour de faibles angles [Réf. 1] ; elles dépendent du diagramme de rayonnement de la source et du transfert coronal.

## S T E R E O - 1 - Etude des Types III

On constate en général une directivité plus forte que celle prévue à partir des diagrammes généralement admis et avec une couronne à symétrie sphérique. [Réf. 2]. On peut invoquer les écarts à la symétrie sphérique (lames coronales et autres macro-structures) et/ou une structure spéciale des inhomogénéités de densité électronique à petite échelle. Une interprétation quantitative des observations est en cours.

Les sursauts de type III ont un profil temporel largement indépendant de la direction de sortie de la couronne ; cela a permis d'effectuer une distinction entre le profil temporel de deux classes, interprétées comme fondamental et harmonique, de la même façon sur la sonde et à Terre.

Le fondamental est le plus directif et cela correspond à l'intense réfraction-diffusion que le rayonnement subit près du niveau critique (indice voisin de zéro).

## STEREO - 1 - Etude des types I [Réf. 3]

Pour un jour d'activité donné, le diagramme d'émission à la sortie de la couronne a une largeur à mi-puissance inférieure à  $25^\circ$  ; par ailleurs, les observations de ce jour sont compatibles avec un diagramme de rayonnement dont l'axe est orienté différemment d'un événement à l'autre, à l'intérieur d'un cône de faible ouverture ( $8^\circ - 10^\circ$ ). Le point délicat est de rendre compatible une telle directivité, qui implique une faible diffusion, avec les interprétations actuelles des diamètres apparents des sources de types I, qui supposent une diffusion forte.

## STEREO - 5

La nouveauté de cette expérience par rapport à STEREO 1 est de permettre la comparaison des vitesses de dérive en fréquence des types III dans deux directions différentes, ce qui doit permettre d'obtenir une indication sur la trajectoire des excitateurs.

Le dépouillement est freiné par la lenteur d'arrivée de l'information spatiale et les très nombreuses corrections à apporter aux documents bruts avant qu'ils soient utilisables.

Les positions sur le soleil [Ref 4] seront d'une grande importance pour l'interprétation des mesures spatiales.

## SPECTROGRAPHE MULTICANAL

L'équipe technique du DESPA a entrepris, sous la direction de C. CAROUBALOS, la construction d'un spectrographe multicanal à configuration variable. Une centaine de canaux seront disponibles entre 50 et 500 MHz environ, avec des bandes passantes de 1 MHz, 200 kHz ou 10 kHz. L'acquisition se fera numériquement, à une cadence pouvant atteindre 50 points par seconde.

## Expérience de radioastronomie solaire à basses fréquences sur satellite héliocentrique ISEE - C.

Cette expérience a pour objectif principal d'utiliser les sursauts de type III sur ondes hectométriques et kilométriques comme traceurs, pour cartographier les lignes de force du champ magnétique du vent solaire, même hors du plan de l'ecliptique. Le lancement de cette expérience est prévu pour 1978.

- REFERENCES: (1) CAROUBALOS, C., STEINBERG, J.L., 1974, Astron & Astrophys. 32, 245  
(2) CAROUBALOS, C., POQUERUSSE, M., STEINBERG, J.L., 1974, Astron & Astrophys. 32, 255  
(3) STEINBERG, J.L., CAROUBALOS, C., BOUGERET, J.L., 1974, Astron & Astrophys. 37, 109  
(4) DAIGNE, G., CAROUBALOS, C., POQUERUSSE, M., 1975, Rapport Interne DESPA, 131/STER.5.



ETUDE DE LA HAUTE COURONNE ET DES PROCESSUS  
PHYSIQUES D'EMISSION PAR SPECTROGRAPHIE A  
HAUTE RESOLUTION SUR ONDES DECAMETRIQUES.

Rapport Scientifique : Juin 1972 à Juin 1975.

Monique AUBIER, André BOISCHOT, Gérard DAIGNE, Alain GERBAUT, Yolande LEBLANC,  
Alain LECACHEUX, Jérôme de la NOE, Bent M. PEDERSEN, Carlo ROSOLEN.

I - Instruments (6, 13)

1. Deux spectrographes à haute résolution (20-40 et 40-80 MHz) enregistrement sur films.
2. Quatre récepteurs à fréquence fixe (30, 38, 76 MHz) enregistrement sur papier et sur bande magnétique.
3. Un spectrographe multicanal à grande sensibilité mais à bande étroite (1 MHz). Cette bande peut être placée entre 20 et 300 MHz - enregistrement sur film et sur bande magnétique.
4. Un spectrographe de 20 à 110 MHz de faibles performances mais permettant grâce à un enregistrement sur fac-similé, de surveiller l'activité solaire en temps réel et d'agir rapidement sur les autres enregistreurs (enregistrements magnétiques, caméras etc ...).

Les observations sont faites quotidiennement à Nançay. Tous ces récepteurs sont couplés à 2 antennes log-périodiques, ce qui donne la possibilité de faire fonctionner les récepteurs 20-40 et 40-80 en interféromètres. Cependant le gain de ces antennes est relativement faible ; c'est pourquoi nous avons fait l'étude d'un réseau d'antennes à grand gain qui sera couplé aux récepteurs ci-dessus et qui permettra de gagner un facteur 100 en sensibilité. Ce réseau est en cours de réalisation et doit être terminé pour le lancement de la sonde MJS 77 (Mariner Jupiter Saturne 1977)

II - Etudes Scientifiques

L'activité du groupe décamétrique se situe dans deux domaines :

- A. Les émissions non thermiques sur ondes décamétriques en provenance de Jupiter (12, 19). Nous ne développerons pas ce point mais nous précisons que 2 membres du Groupe sont "co-investigators" de l'expérience "Planetary Radio Astronomy" a bord de la sonde MJS 77. L'équipement au sol pour des observations de type

"stéréo" des émissions en provenance de Jupiter et du Soleil est en cours de réalisation à Nançay. A cet effet, un récepteur identique à celui de la sonde ("bread board") nous a été confié par la NASA.

Les émissions radioélectriques en provenance du Soleil : nous avons surtout travaillé sur les émissions de type III (émission la plus fréquente sur ondes DAM) et sur les sursauts de type II.

1. L'étude du profil temporel des type III nous a conduit à remettre en question l'interprétation de la décroissance exponentielle ; nous montrons que l'amortissement des oscillations de plasma par effet Landau est beaucoup plus efficace que l'amortissement collisionnel au moins pour les grandes longueurs d'onde ( $\lambda \geq 3m$ ). Nous en déduisons que le profil des sursauts reflète principalement les variations de l'excitation des oscillations de plasma (1, 3, 7).
2. Nous avons mis en évidence un effet centre-bord de l'émission des orages de bruit et des sursauts de type IIIb. Cette propriété permet de conclure que l'émission  $III_b$  se produit dans une direction perpendiculaire au champ magnétique plutôt que parallèle comme c'est le cas pour les type III (2, 9, 11). L'ensemble des propriétés des  $III_b$  (21) déduites de nos observations nous a permis d'élaborer une théorie cohérente (20).
3. La présence de polarisation linéaire dans les type III est très controversée et surtout en contradiction avec les effets de diffusion des ondes électromagnétiques par les inhomogénéités coronales. La recherche de l'effet Faraday dans les spectres à haute résolution nous permet de montrer qu'une telle polarisation n'existe pas (14).
4. Nous montrons que les régions optiques associées aux sources de type III DAM et M se trouvent situées soit en bordure de structures denses soit dans des régions coronales peu denses (8, 17). Nous avons calculé un modèle de densité de couronne calme en période de maximum d'activité solaire à partir des observations du Pic du Midi (5).
5. L'étude des caractéristiques des sursauts de type III groupés en paires a permis de mettre en doute la validité de l'hypothèse Fondamental-harmonique pour ces paires, et de proposer une interprétation différente (15, 16, 22).
6. Nous avons calculé les effets de diffusion sur les positions et intensités relatives des émissions fondamentales-harmonique (F-H) des sursauts de type III et type II. Les résultats permettent d'expliquer les positions apparentes des sources F et H et les densités trop élevées déduites de l'altitude des type III en supposant l'émission à la fréquence fondamentale (4, 10).

7. Les observations à haute résolution temporelle des sursauts de type II ont montré la présence de fluctuations temporelles rapides sur la composante harmonique seulement. Ceci nous a amené à remettre en question les mécanismes de conversion des ondes de plasma en ondes électromagnétiques (18).

#### Bibliographie

- (1) Aubier M. et Boischot A., Astron. Astrophys. 1972, 19, 343.
- (2) de la Noë J. et Boischot, A., Astr. Astrophys. 1972, 20, 55.
- (3) Harvey, C.C. et Aubier, M., Astr. Astrophys. 1973, 22, 1.
- (4) Leblanc, Y., Astr. Astrophys. 1973, 14, 41.
- (5) Leblanc, Y., Leroy, J.L., Pecantet, P. Solar Phys. 1973, 31, 343.
- (6) Boischot, A., Solar Physics 1974, 36, 517.
- (7) Aubier, M., Astr. Astrophys. 1974, 32, 141.
- (8) Leblanc, Y., Kuiper, Hansen, Solar Phys. 1974, 37, 215.
- (9) de la Noë J., Solar Phys. 1974, 37, 225.
- (10) Boischot, A., Astr. Astrophys. 1974, 33, 379.
- (11) Pedersen, M.B., Astr. Astrophys. 1974, 37, 163.
- (12) Lecacheux, A., Astr. Astrophys. 1974, 37, 301.
- (13) Lecacheux, A., Rosolen, C., Astr. Astrophys. 1975, sous presse.
- (14) Boischot, A., Lecacheux, A., Astr. Astrophys. 1975, sous presse.
- (15) Daigne, G., Pedersen, B., Astr. Astrophys. 1974, 37, 355.
- (16) Daigne, G., Astr. Astrophys. 1975, 38, 141.
- (17) Leblanc, Y., Solar Physics 1975, soumis.
- (18) Leblanc, Y., Lecacheux, A., Astr. Astrophys. 1975, soumis.
- (19) Lecacheux, A., Astr. Astrophys. 1975, soumis.
- (20) Smith, R., de la Noë, J., Ap. J. 1975, soumis.
- (21) de la Noë, J., Astr. Astrophys. 1975, soumis.
- (22) Daigne, G., Astr. Astrophys. 1975, sous presse.

#### Thèses

Aubier Monique :	Thèse de Doctorat d'Etat	-	1974	-	Paris.
Lecacheux Alain :	Thèse de 3ème Cycle	-	1974	-	Paris.
Rosolen Carlo :	Thèse d'Université	-	1974	-	Paris.
Daigne Gérard :	Thèse de Doctorat d'Etat	-	1975	-	Paris.



## ETUDE DES POUSSIÈRES CIRCUM - SOLAIRES

---

(Couronne thermique)

S. Koutchmy, Institut d'Astrophysique de Paris

P. Lamy, Laboratoire d'Astronomie Spatiale, Marseille

1. - Observation de la couronne externe à l'éclipse du 30 juin 1973 (Tchad)
  - . photométrie (visible et infra-rouge),
  - . colorimétrie (étude du rougissement de la couronne F),
  - . polarimétrie (visible).
2. - Etude de la dynamique des poussières circum-solaires
  - . influence de la pression de radiation (effet Poynting-Robertson) du vent solaire et de la sublimation des grains,
  - . zones d'équilibre (concentration) et distances minimales d'approche ("dust-free" zones).
3. - Calcul de l'intensité de l'émission thermique et de la lumière diffusée pour plusieurs modèles de nuage de poussières circum-solaires.

SOUHAIT ET PROPOSITION : observer l'éclipse d'octobre 1976 (Australie).





Y. Avignon, J. Gapihan, D. Hamon, G. Michet, P. Simon.

Le Centre de Prévision met à la disposition des expérimentateurs, par téléphone ou télex, l'ensemble des données permettant de décrire l'activité solaire et les phénomènes géophysiques en cours et de prévoir leur évolution dans les prochaines 24 heures.

Ce programme implique l'exploitation immédiate des données de routines obtenues en France ou en Europe. Il s'y ajoute une collaboration "intercontinentale" qui s'établit au sein du Service International des Ursigrammes et Jours Mondiaux. Ce service est patronné par l'URSI, l'UAI, l'UGGI et P. Simon en est actuellement le directeur. Il distribue aussi, pour le compte de l'UAI, les télégrammes Astronomiques annonçant les découvertes de Comètes, Novae, etc.

A Meudon, tous les jours les données sont distribuées à une trentaine de destinataires, principalement hors de France. En particulier les autres centres de prévision, c'est à dire Boulder, Moscou Tokyo, parfois Sydney reçoivent nos messages et réciproquement.

A ce service quotidien s'ajoute les "campagnes" temporaires demandées par des français, des étrangers ou même des opérations mondiales.

#### Groupes Français

Le CNES pour la prévision précise des orbites de satellites à bas périgée (PEOLE, STARLETTE, etc).

Le CNET pour les programmes d'observation du sondeur ionosphérique à diffusion incohérente.

Le CESR de Toulouse pour ses campagnes franco soviétiques en particulier SAMBO (1974), ARAKS (1975).

Un autre exemple: pour l'éclipse de Soleil de Juin 1973, nous avons pu fournir aux observateurs français à Atar les données de couronne blanche obtenues à Hawaii quelques heures avant l'éclipse.

#### Groupes étrangers

Depuis 1965, tous les étés, des groupes d'origines diverses (Allemagne, Autriche, Suède, Finlande, Norvège et pendant un temps France) réunis dans le SBARMO lancent des ballons pour l'étude des rayons X auroraux depuis différents points au Nord de la péninsule scandinave.

Lorsqu'elle avait des programmes de fusées, l'ESRO utilisait nos services. Actuellement les demandes sont individuelles et concernent des tirs effectués à Kiruna, Andenes, Kourou et même Woomera. La prochaine campagne prévue se passera en Espagne, avec une trentaine de fusées lancées par l'Université de Bonn l'hiver 1975/76.

#### C I N O F.

C'est une entreprise des astronomes solaires pour obtenir une observation intégrale d'éruptions solaires (optique, radio, Rayons X, etc) Nous l'avons entièrement coordonnée: en Juin 1972, choix quotidien des centre d'activité à observer; collationnement des données obtenues concernant 180 petites éruptions; sélection des événements (une dizaine) répondant à peu près au programme, étude en coopération, discussion des résultats et publication.

En marge de ces expériences actives, nous avons partagé avec Z. Svestka la charge d'un "Catalogue d'Evènements solaires à Particules, 1955-1969". Cet ouvrage de 428 pages a été préparé avec l'aide de huit collègues de Meudon, des USA, d'URSS et du Japon. Il décrit 732 évènements à particules grâce aux données de 101 expériences placées sur 27 satellites. 381 évènements solaires sont identifiés

comme sources certaines ou probables et sont décrits par leurs paramètres optiques, radio et X. 93 régions actives sont illustrées et 700 références sont fournies.

Dans le cadre du WDC-C pour les éruptions, établi à Meudon et pour la Commission X de l'UAI, nous avons revu, principalement avec M. Bernot, les problèmes de surveillance et de publication des éruptions dans le SGD et le QBSA: un rapport préliminaire est soumis aux membres de la Commission.

En ce domaine le paradoxe actuel est que les radioastronomes et les gens des rayons X ou même des particules solaires ( électrons ) s'intéressent à des éruptions ou à des phénomènes de plus en plus petits et que leur observation est à la charge des astronomes solaires "classiques" qui eux seraient tentés de s'intéresser à des événements plus importants. En fait la communauté des astronomes solaires, pendant les dernières 20 années s'est enrichie de radioastronomes, de physiciens des rayons X et des corpuscules et qu'une collaboration entre scientifiques utilisant des techniques aussi différentes est toujours difficile et longue à établir. Actuellement ceux qui "surveillent" le soleil auraient l'impression de ne pas être payés de retour et, à la limite, de ne travailler pour rien.

On peut ajouter deux remarques:

1. En matière de coordination des observations solaires, il est pratiquement impossible de réaliser des opérations temporaires et ponctuelles: les satellites passent par des cones d'ombre et il faut aussi tenir compte de la complexité et de la lourdeur de leur programmation. Les observations au sol dépendent du temps, de la qualité des images, de l'heure de l'évènement ( les instruments hautement spécialisés ne sont pas nombreux ni uniformément répartis autour de la terre ); enfin la prévision indique le lieu de l'évènement mais pas encore l'instant précis. Sur 200 événements retenus pour le CINOX, une dizaine seulement répondait à peu près aux critères fixés. En ce domaine, le seul moyen de réussir est d'utiliser des moyens surabondants.

2. Lorsqu'on parle d'activité solaire, il faut bien prendre en compte le cycle de onze ans. A cette échelle de temps, on s'aperçoit déjà que certaines observations qui commençaient à paraître désuètes ( par exemple les filaments, le soleil calme radio ) ont repris leur actualité parce que des observations nouvelles ( rayons X et vent solaire ici ) en permettent une meilleure interprétation. Malheureusement les observations manquantes ne peuvent être restituées.

En conclusion, il n'est pas question de maintenir systématiquement toutes les observations de routine, mais en astronomie solaire il faut se rappeler que l'on ne peut ni observer "seulement pour soi", ni "uniquement pour aujourd'hui"

P. Simon







