

## POURQUOI FAIRE DE LA SPECTROSCOPIE ?

par Roger MEUNIER

La matière possède la propriété importante d'émettre ou d'absorber de l'énergie sous forme de lumière. Ainsi, à partir de l'étude de cette lumière, nous pouvons en déduire certaines informations sur la composition, la température, la densité de cette matière. Par exemple, la lumière solaire décomposée en ses différents éléments par un spectrographe nous instruit sur la pression, la température, les champs magnétiques ou électriques, les mouvements de la matière. L'observation fine de ces raies spectrales nous permet donc de mettre en évidence un certain nombre de phénomènes physiques et ainsi de mieux comprendre le fonctionnement des différents objets de l'astrophysique.

Bien des progrès ont été accomplis depuis la décomposition de la lumière par Newton et depuis la mise en évidence des spectres d'émission et d'absorption par Kirchoff. Il n'est pas question pour un club ou un amateur de concurrencer les professionnels; nous n'en avons ni le niveau de formation, ni l'équipement. Cependant, la spectroscopie est un domaine privilégié pour tenter d'aller au delà des observations sans conclusion, des photographies qui, même de bonne qualité, sont souvent une fin en soi. Aller plus loin, c'est tenter de comprendre ce que nous cachent les images, c'est tenter de quantifier les phénomènes physiques. A travers cette démarche, nous nous affronterons au problème de la mesure: que mesurons-nous vraiment? Que voulons nous mettre en évidence? Quel lien reste-t-il entre le réel et le résultat d'une mesure? Quel modèle (conscient ou non) relie le phénomène à notre négatif, à notre tableau de mesures, à notre graphique? A notre niveau, nous ne ferons que du défrichage et nous serons souvent incapables de donner des réponses définitives aux questions précédentes...L'aventure de la spectroscopie mérite cependant d'être tentée.

Intéressé par l'étude du Soleil depuis quelques années, j'avais commencé par une étude du suivi des taches solaires pendant l'année 1989 avec des observations allant jusqu'à vingt jours consécutifs; ensuite, pour voir ce qui se passait au-dessus de la photosphère, j'ai construit un coronographe qui m'a apporté beaucoup de plaisirs visuels (et photographiques). Tout cela m'a donné envie d'aller plus loin, de comprendre les causes de l'évolution des taches, du développement des protubérances, des cycles solaires...Comme il n'existe pas de spectrographe prêt à l'emploi dans le commerce, je me suis lancé dans la réalisation d'un instrument dont j'ai trouvé le schéma de principe dans le chapitre spectroscopie du tome 2 du Guide de l'Observateur (Patrick Martinez-SAP).

### DESCRIPTION SOMMAIRE.

-Un Célestron 8 fait office de collecteur. Dans le cas du Soleil, il n'y a pas de problème de luminosité comme c'est le cas pour des objets faiblement lumineux, mais il peut être utile pour grossir des détails tels que des taches et obtenir ainsi une meilleure résolution spatiale.

-Un miroir plan de renvoi (ici le renvoi coudé du Célestron).

-Une fente d'environ 15 microns pour le Soleil; il n'est de toute façon pas utile de descendre en dessous de 10 microns car la turbulence ne permettrait pas de profiter d'une fente plus fine. La fente est réalisée à l'aide de deux lames de cutter qui sont biseautées (on évite ainsi de la diffraction). Elles sont collées sur un support épais comportant une fenêtre de quelques millimètres de large, évitant ainsi une éventuelle flexion des lames de cutter.

-Un miroir plan de renvoi (50x40) qui peut pivoter autour d'un axe vertical.

-Un support pour filtres sélectifs (essais en cours avec des polarisants circulaires pour une meilleure mise en évidence de l'effet Zeeman).

-Une lentille achromatique de 60 mm de diamètre et 415 mm de focale; la fente est située dans son plan focal. Elle peut pivoter autour d'un axe vertical et se translater dans les trois directions. Les axes optiques de tous les éléments doivent en effet être exactement alignés. A la sortie de la lentille, les rayons sont envoyés à l'infini.

-Un réseau blazé par réflexion de 60x60 Bausch and Lomb (soit 1200tr/mm, soit 2140tr/mm). Il est réglable en translation et rotation.

-Un boîtier photo 24x36 pouvant être équipé d'objectifs de 200 à 400mm de focale. L'ensemble est fixé sur une platine pivotante dont l'axe de rotation fictif est confondu avec le plan du réseau afin de limiter les distorsions et permettre un meilleur raccord des différentes parties du spectre solaire. La platine pivotante permet d'ailleurs de ne cadrer qu'une petite partie du spectre.

-Le film utilisé est du Kodak TP2415, développé dans du D19, avec des grains de l'ordre de 5 microns, voire 3 si le développement est soigneusement fait.

#### PREMIERS RESULTATS OBTENUS.

-Spectre de raies solaires de 390nm à 580nm environ (résolution: 0,03nm).

-Spectre de raies d'absorption avec la fente placées sur des taches solaires où l'on peut noter un élargissement des raies très sensibles dû à l'effet Zeeman (présence de champs magnétiques de l'ordre de quelques milliers de gauss).

-Mise en évidence sur certains spectres de taches et de pénombres de taches.

-Numérisation de parties de spectres à l'aide d'un microdensitimètre de fabrication "maison". La réalisation de celui-ci s'est révélée nécessaire afin de pouvoir quantifier les différences de densité d'un négatif. C'est en fait un microscope modifié ayant les caractéristiques suivantes: éclairage halogène de qualité constante; motorisation de la platine porte-objet par un moteur pas à pas; mesure de la quantité de lumière reçue à l'oculaire par une cellule photoélectrique incluse dans un circuit comportant un milliampèremètre, celui-ci mesurant une "image" de la densité du négatif. Dans une prochaine étape, les données seront directement acquises et traitées par ordinateur.

#### PROJETS.

Il faudra bien sûr améliorer tout ce qui a été entrepris mais aussi:

-Voir la possibilité de mettre en évidence l'effet Doppler (matière possédant une vitesse élevée et détectable par un déplacement des raies).

-Vérifier l'existence de raies en émission dans la chromosphère.

-Faire une étude comparative d'une même région spectrale lorsque l'on place la fente à différents endroits du disque solaire (taches, facules, photosphère).

-Essayer de collecter des spectres d'éruptions chromosphériques (il faudra pour cela réaliser une fente circulaire variable).

-En plus de ces travaux spécifiquement solaires, nous tenterons quelques spectres de: Jupiter, Saturne ainsi que de quelques étoiles importantes.

Nous vous donnons rendez-vous dans un prochain numéro pour la suite du voyage dans le monde de la spectroscopie.

#### BIBLIOGRAPHIE.

-Introduction à l'astronomie (A. Acker-Ed. Masson).

-Astronomie: méthodes et calculs (A. Acker-Ed. Masson).

-Méthodes de l'astrophysique (L. Gouguenheim-E Hachette/CNRS).

-Guide de l'observateur T2(P. Martinez-Ed. SAP).

-Articles de D. Bardin parus dans les Cahiers Clairaut (CLEA) et la revue Pulsar

-Articles de M. Chapelet parus dans la revue Astronomie (SAF).

CELESTRON 8

MIROIRS PLANS

FENTE (0.017mm)

PORTE-FILTRES

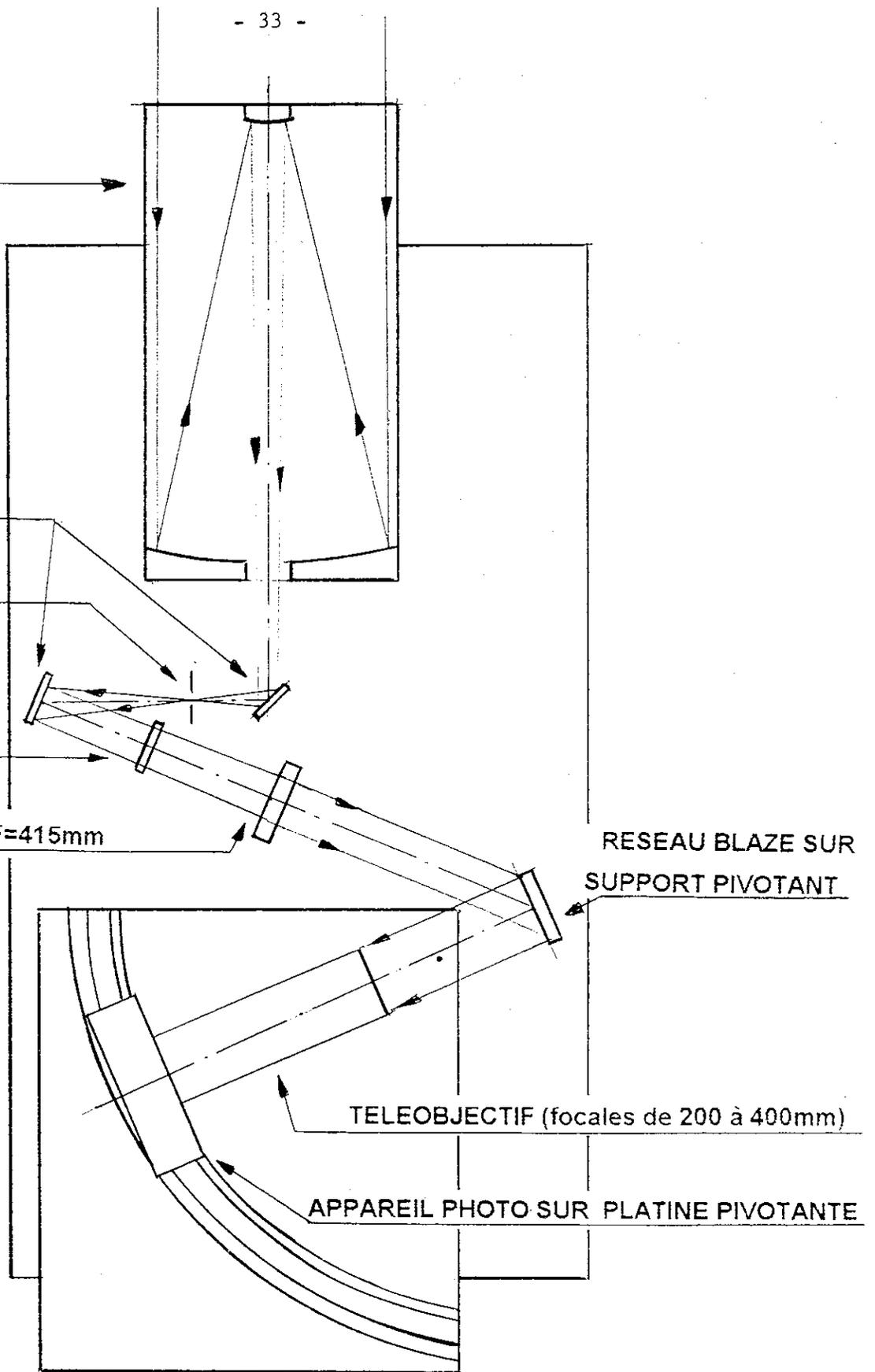
COLLIMATRICE  $\varnothing 60$ -F=415mm

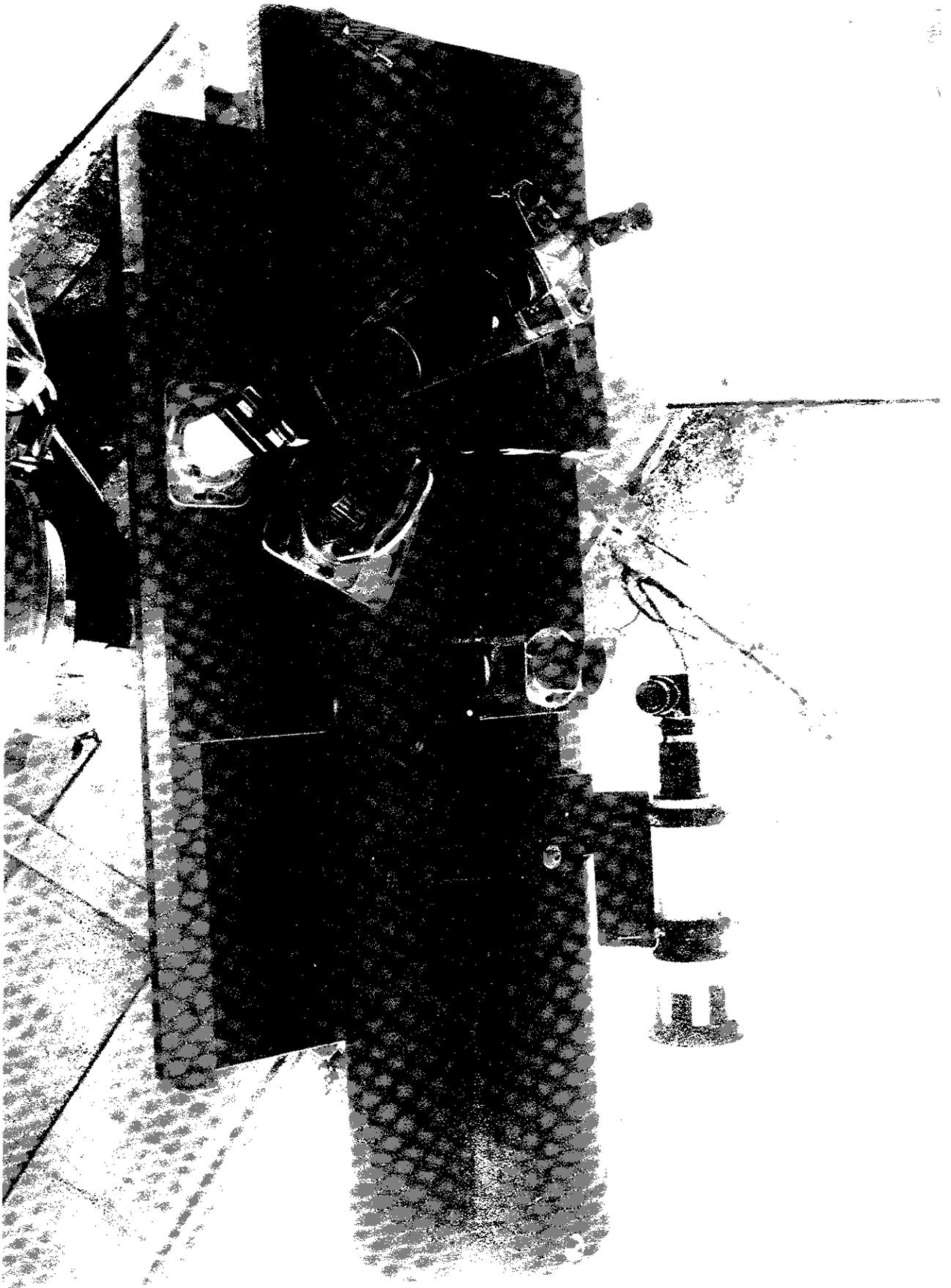
RESEAU BLAZE SUR  
SUPPORT PIVOTANT

TELEOBJECTIF (focales de 200 à 400mm)

APPAREIL PHOTO SUR PLATINE PIVOTANTE

# SPECTROGRAPHE SOLAIRE

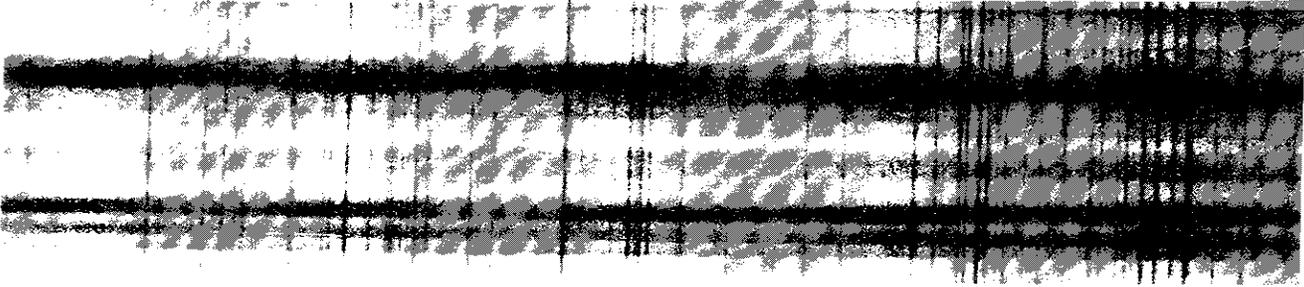




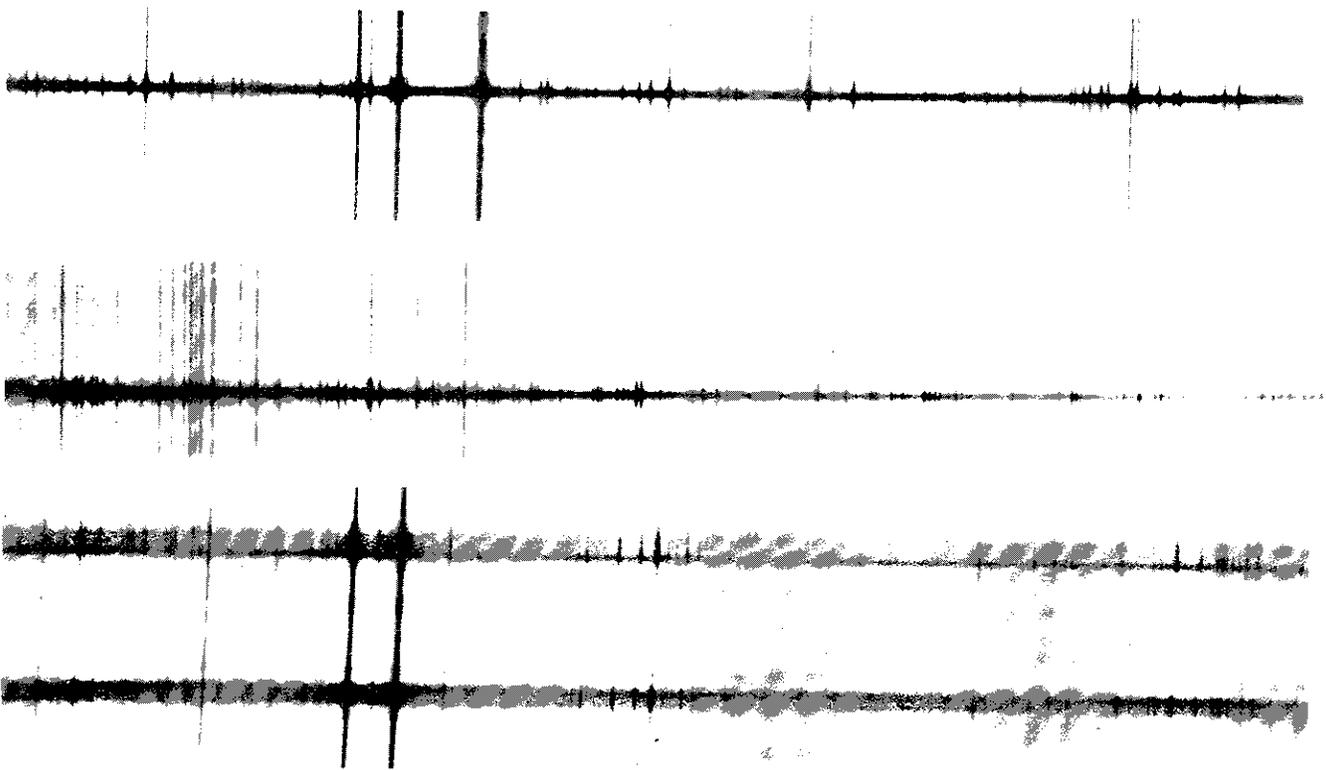
**PHOTOGRAPHIE D'ENSEMBLE DU SPECTROGRAPHE  
(sans les capots anti-reflets)**

QUELQUES SPECTRES DE TACHES SOLAIRES...

ON NOTERA DANS CERTAINS CAS UN ÉLARGISSEMENT DES RAIES QUE L'ON PEUT ATTRIBUER À LA PRÉSENCE DE FORTS CHAMPS MAGNÉTIQUES AU SEIN DES TACHES; CE PHÉNOMÈNE EST APPELÉ EFFET ZEEMAN (AU DELÀ DE CE CONSTAT, IL RESTE À FAIRE UNE ÉTUDE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE PLUS POUSSÉES).



SPECTRE AVEC FENTE POSITIONNÉE SUR UN GROUPE DE TACHES (ON DISTINGUE LES OMBRES ET LES PÉNOMBRES DES TACHES).

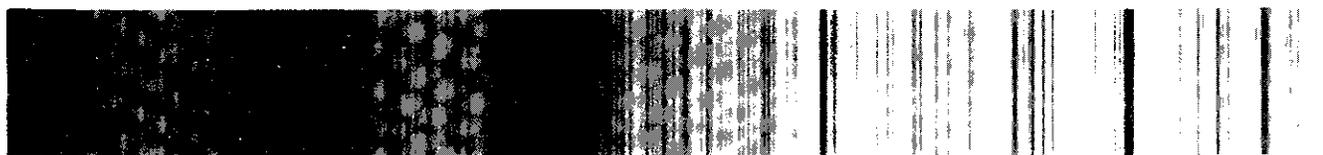


TROIS EXEMPLES D'ÉLARGISSEMENTS DE RAIES D'ABSORPTION

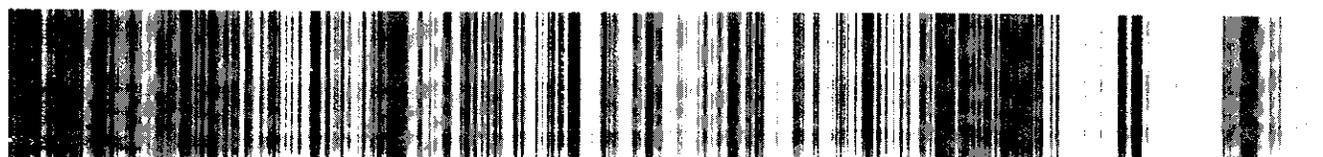


ÉLARGISSEMENT DES RAIES D'ABSORPTION DÙ À UNE TACHE D'ENVIRON 8000KM

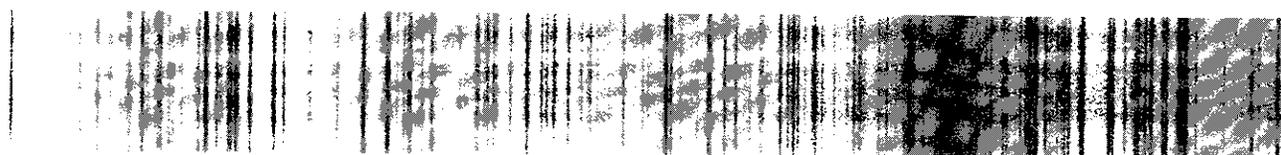
PREMIERS RESULTATS PHOTOGRAPHIQUES...



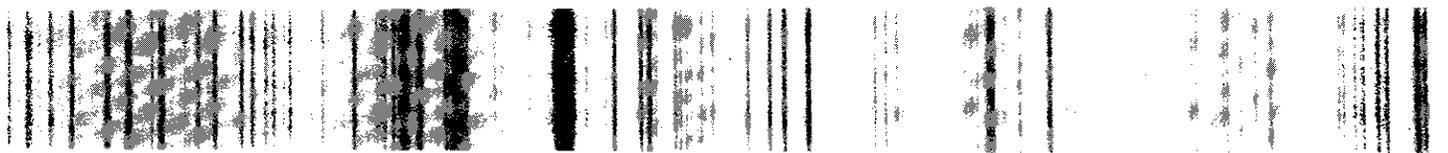
BANDE DOUBLE DU CALCIUM (RAIE K À 393,4NM ET RAIE H À 396,8NM)



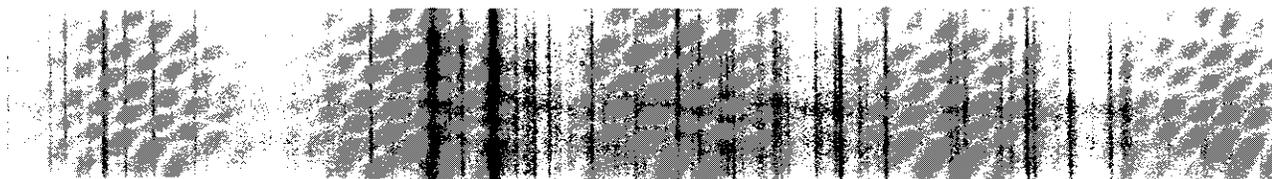
MULTIPLÉ DU FER ET RAIE GAMMA DE L'HYDROGÈNE (434NM)



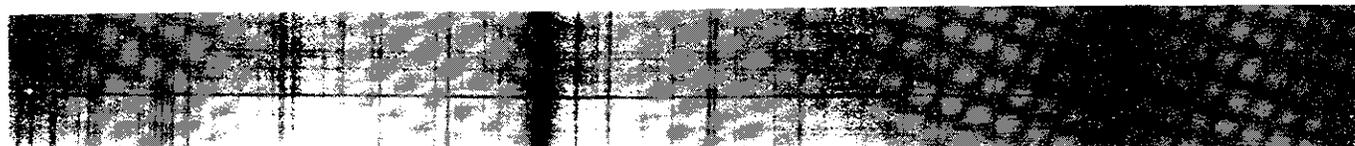
RAIE BÉTA DE L'HYDROGÈNE (486,1NM)



TRIPLÉ DU MAGNÉSIUM (516,7-517,3-518,4NM)



DOUBLET DU SODIUM (589 ET 589,6NM)



RAIE H ALPHA DE L'HYDROGÈNE (656,3NM)