

## L'activité astronomique au pic de Château-Renard

par **Paul Felenbok**

Astronome honoraire de l'Observatoire de Paris-Meudon, associé au IESIA

### Au tout début, la coronographie, une affaire de professionnels

Les éclipses totales de Soleil étant rares et courtes, et avec une météo incertaine, c'est au retour de la mission pour l'éclipse totale de Soleil de 1973 en Mauritanie, que notre équipe d'astronomes de l'Observatoire de Paris, à Meudon, a décidé de construire un coronographe ayant une capacité en imagerie et en spectrographie, notamment pour permettre un centrage précis en longueur d'onde des filtres interférentiels. Nous avons construit un coronographe de 25 cm et avons cherché un site pour l'implanter.

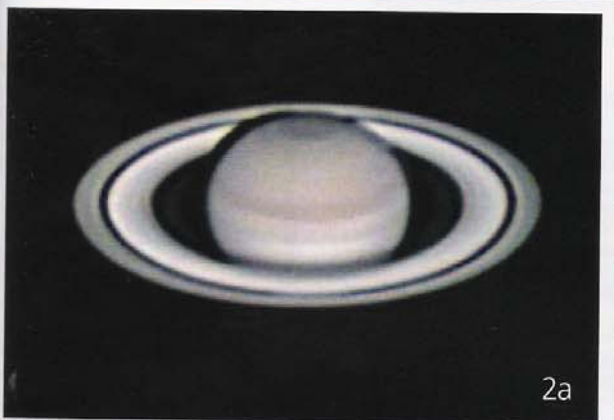
Le coronographe, inventé par l'astronome français Bernard Lyot, projette le disque solaire sur un masque en forme de cône qui rejette la photosphère en laissant passer la périphérie du Soleil, composée de la chromosphère et de la couronne. Une fois le disque solaire masqué, la couronne devient visible à condition que la lumière du disque solaire ne soit diffusée d'aucune manière car la couronne est toujours très peu brillante. Tout d'abord, il faut que le ciel soit d'une extrême pureté pour que l'observation ne soit pas masquée par le plus faible halo autour du Soleil. C'est en haute montagne et dans les

sites exempts de poussière qu'un ciel de cette qualité peut se rencontrer. Nous avons consulté le rapport de la recherche de site de 1971 réalisé par l'INAG, Institut national d'astronomie et de géophysique, qui avait prospecté, en Europe, tous les sites potentiels en vue de l'installation d'un télescope de 3,60 m de diamètre et qui à l'époque était encore rêvé comme pouvant être seulement français ou peut-être franco-italien.

De cette enquête, c'est le site au-dessus du village de Saint-Véran qui se détachait sans conteste, nous avons donc sélectionné une plate-forme à 2 930 m d'altitude, en contrebas du pic de Château-Renard, qui se dresse 50 m plus haut.

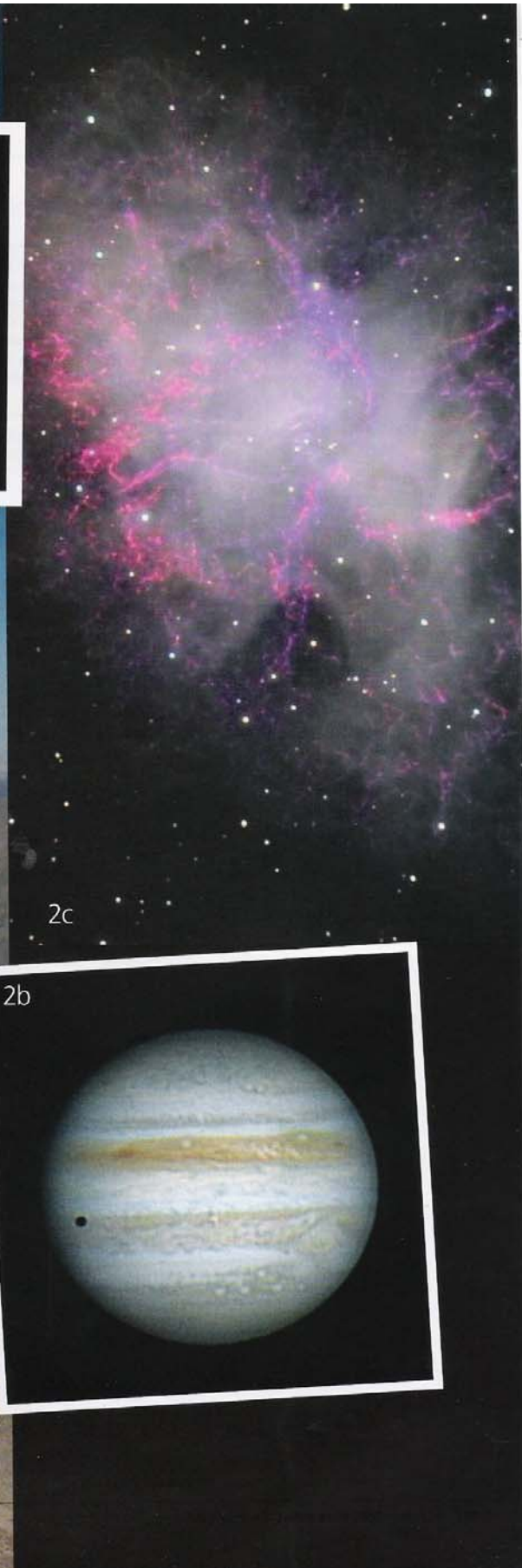
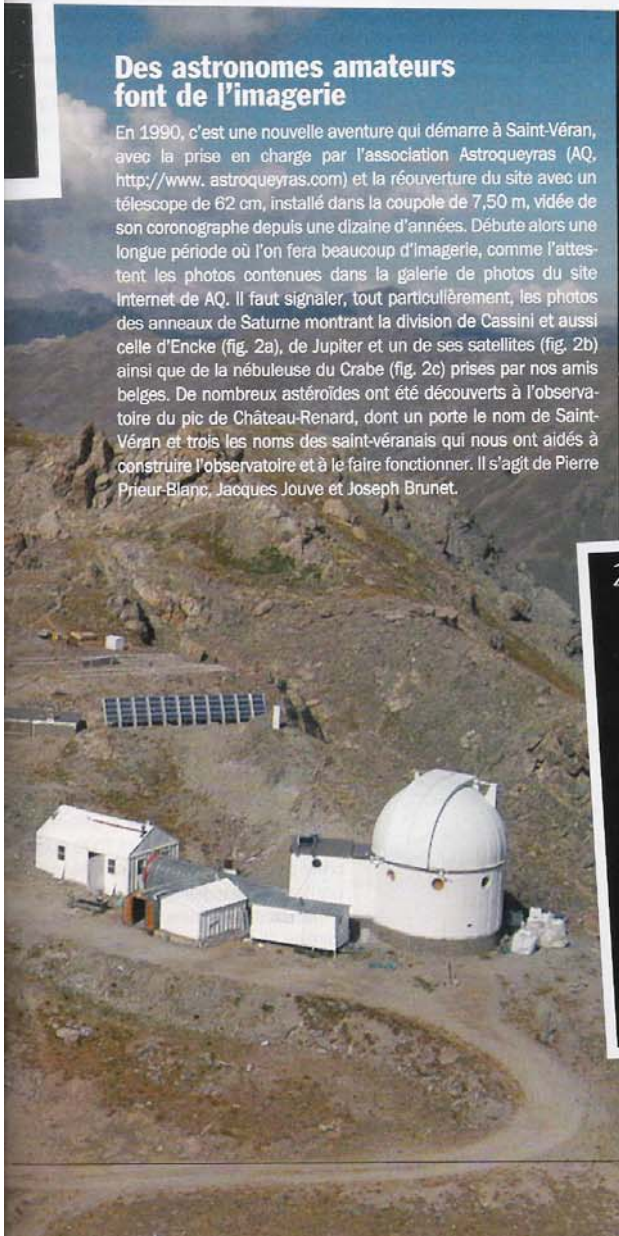
La qualité de ce site est attestée par la photo (fig. 1) de la couronne solaire prise dans la raie du fer ionisé, Fe XIV à 530,3 nm, montrant très clairement les structures coronales à ne pas confondre avec des protubérances solaires vues dans la raie H $\alpha$  qui sont plusieurs milliers de fois plus brillantes.

Lorsque la recherche spatiale a permis une étude de la couronne solaire d'une qualité supérieure à celle des stations au sol, notre équipe a décidé la fermeture de ce site en 1984.



### Des astronomes amateurs font de l'imagerie

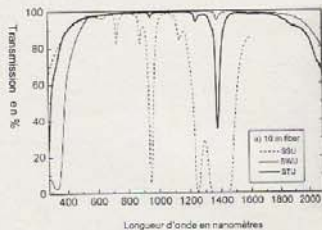
En 1990, c'est une nouvelle aventure qui démarre à Saint-Véran, avec la prise en charge par l'association Astroqueyras (AQ, <http://www.astroqueyras.com>) et la réouverture du site avec un télescope de 62 cm, installé dans la coupole de 7,50 m, vidée de son coronographe depuis une dizaine d'années. Débute alors une longue période où l'on fera beaucoup d'imagerie, comme l'attestent les photos contenues dans la galerie de photos du site Internet de AQ. Il faut signaler, tout particulièrement, les photos des anneaux de Saturne montrant la division de Cassini et aussi celle d'Encke (fig. 2a), de Jupiter et un de ses satellites (fig. 2b) ainsi que de la nébuleuse du Crabe (fig. 2c) prises par nos amis belges. De nombreux astéroïdes ont été découverts à l'observatoire du pic de Château-Renard, dont un porte le nom de Saint-Véran et trois les noms des saint-véranais qui nous ont aidés à construire l'observatoire et à le faire fonctionner. Il s'agit de Pierre Prieur-Blanc, Jacques Jouve et Joseph Brunet.



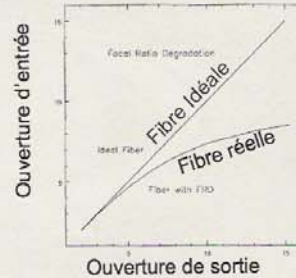


## À propos de l'emploi des fibres optiques en astronomie

Je profite de cet article pour mettre en garde les astronomes amateurs sur l'utilisation des fibres optiques en spectrographie. Je pense pouvoir affirmer, après de nombreuses années d'expérience, que beaucoup d'ennuis rencontrés avec les fibres optiques sont dus à la qualité de l'exécution des extrémités. C'est là que se produisent les contraintes qui induisent le plus grand nombre d'effets indésirables. Il vaut mieux acheter des fibres gainées et dont les terminaisons sont réalisées par le fabricant. Il faut choisir des fibres multimodes et ne pas descendre en dessous d'un diamètre de 50  $\mu$  de cœur de fibre. Les courbes ci-dessous montrent que, dans le domaine visible, la transmission des fibres est excellente. Il existe de nombreux modèles de fibres, mais les deux variétés représentées sont les plus courantes : "Wet" pour le bleu et "Dry" pour le rouge.



Une difficulté majeure, par contre, provient de la dégradation d'ouverture des fibres. Dans la littérature anglaise, il s'agit de la *Focal Ratio Degradation* (FRD). C'est la fâcheuse propriété des fibres optiques d'augmenter l'ouverture de sortie par rapport à l'ouverture d'entrée. Le schéma à droite illustre ce phénomène. On constate que, jusqu'à des ouvertures d'entrée de F/4, l'ouverture de sortie est voisine de la valeur d'entrée et la présence de la fibre n'affecte pas le dispositif initial. Par contre, une ouverture d'entrée de F/8 donne un faisceau de sortie de F/13 qui n'est plus utilisable avec un spectrographe d'origine construit pour un télescope ouvert à F/10. On constate que les télescopes d'amateurs, souvent ouverts à F/10 ne peuvent pas être utilisés avec une fibre optique sans un changement d'ouverture. Ceci est la plus grande cause de perte de lumière dans l'utilisation des fibres optiques pour la spectrographie.



## Aujourd'hui, la spectrographie est une activité supplémentaire importante

Depuis quelques années, une nouvelle activité est venue s'ajouter. La spectrographie s'est implantée à Saint-Véran avec l'installation d'ISIS qui fut le premier spectrographe utilisant une caméra CCD et un transport de la lumière par fibre optique. ISIS avait été construit pour le télescope de 193 cm de l'observatoire de Haute-Provence. Après la mise en service du spectrographe Elodie à l'OHP, le spectrographe ISIS est devenu disponible et nous avons pu l'installer à Château-Renard, permettant ainsi à des astronomes amateurs, sur'un de leurs sites, d'obtenir une résolution spectrale allant jusqu'à 10 000. Cet outil a ouvert une nouvelle voie à la spectrographie

à haute résolution, grâce à l'utilisation de couplages par fibres optiques entre le télescope et le spectrographe. Cette technique ne nécessite pas d'accrocher un instrument lourd et encombrant au télescope et permet de l'installer, à poste fixe, dans un local éloigné du site d'observation, allant jusqu'à plusieurs dizaines de mètres (fig. 3).

La montée en puissance de la spectrographie à Saint-Véran s'est concrétisée récemment par l'installation d'un nouveau spectrographe : MUSICOS. L'ancien instrument, ISIS, vient d'être déplacé au centre d'astronomie de Saint-Michel-l'Observatoire, où il sera couplé par fibre optique au télescope de 60 cm. En effet, notre laboratoire de Meudon, qui était engagé dans les études de la variabilité

des étoiles Ae de Herbig, a construit une série de spectrographes identiques, appelés MUSICOS, pouvant être couplés par fibres optiques à des télescopes de grand diamètre. Leur coût est relativement bas, ce qui a permis leur installation dans un grand nombre de sites dans le monde. Un modèle était encore en activité, ces dernières années, sur le TBL (Télescope Bernard Lyot) à l'observatoire du Pic du Midi ; en 2006, il a été remplacé par Narval (lire *Astronomie*, décembre 2006 p. 612). Celui qui était utilisé par l'ESA aux Canaries, sur le 2,5 m NOT (*Nordic Optical Telescope*), est devenu disponible. C'est ainsi que, par l'entremise de l'association AUDE et grâce à l'action volontariste de Coralie Neiner, il s'est retrouvé à Saint-Véran.

MUSICOS est un spectrographe à dispersion croisée, donnant une résolution spectrale de 35 000, dans l'ensemble du spectre visible, en deux poses, une optimisée pour le bleu et l'autre optimisée pour le rouge. L'ESA nous a également fourni une caméra CCD Photometrics qui est tombée en panne en 2006. Elle vient d'être remplacée par une caméra CCD du commerce plus performante. Il s'agit d'une caméra CCD U 9000 Apogee, possédant un capteur CCD 3k x 3k illuminé par l'avant, ayant des pixels de 12  $\mu$ . Sa taille physique couvre entièrement le champ spectral de MUSICOS et permet un excellent échantillonnage de la fente projetée. Cette acquisition a été rendue possible grâce à l'aide de plusieurs clubs d'astronomie, comme AUDE et SAR.



3 - Le montage ISIS

Le schéma optique de MUSICOS est donné sur la figure 4a accompagné d'une photographie (fig. 4b) le montrant en poste de travail dans la coupole abritant le T62 cm, à l'observatoire de Château-Renard.

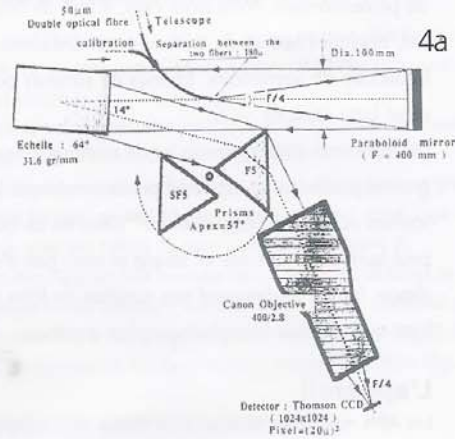
Une seconde coupole vient d'être édiflée en vue d'accueillir un deuxième instrument qui pourra être utilisé indépendamment du télescope de 62 cm. La vue générale du site de l'observatoire (en début d'article) montre les deux coupoles actuellement implantées sur le site. Il est intéressant de remarquer sur la photo la pléiade de panneaux solaires, la plus importante en France à cette altitude. Ils fournissent l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de l'ensemble du site. Cette seconde coupole est une Ash-Dome de 5 m de diamètre. On peut remarquer son fût en ciment qui sera habillé, probablement, cet été. On y installera une monture Titan qui portera un télescope de Lichtenknecker FFC (Flat Field Camera), mis à la disposition d'AQ, par un de ses membres, Jacques Bousuge. Il s'agit d'un télescope de type Cassegrain, avec une lame correctrice de Schmidt de 740 mm de focale, ouvert à F/4. Elle fournit un champ plan de 60 mm, soit 3°, exempt de coma. Lorsque la caméra U9000 sera associée à ce télescope, un champ de plus de 1,5° sera atteint, avec une résolution de 3 secondes d'arc par pixel. La figure 5 montre l'amas des Pléiades pris par cet instrument monté sur la table équatoriale portant également le T62.

### Idées pour l'avenir

L'association AQ, dans sa phase actuelle, est engagée dans la fiabilisation des locaux de la base-vie et la modernisation de l'instrumentation du site de Château-Renard. Une fois cette phase achevée, il faudra ouvrir un grand débat pour décider de la nouvelle impulsion à donner à ce site. La seconde coupole avait été construite de telle sorte à pouvoir abriter le T62, qui était installé à l'origine sur le site de Grenade et géré par l'observatoire de Nice. Le transfert du T62, vers cette seconde coupole, rendrait celle de 7,50 m disponible pour une nouvelle aventure. En constatant l'engouement croissant des astronomes amateurs pour la spectrographie, il me semble raisonnable d'augmenter la surface collectrice pour cette discipline grande consommatrice de photons. À une époque où le nombre de télescopes de la classe de 80 cm à 60 cm va croissant dans la communauté des astronomes amateurs il est possible d'imaginer l'installation d'un télescope de 1 m dans la grande coupole. L'implantation d'un télescope de 1 m existant a été étudiée pour la coupole de 7,50 m et c'est une opération faisable. Un télescope moderne de 1 m y serait encore plus à l'aise. Je verrais bien ce projet piloté par une structure fédérant les clubs d'astronomes amateurs français et qui aurait les "épaules assez larges" pour mener une telle opération avec succès. Mais tout ceci est encore largement problématique. ■



4b



4a



5