

Les OA du Pic du Midi de Bigorre

Au pic du Midi les OA (Observateurs Associés) ne sont pas une espèce d'oiseaux d'altitude bien qu'ils fréquentent les mêmes cimes que Choucas, vautours, et autres Gypaètes barbus. Ce ne sont que des femmes et des hommes auxquels il pousse des ailes dès qu'il s'agit de gagner le sommet pour observer la couronne solaire. De toutes origines géographiques et professionnelles, au jour et à l'heure où une mission d'observation leur a été confiée, cette soixantaine de bénévoles accourent de Mulhouse, ou Brest, ou Paris, ou tout simplement de Tarbes ou Bagnères-de-Bigorre pour rejoindre la coupole abritant l'instrument CLIMSO. Mais bien avant cela, depuis plus de quinze ans maintenant, c'était pour prendre les commandes de l'instrument Haco. Ne brûlons pas les étapes et reprenons l'affaire chronologiquement.



Pour leur deuxième séminaire d'information, les OA sont accueillis dans les locaux de l'Institut d'Astrophysique de Paris (Photo François Colas).

Un peu de science.

Le commun des mortels est généralement surpris lorsqu'il apprend qu'il ne voit pas les objets qu'il croit voir mais seulement la lumière qui s'y réfléchit. La preuve est vite faite, en éteignant la lumière les objets disparaissent à la vue, et le mortel est vite convaincu. Ainsi, il existe deux catégories d'objets, ceux qui réfléchissent la lumière et ceux qui en émettent par eux même. Ce n'est qu'une question de température comme il est facile de s'en convaincre en regardant les braises dans l'âtre de la cheminée les volets clos. Le Soleil, comme toutes les étoiles fait partie de cette classe d'objets et sa température lui permet de rayonner dans toutes les lumières, des bleus, des jaunes, des rouges, et même des lumières que nos yeux ne savent pas voir mais auxquelles nous sommes pourtant sensibles pour certaines d'entre elles, comme l'infrarouge qui nous réchauffe. D'autres nous échappent totalement comme les ultra violets ou les ondes radio (voir l'encadré Le Soleil).

La température de surface du Soleil lui impose de rayonner le maximum de son émission dans la partie de son étendue, appelée spectre, à laquelle la rétine de nos yeux est sensible. Chacune de ces lumières différentes est caractérisée par une longueur d'onde spécifique. Certaines sont courtes, comme le bleu, d'autres sont longues comme le rouge, ou plus longues encore comme l'infrarouge, et plus encore comme les ondes radio. Si nos yeux sont ainsi faits, ce n'est sans doute pas par hasard. Le besoin que nous avons de prendre connaissance de notre environnement exploite ainsi au mieux les ressources fournies par l'astre.

Cependant, cette surabondance de lumière envoyée par le Soleil, un peu dénaturée par sa traversée de l'atmosphère, se fusionne dans nos capteurs naturels rétiniens ce qui nous le fait apparaître moyennement jaune. Si cette générosité lumineuse nous permet de profiter au mieux de nos paysages et des tableaux des grands maîtres, elle est plutôt handicapante pour appréhender le fonctionnement de notre étoile. En effet, chaque message porté par une longueur d'onde distincte est noyé dans le flux global alors que chacun d'eux a une signification par lui-même.

En l'occurrence, dans un flux la longueur d'onde dominante est caractéristique de la température du milieu d'émission. Ceci permet de connaître, entre autres informations, la température du milieu observé. C'est ainsi, qu'observant la couronne solaire que l'on peut admettre comme étant sa haute atmosphère on s'est aperçu que la distribution de la température était loin d'être conforme à celle que l'on attendait et qui veut que plus on s'éloigne du radiateur, moins il fait chaud. En effet, nous constatons que plus on s'éloigne de la surface du Soleil, plus la température augmente, avant finalement de s'abaisser à nouveau. Ainsi il existe une zone appelée couronne chaude éloignée de sa surface dont la température est plus élevée que celle de la zone qui en est plus proche et qui est appelée la couronne froide. Cette couronne pleine de mystères ne pouvait qu'interpeller l'homme ce curieux, mais elle ne se dévoile pas si facilement. L'observation de la couronne n'est possible de façon naturelle que lors des éclipses mais d'une part elles sont rares et d'autre part très brèves. De plus, l'ensemble des couleurs s'y mélange pour n'en fournir qu'une lumière blanche.



La couronne solaire lors d'une éclipse (Photo Khondyrev)

En sélectionnant judicieusement les longueurs d'onde d'observation à l'aide de filtres, le flux traversant le filtre dessine les extensions des phénomènes qui lui donnent naissance ce qui a

créé quelques surprises et demandes d'explications. C'est ainsi que le rôle des OA consiste en quelque sorte à interroger le Soleil sur l'origine de ces phénomènes. Ces phénomènes se produisant dans la couronne solaire l'étude et l'observation de cette banlieue solaire porte le nom de coronographie (Voir l'encadré Coronographie).

Un peu d'histoire.

Le site du Pic du Midi se prête parfaitement à l'observation du Soleil, tant pour le disque lui-même que pour sa couronne. Grâce à l'altitude qui minimise la couche atmosphérique le ciel y est souvent très pur, les observateurs disent coronal, c'est pourquoi on y observe le Soleil depuis longtemps. C'est d'ailleurs au Pic du Midi que l'astronome Bernard Lyot a choisi de mettre son instrument (le coronographe) au point. Les observations de la couronne se pratiquaient donc couramment au Pic depuis les années 50, mais de façon occasionnelle car assurer une observation continue du matin au soir et tout au long de l'année requière des équipes nombreuses. De plus il est connu depuis 1843 que le Soleil dispose d'un cycle d'activité d'environ onze ans, dit cycle de Schwabe du nom de son découvreur, qui voit fluctuer les phénomènes d'origine magnétique entre une période calme et une période très active. Une étude complète de ces phénomènes nécessite donc une assiduité d'observation d'une durée au moins égale et la recherche n'a pas les moyens de mobiliser des équipes d'astronomes spécialisés sur des durées aussi longues. Aussi, ce n'est qu'occasionnellement que depuis 1954 les spécialistes comme Michel Trellis puis Jean-Louis Leroy et Jacques-Clair Noëns observent le Soleil, notamment dans les périodes de forte activité du cycle de Schwabe sur des secteurs limités du limbe.

Mais en 1988 Jacques-Clair Noëns et son assistant Raphael Jimenez construisent un coronographe H-ACO (H-Alpha-CORonographe) destiné à observer les 360° de la couronne au bord du disque solaire dans l'abondante raie d'émission à 656,3 nanomètres produite par l'ionisation de l'hydrogène. Il s'agit de la zone où naissent les phénomènes de grande ampleur, cette basse couronne inaccessible aux instruments du satellite SOHO qui sera placé en orbite solaire en 1995. Mais le problème de la permanence de l'équipe d'observation demeure, le budget de l'opération ne prévoit rien en ce sens, mais une idée lumineuse éclaire Jacques-Clair Noëns, faire appel à des observateurs bénévoles. Et le miracle a lieu, ils arrivent d'abord timidement, quelques astronomes amateurs et étudiants, les premières équipes commencent à se constituer, cependant on reste encore loin de la permanence nécessaire à l'atteinte de l'objectif, mais c'est un début. Sur le plan technique nous en sommes à la capture d'images par le procédé argentique, le rendement est aussi timide que le nombre d'observateurs.



Le coronographe H-ACO avant l'arrivée de CLIMSO (Photo Philippe Terrance)

L'astronome amateur ne garde pas ses secrets pour lui, il n'est pas avare mais bavard, il parle, il communique, et bientôt de Nice à Brest et de Bayonne à Calais en passant par Mulhouse, toute la communauté sait qu'un astronome perché au sommet du Pic du Midi recrute des bénévoles pour participer à des missions d'observation d'une semaine. Celui-ci, toujours aidé de son assistant rédige la bible de l'observation de la couronne solaire et se transforme en formateur, semaine après semaines, mois après mois, il forme ses observateurs. Ces derniers apprennent rapidement et facilement, parce qu'ils aiment ce qu'ils font. Les cadences augmentent freinées seulement par la technologie photographique, mais rapidement les caméras électroniques (CCD) apparaissent et sont aussitôt adoptées. Il n'y a plus de freins, et en période diurne longue, vers la fin juin des records sont atteints avec 1500 clichés quotidiens à l'époque du maximum d'activité du cycle 23 en 2000 et 2001. De quoi reproduire le détail de l'évolution des phénomènes avec une résolution temporelle jamais atteinte. Ainsi, un cycle de Schwabe complet est pour la première fois enregistré et disponible pour la communauté scientifique.

La vie des OA

Ils viennent de partout, certains traversent la France entière pour une mission d'une semaine à l'observatoire du Pic. Pour les astronomes amateurs, le Pic du Midi c'est l'Olympe, la montagne sacrée. Ne vous demandez pas pourquoi ils font quelque fois les 35 heures en deux jours, c'est par passion. L'OA est d'une seule étoile le jour, et de toutes les autres la nuit, malheureusement, il faut aussi dormir et ses nuits ne sont souvent que de 4 ou 5 heures. C'est l'enfer qu'il s'impose au paradis. En fin de mission, à peine de retour à Bagnères savez-vous à quoi il pense ? A la date de sa prochaine mission, celle pour laquelle il s'est porté candidat, avec le même coéquipier ou avec un autre.

Les OA font équipe par deux, il n'est pas question pour Jacques-Clair Noëns de laisser un homme seul dans sa coupole à 3000 mètres. Les OA se cooptent mutuellement, ils se choisissent pour une semaine de vie commune dans leur sous-marin d'altitude. La journée, ils seront seuls, à deux ! En effet, si la plupart des missionnaires de l'observatoire sont libre de leur temps dans la journée après les quelques heures de sommeil qui font suites à une nuit d'observation, les OA sont à l'œuvre du levé du Soleil à son coucher. Le midi, il n'est pas question d'aller déjeuner au restaurant des missionnaires, le Soleil est au méridien et c'est souvent le meilleur angle de capture, l'atmosphère y est la plus fine. Les OA déjeunent à tour de rôle après que l'un des deux ai joué au cuisinier... très très amateur pour certains, ou simultanément sur un coin du pupitre de commande, tout en co-pilotant l'instrument.

Chaque équipe à ses habitudes et le plus souvent, ce sont les mêmes OA qui constituent une équipe. Lorsque les deux compères ou commères (au sens noble de ce terme), car il y a de nombreuses femmes OA, ont décidé de faire une mission ensemble ils proposent à JC Noëns quelques dates préférentielles et si l'une d'elle convient aux nécessités du planning des missions, l'affaire est entendue. Dans le cas inverse JC. Noëns propose d'autres dates. Il arrive que l'équipe se dénoue provisoirement si l'un des deux OA n'avait pas de disponibilité personnelle au regard du planning. Le plus souvent, l'autre cherche un nouveau partenaire parmi les OA du « catalogue » et c'est ainsi que se nouent de nouvelles amitiés, et de nouvelles équipes, souvent pour longtemps.

Chaque soir, le Soleil couché ou la turbulence trop importante ne rend pas pour autant les OA disponibles. A l'aide de logiciels spécialisés il faut faire les films, les animations des phénomènes observés durant la journée de captures. Il faut aussi, procéder à d'autres travaux à partir des images de la journée, comme un enregistrement formalisé des données selon une procédure stricte de ce que nous appelons le catalogue, les sauvegardes des fichiers, l'extinction de l'instrument et de ses caméras, selon une procédure tout aussi stricte, et la remise en position de l'instrument et de ses accessoires afin qu'il soit opérationnel dès le lendemain matin. Et ce n'est pas tout, afin de pouvoir rendre exploitable cette colossale masse de données, les OA ont entrepris de réaliser des logiciels capables de traiter automatiquement ces images et en sortir de l'information synthétique (voir l'encadré SCANPROTU). Mais, heureusement, le plus souvent il reste du temps avant que les missionnaires des coupoles voisines ne soient à leur tour occupés par leur activité nocturne. Alors, c'est entre amis de toutes disciplines que l'on se retrouve pour dîner en commun à la cantine des astronomes pour se remémorer les bons moments déjà passés ensemble, durant les missions précédentes.

Les aléas

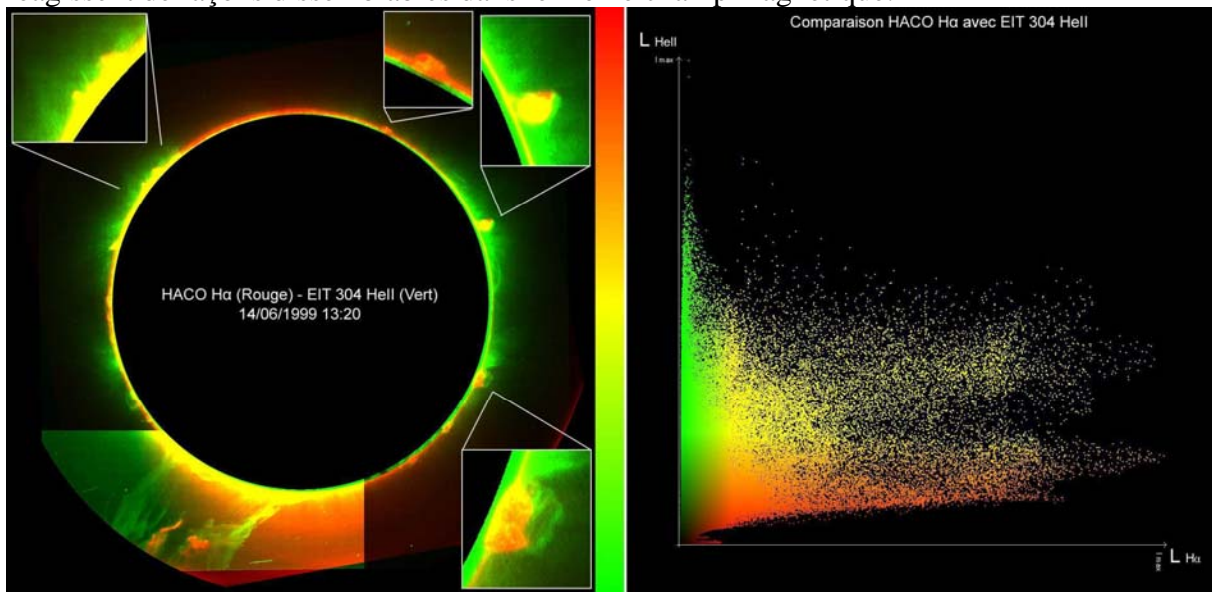
Depuis plusieurs années des bruits circulaient quant à l'éventuelle fermeture de l'observatoire du Pic en raison du déport des ressources vers les nouveaux grands observatoires internationaux, et cela se serait inéluctablement concrétisé si la région de Bigorre ne s'était pas mobilisée pour trouver une solution : Pic 2000 et l'ouverture au tourisme.

L'observatoire devient un locataire du Pic et les administrations dont dépendent les différents missionnaires (Universités, CNRS, organismes de recherche étrangers...) règlent les factures de leurs missionnaires, mais pour les OA, rien n'est prévu, l'organisme de tutelle ne connaît que Jacques-Clair Noëns et Raphael Jimenez. Les OA se constituent ne Association « Loi 1901 » afin de chercher un sponsor, mais la recherche n'est pas très porteuse de mécénat. En mai 99, dans son numéro 1, la revue « Astronomie Magazine » alerte la communauté des astronomes amateurs à propos de la situation de la coronographie au Pic du Midi. Faute de moyens, la mission Haco d'observation systématique de la couronne solaire, assurée essentiellement par des amateurs, allait devoir s'arrêter après 10 années d'activité. Fort

opportunément, la revue tombe sous les yeux de Christian Latouche, Président de la société Fiducial. Rapidement, un accord est trouvé et les OA peuvent reprendre du service. C'est ainsi que s'est passée la dernière décennie avec H-ACO et la formidable base de données solaire qu'il a permit de constituer.

Entre deux cycles

Début 2004, la fin du 23 eme cycle de Schwabe approche et les OA s'interroge sur ce qu'il convient de faire après pour le cycle suivant en 2008. Recommencer ? Ne serait-ce que pour confirmer le travail fait durant plus de 10 ans ? Une comparaison fortuite entre deux images saisies au même instant, l'une par les OA avec H-ACO dans la raie à 656 nm et l'autre par l'instrument EIT de SOHO à 304 nm laisse supposer que des ions de masses différentes réagissent de façons dissemblables dans le même champ magnétique.



Le rouge et le vert ne se recouvre que partiellement pour créer le jaune, signe que l'ion hydrogène et l'ion hélium ne suivent pas la même trajectoire dans le champ magnétique.

Nous tenions là l'idée de notre futur outil de travail. Il nous fallait un instrument capable d'observer simultanément à des longueurs d'ondes différentes. Ce nouvel instrument devait être dans nos moyens, nous nous devions de le faire avec les subsides généreusement distribués par Fiducial. Après consultation des OA, alors que nous n'avions pas encore d'idée précise sur le produit et sur ce qu'il coûterait nous sommes tombés d'accord pour rogner sur toutes nos dépenses et commencer à capitaliser durant la phase d'étude pour disposer de la plus grande ressource financière possible au moment de le réaliser physiquement. Nous savions que l'étude serait longue et couvrirait donc une bonne période de capitalisation. Ce sont les OA eux-mêmes qui ont réalisé l'étude (mécanique, optique et informatique). La construction sera ensuite confiée à des sociétés spécialisées pour les deux premiers postes. Les logiciels informatiques sont réalisés par certains OA, notamment par David Romeuf, maître d'œuvre de l'ensemble. Il nous restait moins de 4 ans pour construire l'appareil; Ce fut CLIMSO (Christian Latouche IMageur Solaire) du nom de notre parrain (voir l'encadré CLIMSO). Aujourd'hui, CLIMSO, au monde le seul instrument d'observation solaire de cette catégorie, est en activité quotidienne sur un des hauts sommets des Pyrénées, le Pic du Midi de Bigorre.

Depuis sa mise en service les OA apprécient sa souplesse d'emploi et ses possibilités.

Serge Rochain (Observateur Associé)

Pour en savoir plus sur CLIMSO et les OA : www.climso.fr

LA CORONOGRAPHIE

La coronographie est la science de la couronne solaire et l'ensemble des techniques qui permettent de l'observer et de l'analyser. Son instrument d'observation privilégié est le coronographe.

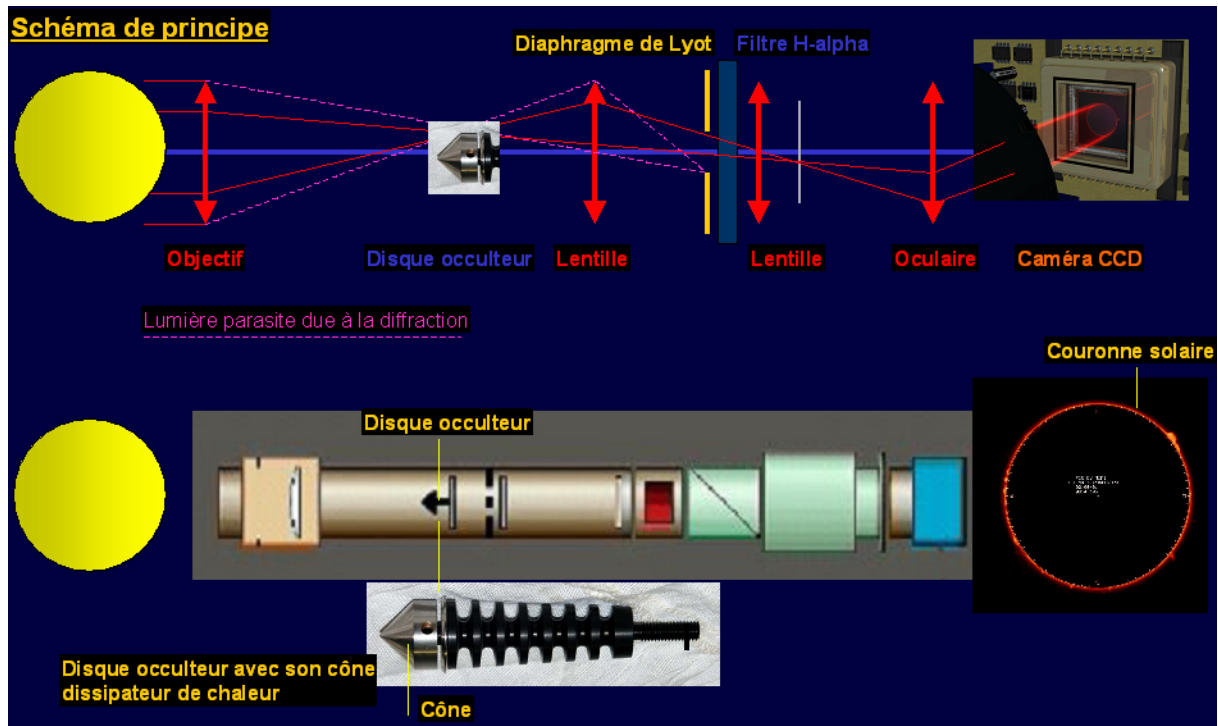


Schéma de principe et synoptique d'un coronographe réfracteur

Le coronographe est un instrument d'observation particulier dont l'objet est de permettre d'observer la couronne d'une étoile, et en l'occurrence du Soleil sans être aveuglé par le disque de l'étoile qui est pourtant 1 million de fois plus brillant. C'est l'astronome Bernard Lyot qui a inventé l'instrument capable de réaliser cet exploit en 1931.

Le principe de base est simple, un masque circulaire d'un diamètre adapté à la taille apparente du Soleil est placé sur le chemin de l'axe optique. Le masque remplace la Lune qui passe devant le Soleil lors d'une éclipse, occultant sa lumière et nous laissant voir sa couronne.

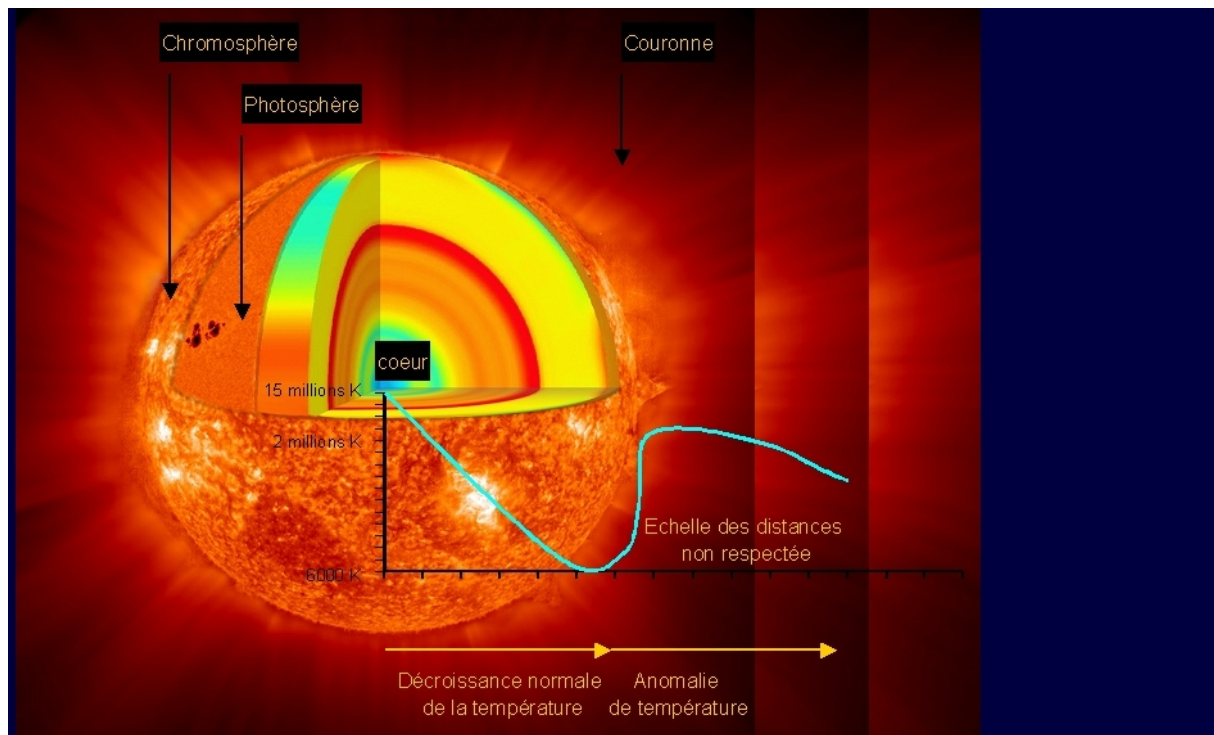
Mais dans cette lumière il n'y a pas que celle de la couronne et la véritable invention de Bernard Lyot est d'avoir analysé finement tous les phénomènes de réflexion et de diffraction à l'intérieur de son dispositif pour en concevoir une optique permettant de séparer la lumière en provenance de la couronne et celle qui est diffractée par le bord de l'objectif principal.

Cette invention c'est le diaphragme de Lyot. Mais pour obtenir les meilleurs résultats, un coronographe doit être utilisé à une altitude la plus élevée possible afin de s'affranchir des contraintes atmosphériques et c'est la raison pour laquelle tous les observatoires solaires sont situés en altitude. Celui du Pic du Midi est un des plus hauts à près de 3000 mètres mais ce n'est que totalement en dehors de l'atmosphère qu'il est possible d'observer les détails de la couronne en lumière blanche.

Pour observer les phénomènes qui se produisent dans la couronne avec un meilleur contraste, il faut les capturer à une longueur d'onde dominante à la température où naissent ces phénomènes. Cette longueur d'onde dominante est fonction de la température du milieu et la température est fonction de la distance à la surface (voir l'encadré Le Soleil). Un filtre approprié à la sélection de la longueur d'onde choisie est inséré sur le chemin optique, ce qui complète le coronographe. Le coronographe peut aussi bien être un réfracteur, dans ce cas on l'appelle lunette, qu'un réflecteur et dans ce cas c'est un télescope.

LE SOLEIL

Notre étoile est une boule de gaz essentiellement constituée d'hydrogène qui se transforme petit à petit en hélium. Cette fusion de quatre atomes d'hydrogène en un seul atome d'hélium est la source de l'énergie solaire. Le centre du Soleil fortement comprimé par la gravitation est porté à une température de l'ordre de 10^7 Kelvins ce qui impulse une vitesse moyenne de 500 km par seconde pour les noyaux d'hydrogène, vitesse suffisante pour vaincre la répulsion coulombienne selon laquelle les particules de même charge électrique se repoussent, leur permettant alors de fusionner. Dans cette transformation, la masse de l'atome d'hélium résultant de la fusion de quatre atomes d'hydrogène est un peu inférieure à la somme de la masse de ces derniers et 0,7% de la masse d'origine est transformée en énergie selon la célèbre formule $E = mc^2$. Cette énergie gagne la surface du Soleil par radiation et convection après avoir traversé les différentes couches constituant le rayon solaire et affleure la photosphère dont la température est voisine de 5700 K. Ensuite après la traversée de la chromosphère sur quelques milliers de kilomètres, la température du milieu remonte rapidement à 2 millions de K avant de décroître à nouveau en rayonnant dans l'espace interplanétaire comme indiqué dans l'iconographie ci-dessous



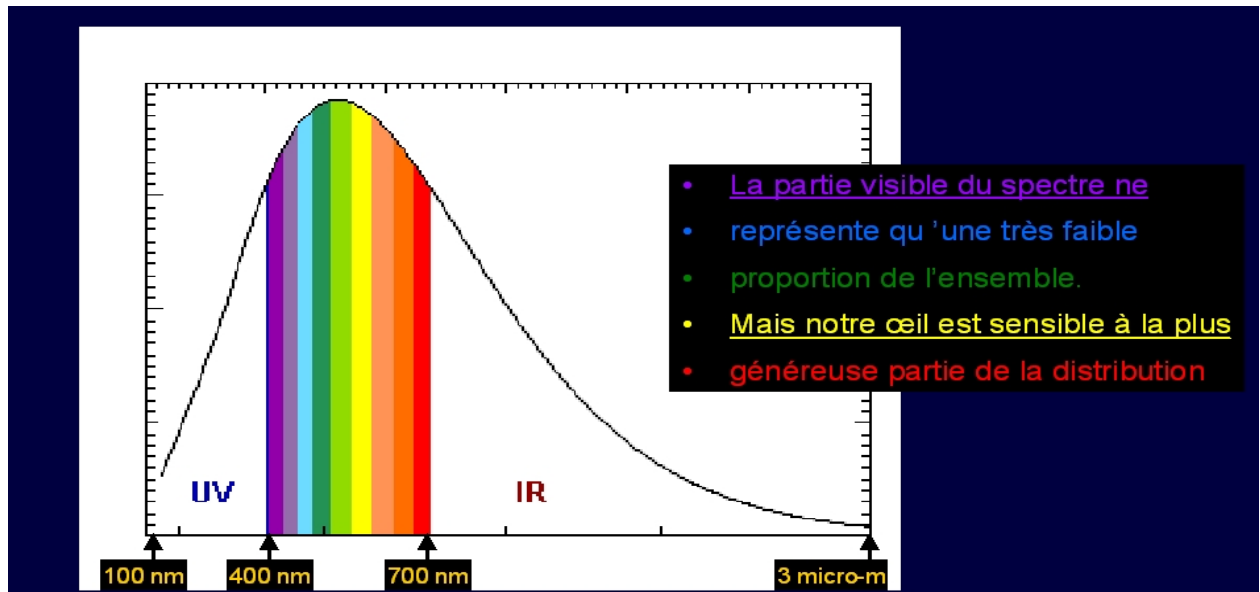
Evolution de la température depuis le cœur du Soleil jusqu'à la couronne

La photosphère peut être considérée comme la surface du Soleil et diffuse la lumière à toutes les longueurs d'ondes selon la loi du corps noir (Loi de Planck). Conformément à cette loi, à la température de la surface solaire l'abondance de la radiation se distribue en fonction de la longueur d'onde selon la courbe graphique ci-dessous.

La distribution des longueurs d'ondes est portée en abscisse. En ordonnée l'abondance de la radiation est une unité arbitraire. On voit que la partie dite visible du spectre électromagnétique n'est qu'une faible partie du rayonnement solaire.

En astronomie, de nombreuses observations sont faites avec des capteurs sensibles aux longueurs d'ondes invisibles à nos yeux.

Les longueurs d'ondes observées par les OA sont : 396,9 nm, 656,3 nm dans le visible, et 1074,7 nm, 1077 nm, 1079,8 nm, et 1083 nm dans le proche IR.



Courbe de l'intensité du rayonnement en fonction de la longueur d'onde à 5700 K

SCANPROTU

Les observateurs associés ne se sont pas contentés d'observer et de construire un instrument inédit (CLIMSO). L'interprétation d'une image du limbe solaire comme de toute image relève d'une intelligence subtile dont nous n'avons pas conscience. Voir les protubérances dans les variations de luminosité de la couronne solaire est une véritable prouesse qui requière une grande intelligence. En vérité il s'agit partout de la même matière, un gaz ionisé appelé plasma et ce n'est que notre œil qui voit une entité distincte qui contraste sur le fond de ciel et que nous appelons protubérance. Pour automatiser les traitements à appliquer aux protubérances distinctes il est nécessaire de les identifier en rassemblant à l'intérieur d'une frontière qui les délimite les points qui appartiennent à la même protubérance sur l'image de la couronne. C'est là une chose très simple à réaliser pour le cerveau humain, mais très difficile à mécaniser. Le logiciel SCANPROTU réalisé par l'OA David Romeuf permet d'identifier chaque protubérance, réunissant ses différentes caractéristiques (position, hauteur, largeur, profil, luminosité...) dans une même entité ce qui autorise ensuite d'appliquer divers traitements sur la collection de ces objets comme les rassembler selon ce leurs points communs ou les comparer selon ce qui les différencie, par exemple.

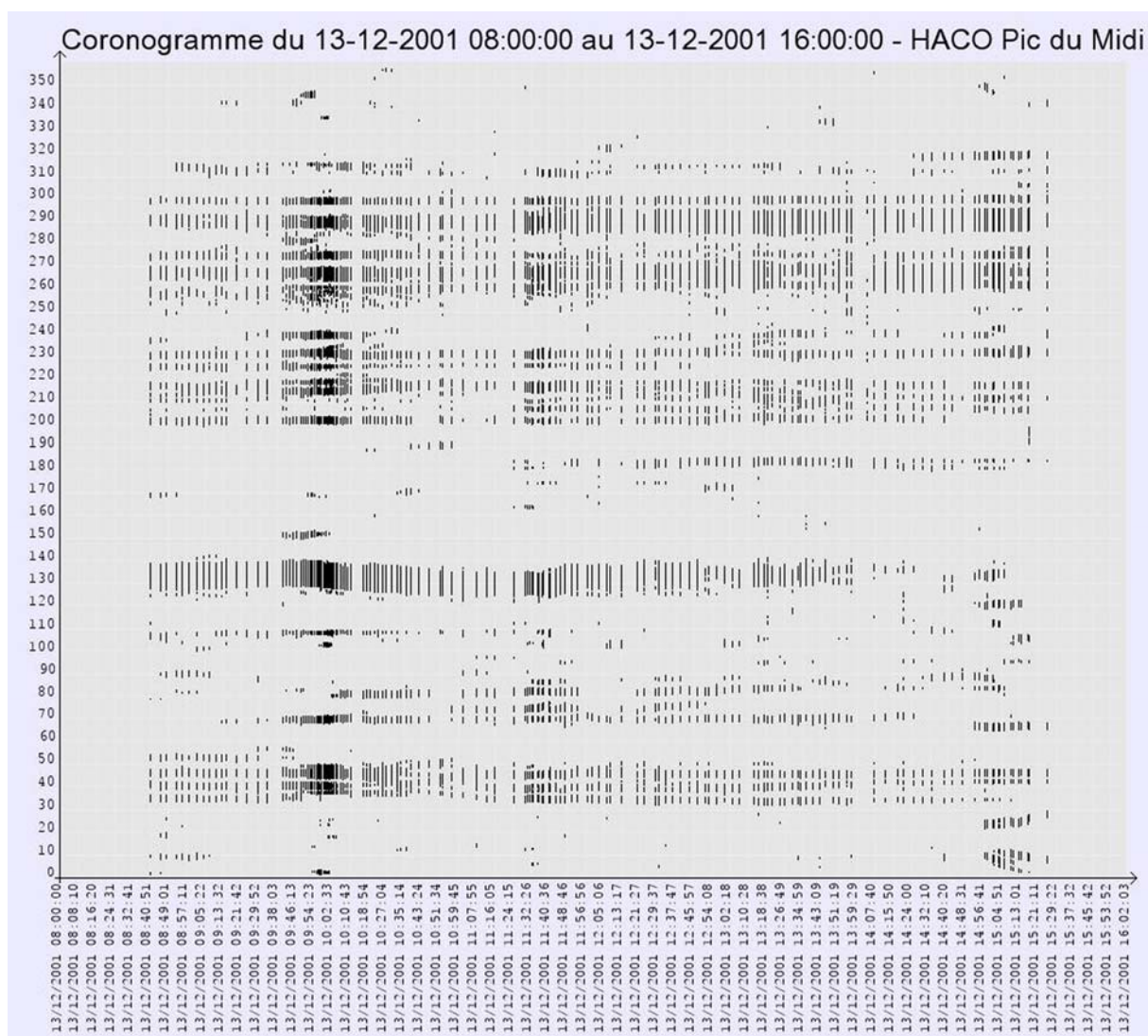
L'image ci-dessous illustre différentes étapes de l'opération. La partie haute représente une fraction du limbe solaire réduit à un segment horizontal contenant une importante protubérance et deux petites à peine perceptibles à l'œil nu. Celle du milieu illustre un état intermédiaire de la détection des limites des trois protubérances avec suppression de la frange de diffraction au limbe. La partie basse précise les limites finalement retenues par SCANPROTU comme un phénomène coronal isolé, en sélectionnant les pixels communs.



La détection par SCANPROTU

Ensuite un fichier des phénomènes coronaux est créé où chacun d'eux est un article contenant ses différentes caractéristiques, son emplacement sur le limbe, ainsi que la date et l'heure précise où le cliché a été pris. Ce fichier est ensuite exploitable par différents logiciels avec des objectifs très divers. Sans que cela soit limitatif, voici quelques exemples d'exploitation du fichier issu de SCANPROTU.

Le document ci-dessous appelé coronogramme condense les 8 heures d'observation de la journée du 13 décembre 2001 pour l'ensemble des phénomènes qui se sont manifestés sur la totalité du limbe solaire. Le temps dans la durée de la session d'observation est indiqué en abscisse et la position angulaire sur le limbe de 0 à 359° en ordonné. Aux intersections un point noir indique la présence d'un phénomène sans toutefois préciser son importance, sur un quelconque critère (hauteur, luminosité...) le diagramme n'étant qu'à deux dimensions. En revanche la largeur au limbe est caractérisée par la hauteur du trait produit par le nombre de points contigus.



Coronogramme

Le document ci-dessous issu d'un autre logiciel illustre une série d'événements d'un autre jour selon trois critères, le moment dans le temps et la position sur le limbe, comme pour le coronogramme, mais aussi une caractéristique supplémentaire, la hauteur des protubérances, ou leur luminosité par exemple, selon le paramètre recherché. Ce critère est quantifié par une

échelle de 1 à 9 selon son importance avec 9 pour l'événement fixant le maximum de la journée. C'est donc une échelle relative à la journée. Le point indique qu'à cette position du limbe il ne s'est produit aucune manifestation coronale pour cette session d'observation. Chaque ligne est un cliché du limbe dont l'heure de prise de vue est indiquée à gauche en début de ligne. Le « titre » de page précise la position sur le limbe en degrés angulaire. On voit que la largeur du document n'est généralement pas suffisant pour représenter les 360° du limbe, aussi, autant de pages que nécessaires sont utilisés avec un maximum de quatre qui suffisent à représenter une journée d'activité répartie sur toutes les positions du limbe. Le nombre de clichés de la journée induit également une augmentation du nombre de pages puisqu'elles ne peuvent contenir que 50 images.

Sur l'exemple ci-dessous on voit que l'activité portante s'est déroulée aux degrés 39, 47, 50 53 et 72 du limbe de façon continue et au moins pendant les 5 premières heures d'observation de la journée, mais les événements les plus importants de cette journée se sont produits dans un autre secteur du limbe, au-delà du degré 103 car il n'y a aucun phénomène ayant atteint le coefficient 9 sur cette page.

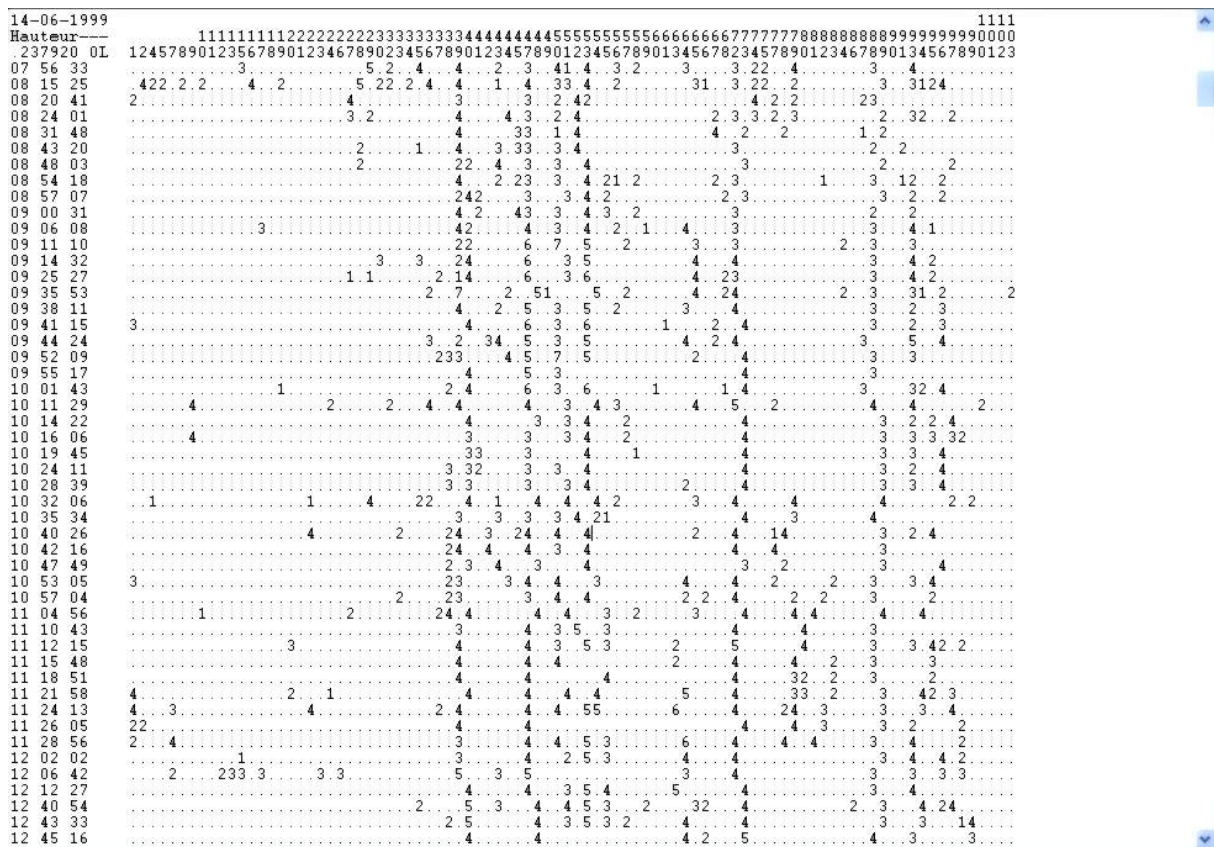


Diagramme à trois dimensions donnant une rapide estimation de l'activité du limbe.

Ce logiciel permet également d'obtenir une vue très synthétique de l'activité de la journée en évaluant une moyenne d'activité de chacun des 360° du limbe sur les 5 critères qui caractérisent une protubérance. Pour chaque position du limbe chacun des 5 critères fait l'objet d'une ligne sur laquelle apparaît le coefficient d'activité de la position. La largeur limitée de la page ne permettant pas de représenter l'ensemble du limbe, il est segmenté en quatre zones couvrant chacune 90°. On voit clairement que pour cette journée du 14 juin 99 l'activité coronale s'est surtout concentrée sur la moitié du limbe de 1 à 180 ° et surtout de 1 à 90°. En revanche, l'autre côté, du degré 181 à 360, l'activité était beaucoup plus réduite,

cependant les phénomènes qui s’y sont produits, bien que moins spectaculaires en hauteur et brillance, se sont révélés être plus étendus aux pieds, dans leur ancrage au limbe. Malgré cette grande largeur, leur faible hauteur les cantonne à des surfaces négligeables et des luminosités moyennes.

```

liste de 4 fois 90 degres pour les 5 criteres hauteur, force, luminosite, surface, et largeur.
1 2 3 4 5 6 7 8 9
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
43.22.3432213.323.241322.14342.32244358834544.8637668565442...675354...7842.44643342.14772
33111122211111111.12.211113231121233235532332186466575643311.145533211167321234222311.4673
33511522311115122.13.21151233251123312552232257765456554221...555523255577215233222215.5673
43.12.3432213.233.141422.24442.22244347734443.8656567554332...665343...7732.34543342.14773
42812833322128223.13132181334282224435773454389766568564332...86663438888832844543342815883

2.77565453541.2.3...2342.....772.167.76.577....65237477846552.38953757768866657754454545
115634433344111121112211111111.441114516415761.11442253556254411799743335554344444333444
155634323354151515513325555555.451514555456765.5544335345534432589986433455444444454334444
2.66455444541.2.3...2442.....662.156.65.577....55446466745552.59975456657766556655455555
287756545354182838823328888888.661815687686878.885533536672633286896442444655454555444544

34252.11.23.2...653.....1511211783.2.311...871...11...23...882...233...1.12.1.....
2212111.1112.1.1112431111...3.1121674111111...111774111.1111121.1178511112211.11.111111111
221321511111.1.5553455555112.1121775551521...555775555.1555115.55886555522155155.1515555555
33243...11.22.2...655.....2422322784...2.322...873...11...23...884...232...2...13.1.....
33232.811.22.2.8883438888.14112118848828211.88898388811888238.8899488882338818812818888888

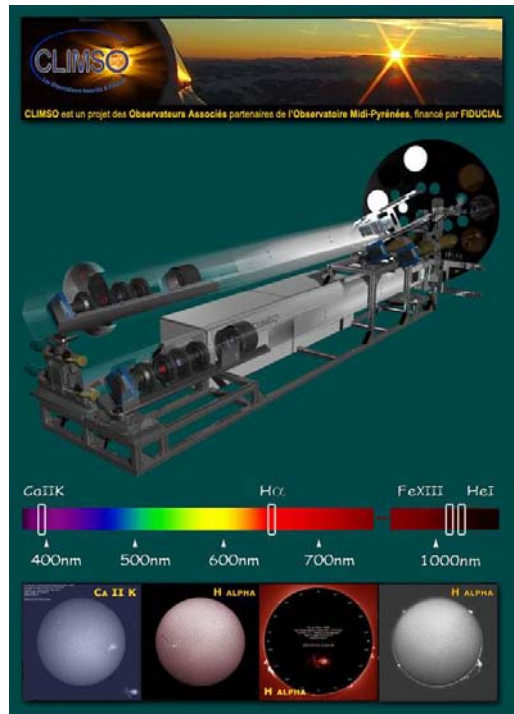
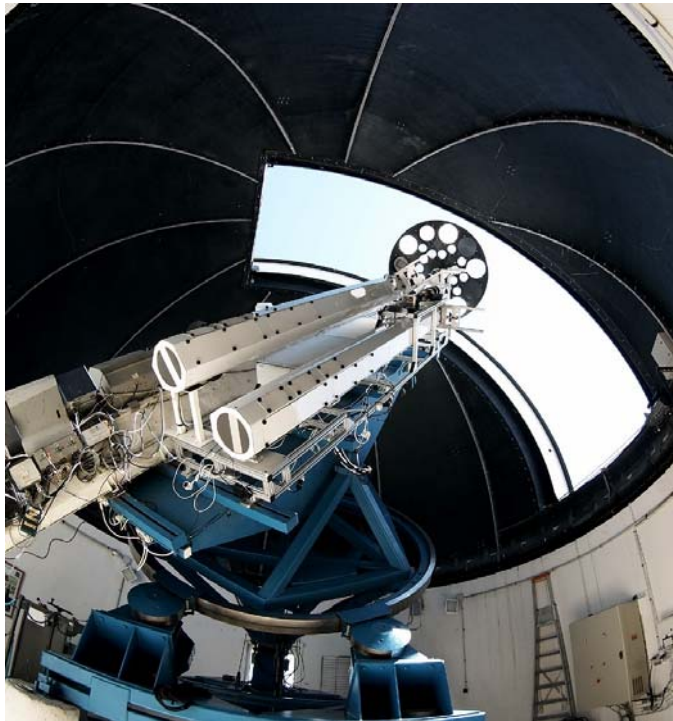
...3.3332.13751.1799.....2.1.31474.....12.1..2...3...3386.3.2.3..1.....2.2..2...333
1111211221111.243.117871111111111...23342111111.11.1111.111112576111111111111.111111111222
5555155222155.343.5.8885555555155...2444255555511515525.52555167751515155155551151552555232
...3.3332.13541.1898.....2.1.33464.....12.2..2...3...3587.2.2.2..1.....2.3..3...333
8888388332288136518189888888882881.3346388888812818828.8388835988282828818888.282882888323

```

Synthèse globale d'activité de la journée du 14 juin 1999

CLIMSO

Les premières ébauches de ce que devrait être CLIMSO se sont discuté dans le 4X4 qui ramenait une équipe descendante du Pic vers Bagnères. Après de longues conversations, la structure de CLIMSO a été définitivement arrêtée, ce ne sera pas un simple coronographe comme son prédécesseur H-aco mais un instrument observant disque et couronne à différentes longueurs d'ondes. Il sera composé de deux coronographes dont l'un multi longueurs d'ondes par le jeu d'une roue à filtre, et l'autre assignée à la raie H-ALPHA. Il comprendra également deux lunettes Coronado l'une observant en H-ALPHA et l'autre dans la raie du calcium K à 396,9 nm. Les études terminées, la réalisation est confiée à différents sous-traitants et dans les délais impartis pour amorcer le 24 em cycle solaire CLIMSO prend sa place sur la grande monture équatoriale de la coupole des coronographes où il sera rapidement opérationnel. L'ancien coronographe H-aco est démonté après quelques mois pour une retraite bien méritée lorsque les réglages en situations de CLIMSO sont terminés et que les résultats attendus sont obtenus. H-aco, comme un vieux sage siège à une place d'honneur sur une paroi de la coupole comme veillant sur son puissant successeur.



A gauche, Climso sur la monture équatoriale sous la coupole des coronographes et à droite un synoptique de ses coronographes et la situation spectrale des longueurs d'ondes observées.