

Pouvons-nous

rendre le Soleil responsable du Temps orageux?

par le Dr. Walter Orr Roberts

Le Docteur Roberts, astronome de renommée mondiale, spécialiste des questions solaires, est directeur de l'observatoire de haute altitude, à Boulder, Colorado.



L'auteur examine le disque d'occultation d'un nouveau coronographe. Le disque arrêtera les rayons du soleil, ne laissant apparaître que son bord et réalisant ainsi une éclipse artificielle.

TOUS les matins, hiver comme été, un jeune homme se lève avant l'aube, et, les yeux encore pleins de sommeil, traînant les pieds, il sort dans l'air léger d'un col de haute montagne près de Climax (Colorado). Il va jusqu'à un petit bâtiment situé à quelques centaines de mètres, remonte le rideau roulant qui protège une partie du toit et pointe un petit télescope vers le soleil, dès que celui-ci commence à surgir au-dessus des pics environnants. Et, à l'aide d'un appareil photographique fixé au télescope, il prend une demi-douzaine de vues.

L'observateur utilise un photomètre pour effectuer une mesure rapide de la brillance du halo solaire. Le petit disque fixé à l'extrémité de la barre de visée joue le rôle de lune artificielle pour former une éclipse de soleil.

Photos High Altitude Observatory

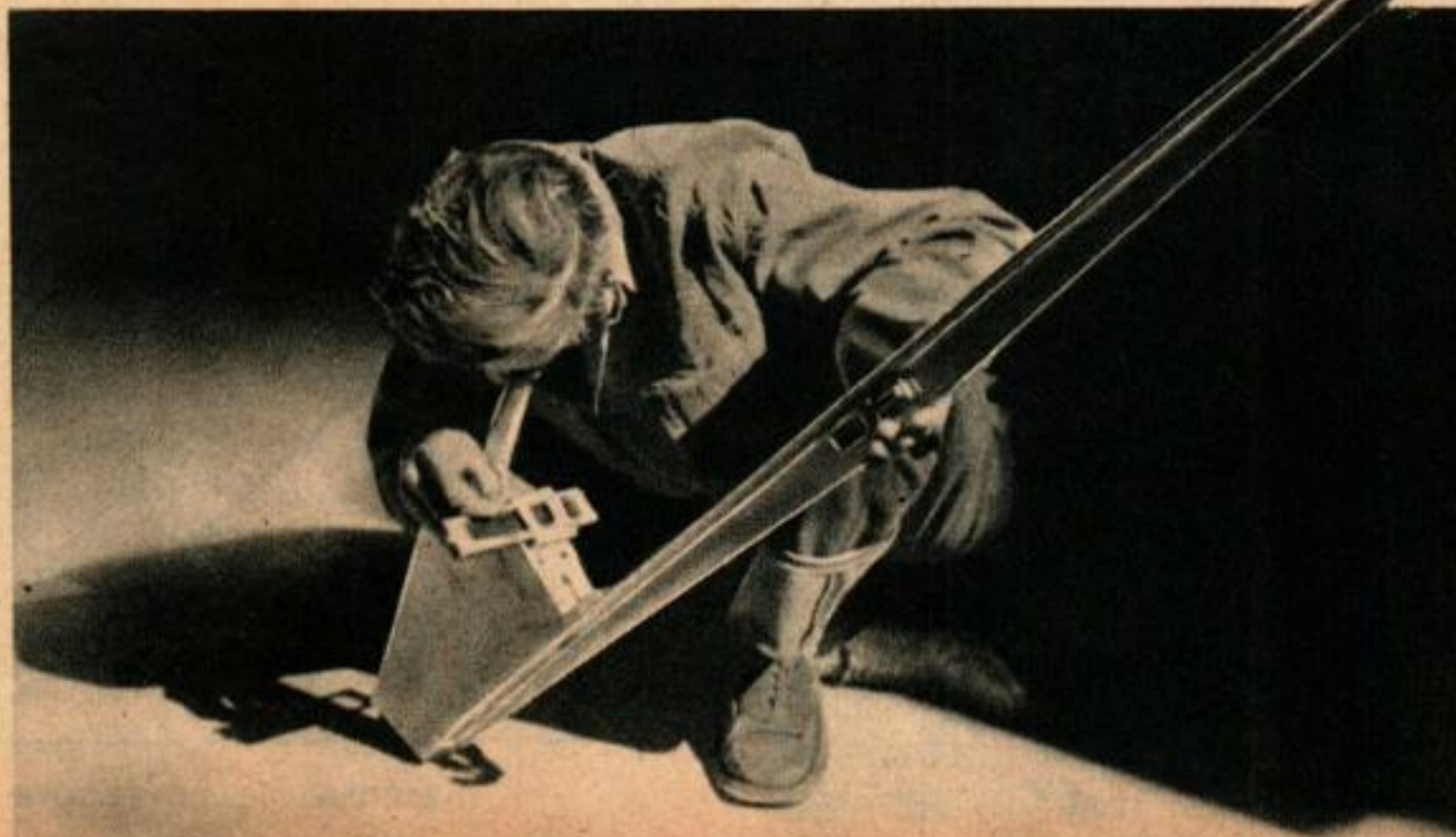




Photo U. S. Navy

Une photo prise par le coronographe montre le halo du soleil. Les traînées peuvent se déverser partout en direction de la terre (leurs dimensions sur le dessin sont exagérées).

Il est bien possible que les recherches basées sur ces photographies, ainsi que sur celles qui sont prises à d'autres endroits répartis à la surface de la terre, aient une portée aussi considérable que tous les programmes scientifiques dont l'étude ait jamais été entreprise dans l'histoire de l'astronomie, et qu'elles aient également une influence sur la vie de chacun des habitants de la terre.

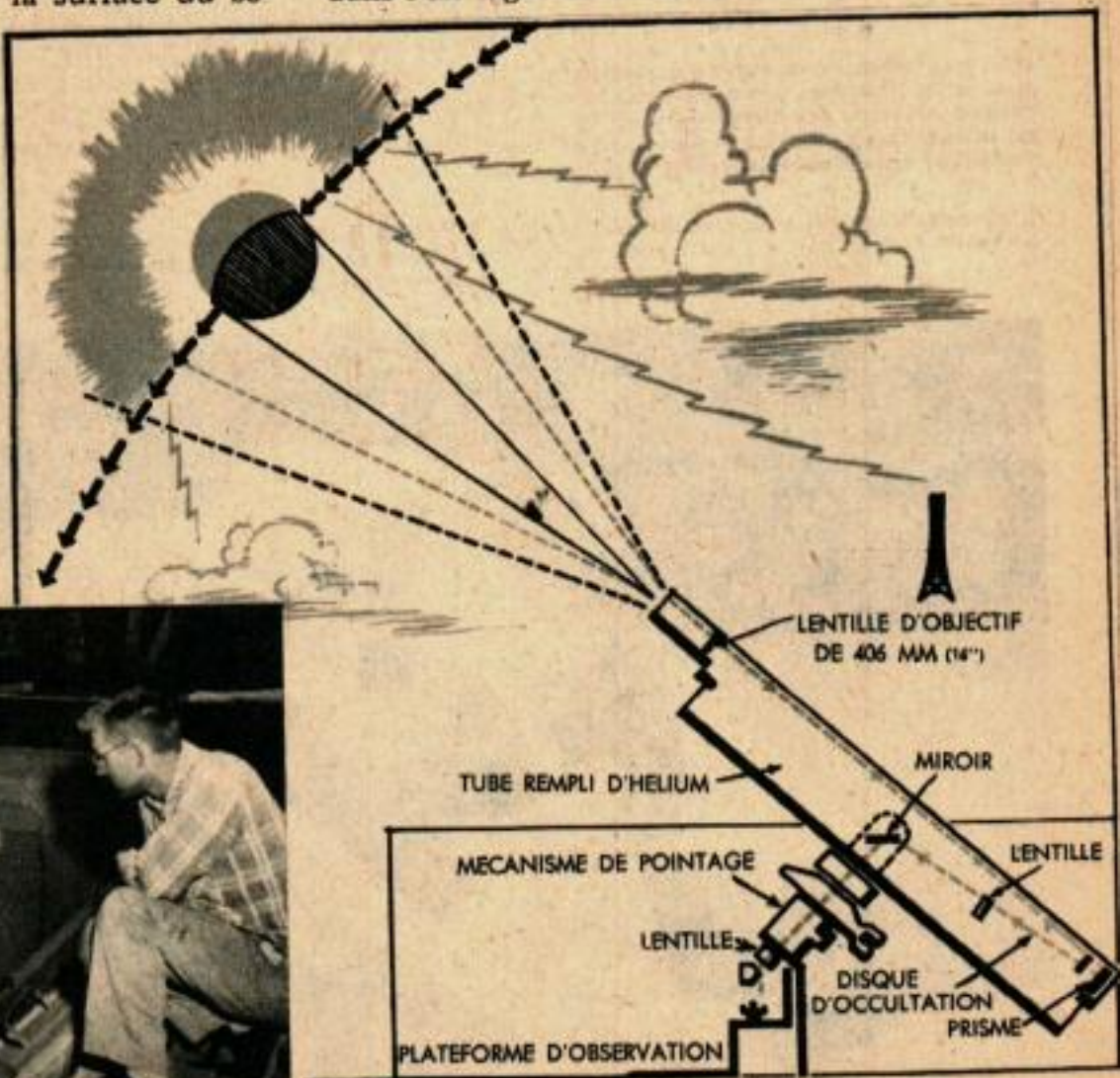
Grâce à ces photographies, en effet, les savants sont en train de découvrir que les orages qui se déchaînent à la surface du soleil peuvent avoir une influence profonde sur le climat terrestre, que le retour cyclique constant de ces orages peut expliquer les sécheresses et les déluges de l'histoire, que les courants d'énergie qui proviennent du soleil bou-

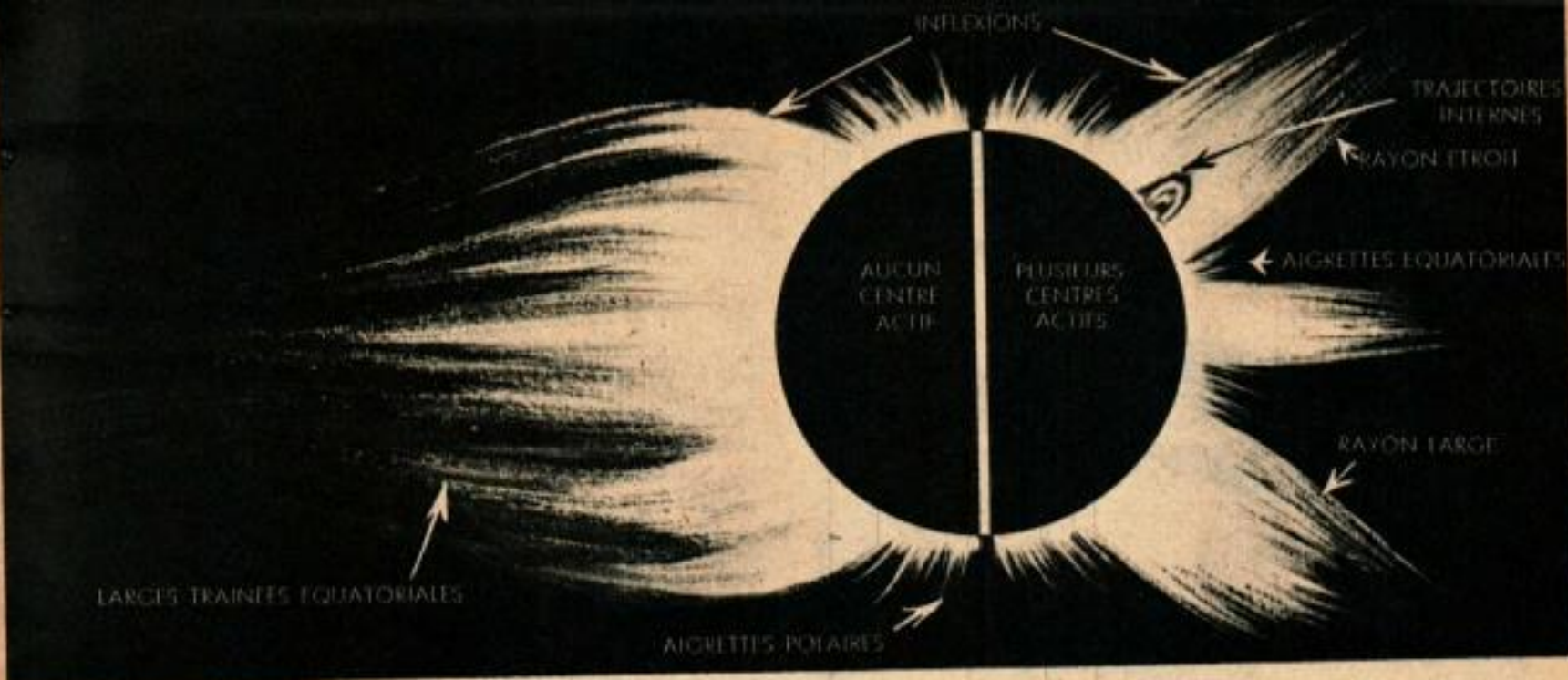
Grâce à son système de montage, le nouveau coronographe restera toujours braqué sur le soleil. Ce montage est si délicat qu'un moteur de la taille d'une soucoupe suffit à déplacer le tube de 7,80 m (26 ft). Le diagramme montre le système optique du nouveau coronographe.

leversent les émissions-radio, intensifient la projection des rayons cosmiques sur la terre et peuvent même avoir une influence sur le temps dans une région déterminée.

Il semble même, qu'un de ces jours, nous serons capables de faire sur terre des prévisions météorologiques à longue échéance par la simple étude des orages qui se déchaînent à la surface du soleil.

Peu de gens en dehors des astronomes ont connaissance de la garde vigilante que montent, dans l'air léger de ce col de montagne, Richard





Le champ magnétique du soleil regroupe les rayons sous forme de trainées. Le champ magnétique terrestre les amène à tomber en pluie près des pôles.

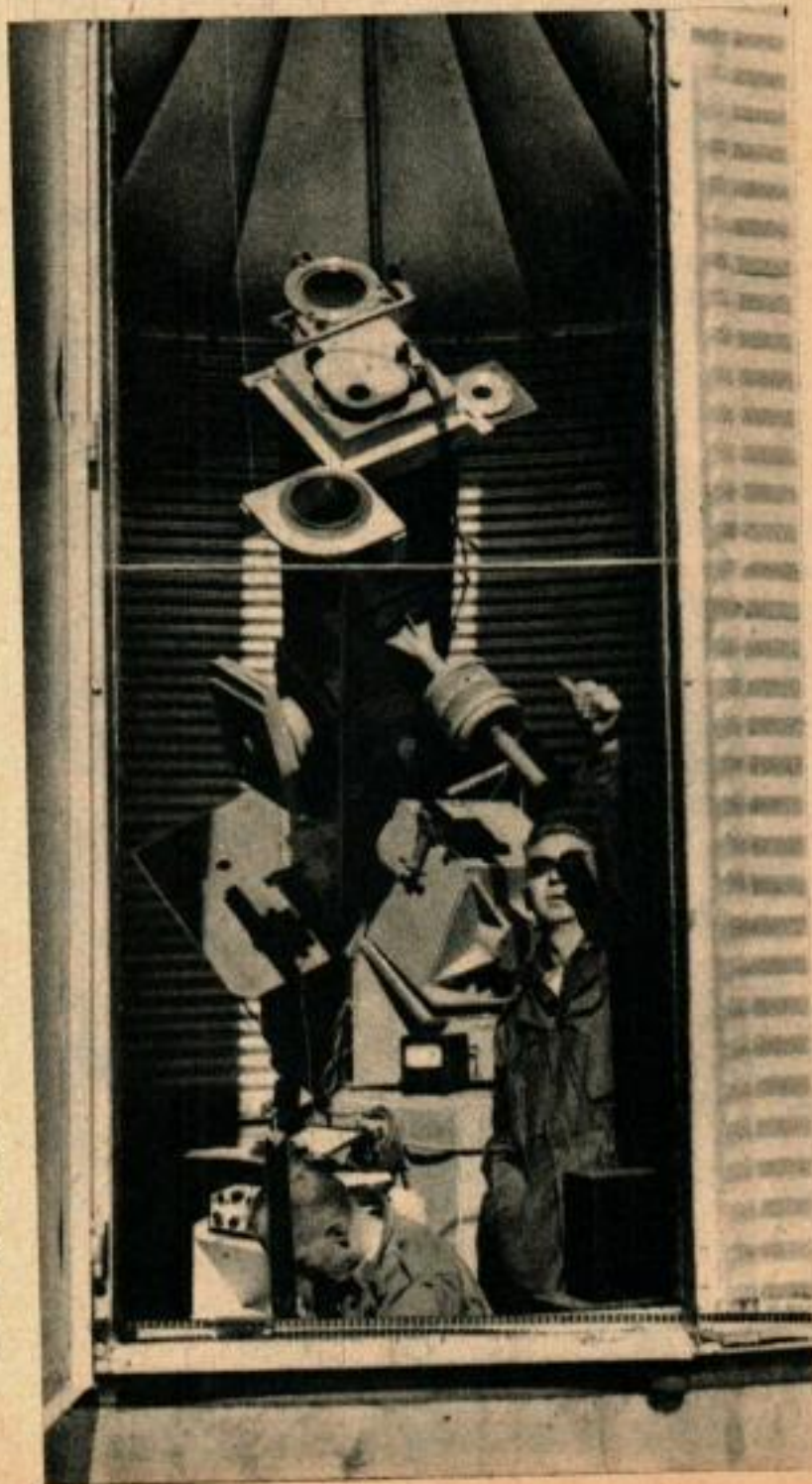
T. Hansen et son aide David Dodgen. Ils envoient les photos qu'ils prennent du soleil au laboratoire de recherches de l'observatoire de haute altitude de l'Université du Colorado, situé à Boulder, à 200 kilomètres (120 miles) de là, où, avec le Dr. Donald E. Billings, nous procédons à l'analyse des photos.

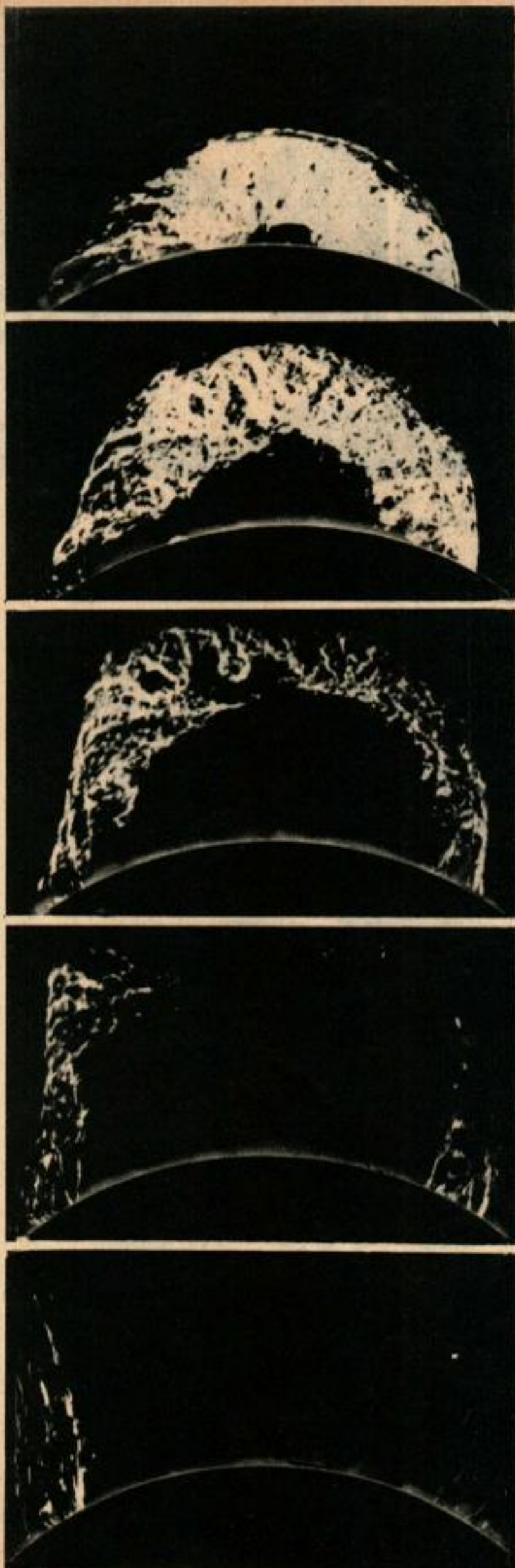
La plupart des renseignements que nous possédons sur les orages solaires ont été obtenus grâce à l'œil unique de ce télescope de montagne, un type de télescope conçu pour regarder non la surface du soleil, mais l'atmosphère ténue qui s'étend au delà de lui. Dans cette atmosphère sont cachés les fils conducteurs d'importants secrets que n'ont jamais pu révéler des siècles passés à observer la surface du soleil.

Les savants ont longtemps tenté d'observer ce qui se passait dans l'atmosphère tourbillonnante du soleil. C'est pourquoi, depuis de nombreuses décades, les expéditions scientifiques ont transporté des télescopes solaires dans divers coins de la terre pour procéder à des observations pendant les éclipses. Au moment de l'éclipse, l'ombre de la lune se projette sur une bande de la surface terrestre, et, pour un petit nombre d'élus parmi les habitants du globe, elle bloque les brillants rayons du soleil. Dans ces occasions, un observateur, même peu exercé, placé dans cette région, peut, sans télescope, distinguer le halo d'un blanc irisé qui se trouve autour de notre astre père. Ce halo, qu'on nomme la Couronne, était déjà connu 20 siècles avant Jésus-Christ. Récemment, il a permis de faire la lumière sur beaucoup de questions mystérieuses ayant trait au soleil et qui étaient posées depuis des siècles.

Pendant le temps très court, huit minutes au maximum, que dure une éclipse totale, les savants travaillent, avec une vitesse acquise au cours de répétitions, à photographier la couronne et les vastes nuages de gaz incandescents qui s'élèvent au-dessus du bord apparent du soleil.

Le détecteur d'éclats est un instrument destiné à détecter les protubérances soudaines et brillantes qui causent des interférences dans les réceptions radio.





Mais les éclipses sont peu fréquentes. Dès 1860, les savants se posaient déjà cette question : « Pourquoi ne pas créer une éclipse dans un télescope en supprimant les rayons du soleil avec un disque ? On pourrait alors observer la couronne à n'importe quel moment. » Un grand nombre d'astronomes fameux ont affronté le problème qui consiste à créer une éclipse à l'intérieur d'un télescope et ils ont longtemps échoué. Des rayons lumineux réfléchis et épars pénétraient toujours dans leurs télescopes et avaient le dessus sur la pâle lumière de la couronne. En 1929, le problème paraissait donc absolument insoluble et, cette même année, deux astronomes très distingués conclurent gravement qu'il était impossible de construire un coronographe. Mais, juste un an plus tard, le 25 juillet 1930, un jeune astronome français, B. Lyot, remorquant sur des skis un petit instrument jusqu'au sommet d'une montagne des Pyrénées, projeta pour la première fois sur la terre une ombre lunaire créée par la main de l'homme. Il utilisait un appareil optique simple mais ingénieux, qui masquait toutes les projections lumineuses indésirables provenant du disque solaire.

Bientôt d'autres coronographes firent leur apparition. Cependant, même de nos jours, il n'existe dans le monde entier qu'une quinzaine de ces instruments.

Il y a quelques mois, notre observatoire a marqué une grande date de son histoire. Nous avons inauguré à Climax un important et nouveau laboratoire solaire et un coronographe. Au cours de cette année, nous espérons pouvoir commencer à « espionner » le soleil avec le nouveau matériel. Le coronographe sera le plus grand qui ait jamais été construit. Il aura des lentilles d'objectif de 40 centimètres (16 in.) alors que le coronographe actuel n'a que des lentilles d'objectif de 12,5 centimètres (5 in.); il fournira des images de la chromosphère et de la couronne qui seront plus grandes et plus nettes. Au lieu d'avoir une forme tubulaire, le nouveau coronographe se présente sous la forme d'une simple boîte métallique rectangulaire de 7,80 m de long (26 ft). Le système optique est fixé à l'extérieur de la boîte. Nous projeterons les rayons du soleil, à l'intérieur de la boîte et vers le bas, sur un appareil de prise de vues particulièrement impénétrable à la lumière et placé directement sous le bâti principal du télescope. Des cellules photo-électriques maintiendront l'énorme armature continuellement pointée vers le soleil au fur et à mesure que la terre tourne autour de son axe et poursuit sa course dans l'espace. Bien que l'armature pèse plus de neuf tonnes, elle est si délicatement équilibrée qu'elle est manœuvrée par un moteur de 1/4000 CV, assez petit pour tenir dans une soucoupe. Le télescope proprement dit nous a été fourni par

Les photos successives prises par le coronographe montrent, de haut en bas, les différents stades de formation et de disparition d'une protubérance solaire. Cet immense nuage d'hydrogène s'élevait à une hauteur de plus de 1.600.000 kilomètres (1.000.000 mi).

Photos High Altitude Observatory



L'ancien observatoire, au premier plan, et le nouveau bâtiment sont situés dans l'air léger et pur d'un col de montagne du Colorado.

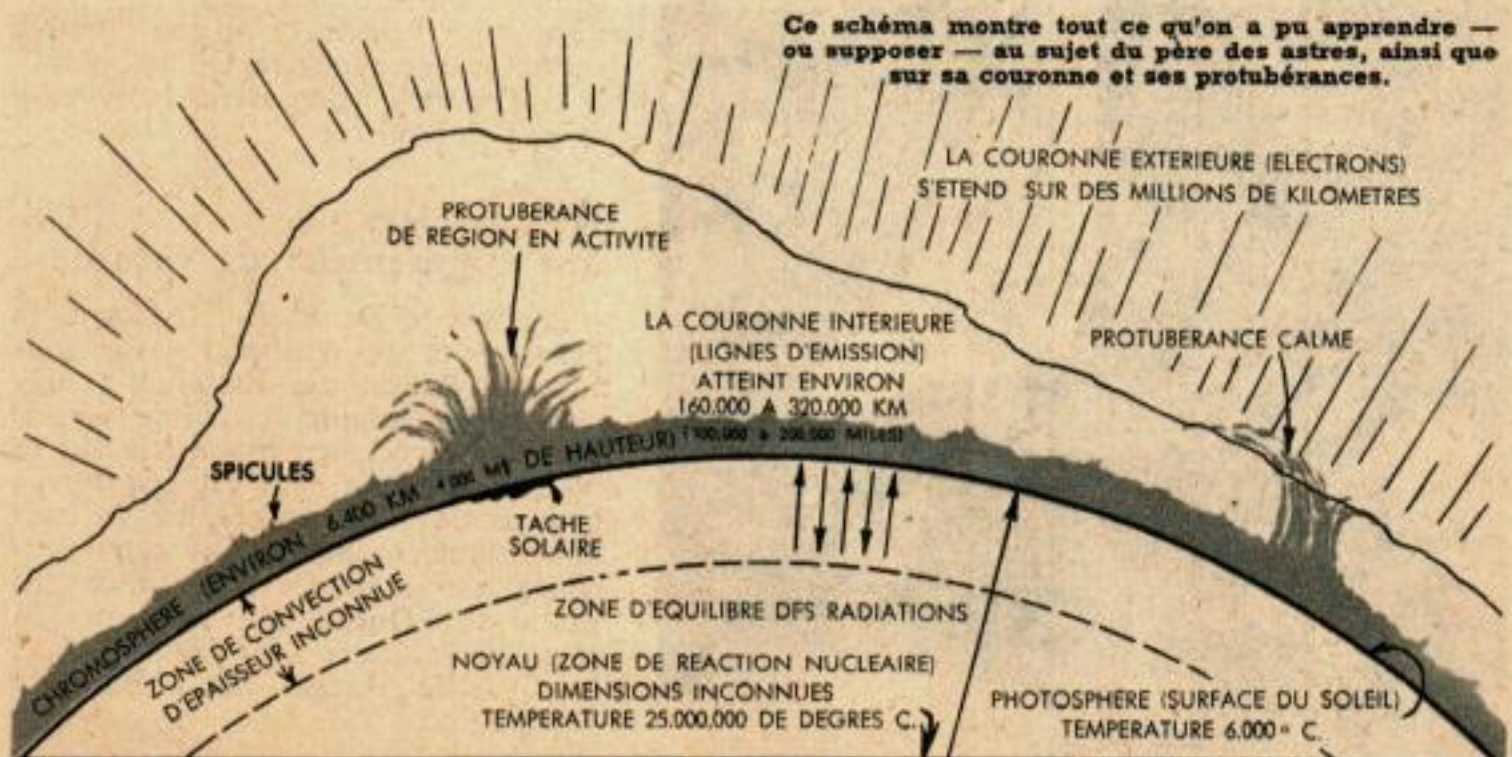
le Bureau des Recherches Navales, et les fonds pour le laboratoire proviennent de dons privés. Nous sommes actuellement en train de recueillir des fonds destinés à compléter les instruments très onéreux et très précis qui permettront de tirer profit au maximum des possibilités du nouveau télescope. Un frère jumeau de ce grand coronographe, en construction à Sacramento Peak, Nouveau-Mexique, est destiné à l'aviation américaine.

Nous pensons que ces deux coronographes aideront à résoudre quelques-unes des énigmes posées par l'atmosphère solaire. Le soleil est une boule de gaz tourbillonnants dont le diamètre approche de 1 390 000 km (864 000 mi). A son centre, la température est probablement voisine de 25 000 000 de degrés C. et les pressions sont si élevées que le gaz est comprimé au point d'atteindre 10 fois la densité du fer en barres. C'est là, dans le centre, que la fusion nucléaire donne au soleil sa chaleur.

Près de la surface, il y a une couche ins-

table d'une épaisseur inconnue que l'on appelle la zone de convection. Les estimations diverses qui ont été faites de son épaisseur, varient entre quelques milliers et plus de 160 000 km (100 000 mi). Au-dessus de cette couche se trouve la photosphère, que l'on pourrait appeler la véritable surface du soleil, car c'est là que le gaz opaque devient transparent et donne au soleil ce bord net que l'on observe depuis la terre. A cet endroit, la température est d'environ 6 000° C. Juste au-dessus se trouve la chromosphère qui est une couche de gaz rayonnants. Près du fond de cette couche s'étend la région la plus « froide » que l'on puisse trouver dans le voisinage du soleil. C'est la couche renversante; sa température n'est que de 4 500° C. Au-dessus, la température s'élève pour atteindre des millions de degrés dans la couronne. De façon paradoxale, le soleil est beaucoup plus chaud à une certaine distance de sa surface qu'à cette surface proprement dite. (Suite page 122)

Ce schéma montre tout ce qu'on a pu apprendre — ou supposer — au sujet du père des astres, ainsi que sur sa couronne et ses protubérances.



Pouvons-nous rendre le soleil responsable du temps orageux ?

(Suite de la page 5)

Une rotation complète du soleil autour de son axe, quand on l'observe de la terre, dure environ 27 jours $\frac{3}{10}$ comptés en jours terrestres. Un des mystères les plus surprenants de la vie solaire réside dans le fait que ses régions équatoriales tournent considérablement plus vite que ses régions de latitudes plus élevées.

A l'intérieur du coronographe, une éclipse artificielle produite par le disque d'occultation cache le soleil jusqu'à sa bordure; ainsi les astronomes ne voient que la partie de l'astre qui s'étend au delà de la surface lumineuse, une espèce de coupe s'étendant à partir du bord. Les deux extrémités de la bordure sont appelées les limbes. Étant donné que le soleil met environ 27 jours pour faire un tour complet sur lui-même, un événement quelconque observé sur le limbe Est se trouvera exactement face à la terre environ sept jours plus tard, alors que le limbe Ouest représente la zone qui était en train de passer face à la terre environ sept jours plus tôt. En enregistrant les observations faites sur le limbe Est et en étudiant environ 14 jours plus tard le limbe Ouest, Miss Dorothy Trotter, qui tient à jour la carte de l'activité solaire à notre centre de recherches de Boulder, est capable d'interpréter ce qui se passait dans une région du soleil au moment où cette zone faisait face à la terre.

Ces études sont très importantes car, en plus de la lumière solaire, le soleil dégage une grande quantité d'énergie. Cette énergie est émise de deux façons.

1. Quand on regarde la surface du soleil dans un télescope perfectionné de grandes dimensions et muni de filtres pour protéger la vue, on voit qu'il présente une apparence pommelée ou granuleuse. De nos jours, les astronomes pensent que la formidable énergie née dans le centre du soleil houscule les couches situées juste au-dessous de la surface solaire, en bouillonnant vers l'extérieur, produisant ainsi une violente agitation. Cette dernière prend la forme de granules brillants ressemblant à des bulles d'air qui se répartissent sur la surface du soleil. Un granule de ce genre dure environ trois minutes. Nous pensons qu'en réalité ces granulations sont des espèces de « geysers » qui projettent des gaz incandescents à travers la surface solaire. Certains, parmi les plus importants, ont l'apparence de petites épines qui dépassent de la bordure du soleil. Nous leur avons donné le nom de « spicules » et, dans le coronographe, ce sont des sujets d'étude passionnants. Un « spicule » se présente tout d'abord sous la forme d'une bosse minuscule sur le limbe solaire, puis il pointe en s'élevant à une altitude d'environ 16 000 km (10 000 mi) à une vitesse d'environ 30 km (20 mi) à la seconde dégageant dans l'espace une trainée d'accélération de protons et d'électrons. Ces derniers forment une partie de la couronne solaire et ont aussi, nous le pensons, certains effets sur la terre.

2. D'énormes nuages d'une matière gazeuse d'un rose de lavande sont projetés hors du soleil à des hauteurs fantastiques. Ainsi un de ces nuages de feu, photographié le 4 juin 1946, parvint à une hauteur de 1 600 000 km (1 million de mi), soit plus de 1/100 de la distance séparant le soleil de la terre. Ces protubérances croissent et diminuent de façon irrégulière à la surface du soleil. D'habitude leur trajectoire ascendante s'incurve et elles retombent sur la surface solaire. On en voit cependant davantage tombant vers le soleil que s'élevant du soleil. Certains astronomes pensent donc que ces protubérances pour la plupart tombent sur le soleil en provenance de l'espace. Les protubérances peuvent durer de quelques minutes à plusieurs mois. On nomme « fusée solaire » un type de protubérance extrêmement brillant et bien détaché qui dégage de puissantes radiations (rayons ultra-violettes ou rayons X) trouvant leur chemin en direction de la terre.

Certaines zones solaires deviennent souvent plus froides que le reste de la surface solaire, bien que personne n'en connaisse la raison. Ce sont les fameuses taches solaires, immenses régions de formes irrégulières, qui varient en nombre et en dimensions tout au long d'un cycle de 11 ans. On les a rendues responsables de tout, qu'il s'agisse des dépressions de notre système économique ou de la fréquence cyclique des naissances de jumeaux. Il est vraisemblable qu'elles ont de nombreux et profonds effets sur la terre, bien que ces effets soient indirects. Les fusées solaires semblent se produire à proximité des taches solaires, et on possède des indications sur le fait que l'énergie qu'elles dégagent peut très bien modifier le climat et les conditions météorologiques de la terre.

Les astronomes sont récemment arrivés à la conclusion que le soleil est entouré par un gigantesque champ magnétique; ils supposent que ce champ peut focaliser les rayons constitués par les protons et les électrons qui bondissent dans l'atmosphère solaire. Très vraisemblablement, le magnétisme solaire fait converger ces rayons en une large bande autour de l'équateur solaire. De plus, aux endroits où il y a des fusées et des taches solaires, ces zones d'intense activité localisent les champs magnétiques qui peuvent plier et distordre les rayons.

Les rayons électrons-protons s'écoulent probablement dans l'espace le long des 149 500 000 km (93 millions de miles) qui séparent la terre du soleil, en un temps qui varie entre 6 et 80 heures. Quand ils entrent dans le champ magnétique terrestre, ils s'infléchissent d'un côté ou de l'autre, virent dans l'espace en décrivant une courbe gigantesque en forme d'S et tombent en pluie sur notre planète dans les régions voisines des deux pôles. Ce que nous appelons aurores boréales ou australes, ce sont des concentrations de ces corpuscules. Nous observons alors le spectaculaire halo du soleil au moment où il bombarde la terre.

Un violent déclenchement de l'activité des fusées solaires produit quelquefois une recru-

DE WALT

SCIE À TOUS USAGES



Chaque fois que vous changez d'outil, vous avez une autre machine!

DeWalt—la scie mécanique la plus populaire du monde—combine de nombreuses machines en une seule. Elle coupe le bois, le métal, les matières plastiques... et les frais!

Vu qu'elle remplace plusieurs machines simples, des milliers d'utilisateurs ont trouvé en la DeWalt, un placement avantageux. DeWalt s'amortit très rapidement dans tous les genres de travaux du bâtiment et de la construction, dans les usines industrielles et celles travaillant le bois, dans les travaux d'entretien et de réparation et dans les ateliers privés.

En l'espace de quelques secondes, la DeWalt peut être transformée d'une machine en une autre—tout simplement en changeant l'outil de coupe! La DeWalt est sûre—rapide et précise.

Il existe une DeWalt convenant—en grandeur et en prix—à chaque travail de coupe. Les puissances des divers modèles vont de 1/4 à 10 CV. Voyez aujourd'hui votre distributeur local DeWalt pour une démonstration gratuite.

AMERICAN MACHINE & FOUNDRY COMPANY

New York, N. Y., U. S. A.

Adresse télégraphique: "AMMAFOCO"—NEW YORK

American Machine & Foundry Company, Dept. M-7
AMF Building, 261 Madison Avenue
New York 16, N. Y., U. S. A.

Veillez m'envoyer une documentation illustrée ainsi que le nom du distributeur DeWalt le plus proche.

Nom _____

Compagnie _____

Adresse _____



descence soudaine dans cette pluie de corpuscules. Le choc produit sur la terre cause alors des changements rapides et violents dans le champ magnétique terrestre. Les aiguilles aimantées très sensibles, et cela surtout dans les régions voisines des pôles, sont prises de tremblements irréguliers. De brillantes aurores boréales s'allument dans la nuit. L'énergie corpusculaire agit également sur l'ionosphère dont nous dépendons pour les émissions radio à longue distance; un temps orageux dans le soleil peut complètement réduire à néant la réception radio sur terre. Il y a quelques années, tous les instruments de la Western Union dans beaucoup de régions d'Amérique commencèrent à cliqueter de façon bizarre. Une grande fusée en éruption dans le soleil avait envoyé dans l'espace une vague énorme d'énergie qui créait des courants induits dans les lignes télégraphiques.

On peut analyser au spectroscopie les radiations provenant des spicules, des protubérances et de la couronne. La présence de certains éléments produit des lignes spectrales de couleurs particulières. Deux isotopes du fer donnent les deux plus fortes lignes spectrales de la couronne solaire; l'une représente la radiation rouge et l'autre la radiation verte. Il y a aussi une ligne jaune qu'on observe rarement et qui indique une violente activité et des températures particulièrement élevées dans le soleil.

Au cours des dernières années, beaucoup d'astronomes et de météorologistes ont essayé d'établir une relation entre les mystérieuses lignes rouges et vertes et le temps sur la terre. Il est trop tôt pour être tout à fait certain qu'il y a entre eux une relation de cause à effet, mais de forts indices nous conduisent à penser que les périodes de très faible activité solaire correspondent à l'établissement d'un régime météorologique amenant la sécheresse dans le pays.

Remises entre les mains de E. D. Farthing, météorologue des Trans World Airlines, les observations que nous avons faites sur la couronne lui ont permis d'arriver à des résultats beaucoup plus tangibles. Farthing a fait pendant trois ans une étude approfondie des enregistrements météorologiques de la région de Kansas City et des lignes spectrales de la couronne solaire. Ce travail a permis d'établir de façon précise les relations existant entre les lignes spectrales de la couronne et le régime des pluies à Kansas City. Au cours de la période qui va de 1951 à 1954, la plus forte chute de pluie s'est produite au moment où des émissions coronaires importantes à spectre vert couvraient des régions du soleil faisant face à la terre. Farthing découvrit également qu'au milieu de 1954, au moment où on s'approchait d'un minimum de l'activité solaire, la ligne d'émission rouge était plus forte que la ligne spectrale verte et qu'à ce moment la sécheresse régnait à Kansas City. Puis en août et en octobre, l'activité solaire s'amplifiait avec une émission coronaire verte, à la suite de quoi les fortes pluies recommencèrent.

Il semble, mais ceci n'est pas encore très bien expliqué, que le comportement des vagues de froid dans la région de Kansas City soit aussi contrôlé, du moins partiellement, par ces mystérieuses radiations solaires. La position et l'horaire d'arrivée des vagues de froid, ainsi que leurs effets (chutes de pluie ou changements de température), semblent être synchronisés avec la ligne verte du spectre d'émission coronaire. Le météorologiste de la T.W.A. a trouvé que, pour 81 % des jours de cette période triennale, le jour qui suivait une activité coronaire du spectre vert était plus froid que le jour précédent. Ces températures froides tendaient à durer pendant environ cinq jours après le passage de la vague de froid. Ces observations sont très importantes pour les lignes aériennes, car les vagues de froid amènent des plafonds très bas et une faible visibilité.

Les émissions semblent avoir aussi un effet sur la poussée des réacteurs et la circulation des grands courants de vent terrestres. Par exemple, pendant la période soumise à l'étude de Farthing, les vols de la T.W.A. entre New York et San Francisco se firent en moyenne 14 minutes plus rapidement pendant les périodes de forte émission coronaire verte que pendant les autres périodes. Cependant, comme le souligne Farthing, il faut faire preuve d'une certaine prudence. Tous ces effets du soleil sur le temps sont difficiles à isoler et encore plus à expliquer. Il est très facile de tomber dans l'erreur, quand on aborde un nouveau champ de recherches. La seule réponse à cette incertitude ne pourra être donnée que par de nombreuses années d'études scientifiques poussées sans relâche.

Personne ne peut prétendre, au stade où nous sommes, qu'il est possible de faire des prévisions de temps précises en étudiant l'activité solaire. Nous ne savons même pas comment répondre à ceux qui nous demandent d'où provient cette énergie variable du soleil. Nous ne pouvons même pas expliquer comment l'émission coronaire verte peut influencer la température de Kansas City. Nous ne savons pas ce qui cause les taches solaires. Les courants corpusculaires du soleil semblent avoir une énergie vraiment trop insignifiante pour influencer l'écoulement du courant des réacteurs. Nous ne comprenons pas non plus complètement ce qu'indiquent les hautes températures et la violente activité de la peu fréquente radiation jaune.

Mais il reste pour l'avenir des questions passionnantes. Quand nous en saurons plus, serons-nous capables de prédire de façon précise l'écoulement de ce courant de réaction mystérieusement engendré par l'orage? Pourrons-nous utiliser ces nouvelles connaissances que nous ne manquerons pas d'acquérir sur les effets du soleil sur le temps pour réaliser des modifications sensibles de la distribution des pluies sur la terre?

Les réponses à toutes ces questions et à beaucoup d'autres restent cachées dans l'atmosphère tourbillonnante du père de tous les astres.