Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 55 (1997)
Heft: 280

Artikel: L'observation de l'activité solaire
Autor: Egger, Fritz
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-898663

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

L'observation de l'activité solaire

FRITZ EGGER

L'observation du Soleil est à la portée de tout astronome amateur sérieux. C'est ce que nous essayons de montrer ici. Nous approfondissons les généralités énumérées dans le dernier numéro d'ORION [1]. La détermination régulière des indices de l'activité solaire (nombre de Wolf, de Pettis) constitue un programme d'observation passionnant et facile à réaliser, même avec des moyens modestes. Nous nous appuyons essentiellement sur les directives établies par les réseaux d'observateurs de la Société astronomique de Suisse [2], de la Vereinigung der Sternfreunde [3] et du Groupement français pour l'observation et l'étude du Soleil [3].

Les renvois marqués [..] se rapportent à la bibliographie de l'article publié dans ORION 279* [1].

Comment mesurer l'activité solaire?

Pour caractériser numériquement l'activité solaire, on emploie le plus souvent le *nombre de Wolf*, du nom de RUDOLF WOLF, premier directeur de l'Observatoire fédéral à Zurich de 1855 à 1893. Wolf, et ses successeurs ALFRED WOLFER (1894 - 1926), WILLIAM BRUNNER (1926 - 1945) et MAX WALDMEIER (1945- 1979), utilisaient une lunette Fraunhofer de 80 mm d'ouverture munie d'un hélioscope à polarisation [16*]. La définition du nombre (ou indice) de Wolf est

$\mathbf{R} = \mathbf{k}(10\,\mathbf{g} + \mathbf{f})$.

f est le nombre total de *taches* visibles sur le Soleil au moment de l'observation, **g** le nombre de *groupes* de taches (y compris les groupes qui ne comportent qu'un seul individu) et **k** un facteur empirique destiné à ramener à une même échelle les nombres trouvés par des observateurs qui travaillent avec des instruments plus ou moins puissants:

$\mathbf{k} = \mathbf{R} / (10\,\mathbf{g} + \mathbf{f})$,

où **R** est le nombre relatif de Zurich ou du réseau d'observateurs avec lequel on collabore, publié dans les revues astronomiques (ORION, G.F.O.E.S [4], Sterne und Weltraum, SONNE [3]). On a de toute façon intérêt à se joindre à un réseau afin de comparer ses observations avec d'autres observateurs sur un intervalle de temps suffisamment long.

Le nombre de Wolf varie considérablement dans le temps et sa valeur journalière à elle seule n'a qu'une signification relative. Il s'y ajoute le fait qu'on ne saisit ainsi que la situation de l'hémisphère visible. Etant donné que les taches sont inégalement réparties en longueur héliographique, l'indice présente forcément une périodicité liée à la rotation du Soleil qui dure entre 27 (au voisinage de l'équateur) et 29 jours (à ±40° de latitude). Pour atténuer cet effet, on établit des moyennes mensuelles de l'indice, voisines des moyennes pour une rotation. Même ces moyennes-là ne rendent pas encore bien compte de la tendance, ascendante ou descendante, de l'activité et ne permettent pas de situer le minimum et le maximum de chaque cycle avec une certaine précision. La courbe peut être lissée en établissant la moyenne glissante sur 13 ou 17 mois: cette moyenne donne *l'indice définitif* du 7e ou du 9e mois (figure 1). Nous n'entrons pas ici dans les subtilités de cette procédure qui d'ailleurs n'efface pas totalement le caractère fortement aléatoire de l'activité solaire à court et moyen terme.

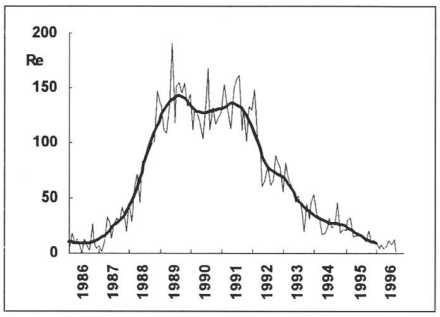


Figure 1. Nombre de Wolf de 1986 à 1996. Moyennes mensuelles (courbe brisée) et moyenne glissante sur 17 mois (trait gras). (SONNE no 80, décembre 1996 [3])

Qu'est-ce qu'une tache?

Est considéré comme tache un endroit noir et bien délimité sur la photosphère, d'un diamètre minimal de 3" (le diamètre apparent du Soleil est d'environ 1900") et d'une durée de vie d'au moins 30 minutes; sa surface n'est pas subdivisée. Les *pores*, interstices plus sombres dans la granulation, ne sont donc pas comptés. On ne fait pas de distinction entre les zones d' ombre selon leur étendue. (Figure 2). [2, 6 ch. B.2]

Qu'est-ce qu'un groupe?

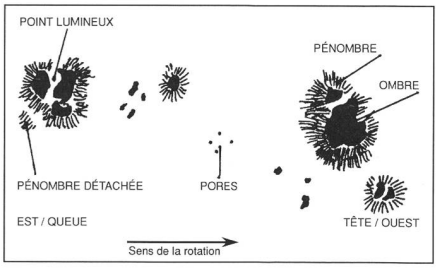
Les taches solaires font le plus souvent partie d'un ensemble allongé dans la direction ouest-est et comportant des taches marquantes aux deux extrémités: *groupe bipolaire* (figure 2) [2, 6 ch. B.2]. Rappelons que le Soleil tourne dans le sens est-ouest en 27 jours autour d'un axe incliné de 7,25° environ sur l'écliptique. Nous appelons l'extrémité ouest «tête» (taches **p**, «**p**receeding») et l'extrémité est «queue» du groupe (taches **f**, «**f**ollowing»). Souvent, au début et à la fin de la vie d'un groupe, une seule extrémité, en général la tête, est marquée par des taches.

Les réseaux d'observateurs (GOSSAS, SONNE) admettent les définitions suivantes [2, 6 B.2]:

a) Sont considérés comme groupes les ensembles de taches séparés l'un de l'autre dans l'espace. Une tache isolée est comptée comme groupe.
b) Les taches se trouvant dans une aire d'environ 5°x5° héliographiques forment en général un groupe si on n'y distingue pas d'arrangement bipolaire évident. Les groupes bipolaires peuvent atteindre 20° ou plus en longueur héliographique.
c) Deux taches isolées et séparées de moins de 15° peuvent être considérées comme groupe bipolaire si elles sont le résidu d'un ancien groupe cohérent.
d) Une accumulation bipolaire de taches forme un groupe lorsque sa tête (partie occidentale) se trouve à une latitude égale ou plus petite que sa queue (partie orientale).
e) Dans les autres cas peu clairs, l'observateur fera jouer son expérience en modifiant aussi peu que possible les règles qu'il s'est lui-même données. Là aussi, le contact et l'échange avec d'autres observateurs sont précieux. Les réseaux fournissent en général une documentation ad hoc.

*Figure 2. Schéma d'un groupe de taches bipolaires. Ce groupe comporte au total 15 taches (ombres, sans compter les pores). S'il était seul sur la surface du Soleil, le nombre de Wolf serait R = 10·1 + 15 = 25. Il y a 4 pénombres qui entourent des taches (le débris isolé n'étant pas compté) et 7 taches sans pénombre; l'indice de Pettis serait donc SN = 10·4 + 7 = **47**.*

(D'après HILBRECHT [6])



La subdivision en groupes devient difficile en période d'activité intense lorsqu'on est en présence d'un paysage complexe. On peut alors faire intervenir des observations complémentaires telles que le mouvement propre, la structure en lumière H-alpha [1], la mesure du champ magnétique etc. (figure 3) [2, 6].

En dehors du nombre de Wolf, il y a d'autres moyens de caractériser l'activité solaire et ses variations dans le temps: flux radio [21*], surface totale des taches, nombre de centres d'activité, facules, protubérances, nombre de taches entourées d'une pénombre ... Il existe une étroite corrélation entre tous ces indices, c.à.d. que les courbes d'activité qui en résultent se ressemblent.

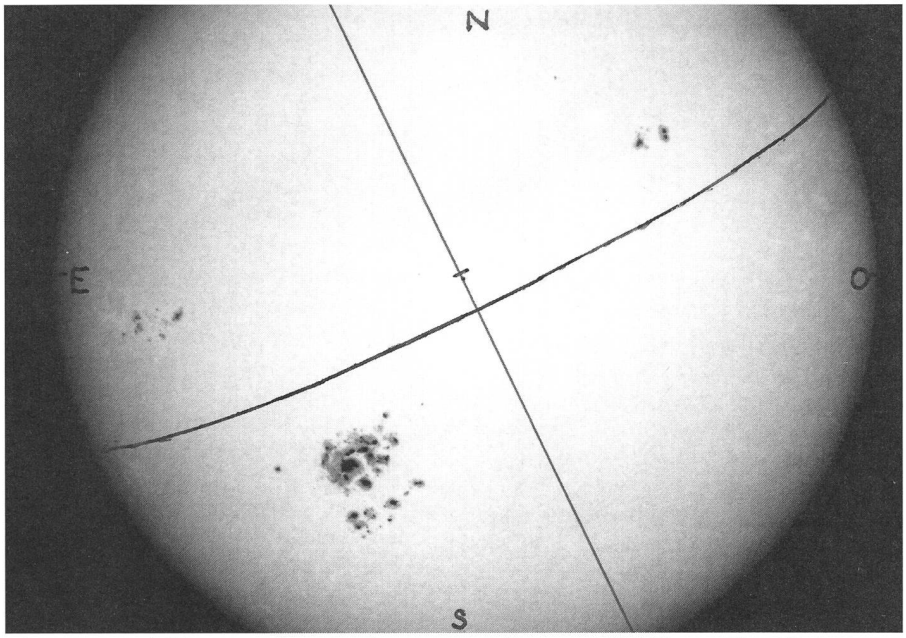


Figure 3. Le Soleil le 26 octobre 1991 à 14:17 TU. Réfracteur 90/1000 mm, filtre ND 4, projection avec oculaire 40 mm, film TP 2415, 1/125 s. Les conditions atmosphériques étaient tout juste bonnes. Le négatif a été agrandi environ 4 fois.
Les positions de l'axe de rotation (méridien central) et de l'équateur héliographique sont indiquées; le centre de l'image se situe à la latitude de 5°N. Nous nous trouvons à la fin du maximum du cycle N° 22.
*On distingue en tout 9 groupes et 120 taches, ce qui donne le nombre de Wolf R = 10'9 + 120 = 210. Le groupe à l'est est en effet double; on peut également départager le grand ensemble dans le quadrant SE en trois ou quatre groupes; les petites taches isolées sont chacune comptées comme groupe. Certains observateurs ont dénombré ce jour-là 12 groupes et 163 taches (R = 283). Ces différences d'appréciation se reflètent dans le facteur **k**, à condition que l'observateur applique toujours les mêmes critères.*
Il y a 26 pénombres entourant des taches et 41 taches sans pénombre. On voit combien il est difficile de distinguer entre taches et débris de pénombres sur la photographie.

L'indice Pettis

Rien que le relevé des taches avec et sans pénombre permet de suivre numériquement l'activité solaire. H.S. PETTIS a proposé en 1978 l'indice **SN** qui porte son nom:

SN = 10 **p** + **s**.

p est le nombre de taches avec pénombre et **s** le nombre de taches sans pénombre. Un facteur d'adaptation est également prévu pour comparer les observations à l'intérieur d'un réseau.

L'indice Pettis ne fait intervenir que des éléments faciles à observer. Les directives pour la détermination de **SN** sont les suivantes (figure 4) [5]:

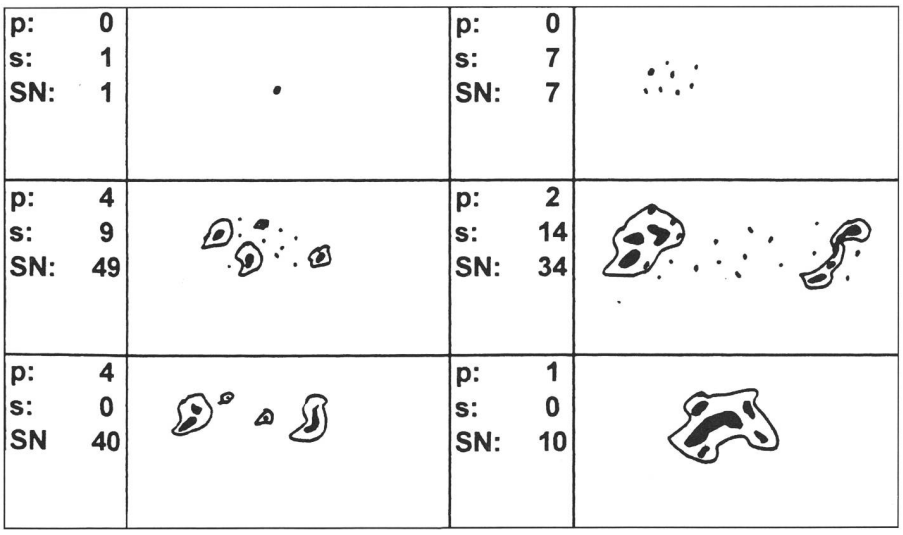
Pénombres p

a) La pénombre doit être clairement visible au grossissement normal (v. plus loin); des pénombres détectables seulement aux grossissements plus forts ne sont pas comptées.
b) Des pénombres voisines séparées par un pont lumineux sont comptées séparément.
c) Des débris isolés de pénombres sans taches ne sont pas comptés.
d) Chaque pénombre selon a), b) et c) entre avec la valeur 1 dans la formule **SN** = 10 **p** + **s**.

Taches s

e) **s** est le nombre de taches nettement séparées d'une pénombre. La tache doit avoir un diamètre d'au moins 3" (les éléments de la granulation sont de l'ordre de 1") et une durée de vie de plus de 30 mn.
f) Les taches à l'intérieur d'une pénombre ne sont pas comptées dans **SN**.

Figure 4. Exemples pour la définition de l'indice de Pettis. (GONZI [5]).



Conditions d'observation

g) Lors du dépouillement, on ne tient pas compte des observations faites dans des conditions précaires: agitation atmosphérique ou netteté plus grandes que 4 sur l'échelle de KIEPENHEUER (v. plus loin).
h) On observe toujours avec le même instrument, le même grossissement et la même méthode.

Quel instrument utiliser?

Rappelons d'abord la mise en garde:

Ne jamais regarder le soleil directement sans protection, ni à l'œil nu, ni aux jumelles, ni au téléscope. Placer les filtres de densité suffisante devant l'objectif et non près de l'oculaire ou entre l'oculaire et l'œil.

Pratiquement tous les équipements de bonne qualité optique et mécanique offerts dans le commerce conviennent à l'observation du Soleil [13*]. L'ouverture

idéale se situe entre 80 et 150 mm pour les lunettes (réfracteurs) et entre 100 et 200 mm pour les réflecteurs. Les publications des réseaux d'observateurs montrent que de modestes instruments fournissent d'excellents résultats.[35*]

Une *monture équatoriale* avec entraînement horaire et mouvement lent dans les deux axes est très pratique, mais pas indispensable. L'essentiel est sa stabilité. Il n'est pas non plus nécessaire que l'instrument soit logé dans une coupole. La grande majorité des observateurs du Soleil se contentent d'un abri à toit mobile ou d'un emplacement sur une terrasse où leur instrument peut être monté rapidement. Souvent, le tube optique est amovible et la monture, protégée contre les intempéries, reste sur place.

Quant aux *filtres*, devant l'objectif, il convient de choisir une qualité qui n'affecte pas la netteté de l'image: verre optique métallisé – l'investissement en vaut la peine. Une densité totale de 1/10 000 à 1/100 000 (ND 4-5) est en général suffisante. Un filtre de 1/1000 à 1/10 000 (ND 3-4) peut aussi être utilisé pour la photographie; pour l'observation visuelle, on y ajoute alors un petit filtre d'appoint vissé sur l'oculaire (filtre neutre ou filtre polarisant variable). Un filtre coloré (jaune, vert-jaune) supplémentaire augmente le contraste; mais la superposition de plusieurs filtres risque d'entamer la qualité de l'image.

Pour de petites ouvertures, une feuille de mylar recouverte d'une ou de deux couches métallisées convient.

On essayera soi-même le genre de filtrage et la brillance de l'image résultante qui assurent les conditions d'observation optimales (clarté, netteté, contraste).

Quel grossissement choisir?

Le grossissement à choisir pour l'observation astronomique en général et solaire en particulier est toujours un compromis: trop faible, il ne permet pas de voir les détails fins, trop fort, on grossit également l'agitation atmosphérique et les imperfections de l'optique.

Les conditions d'observation nocturne et diurne diffèrent sensiblement: lorsqu'on observe la nuit, le diamètre de la pupille de l'œil atteint 6 mm ou plus; l'éblouissement causé par la lumière du jour fait se contracter la pupille à un diamètre d'à peine 2 mm qui, en outre, dépend de l'âge de l'observateur (aux conditions d'éclairement moyen: 4,7 mm à 20 ans, 4 mm à 40 ans, 3 mm à 60 ans et 2 mm à 80 ans [2]). Le diamètre de la pupille de sortie de l'oculaire est égal au diamètre de l'objectif divisé par le grossissement. Il ne devrait pas être supérieur au diamètre de la pupille de l'œil, ce qui détermine le grossisement minimal à employer (grossissement équipupillaire ou «utile»), p.ex. 25x pour une lunette de 100 mm et une pupille de 4 mm.

Le grossissement nécessaire pour distinguer les taches solaires de 3" (v. plus haut) est conditionné par la conjugaison du pouvoir de résolution de l'objectif d'une part et de l'œil de l'autre. L'expérience montre que ce grossissement vaut à peu près 240 divisé par le diamètre de la pupille, c.à.d. 60x pour une pupille de 4 mm. Le grossissement conseillé pour l'observation solaire se situe entre 50 et 100x [2].

Il est agréable de voir tout le disque solaire dans le champ oculaire: cela signifie que l'image du Soleil formée par l'objectif ne doit pas déborder la lentille de champ de l'oculaire. Cet image est d'environ 10 mm pour 1000 mm de focale, elle entre donc aisément dans un oculaire de 15 mm qui donne le grossissement de (1000/15=) 67x.

Ces considérations s'appliquent en premier lieu à la détermination suivie des indices d'activité solaire. Il est évident que pour étudier et dessiner des taches ou des groupes particulièrement intéressants, pour suivre leur évolution, on utilisera des grossissements plus forts pour autant que l'agitation de l'air dans et autour de l'instrument le permette.

Un *renvoi 90° (prisme zénithal)* rend l'observation considérablement plus commode et surtout moins fatigante: il permet le choix d'une position de la tête et d'une direction de visée normales. Le confort est encore accru par l'emploi d'une *tête binoculaire* combinée à un renvoi de 90° [1].

Attention à l'orientation de l'image: normalement, l'orientation de l'image du Soleil dans le sens de l'aiguille d'une montre est nord-ouest-sud-est; vue au travers d'un renvoi, elle est nord-*est*-sud-*ouest*, comme d'ailleurs sur l'image obtenue par projection oculaire.

Projection, dessin, photographie

Il est évidemment possible de compter les taches sur l'image du Soleil projetée par l'oculaire sur un écran [1]. Mais il faut se souvenir que l'oculaire ne doit pas comporter d'éléments collés et le tube du réflecteur pas de parties en matière plastique susceptible de fondre. Même à l'abri de la lumière ambiante du jour, l'image est relativement sombre: l'éclairement sur l'écran est d'autant plus faible que le diamètre du Soleil projeté est grand. Il faut donc se mettre sous une couverture noire ou dans une pièce obscurcie (cœlostat [14*]). Souvent, l'image manque de contraste. Mais il est possible d'obtenir de bons résultats avec cette méthode [15*].

Nous recommandons vivement d'utiliser la projection pour *dessiner* les détails de la photosphère: on fixe sur l'écran une feuille de papier sur lequel on a auparavant tracé un cercle du diamètre de l'image du Soleil (11 ou 15 cm). Avec un crayon de dureté moyenne, on copie soigneusement les contours des taches (ombre et pénombre). Le nombre de taches peut ensuite être établi. Ce procédé nécessite une très grande stabilité de la monture et de la fixation de l'écran ainsi qu'un entraînement horaire. Lorsqu'il y a de grosses taches ou des groupes particulièrement intéressants, on peut compléter ce relevé par un dessin fait en observant à l'oculaire avec un grossissement plus fort.

Les dessins pourront servir à la détermination des positions des taches; nous y reviendrons dans un prochain article.

La *photographie* permet également d'obtenir les indices d'activité. Mais pour cela il faut réussir chaque jour au moins un cliché très net de la surface du Soleil montrant tous les détails souhaités. Ce travail est considérable (labo de photo, dépouillement...) et souvent décevant, quelquefois gratifiant (figure 3).

Les conditions atmosphériques. Le «seeing»

Même parfait, un objectif ne donne pas toujours une image fidèle de l'objet visé: notre atmosphère dévie et altère la lumière sur son trajet, action qui varie avec le temps. Nous en distingons essentiellement deux effets: *stabilité* et *netteté*, qui ensemble déterminent la *qualité de l'image* («seeing»). Il est important de caractériser la qualité de l'observation faite, ne serait-ce que pour savoir plus tard si le seeing du moment aurait permis de voir certains détails, de petites taches p.ex. Les réseaux d'observateurs se sont arrêtés sur l'échelle proposée par l'astronome allemand KARL OTTO KIEPENHEUER (résumée pour une lunette de 80 mm ou plus [2, 6 B.1.2):

1 (ou **E**, pour excellent): stabilité et netteté exceptionelles, granulation toujours visible sur toute la surface; seeing proche du pouvoir de résolution théorique de l'objectif («1» à 130 mm de diamètre).

2 (**G**, good): stabilité et netteté bonnes, normales, granulation visible, zones d 'ombre et de pénombre de taches bien séparées.

3 (**F**, fair): satisfaisant, granulation à peine marquée, ombre et pénombre séparées mais sans structure.

4 (**P**, poor): granulation invisible, pénombre à distinguer autour des plus grandes taches seulement, comptage difficile.

5 (**W**, worthless): Observation inutilisable.

On peut se contenter des degrés **1**, **2** et **3**: **1** (**E**) est bien meilleure et **3** (**F**) bien moins bonne que la condition «normale» et la plus fréquente **2** (**G**), **4/5** (**P/W**) inutilisables [2].

Les instruments de grande ouverture sont plus sensibles à l'agitation atmosphérique; une lunette de 130 mm a un pouvoir de résolution d'une seconde d'arc, netteté exceptionellement atteinte dans notre climat; elle est donc largement suffisante pour l'observation des phénomènes photosphériques – mais des exceptions existent.

Lors de l'observation à l'oculaire, on a intérêt à scruter l'image pendant un certain temps afin de saisir les instants de bonne netteté entre les moments plus ou moins longs d'image floue et agitée. Mais attention à la fatigue. Souvent, les détails ressortent mieux si on bouge légèrement l'instrument (mouvement lent, donner de petits coups) ou lorsqu'ils apparaissent à la périphérie du champ de vision.

Le moment de la journée le plus favorable pour observer dépend du site: proximité d'habitations, de cheminées, végétation, topographie des alentours... Il est difficile d'articuler des recommandations générales. Mais notre expérience montre que tôt après le lever du Soleil jusqu'au milieu de la matinée et en l'absence de vent, l'image est assez stable; c'est ensuite que les couches d'air de températures différentes commencent à se mêler et produisent de l'agitation. Là aussi, chacun fera ses expériences [19*]. Ne parlons pas ici de la disponibilié de l'observateur - les plus nantis sont évidemment les retraités et ceux qui peuvent quitter à chaque instant leurs obligations professionnelles.

Que faire des observations?

Les observations sont consignées dans un *journal* qui renseigne sur la date et l'heure (en temps universel TU = HEC - 1h en hiver et HECE - 2h en été), instrument et grossissement utilisé, seeing, nombre de groupes et de taches et nombre de Wolf, nombre de taches avec et sans pénombre et indice Pettis, esquisse journalière des phénomènes photosphériques, remarques complémentaires sur les conditions d'observation (nuages, vent, oiseaux passant devant le Soleil ...).

Les réseaux d'observateurs mettent à disposition des fiches mensuelles adaptées à leur programme et publient régulièrement des résumés et analyses des travaux de leurs membres.

En réunissant soi-même ses observations sur une certaine période, on peut établir des courbes d'activité, des moyennes d'indices, une statistique des conditions d'observation ... Mais on se rendra vite compte de la nécessité et de l'utilité des contacts avec d'autres observateurs, directement ou par le truchement d'un des réseaux ou d'une association. Les observations d'un seul individu sont entachées de nombreuses imperfections, de lacunes dues au mauvais temps ou aux absences, d'incertitude dans l'appréciation ..., lacunes qui sont comblées ou atténuées dans l'ensemble des données réunies dans le réseau. Souvent, on a besoin d'encouragement, ne serait-ce que la satisfaction de voir confirmée son expérience par des collègues.

Le «travail» de l'astronome amateur doit être un plaisir et non une corvée. Même si une telle entreprise semble être compliquée, il n'y a pas lieu d'être impressionné, voire découragé, par les difficultés qui se présentent surtout au début; il faut plutôt les prendre comme un défi. Il s'agit surtout de ne pas succomber à l'idée, fausse, que sans ordinateur, sans équipements sophistiqués et sans connaissances spéciales, des observations valables et satisfaisantes ne sont pas possibles.

Dans un prochain article, nous présenterons quelques activités complémentaires telles que la classification des taches et la mesure des positions.

FRITZ EGGER
Coteaux 1, CH-2034 Peseux

Bibliographie

[1] *L'observation du Soleil* (F. EGGER), ORION 279 (février 1997), 8

[2] *Groupe d'observateurs du Soleil de la Société astronomique de Suisse* (GOS-SAS), coordinateur: THOMAS FRIEDLI, Plattenweg 32, CH-3098 Schliern.
Standards (THOMAS FRIEDLI), 1991/93/95, manuscrit.

[3] *SONNE Relativzahlnetz der Vereinigung der Sternfreunde* (VdS), Wilhelm-Fœrster-Sternwarte, Munsterdamm 90, D-12169 Berlin.
SONNE Mitteilungsblatt der Amateursonnenbeobachter, revue trimestrielle du groupe SONNE, adresse ci-dessus.
Einführung in die Sonnenbeobachtung (éd. W. PAECH), VdS 1990.

[4] *Groupement français pour l'observation et l'étude du Soleil* (G.F.O.E.S.), coordinateur: JACQUES CAZENEUVE, 46, rue Maréchal Leclerc, F-69800 Saint Priest

[5] *New Sunspot Indices - Neue Relativzahlen*, Info-Paket, SIEGFRIED GONZI, Hauptstrasse 45, A-9470 St. Paul.

[6] *Handbuch für Sonnenbeobachter*, éd. SONNE (cf. [6*])

Materialzentrale SAG

SAG-Rabatt-Katalog «SATURN», mit Marken-Teleskopen, Zubehör und dem gesamten Selbstbau-Programm gegen Fr. 3.80 in Briefmarken:

Astro-Programm SATURN
1997 neu im Angebot: Zubehör (auch Software) für alte und neuste SBIG-CCD-Kameras. Refraktoren, Montierungen und Optiken von Astro-Physics, Vixen, Celestron und Spectros; exklusives Angebot an Videos u. Dia-Serien für Sternwarten, Schulen und Private usw.

Selbstbau-Programm
Parabolspiegel (ø 6" bis 14"), Helioskop (exklusiv!), Okularschlitten, Fangspiegel- u. -zellen, Hauptspiegelzellen, Deklinations- u. Stundenkreise usw. Spiegelschleifgarnituren für ø von 10 bis 30cm (auch für Anfänger!)

Profitieren Sie vom SAG-Barzahlungs-Rabatt (7%).
(MWST, Zoll und Transportkosten aus dem Ausland inbegriffen!)

Schweizerische Astronomische Materialzentrale SAM
Postfach 715, CH-8212 Neuhausen a/Rhf, Tel 052/672 38 69

METEORITE

Urmaterie aus dem interplanetaren Raum
direkt vom spezialisierten Museum
Neufunde sowie klassische Fund- und Fall- Lokalitäten
Kleinstufen - Museumsstücke

Verlangen Sie unsere kostenlose Angebotsliste!

Swiss Meteorite Laboratory

Postfach 126 CH-8750 Glarus
Tél. 077/57 26 01 – Fax: 058/61 86 38