



Observer le Soleil et le photographeur

Pierre Causeret

L'éclipse totale de Soleil du 11 août approche et de nombreux enseignants et élèves la préparent activement.

Les conseils qui suivent devraient vous permettre d'observer et de photographier le Soleil dès maintenant et au moment de l'éclipse.

Il est très important d'attirer l'attention de tous sur les dangers de l'observation du Soleil. A chaque éclipse, il y a malheureusement des accidents.

L'observation du Soleil

• L'observation à l'œil nu

On peut observer le Soleil à l'œil nu pour étudier son diamètre apparent ou pour suivre les phases partielles d'une éclipse de Soleil. Mais il est rare de voir des taches solaires à sa surface sans instrument.

1 - L'observation directe.

Il est indispensable de filtrer correctement le rayonnement solaire. Tous les bricolages du genre lunettes de soleil superposées sont à proscrire. Voici quelques filtres :

- le négatif photo noir et blanc ou la radiographie bien noirs.
- le verre de soudeur N°14. La Société Astronomique de France en diffuse¹.
- le mylar de qualité et en bon état : il ne doit pas être plié ou froissé. Des lunettes en mylar avaient été distribuées pour l'éclipse partielle d'octobre 96.
- polymère noir pour l'observation du Soleil. Le planétarium de Strasbourg diffuse des lunettes en polymère² ainsi que l'Association Française d'Astronomie³.

2 - L'observation par projection.

C'est la méthode sans danger. Une feuille percée d'un trou permet de projeter

l'image du Soleil sur une autre feuille servant d'écran. C'est la méthode du sténopé. Elle peut être améliorée en posant la première feuille sur un miroir et en projetant l'image sur un écran situé dans l'ombre.

• L'observation avec un instrument

Si vous voulez suivre la rotation du Soleil et l'évolution des taches solaires, vous aurez besoin de grossir le disque solaire. Mais avec un instrument, on récolte plus de lumière et il faut prendre encore plus de précautions.

1 - Par projection.

On utilise un instrument de petit diamètre de type lunette de 60 mm ou télescope de 115 mm. Pour un plus gros diamètre, il est conseillé de diaphragmer l'ouverture par un cache à l'entrée. L'image du Soleil est projetée sur un écran, qui peut être tenu à la main, fixé sur un pied indépendant ou directement sur l'instrument. C'est une méthode sans risque à condition de toujours rester à proximité de l'instrument pour que personne n'observe directement.

On peut aussi relever la position des taches pour étudier la rotation du Soleil⁴.



Systeme de projection pour observer les taches solaires utilisé lors d'une université cété du CLEA. Pour les plus gros instruments, il est conseillé de monter l'entrée de lumière avec un coque, ceci pour éviter de les déformer.

2 - En vision directe.

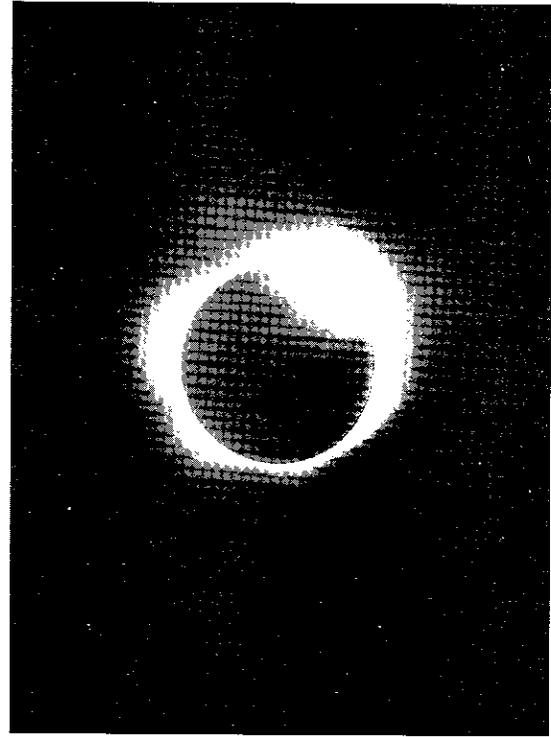
On trouve parfois des filtres solaires à installer sur l'oculaire. C'est une méthode dangereuse car toute la lumière entre dans l'instrument et la chaleur peut faire se fendre brutalement le filtre et brûler ainsi l'œil instantanément. A éviter absolument.

Il faut filtrer la lumière à l'entrée de l'instrument. Certains se bricolent eux-mêmes un filtre en mylar. On trouve aussi dans le commerce des filtres pleine ouverture en verre optique aluminisé ou nickelé laissant passer environ 1/10000 de la lumière (compter environ 1 200 F pour un 200 mm de diamètre). Pour utiliser avec des élèves, il est plus prudent d'utiliser les filtres du commerce.

L'observation de l'éclipse pendant la totalité

Tant que le Soleil n'est pas complètement occulté par la Lune, on l'observe en prenant toutes les précautions décrites ci-dessus. Si vous avez la chance d'être sur la ligne de totalité, vous pourrez observer sans filtre, à l'œil nu ou derrière des jumelles, une lunette ou un télescope, mais uniquement quand le Soleil est totalement éclipsé. Il faut surtout faire attention au retour du Soleil. Les filtres sont à remettre avant le 3ème contact. Il faut pour cela connaître parfaitement les horaires et avoir une personne avec un chronomètre qui avertira du retour de la lumière solaire.

Pendant la phase totale, on pourra observer les grains de Baily⁵ (au tout début et à la fin), les protubérances, la couronne solaire, les ombres volantes⁶, les planètes et étoiles brillantes (pour le 11 / 08 / 99 : Vénus, Mercure, Régulus, Procyon), les réactions des animaux... Une éclipse totale de Soleil est un spectacle rare et particulièrement impressionnant. Voici la description qu'en fait Paul Couderc⁷.



Grains de Baily photographés lors de l'éclipse du 26 février 1998 à Gloucester (Photo Alain Jaccout - SAB).

"Dix minutes avant la totalité, la nuit commence à tomber et le reliquat de lumière, issu du bord solaire, n'a pas les qualités, les caractères de la lumière ordinaire : le ciel et le paysage prennent d'étranges couleurs. Les animaux s'inquiètent, les oiseaux vont au nid. La température baisse et, parfois, de la rosée apparaît.

Quelques minutes avant que l'obscurité atteigne l'observateur, des ombres volantes comme des rides tremblantes à la surface de l'eau apparaissent sur toute surface blanche. Si l'observateur est bien placé, il voit dans les dernières secondes, du fond de l'horizon, l'ombre même de la Lune, comme une trombe puissante, accourir à une vitesse effrayante. Le dernier lambeau de Soleil qui va disparaître est souvent morcelé en points lumineux séparés (dits grains de Baily) par des irrégularités du bord de la Lune.

A l'instant où l'ombre arrive, la vaste couronne blanche apparaît ; la chromosphère forme une bordure brillante, d'un rouge vif, au limbe solaire éclipié, où se voient les arches singulières d'immenses protubérances, de la même couleur rouge. Les planètes et les étoiles les plus brillantes apparaissent. La nuit est brutale, car l'œil, baigné jusqu'aux dernières secondes dans le rayonnement puissant d'un Soleil même amoindri, n'a pas eu le temps de s'y préparer. Au bout d'un moment, la vision s'ajuste et on trouve que la nuit n'est pas en vérité très profonde. La couronne et la chromosphère donnent autant de lumière que la Pleine Lune ; en outre, les portions de l'atmosphère terrestre situées en dehors du cône d'ombre, portions où le Soleil brille encore partiellement, diffusent aussi de la lumière. L'horizon (au-delà de la tache d'ombre) est comme lumineux. Mais la météorologie terrestre (transparence de l'air, sol mouillé ou neigeux) et les circonstances locales du phénomène (heure, hauteur du Soleil, largeur de l'ombre, durée de la totalité) donnent à chaque éclipse son aspect particulier, fort variable.

A la fin de l'éclipse, la basse atmosphère du Soleil brille comme un métal en fusion ; puis, instantanément, le jour revient, la couronne s'affaisse jusqu'à sembler, pendant une minute encore, un anneau jaunâtre ; sous l'effet de l'irradiation, le premier point du Soleil à réapparaître prend une largeur fictive comme un diamant de l'anneau coronal. Une minute encore, la lumière est revenue, le spectacle est terminé".

La photographie

1 - Les focales.

En format 24x36, le diamètre du Soleil sur le négatif est égal à la focale divisée par 108. Avec un objectif de 50 mm, le diamètre du Soleil sur le négatif est donc de 0,5 mm, avec un objectif de 200 mm ce sera 2 mm, et avec un télescope de 2 m de focale, 19 mm.

Si on veut des détails sur le Soleil, les grains de Baily ou des protubérances, il faut donc une focale élevée, entre 1 et 2 m. Pour photographier la couronne solaire pendant la phase totale, il vaut mieux un téléobjectif de 300 mm à 1 m. Pour les photos d'ambiance de la phase totale avec étoiles et planètes dans le champ, on utilisera un 50 mm ou un grand angle.

2 - Les filtres.

On peut utiliser les mêmes filtres que pour l'observation visuelle. Il est facile de se confectionner un filtre en mylar (toujours en bon état, ni froissé, ni plié) adapté à son téléobjectif par exemple. On trouve aussi dans le commerce des filtres adaptés à la photographie, qui laissent passer davantage de lumière que les filtres visuels. Leur gros intérêt est que l'on peut travailler avec des temps de pose réduits (autour de 1/1000 s), ce qui évite les problèmes de vibration.

3 - Les pellicules.

Pratiquement toutes les pellicules sont utilisables (diapos ou papier). Certains préfèrent le négatif papier qui permet un peu plus de marge sur les temps d'exposition mais le développement en laboratoire industriel de photos un peu particulières n'est pas toujours bien fait. La diapositive a l'avantage d'être traitée de manière standard.

On peut prendre des films sensibles (type 400 ISO) pour raccourcir les temps de pose et diminuer les problèmes de bougé mais on perd un peu en définition. Une pellicule de 100 ISO peut être un bon compromis.

4 - Photographies des taches solaires et des phases partielles.

- Première méthode : on photographie l'image du Soleil projetée par un instrument.

- Deuxième méthode : l'appareil photo sans objectif est fixé au foyer de la lunette ou du télescope muni d'un filtre.

On peut utiliser le temps de pose indiqué par la cellule, légèrement diminué si on veut avoir plus de détails dans la pénombre (x 1/2 par exemple). Il faut de toutes façons faire des essais.

La principale difficulté est la netteté. Il faut préférer les temps de pose courts pour les problèmes de bougé. L'idéal est de travailler au 1/1000 ou 1/2000 avec un filtre photographique. La mise au point est à soigner, ce qui n'est pas toujours facile.

Orientation des clichés : en prenant deux photos consécutives à 1min30 d'intervalle sans suivi, le déplacement du Soleil d'une photo à l'autre, dû à la rotation de la Terre, indique la direction de l'équateur. Une perpendiculaire donnera la direction nord-sud terrestre. Si on connaît le nord du Soleil, il faut tenir compte du fait que les axes de rotation de la Terre et du Soleil ne sont pas parallèles. Il y a 23,5° entre le nord terrestre et le nord écliptique et 7° entre le nord solaire et le nord écliptique. Ces 2 phénomènes induisent un écart variable de 0 à 26,3° entre le nord terrestre et le nord solaire noté habituellement P et compté positivement dans le sens trigonométrique. Les éphémérides astronomiques donnent cet angle de position en fonction de la date.

Valeurs données pour '99B (source Bureau des Longues) :

Date	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11	1/12
P (°)	+2,14	-12,1	-21,5	-26,2	-24,2	-15,5	-02,8	+10,7	+21,0	+26,0	+24,6	+16,2



Taches solaires photographées le 30 décembre dernier. Télescope Maksutov de 50 mm de diamètre ouvert à f/10 avec couleur de focale (photo Pierre Couseret).

5 - Photographies pendant la totalité.

L'éclipse du 11 août 1999 durera dans sa phase totale un peu plus de 2 minutes sur la ligne de centralité. Il faut donc avoir tout préparé d'avance pour espérer faire des photos réussies. Il faut aussi savoir que celui qui passera ces 2 minutes à photographier risque de ne pas vraiment profiter du spectacle.

On peut photographier (sans filtre) les grains de Baily et les protubérances juste après le 2ème contact ou juste avant le 3ème contact avec des temps de pose courts, la couronne interne ou la couronne externe avec des temps de pose plus longs, les étoiles et planètes autour du Soleil occulté. On peut travailler avec plusieurs appareils de différentes focales mais ce n'est pas évident.

Les temps de pose varient aussi en fonction de ce que l'on veut photographier. On commencera par des temps de pose courts pour les grains de Baily ou les protubérances.

Une monture motorisée est pratique mais non indispensable pour suivre le Soleil sans avoir à refaire le cadrage. Sans monture et avec une focale importante (>500 mm), il faudra penser à recadrer. Pour éviter les flous, le temps de pose maximum en secondes sans suivi est donné par la formule $500/(focale \text{ en mm})$.

Préparation avant la totalité.

Pensez à :

Mettre une pellicule neuve, bien accrochée et fixer le déclencheur souple. Régler la distance à l'infini avec l'ouverture maximale (on peut fermer d'un ou deux diaphragmes pour une meilleure qualité optique).

Déconnecter le flash.

Cadrer en prévoyant la position de la couronne.

Penser à prévoir une lampe de poche (frontale).

A l'instant du début de la totalité, ne pas oublier d'enlever le filtre.

On peut varier les temps de pose par exemple de 1/1000 s à 2 s puis on recommence de 2s à 1/1000 s.

Il est conseillé de s'entraîner avant l'éclipse à toutes ces manipulations.

Photos particulières :

Ombres volantes : sur un drap blanc en utilisant la cellule.

Eclipse en chapelet : avec un 50 mm, le Soleil parcourt la diagonale en 3 h. On peut donc envisager de caser une éclipse en chapelet tout juste sur cette diagonale (durée 2h 40 du début à la fin à Metz ou au Havre) mais il est plus prudent d'utiliser un grand angle. On fait une photo toutes les 10 minutes avec un filtre pendant la phase partielle. Il faut penser à bien prévoir l'heure de la 1ère photo pour en avoir une à l'heure de la totalité qui sera faite sans filtre. Il est nécessaire d'avoir un support stable et un boîtier permettant de réarmer sans faire avancer le film (attention, certains appareils récents limitent ce type de photo à 7 ou 9 expositions).

Quelques temps de pose donnés à titre indicatif à f/c = " avec une pellicule de 100 ISO :

Phase partielle avec filtre	Grains de Baily	Protubérances	Couronne interne	Couronne externe
suivant filtre	1/500 s	1/250 à 1/60 s	1/60 à 1/4 s	1/4 s à 2s

Pour d'autres ouvertures, le temps de pose est inversement proportionnel au carré du diaphragme : diviser les temps de pose par 2 pour $f/d = 8$; par 4 pour $f/d = 5,6$...

Pour d'autres films, le temps de pose est inversement proportionnel à la sensibilité (diviser les temps de pose par 4 pour une 400 ISO ou multiplier par 2 pour une 50 ISO).

6 - Filmer l'éclipse au caméscope.

Matériel : un caméscope avec zoom fixé sur monture motorisée et avec filtre. La fonction flexizone est utile.

Pendant la phase partielle : on installe le filtre. On zoome en prévoyant la taille de la couronne. On fait la mise au point (manuelle) et on règle la fonction flexizone sur la position supposée de la couronne, sans verrouiller.

A l'instant du 1er contact : on enlève le filtre, on verrouille l'exposition (fonction flexizone).

Pendant la totalité : on peut éventuellement varier l'ouverture et zoomer.

A l'instant de la fin de la totalité, on REMET le filtre.

Bibliographie :

Astronomie. Le guide de l'observateur, Tome 1

(Société d'Astronomie Populaire, Toulouse)

Éclipses totales

(P. Guillemier, S. Koutchmy, Ed. Masson 1998)

La photographie astronomique d'amateur

(P. Bourge, J. Dragesco, Y. Dargery, Ed. Dunod)

18 fiches d'astrophysique (TP sur les taches solaires)

CLEA Belin.

La classe au Soleil par J.C. Pecker, CC 80 et 81.

Notes :

(1) Société Astronomique de France, 3 rue Beethoven 75016 Paris ; <http://www.iap.fr/saf/>

Verres de soudeurs n°14 : 10 F pièce ou 5 F par boîte de 100 plus le port (environ 65 F la boîte qui pèse 5 kg) .

(2) Planétarium de Strasbourg, rue de l'observatoire 67000 Strasbourg ;

<http://astro.u-strasbg.fr/Obs/PLANETARIUM/Eclipse/eclipse99.html>

Lunettes en polymère : 3 F TTC.

(3) Association Française d'Astronomie, 17 rue Émile Deutsch de la Meurthe 75014 Paris. Le lot de 10 lunettes en polymère 50 F TTC + 40 F de frais de port.

(4) TP décrit dans les fiches "astrophysique" du CLEA chez Belin

(5) Le bord du disque lunaire présente des irrégularités. Au tout début de la totalité de l'éclipse, ou juste à la fin, la lumière du Soleil peut encore nous parvenir en profitant de la dépression d'un cratère. Baily est le nom de l'astronome anglais ayant découvert ces grains en 1836 (à ne pas confondre avec Baily).

(6) Les ombres volantes sont des sortes d'ombres ondulantes qui semblent se propager à grande vitesse en même temps qu'arrive sur le lieu d'observation l'ombre de la Lune. On les observe sur toute surface claire lorsque le croissant solaire est très mince juste avant la totalité. Les rayons qui parviennent à l'observateur sont réfractés par les couches de l'atmosphère, suivent à cause de la turbulence atmosphérique des chemins optiques différents et ils interfèrent en donnant des franges d'interférence alternativement grises et blanches.

(7) Les éclipses par Paul Couderc "Que sais-je ?" n° 940.

