

Astrophotographie sans télescope

Sommaire

1. Photographier le système solaire	3
1.1. Le Soleil.....	3
1.2. La Lune.....	4
1.3. Les rapprochements planétaires.....	6
1.4. Les comètes.....	7
1.5. Les éclipses de Lune	9
1.6. Les éclipses de Soleil	10
1.7. Les satellites artificiels.....	13
2 Photographier le ciel profond	16
2.1. Les constellations	16
2.2. La Voie Lactée.....	17
2.3. Les filés d'étoiles	18
2.4. Le time-lapse	19

Le terme « astrophotographie » se rapporte à la photographie des objets et phénomènes situés hors de l'atmosphère terrestre et englobe :

- Le système solaire : le Soleil, la Lune, les comètes et astéroïdes, les planètes et leurs satellites naturels, les éclipses...
- Le ciel profond (tout ce qui se trouve en dehors du système solaire) : les étoiles, les nébuleuses, les galaxies...

Côté matériel, le titre de ce document implique que nous nous passons d'instruments grossissants comme les télescopes ou les lunettes astronomiques. Nous utiliserons un APN : Appareil Photo Numérique de type Reflex ou hybride à objectifs interchangeables, monté sur un solide trépied. Dans certains cas, un bridge, avec son objectif fixe, pourra suffire. Quelquefois même dans certains cas, une téléphone portable, mais avec une qualité moindre.

La focale des objectifs photographiques pour amateur étant limitée (300 à 400 mm en 24x36, 450 à 600 mm en APS-C), nous ne pourrons espérer grossir par exemple les planètes et en capter des détails. Ce genre d'image sera réservé à l'utilisation de télescopes.

Toute la gamme des focales d'objectifs pourra être utilisée, du grand-angle au téléobjectif.

Quelques remarques générales concernant les réglages de l'appareil :

- Éviter de travailler en mode automatique. Pour un premier cliché d'essai, passer en mode priorité au diaphragme ou à la vitesse selon le cas, et mieux en mode manuel. Faire ensuite d'autres poses en sur ou sous-exposant par rapport à ce premier réglage (Bracketing). Le choix de la meilleure exposition se fera tranquillement devant l'ordinateur.
- La mise au point est soit manuelle sur l'infini, soit automatique.
Attention, en manuel, les objectifs photographiques peuvent voir loin. La bague d'ajustement va au-delà de la position infini (∞) !!!
Il faut faire la mise au point soit sur une lumière très lointaine, à l'œil ou en mode « live view », soit procéder par essais successifs.
Certains appareils de haut de gamme sont capables de faire automatiquement la mise au point avec le collimateur central uniquement en fonction, sur une étoile brillante ou une planète comme Jupiter ou Vénus.
Une fois la bonne mise au point trouvée, ne plus rien toucher !
- Travailler en mode RAW. Ce mode laisse énormément de possibilités d'amélioration des images en post-traitement.
- L'utilisation courante de poses relativement longues (quelques secondes ou dizaines de secondes) implique un déclenchement à distance, avec de préférence, un relevage préalable de miroir, pour éviter les vibrations et le flou de la photo.
Ceci est particulièrement adapté aux prises de vues avec un téléobjectif, moins avec un grand-angle.
- Choisir généralement la sensibilité la plus faible possible, selon le sujet, sachant que le bruit augmente avec cette sensibilité. Mais des exceptions existent, en particulier en pose très longue.
- Sauf pour les objectifs haut de gamme, l'ouverture maximale du diaphragme engendre des images de moins bonne qualité. Il est recommandé de fermer d'un ou deux crans lorsque c'est possible.
Cette règle est transgessée lorsque la lumière fait cruellement défaut. Mieux vaut une image de moindre qualité que pas d'image du tout...

Nous allons commencer par la photographie du système solaire, puis du ciel profond.

1. Photographier le système solaire

1.1. Le Soleil

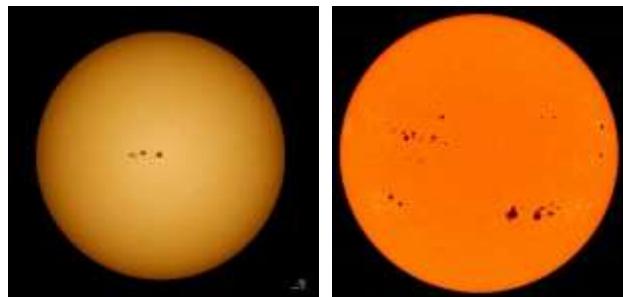
C'est l'astre principal de notre système solaire. Il contient à lui seul 99,9 % de la masse totale du système solaire.

Son noyau, chauffé à environ 15 millions de degrés, est le siège de réactions nucléaires très énergétiques. Sa surface, plus froide, mais tout de même à 5 800 K¹, nous dispense sa chaleur et sa lumière. C'est cette lumière que nous tenterons de capter avec nos appareils photo.

En lumière blanche, la surface du Soleil montre des « taches ». Ce sont les endroits d'où sortent les lignes de champ magnétique, et qui emprisonnent la matière solaire. De ce fait, ces lieux sont moins chauds que le reste de la surface et paraissent foncés par contraste.

Le Soleil a un cycle d'activité de 11 ans. Se succèdent donc à ce rythme des périodes qui montrent beaucoup de taches et d'autres où le Soleil est plus calme, avec moins ou pas de taches.

Ce sont ces taches que nous allons photographier.



Taches solaires en période de faible et de forte activité

Mais **attention**, la lumière du Soleil est très intense, et le regard ne peut la soutenir sans détruire la rétine. Et ce d'autant plus que cette lumière est concentrée par l'agrandissement du téléobjectif.

Des précautions doivent être prises. Outre la lumière blanche (mélange des couleurs de l'arc-en-ciel du violet au rouge), notre étoile nous envoie aussi des rayons ultraviolets (UV) et infrarouges (IR), nocifs. Il convient de les éliminer.

Matériel et conditions de prise de vue.

La filtration :

Le meilleur moyen de se protéger est d'utiliser un filtre « Astrosolar » que l'on trouve facilement chez les revendeurs de matériel astronomique.

Ce filtre ne laisse passer que 1/100 000^{ème} de la lumière du Soleil. C'est suffisant, pour d'une part pouvoir le photographier avec des poses courtes, et d'autre part protéger nos yeux. Ce filtre doit absolument être en parfait état. À vérifier souvent et renouveler si nécessaire !



Il a une épaisseur d'environ 11 microns, ce qui autorise à l'utiliser légèrement ondulé devant notre objectif. Il n'est pas absolument nécessaire qu'il soit rigoureusement plan.

En outre, l'AstroSolar élimine les UV et IR.

Il existe des filtres en verre aluminé sur les deux faces. Ils sont généralement moins bons que les films Astrosolar, car les deux faces du verre à traverser doivent être absolument planes et parallèles. Les très bons sont extrêmement chers.

Toute autre solution est à proscrire : bannir les empilements de lunettes de soleil (!!!) de radios, de films photographiques, par reflet dans l'eau, et de façon générale toute astuce personnelle...

¹ Le Kelvin (K) est une unité de mesure de la température. 1 K = 1 °C, mais l'échelle est décalée de 273°C. Le zéro K (Zéro absolu) est donc à -273°C.

Les lunettes spéciales éclipse ou les filtres de soudeur (indice 14 minimum) sont utilisables si leur taille est suffisante (ne pas les coller bout à bout...)

La taille du Soleil :

Le diamètre apparent du Soleil est d'environ un demi-degré (30 minutes d'arc). C'est peu et nous devrons grossir pour espérer capturer des détails en surface. Le tableau suivant donne la taille du Soleil sur un capteur 24x36, en fonction de la focale de l'objectif :

Focale de l'objectif (mm)	50	100	150	200	300	400	500	600
Taille du Soleil sur le capteur (mm)	0.4	0.9	1.3	1.7	2.6	3.5	4.4	5.2
Nbre de pixels sur le diamètre du Soleil*	80	180	260	340	520	700	880	1040

*Avec des photosites de 5 μ

On le voit, le Soleil reste petit sur le capteur 24x36, même avec un gros téléobjectif.

Néanmoins, les appareils modernes possédant des capteurs avec des photosites de 4 à 5 microns, l'astre du jour aura un diamètre de 700 à 900 pixels avec un téléobjectif de 400 mm de focale et de 1 000 à 1 300 pixels avec un téléobjectif de 600 mm.

Autres réglages :

Il faut grossir. Un téléobjectif monté sur un APN est l'idéal, mais un bridge réglé sur sa plus forte focale est utilisable. Le tout correctement filtré.

Ne pas oublier que la Terre tourne ! Ce mouvement est d'autant plus perceptible que la focale de l'objectif est grande. Même avec des poses courtes, il est préférable d'opérer sur pied.

La sensibilité sera au minimum, 100 ISO par exemple. Le diaphragme fermé à f:8 donnera un temps de pose compris entre 1/500^e et 1/1 000^e de seconde.

Ne pas utiliser l'automatisme. En effet, le Soleil ne représente qu'une petite surface sur le capteur, et la cellule expose majoritairement sur le fond du ciel, beaucoup plus foncé. Le résultat sera un Soleil surexposé. À la limite, une exposition en mode « spot » peut s'envisager comme base de travail.

Comme d'habitude avec ces poses sans automatisme, multiplier les expositions avec différents réglages est la règle. Le choix se fait tranquillement devant l'écran de l'ordinateur à la maison. Il faut se méfier du résultat obtenu sur l'écran de l'appareil lorsque le Soleil darde...

Pour résumer :

Filtre solaire : **obligatoire !**

Objectif : longue focale

Sensibilité : faible

Diaphragme : f:5,6 à f:11

Posé : 1/500 s à 1/1 000 s

1.2 La Lune

C'est notre seul et unique satellite naturel.

Contrairement à une idée reçue, la Lune est présente et visible aussi bien de jour que de nuit. Bien sûr, son contraste sera meilleur de nuit, mais la photo de jour n'est pas à exclure.

La taille angulaire apparente de la Lune est approximativement égale à celle du Soleil (0,5° environ)². Le tableau du haut de cette page, concernant la taille du Soleil sur nos capteurs, est applicable ici.

D'autre part, la Lune est nettement moins brillante que le Soleil, et nous n'aurons nul besoin de filtrer sa lumière.

² Ce qui nous permet d'admirer des éclipses de Soleil.

L'intérêt de la photographie de la Lune réside dans sa capacité à nous offrir des « phases ». Nous rencontrerons les premiers et derniers croissants, les premiers et derniers quartiers, les Lunes gibbeuses et la pleine Lune. La nouvelle Lune est invisible. On peut envisager le très fin quartier quelques heures avant ou après le nouvelle Lune.

De plus, avec de forts télescopages, des particularités de la surface peuvent être enregistrées, comme les mers ou les cratères. Comme la période de rotation de la Lune sur elle-même est la même que sa période de révolution autour de la Terre, elle nous montre toujours la même face.

La Lune, telle que nous la voyons sur Terre, est éclairée par le Soleil. En période de croissant, la partie non éclairée directement par le Soleil reçoit tout de même sa lumière, reflétée par la Terre. C'est la « lumière cendrée ». Si nous pouvions nous trouver sur la Lune dans cette partie cendrée, nous verrions un « clair de Terre ».

Au moment du lever ou du coucher de la Lune, celle-ci nous apparaît rougie par l'épaisse couche d'atmosphère que sa lumière traverse, comme pour un coucher ou un lever de soleil.

D'autre part, proche de l'horizon, elle nous paraît plus grosse qu'elle ne l'est en réalité. C'est une illusion d'optique. La Lune ne grossit pas lorsqu'elle se lève ou lorsqu'elle se couche.

Matériel et conditions de prise de vue.

La Lune est un objet très photogénique. Bien sûr, la photographier au travers d'un télescope apporte une foule de détails qu'un télescopage ne montrera pas, du fait du manque de focale.

Néanmoins, la lumière cendrée, les phases et les leviers ou couchers de Lune sont abordables pour les objectifs de longue focale. Il est possible d'intégrer quelquefois un premier plan esthétique, avec une focale plus courte dans ce cas.

Comme pour le Soleil, la Lune ne permet pas d'utiliser l'exposition automatique, sauf peut-être, comme déjà spécifié, en mode spot. Il est de mise de multiplier les poses avec différentes expositions.

Les photographies d'exemples ci-dessous sont plus ou moins recadrées.



La Lune gibbeuse photographiée avec une focale de 420 mm



Croissant de Lune.
200 ISO, f:16, pose 1/10^e s, focale
420 mm



Lumière cendrée avec un premier plan végétal.
800 ISO, f:5, pose de 2 secondes, focale 200 mm



Coucher de Lune en Tanzanie.
1 600 ISO, f:5.6, 1/100^e s, focale 420 mm



Cormoran en vol devant le Lune, de jour.
400 ISO, f:11, 1/800^e s, focale 420 mm. Montage

Pour résumer :

- Objectif : longue focale
- Sensibilité : faible
- Diaphragme : ouvert, sauf si premier plan
- Pose : courte, sauf pour la lumière cendrée

1.3 Les rapprochements planétaires

Les huit planètes du système solaire sont, dans l'ordre d'éloignement au Soleil, Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Les deux dernières ne sont pas visibles à l'œil nu. Plus la planète est proche du Soleil, plus sa période de rotation autour de lui est faible. Chacune navigue donc avec sa propre vitesse, la plus proche étant la plus rapide.

Les planètes orbitent approximativement dans un même plan autour du Soleil, ce qui fait qu'elles se montrent dans le ciel dans une bande étroite autour de l'**« écliptique »**, plan de l'orbite terrestre.

Quelquefois, deux, trois, voire quatre planètes semblent se rapprocher dans le ciel, quelque part dans cette bande. C'est une illusion, car notre vision de la position d'une planète dans le ciel est une projection sur la voute céleste et ne tient pas compte de leurs éloignements respectifs.

D'autres fois, ces « rapprochements » se font avec la Lune. Les photographies les plus spectaculaires auront lieu alors. Vénus, l'étoile du berger, est l'astre le plus brillant du ciel, après le Soleil et la Lune. Un rapprochement serré entre cette planète et la Lune, surtout en quartier, est saisissant.

Les moments favorables sont décrits dans les revues spécialisées et visibles dans les logiciels d'astronomie.

Matériel et conditions de prise de vue.

Les images de ces alignements se font de nuit, mais mieux, au crépuscule, appareil monté sur trépied.

À cette période de rapprochement, un premier plan et/ou un dégradé de couleurs dû au coucher du Soleil ajoute à la beauté de la photographie.

Les différences de luminosité de la scène sont généralement très grandes. Opérer en variant les expositions, toujours en mode RAW pour conserver une forte dynamique.

Un objectif grand-angle ou de focale normale³ est utilisable pour les scènes larges. Un petit téléobjectif soigne mieux les rapprochements serrés.



Superbe rapprochement entre un croissant de Lune (et lumière cendrée) et la planète Vénus.

Le premier plan et le coucher de Soleil donnent de la profondeur à l'image.

Focale 50 mm, f:5,6, 200 ISO, pose de 10 secondes.

(Photo Patrick Lécureuil)

Le temps de pose ne doit pas être trop long, au risque de voir des trainées à la place des étoiles ou des planètes.

Pour résumer :

Objectif : courte focale

Sensibilité : faible

Diaphragme : ouvert (4 à 8)

Pose : longue, 1 à 20 s selon la lumière disponible et la focale

³ Une focale est dite « normale » si sa valeur approche la diagonale du capteur en mm. Par exemple, la diagonale d'un capteur 24x36 est de 43 mm. La focale normale sera de 40 à 60 mm.

1.4 Les comètes

Considérées longtemps comme des astres maléfiques, les comètes sont mieux connues aujourd’hui. Ce sont des astres irréguliers formés de glaces et de roches dont les dimensions varient de quelques kilomètres à quelques dizaines de kilomètres.

Elles circulent loin dans le système solaire, au-delà de la dernière planète, dans d’énormes réservoirs appelés « ceinture de Kuiper » ou « nuage de Oort ». Des collisions ou des changements de trajectoire font que de temps en temps, un de ces astres est projeté vers le centre du système solaire et est irrémédiablement attiré vers le Soleil.

Ce rapprochement chauffe l’astre qui se met à dégazer fortement. La glace et les roches sont éjectées et forment les deux queues associées aux comètes : la queue de plasma, généralement de couleur bleue, et la queue de poussières, blanche à jaunâtre, lumineuse, qui s’étale sur d’énormes distances, entre 50 et 100 millions de km. Le halo, appelé chevelure ou coma, quant à lui fait entre 50 et 250 000 km de diamètre.

Beaucoup de ces comètes orbitent autour de notre étoile selon des trajectoires elliptiques, et reviennent régulièrement nous rendre visite. C’est le cas de la célèbre comète de Halley⁴. Mais d’autres ne font que passer, et vont ensuite se perdre dans les confins du système solaire ou au-delà.

Lorsqu’une comète se rapproche suffisamment à la fois du Soleil et de nous, observateurs sur Terre, les appareils photographiques sont de sortie !

Le passage d’une comète peut se calculer par l’observation de sa position au cours du temps.

Ce sont de petits astres, et leur découverte ne se fait généralement que quelques mois avant leur passage au plus près du Soleil (le périhélie).

De plus, la trajectoire des comètes change souvent, déviées qu’elles sont par des astres plus massifs, comme Jupiter.

Nous comptons quelques milliers de comètes, mais seules quelques unités sont vraiment spectaculaires en un siècle, comme par exemple la comète Hale-Bopp, visible en mars/avril 1997, ou NéoWise plus récemment, en juillet 2018.

Matériel et conditions de prise de vue.

Sauf pour les comètes exceptionnellement brillantes, rares, la lumière manque. Au point que généralement, la queue est invisible à l’œil nu.

Il faudra donc utiliser une sensibilité élevée, ouvrir le diaphragme en grand, et poser entre 1 et 20 secondes, selon la focale utilisée, appareil sur trépied.

L’objectif photographique sera adapté à la taille de la comète, mais la photographier dans son environnement avec un beau premier plan est un plus. Un gros plan nécessitera un téléobjectif.

Nous utiliserons généralement un objectif grand-angle ou de focale normale. Du fait de la rotation de la Terre, plus la focale de l’objectif sera courte, plus on pourra poser longtemps. Le tableau suivant donne une estimation du temps de pose maximal permettant d’avoir des étoiles (et une comète) ponctuelles, sans compensation de la rotation de la Terre.

Focale (mm)	14	24	50	100	200
Pose maximale (s)	20	12	6	3	1,5

(Équivalent 24x36)

Ces chiffres sont une base d’évaluation. D’autres facteurs interviennent, comme la taille du photosite de l’appareil, la hauteur de la comète dans le ciel...

Si l’image finale est destinée à être réduite, le temps de pose maximal peut être allongé. Comme habituellement, procéder à des essais préalables.

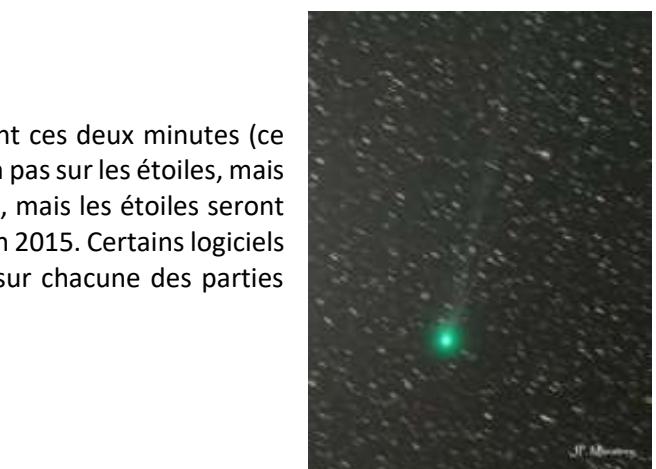
Si le temps de pose est trop court pour impressionner suffisamment le capteur, il faudra multiplier les poses et les additionner par la suite.

⁴ La comète de Halley revient nous saluer tous les 76 ans. Son dernier passage date de 1986.

La procédure est la suivante :

- Régler la sensibilité et le diaphragme de façon à faire rentrer le maximum de lumière sur le capteur. Par exemple, 3 200 ISO à f:2,8.
- Faire des essais de temps de pose en s'aidant du tableau ci-dessus. Utiliser le temps de pose maximal qui ne file pas les étoiles.
- Multiplier les poses avec ces réglages. Par exemple, avec un objectif de 100 mm de focale, faire successivement 40 poses de 3 secondes, de préférence avec un intervallomètre, et sans temps mort entre les poses individuelles.
- Le traitement de ces images se fait à la maison, devant son ordinateur. Le principe est d'aligner toutes les vues (en 2 minutes, la Terre a tourné...), et de les superposer. Les logiciels Iris ou Siril, gratuits, savent très bien faire ces opérations, mais nécessitent un apprentissage, comme tout logiciel.

L'addition de 40 poses de 3 secondes est équivalente à une pose unique de deux minutes. Mais les étoiles, et la comète, restent ponctuelles sur chaque pose.



Si la comète s'est déplacée par rapport aux étoiles pendant ces deux minutes (ce qui n'est pas rare), il faudra, par logiciel, aligner les vues non pas sur les étoiles, mais sur le noyau de la comète. Elle restera nette et ponctuelle, mais les étoiles seront filées, comme sur la photo ci-contre de la comète **Lovejoy** en 2015. Certains logiciels peuvent séparer les étoiles de la comète. Un traitement sur chacune des parties donne une comète nette et des étoiles ponctuelles.

L'une des plus belles comètes de ces dernières décennies :

La comète **Mc Naught**, photographiée sur pied depuis la Namibie en 2007 par Sylvain Chapelard. 4 poses de 15 secondes ont été additionnées. Objectif de 28 mm de focale, f:4, 800 ISO. En bas à droite, la Lune cendrée donne l'échelle de la gigantesque et magnifique queue de la comète.

Quelques belles comètes :



Hale-Bopp en 1997



Holmes en 2007



Catalina en 2013

Pour résumer :

Objectif : courte focale, télescope pour gros plans

Sensibilité : forte

Diaphragme : ouvert au maximum

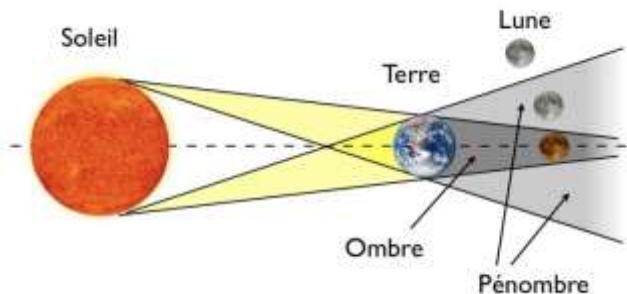
Pose : longue, 1 à 20 s selon la lumière disponible et la focale

1.5 Les éclipses de Lune

Une éclipse de Lune se produit lorsque le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés, dans cet ordre. Autrement dit, la Lune passe dans l'ombre de la Terre.

Une éclipse serait visible chaque Pleine Lune, si l'orbite de notre satellite n'était inclinée de 5° sur l'écliptique. La Lune passe majoritairement soit au-dessus, soit au-dessous du plan de l'écliptique. Quelques rares fois, elle passe dans ce plan.

On ne compte en fait qu'une éclipse de Lune tous les 18 mois en moyenne.



Une éclipse de Lune peut être :

- *Par la pénombre* : la Lune passe dans la pénombre, mais pas dans l'ombre de la Terre. Cette configuration n'a que très peu d'intérêt, car pratiquement invisible.
- *Partielle* : une partie du satellite passe dans l'ombre de la Terre.
- *Totale* : l'ensemble du disque lunaire passe dans l'ombre de la Terre.

Lors d'une éclipse totale, la Lune devrait disparaître complètement.

Mais une partie de la lumière du Soleil traverse l'atmosphère terrestre, se colore de rouge orangé (comme pour un coucher de Soleil), diffuse et vient éclairer légèrement la Lune qui prend une très belle teinte cuivrée.



Sur cette reconstitution de l'éclipse de septembre 2015, le cercle orange représente l'ombre de la Terre. Nous voyons les phases partielles, avant et après la totalité et une vue de la Lune entièrement dans l'ombre.
À noter que cette éclipse, bien que totale, n'était pas centrale. La Lune n'est pas passée au centre de l'ombre de la Terre. Ce léger décalage vient du fait que les 3 astres n'étaient pas parfaitement alignés.
La partie de la Lune proche du centre est plus sombre que sa partie externe.

Une éclipse de Lune dure environ 3 heures. Cela laisse le temps de la photographier.

Matériel et conditions de prise de vue.

Une éclipse de Lune se produit alors qu'elle est pleine. Donc de nuit.

Pendant la phase partielle (lorsque la Lune entre progressivement dans l'ombre), l'écart de luminosité entre la partie illuminée directement et la partie dans l'ombre est très importante (un facteur d'environ 16 000 entre une pleine Lune et une Lune éclipsée). Il faut choisir : soit exposer pour la partie éclairée (1), et la partie dans l'ombre sera noire, soit exposer pour la partie dans l'ombre (2), et la partie directement éclairée sera fortement surexposée.



(1)



(2)

Pour avoir une taille de l'astre suffisante sur le capteur, il nous faudra grossir et utiliser un téléobjectif. Voir le chapitre consacré à la Lune.

Pour la phase de totalité, comme la Lune se déplace dans le ciel, il nous faudra réduire autant que faire se peut le temps de pose. Nous pouvons utiliser le tableau du chapitre sur les comètes, et par exemple ne pas dépasser 1 à 2 secondes avec un téléobjectif de 300 mm. Le diaphragme sera ouvert, et la sensibilité choisie pour une exposition correcte.



Phase partielle

Objectif : longue focale

Sensibilité : faible

Diaphragme : moyen (f8-f11)

Pose : courte

Totalité

Objectif : longue focale

Sensibilité : forte

Diaphragme : ouvert au maximum

Pose : 1 à 2 secondes

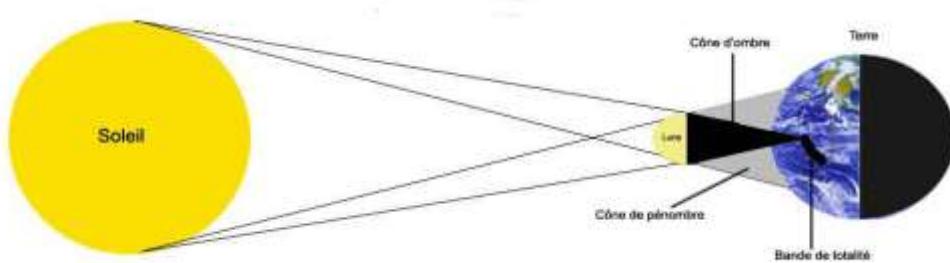
1.6 Les éclipses de Soleil

C'est certainement l'un des plus beaux spectacles que la nature peut nous permettre de contempler.

Une éclipse de Soleil se produit lorsque le Soleil, la Lune et la Terre sont alignés, dans cet ordre. Autrement dit, la Lune génère une ombre projetée sur la Terre.

Une éclipse de Soleil se produit lors d'une nouvelle Lune, donc de jour.

Du fait de l'inclinaison de l'orbite de la Lune, chaque nouvelle Lune n'engendre pas d'éclipse. On ne compte en fait qu'une éclipse de Soleil tous les 18 mois en moyenne. Et elle se produira environ 15 jours (la moitié d'une lunaison) avant ou après une éclipse de Lune.



L'ombre de la Lune, qui se déplace, comme le Soleil, balaye une « bande de totalité » sur la Terre. L'éclipse totale n'est visible que dans cette bande d'environ 100 à 200 kilomètres. Il faut donc se trouver au bon endroit, au bon moment. Les chasseurs d'éclipses n'hésitent pas à se déplacer au bout du monde pour voir ce spectacle splendide.

Une éclipse de Soleil peut être :

- *Partielle* : la pénombre de la Lune passe sur notre position. Nous sommes en dehors de la bande de totalité. Le disque du Soleil est partiellement « mangé » par la Lune.
- *Totale* : c'est l'ombre de la Lune qui passe sur notre position. La Lune est légèrement plus grosse (angulairement) que le Soleil et le cache entièrement.
- *Annulaire* : comme pour une éclipse totale, sauf que cette fois, la Lune est légèrement plus petite (angulairement) que le Soleil. Notre satellite ne cache plus entièrement le Soleil, et un anneau brillant reste visible.

La phase de totalité d'une éclipse totale dure très peu de temps : entre une et sept minutes, avec une moyenne autour de trois minutes. C'est très court, et un minimum de préparation est requis pour la photographier. D'autant qu'il faut garder du temps pour l'observation à l'œil nu.

Quoi voir ?

Phase partielle



Une éclipse totale de Soleil est un spectacle unique. Elle est précédée et suivie par des phases partielles, pendant lesquelles la Lune cache progressivement le Soleil.



À travers des passoires, comme ci-contre, ou si l'on se place sous un arbre, on forme des sténopés multiples, et l'image du Soleil partiellement occulté apparaît sous forme de croissants, projection de l'éclipse par les trous de la passoire ou entre les feuilles d'arbre.

Juste avant le début de la totalité, des « ombres volantes » se produisent, dues à des différences de température dans l'atmosphère locale. On voit alors des ombres vaporeuses parcourir le sol.

Totalité

Mais le clou du spectacle reste la phase de totalité. Il y a autant à voir, à ressentir et à entendre autour de soi :

- Le silence règne. Les spectateurs testent bouche bée, alors que les discussions allaient bon train avant la totalité.
- La luminosité baisse considérablement, au point que les étoiles les plus brillantes et des planètes deviennent visibles dans le ciel.
- La température chute de plusieurs degrés.
- Les animaux sont comme pris de panique. Ce n'est pas l'heure de la nuit !

Néanmoins, les regards se fixent sur l'éclipse elle-même.



Au tout début et à la fin de la totalité, le « grain de Bailly » peut être vu. C'est un diamant sur une bague. La lumière du Soleil est éclipsée, sauf en un point, correspondant à un relief de la Lune.



La totalité est aussi le seul moment où des protubérances solaires (en rose sur la photo ci-contre) peuvent être vues et photographiées sans coronographe ou instrument spécialisé.



Enfin, la couronne solaire nous montre ses extensions.

Matériel et conditions de prise de vue.

Une éclipse est un moment très fort émotionnellement, surtout si l'on n'y est pas préparé. Des erreurs de débutant peuvent être facilement commises...

Photographier une éclipse, c'est bien, mais il faut se réserver du temps pour l'observation à l'œil nu. C'est un spectacle exceptionnel, je l'ai déjà écrit !

Un téléobjectif est nécessaire pour espérer capturer quelques détails.

Pendant les phases partielles, les conditions de prise de vue sont celles du Soleil (voir ce chapitre). **L'utilisation de filtres est absolument nécessaire.**

La photographie de la totalité se fait sans aucun filtre. Il faut donc penser à retirer celui qui nous a servi aux phases partielles, et ne pas oublier de le remettre dès que la totalité est terminée. Il est bon pour cela de chronométrier l'évènement.

De même, la mise au point se fera sur le Soleil, par des essais préalables (avec le filtre Astrosolar, la mise au point ne change pas lorsqu'on le retire).

Habituellement, des essais doivent être faits pour déterminer l'exposition correcte. Ce peut être le cas pour les phases partielles, en se basant sur la photographie du Soleil. Mais le temps manque pour régler l'exposition de la totalité.

Quelques points de repère pour la phase de totalité :

L'exposition se fera sur pied avec un déclencheur à distance, relevage de miroir, et sera fonction du type de photo. Le mieux est de travailler toujours avec la même sensibilité et le même diaphragme, et de faire varier la vitesse d'exposition.

Avec un téléobjectif de 300 mm de focale, une sensibilité de 100 ISO, et un diaphragme à f:5,6 ou f:8 :

- Protubérances et grain de Bailly : 1/1 000^e de seconde.
- Basse couronne : 1/50^e à 1/250^e de seconde.
- Haute couronne : 1/8^e de seconde à 1 seconde.

Attention, avec des focales plus longues, le risque est de devoir allonger la pose de la haute couronne et d'enregistrer le mouvement apparent du Soleil dans le ciel. Il faut alors compenser en augmentant la sensibilité.

Faire des prises (sur pied) avec des temps de pose différents permet ensuite, en post-traitement, de superposer ces vues avec un logiciel HDR. Ce mode conserve uniquement les zones correctement exposées sur chaque vue, dans une série de photos de la couronne par exemple.

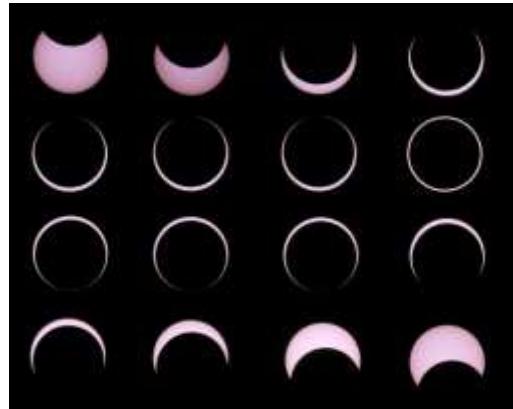
Cas de l'éclipse annulaire :

Le disque du Soleil n'est pas totalement recouvert par celui de la Lune. L'utilisation de filtres (comme l'Astrosolar) est nécessaire, même pendant la centralité.

Ce type d'éclipse est moins spectaculaire qu'une éclipse totale, mais peut également se photographier, en prenant comme base la photographie du Soleil.

La quantité de lumière sera moins importante et l'exposition devra être ajustée.

Sur l'image ci-contre, l'éclipse annulaire du 3 octobre 2005 est une composition prise en Espagne. L'image de l'extrême droite du deuxième rang a été prise lors de la centralité.



1.7 Les satellites artificiels

Fabriqués par l'Homme, ils ont une foule d'utilités dont nous ne pourrions que difficilement nous passer aujourd'hui : télécommunications, cartographie, météo, espionnage (ben oui !), GPS, étude de la Terre, du système solaire et de l'univers en général, expériences en microgravité...

Ces satellites viennent souvent polluer les photographies du ciel. Lors des poses multiples, il est bien rare de ne pas avoir au moins une pose avec un trait caractéristique.

Néanmoins, ils peuvent faire l'objet de photographies, au moins pour deux catégories d'entre eux présentant un intérêt : les Iridiums et la station spatiale internationale (ISS). Mais d'autres satellites peuvent être imaginés. Des sites Internet donnent les prévisions de passage de ces satellites pour un lieu donné.

Les Iridiums

Ces satellites étaient à l'origine utilisés pour les téléphones satellitaires.

Obsolètes aujourd'hui, les satellites ont été reconvertis dans des applications de communication militaires. Ils possèdent des antennes de 1 à 2 mètres de diamètre environ, et ont la particularité de tourner sur eux-mêmes.



Les antennes réfléchissent la lumière du Soleil. Lorsque le rayon réfléchi est dirigé vers la Terre, plus particulièrement vers l'observateur, il se produit un « Flash d'Iridium », assez spectaculaire, puisqu'il peut être plus lumineux que Vénus ! Il dure quelques secondes.



Matériel et conditions de prise de vue.

Pour photographier un flash d'Iridium, il faut se trouver au bon endroit et au bon moment.

Les sites Internet précisent, pour un lieu donné, la date et l'heure du passage, mais aussi la distance au centre de la tache projetée par l'Iridium. Cette tache fait sur la Terre entre 20 et 30 km de diamètre. Plus on est éloigné de ce centre, plus la luminosité du flash baisse.

Un objectif grand-angle permet de cadrer large et multiplie les chances d'être dans le cadre. Une focale plus longue peut être utilisée, mais il est alors nécessaire de cadrer juste.

L'ensemble du phénomène, c'est-à-dire l'apparition du satellite, son flash et sa disparition, dure 10 à 20 secondes environ.

Choisir une faible sensibilité pour limiter le bruit de la pose unique. Le diaphragme sera ouvert entre f:2,8 et f:5,6. Le temps de pose englobera l'ensemble du phénomène.

L'appareil sur pied, avec déclencheur à distance et relevage de miroir, devra être déclenché quelques secondes avant le début du flash.

Il est essentiel d'être ponctuel et de bien se préparer.



D'abord consulter un site tel que www.heavens-above.com
Puis repérer sur la carte fournie, l'endroit du ciel où le flash se produira.

Détails du flash	
Date:	mardi 7 février 2017
Heure:	19:36:42
Longitude:	-8°
Altitude:	42°
Azimut:	46°
Satellite:	Iridium 6J
Distance au Satellite:	1003 km
Angle observateur / trajectoire du centre du flare:	0,1°
Distance du centre du flash:	0 km
Antenne produisant le flash:	gauche
Élevation du Soleil:	-19,9°
Séparation angulaire par rapport au Soleil:	143,6°

Le tableau associé donne entre autres la distance du centre, la date et l'heure précise.

Quelques minutes avant le flash, installer l'appareil sur son pied, et procéder par des essais à la mise au point sur les étoiles et aux différents autres réglages comme le cadrage et l'exposition.
Surveiller l'heure et déclencher au bon moment.

Pour résumer :

Objectif : focale courte à normale
Sensibilité : faible
Diaphragme : ouvert
Pose : 10 à 30 secondes

La station spatiale internationale (ISS)

La construction de cette station scientifique a duré plus de 10 ans, et est le fruit d'une collaboration large entre les USA, la Russie, l'Europe, le Japon.

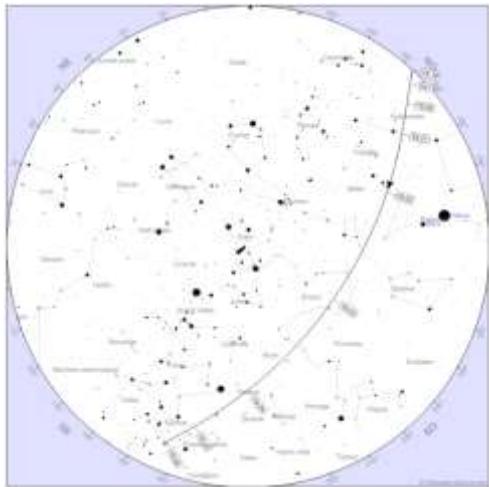
Des expériences scientifiques y sont menées avec des équipes internationales qui se relaient régulièrement.

ISS tourne autour de la Terre en 90 minutes à une altitude de 400 km environ. Sa vitesse avoisine 28 000 km/h (soit 7,8 km/s).



Matériel et conditions de prise de vue.

Consulter le site Internet : <http://heavens-above.com> pour obtenir les informations essentielles comme la date et l'heure de passage, la trajectoire...



Événement	Heure	Altitude	Azimut	Distance (km)	Luminosité	Élevation du Soleil
Lever	19:17:48	0°	317° (NO)	2 293	0,9	-15,7°
Atteint l'élevation 10°	19:19:53	10°	313° (NO)	1 437	-0,1	-16,3°
Culminabon	19:23:02	52°	235° (SØ)	497	-2,6	-17,0°
Entre dans l'Ombre	19:26:07	11°	157° (SSE)	1 408	-0,7	-17,8°

ISS peut être aussi brillante que Vénus et est donc visible à l'œil nu de nuit. La lumière ne manquera pas. Nous nous contenterons de photographier sa trajectoire. Un télescope avec un fort grossissement et une technique particulière sont nécessaires si l'on veut photographier les détails de la station elle-même.

Elle peut parcourir l'ensemble du ciel en 2 à 4 minutes, d'un horizon à l'autre. Mais il arrive aussi qu'elle passe dans l'ombre de la Terre et ne soit plus visible à un moment de son parcours dans le ciel.

Pour limiter le temps de pose, il est possible de ne photographier qu'une portion de sa trajectoire dans le ciel. On limite ainsi parallèlement la montée du fond du ciel dans les lieux peu noirs.

Un objectif grand-angle est donc requis pour photographier le maximum de sa trajectoire.

Comme pour les Iridium, un minimum de préparation s'impose. L'appareil sera, comme d'habitude, sur pied avec son déclencheur à distance et miroir relevé. Déclencher quelques secondes avant l'apparition dans le champ de l'appareil.

Le diaphragme sera assez ouvert, et la sensibilité faible pour limiter la montée du bruit.



Pour résumer :

Objectif : courte focale à normale
Sensibilité : faible
Diaphragme : ouvert
Pose : 2 à 4 minutes

2 Photographier le ciel profond

Le ciel profond est tout ce qui est situé en dehors du système solaire.

Puisque nous nous sommes limités à la photographie sur pied avec un APN, nous ne pourrons pas faire des poses longues avec des télescopiques. Comme la Terre tourne, il faut un suivi inverse à cette rotation pour imager les galaxies et autres nébuleuses.

Par contre, les constellations, le ciel à grand champ ou les filés d'étoiles seront possibles.

1.2 Les constellations

Le ciel nocturne est constellé d'étoiles. Pour se repérer, les Hommes ont inventé les constellations. Ce sont des figures géométriques, des alignements particuliers d'étoiles, facilement reconnaissables par leurs formes. Toutes les civilisations humaines ont procédé ainsi, comme les précolombiens, les chinois, les arabes par exemple.

Celles qui sont reconnues⁵ aujourd'hui dans le monde occidental sont au nombre de 88 et doivent beaucoup aux anciens grecs et aux arabes. Les constellations de l'hémisphère sud sont l'œuvre initiale des grands navigateurs comme Magellan, Marco Polo ou Vasco de Gama qui sont les premiers occidentaux à avoir décrit le ciel austral.

Dans l'hémisphère nord, la part belle est faite à la mythologie grecque. Au sud, beaucoup de noms de constellations ont rapport avec les navires des premiers explorateurs.

Des cartes existent, au format papier ou informatisées, qui montrent ces constellations, avec leurs principales étoiles. Il est également possible de se procurer une « carte tournante » du ciel qui repère les constellations pour toutes les époques et heures de l'année, dans une fourchette de latitudes donnée.

Notons aussi les applications astronomiques pour smartphone, qui permettent, en pointant simplement le téléphone vers le ciel, de savoir où sont les constellations et les principales étoiles.



La « casserole » de la Grande Ourse



Le « W » de Cassiopée

Matériel et conditions de prise de vue.

Photographier une ou des constellations est assez simple, à condition d'avoir un ciel noir, loin de la pollution lumineuse.

Outre l'appareil photo, il nous faut un pied et un objectif dont la focale permet d'englober le champ choisi. Un grand-angle sera le meilleur choix.

La sensibilité sera moyenne à forte, le diaphragme complètement ouvert et le temps de pose long. Des tests devront être menés pour trouver le bon temps de pose, permettant de révéler le maximum d'étoiles, mais ponctuelles, sans faire apparaître le fond de ciel. La pollution lumineuse pourra limiter les poses. La difficulté est d'éviter que les étoiles ne « filent ». Le tableau du chapitre sur les comètes (page 6) est valable ici. Une base de 20 secondes pour un objectif de 14 mm de focale permet de fixer les étoiles sans filé.

⁵ C'est l'UAI (Union Astronomique Internationale) qui a décidé du nom et de la situation des constellations.

La sensibilité pourra être augmentée si l'on est limité par le temps de pose, à condition de conserver un bruit acceptable.



Photo de constellations avec la pollution lumineuse sur l'horizon. La Voie Lactée est visible, un peu à droite. En post-traitement, les lignes des constellations ont été rajoutées pour faciliter le repérage.

Pour résumer :

Objectif : courte focale
Sensibilité : moyenne à forte
Diaphragme : ouvert
Pose : 10 à 30 secondes

2.2 La Voie Lactée

Les étoiles se regroupent en galaxies, qui en contiennent quelques centaines de milliards ! La Galaxie dans laquelle le Soleil se trouve est appelée la « Voie Lactée ». C'est une galaxie spirale barrée. Elle est formée d'un disque contenant les bras spiraux⁶, et d'un bulbe renflé et allongé au centre.

Le Soleil est situé en périphérie dans le disque. Depuis notre Terre, nous la voyons de l'intérieur comme, à l'œil nu, une bande grisâtre où les étoiles sont tellement nombreuses et lointaines que l'on ne peut les voir séparément.

Les photographies, comme celle-ci-contre, font ressortir des couleurs et des régions de différentes densités.

La Voie Lactée est au plus haut dans le ciel en été, sous nos latitudes.



Matériel et conditions de prise de vue.

La Voie Lactée se photographie comme les constellations, c'est-à-dire sur pied avec un objectif grand-angle. Les réglages de l'appareil sont identiques.

Mais il y a moyen d'améliorer ces vues uniques qui peuvent paraître pâles. La solution passe par la multiplication de ces poses unitaires, toutes avec les mêmes réglages.

L'intérêt est multiple :

- Le temps de pose unitaire peut être légèrement réduit, ce qui limite le filé d'étoiles avec les focales moyennes à longues.
- Le temps de pose global est sérieusement augmenté. 30 poses de 20 secondes avec un objectif de 14 mm de focale équivalent approximativement à une pose unique de 10 minutes.
- La superposition de ces poses par un logiciel adapté a, de plus, l'avantage de réduire le bruit, et permet donc d'utiliser une sensibilité plus grande, et de capter plus de détails.

L'inconvénient est qu'en 10 minutes, par exemple, la Terre a tourné, et les poses de sont pas superposables directement. Mais les logiciels sont capables de résoudre ce problème en réalignant les images individuelles.

⁶ Un bras spiral est une zone de la galaxie qui a une densité d'étoiles plus forte.

Cette technique peut aussi s'appliquer à la photographie des constellations.

Le post-traitement utilise des logiciels tels que Photoshop, Lightroom, Affinity ou PaintShopPro qui sont payants. Mais de très bons existent, comme The Gimp, presque équivalent (pour ce qui nous concerne ici) à Photoshop et gratuit. Ces logiciels sont généralistes. Le traitement de nos poses est possible, mais long et difficile.

Il est préférable d'utiliser des logiciels spécialisés en astronomie. Je n'en citerai qu'un, « Siril ». Il est gratuit et facilite les opérations, succinctement décrites ici :

- Transformation des vues dans le format compréhensible par le logiciel.
- Recadrage des images pour pouvoir ensuite les additionner. Cette opération s'appelle la « registration ».
- Addition des images. C'est le « compositage ».
- Amélioration de l'image finale compilée, par exemple : ajustement des niveaux, renforcement des contrastes, amélioration de la netteté, cadrage...
- Transformation dans un format plus classique, facilement lisible sur n'importe quel ordinateur (Tiff, Png, Jpeg...).

Ces traitements permettent d'obtenir d'excellentes images, à condition que les vues individuelles brutes soient aussi de bonne qualité. Mais le traitement par un logiciel tel Siril n'est pas évident, et l'aide d'une personne qui connaît déjà est fortement recommandé, si ce n'est nécessaire.



*Voie Lactée en Namibie. Appareil sur pied.
Addition de 15 images de 15 secondes à 1600 ISO, f:4, focale 24 mm.*

Pour résumer :

Objectif : courte focale
Sensibilité : forte
Diaphragme : ouvert
Pose : 10 à 30 secondes, poses multiples

2.3 Les filés d'étoiles

Nous avons vu comment photographier le ciel à grand champ avec ses constellations. Nous savons aussi multiplier les poses avec les mêmes réglages afin de les additionner après les avoir recadrées du fait de la rotation de la Terre.

Ce chapitre décrit un autre type de photographie, le filé d'étoiles. Le but est de faire apparaître la trajectoire des étoiles.

Le principe est de multiplier les poses, mais, en post-traitement, de ne pas recadrer les images. Il s'ensuit un décalage de chaque étoile qui, après addition, formera un trait plus ou moins courbé pour chacune d'elle.

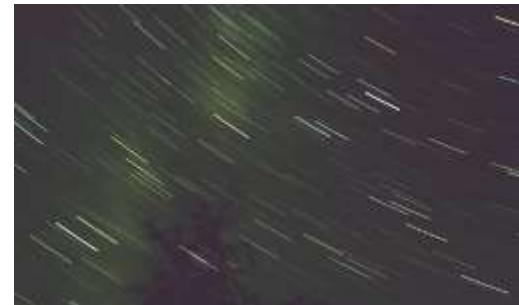
Matériel et conditions de prise de vue.

Encore une fois, l'appareil monté sur pied sera utilisé. La focale courte donnera de grands champs d'étoiles, mais un téléobjectif peut aussi être utilisé. Diaphragme ouvert, sensibilité élevée et temps de pose long et poses nombreuses sont gages de réussite.

Ici, le temps de pose individuel peut dépasser les limites données dans le tableau du chapitre sur les comètes, page 6. Il n'est pas gênant d'avoir des étoiles non ponctuelles, puisque le filé est recherché.



Focale courte



focale longue

Un logiciel spécialisé dans les filés d'étoile existe. Il s'agit de « Starmax ».

Après avoir lancé le logiciel, il suffit de charger les images et de lancer la fonction "Starmax" et le filé se construit.

Une autre fonction est disponible dans ce logiciel : « Movingmax ». Elle permet un effet d'apparition progressive des étoiles du filé, comme dans cet exemple :



Pour résumer :

Objectif : courte focale à longue

Sensibilité : élevée

Diaphragme : ouvert

Pose : 10 à 30 secondes, poses multiples

2.4 Le time-lapse

Encore une variation sur le thème des poses multiples avec les mêmes réglages. Mais cette fois, le résultat est un film en accéléré. Toutes les vues individuelles sont juxtaposées pour réaliser le film.

On y verra les étoiles se déplacer dans le ciel, en accéléré. Les anglo-saxons appellent cette technique le « Time-Lapse », traduisible en français par « Intervalle de temps ».

On photographie le ciel, avec de préférence un premier plan.

Matériel et conditions de prise de vue.

L'appareil sur pied, objectif grand-angle, est déclenché sur une période très longue, une à plusieurs heures. Les poses individuelles, de 15 à 30 secondes, s'enchainent sans discontinuer.

Le diaphragme est ouvert, la sensibilité élevée, l'appareil est en mode rafales pour l'enchaînement des vues, en manuel, mode Bulb, la mise au point sur les étoiles.

La résolution des images issues de l'APN n'a nul besoin d'être au maximum. Si le film final est visionné en Full HD, une résolution horizontale de 1920 pixels est suffisante. Nous économisons ainsi la mémoire sur la carte, et le temps de traitement sera écourté.

C'est aussi un des rares cas où le mode Jpeg peut être avantageusement employé.

Le déclencheur à distance possède une position prise de vue en continu. Nous l'utiliserons. Une fois ce bouton positionné, une première pose est faite, puis l'image est enregistrée sur la carte et la seconde pose se lance. Ceci se répète jusqu'à la fin des poses.

Nous obtenons par exemple 240 images de 30 secondes de pose chacune, réalisées en 2 heures. Si la fréquence d'images du film est 24 i/s, nous obtiendrons un film qui compressera 2 heures en 10 secondes.

Les logiciels qui savent traiter des images pour en faire un film sont nombreux. Je préconise « VirtualDub », qui est gratuit et possède une version française.

Comme pour toute utilisation de logiciels spécialisés, il est préférable, au début, de se faire aider par une personne connaissant déjà son fonctionnement, qui n'est pas évident à priori. À défaut, lire les tutoriels sur Internet.

L'enchaînement des opérations dans ce logiciel est le suivant :

- Chargement des images individuelles.
- Le redimensionnement est possible ici, si ce n'a pas été fait lors des prises.
- Choix de la fréquence des images dans le film final. 24 i/s est un standard.
- Lancement de la fabrication du film.
- Choix éventuel du codec de sortie. Le logiciel donne par défaut un film au format AVI. Le format Mpeg4 est moins lourd et de qualité très acceptable.
- Enregistrement du film.

Pour résumer :

Objectif : grand-angle
Sensibilité : élevée
Diaphragme : ouvert
Pose : 10 à 30 secondes, poses multiples en mode rafale