



## Le ciel profond

Sont regroupés sous le terme « ciel profond » tous les objets ou groupes d'objets autres que la Lune, le Soleil et les planètes : constellations, amas d'étoiles, nébuleuses, galaxies. Nous y inclurons aussi les comètes et les astéroïdes car ces objets, même s'ils font partie du Système solaire, se photographient de la même manière que les nébuleuses ou les étoiles.

*C'est le rayonnement de l'hydrogène ( $H\alpha$  et, dans une moindre mesure,  $H\beta$ ) qui donne à cette région des nébuleuses North-America et Pélican, dans la constellation du Cygne, sa teinte orangée caractéristique. Photographie obtenue avec une caméra CCD grand format sur une lunette de 530 mm de focale.*



## Les instruments pour la photographie du ciel profond

Les critères de choix d'un instrument destiné au ciel profond, de même que les qualités qui lui sont demandées, ne sont pas exactement les mêmes que ceux requis pour la photographie planétaire. Une des raisons principales est que les objets de ciel profond sont beaucoup moins lumineux que les planètes et qu'ils nécessitent des temps de pose compris entre plusieurs dizaines de secondes et plusieurs dizaines de minutes, voire plusieurs heures pour des objets très faibles. De plus, certains d'entre eux sont de petite dimension angulaire (inférieure à la minute d'arc) tandis que d'autres présentent une envergure de plusieurs degrés, sans compter les constellations dont les dimensions se mesurent en dizaines de degrés.

### Rapport F/D et focale

En photographie planétaire, nous agrandissons la focale de l'instrument pour bénéficier de toutes ses capacités de résolution. En ciel profond, la démarche consiste plutôt à choisir les objets photogra-

La caractéristique commune à tous les objets de ciel profond est leur faible luminosité en comparaison de celle des planètes principales et de la Lune. Une pose de quelques secondes montre les galaxies telles qu'elles sont observables dans un instrument d'amateur : sous la forme de taches floues sans bras spiraux visibles. Pour enregistrer ceux-ci, un temps de pose de plusieurs dizaines de secondes à plusieurs dizaines de minutes est nécessaire.

Cette propriété a d'importantes conséquences sur l'équipement employé et la manière de l'utiliser. Par exemple, l'astrophotographe de ciel profond affectionne particulièrement les instruments et les objectifs à petit rapport F/D, ainsi que ceux offrant une bonne qualité d'image sur tout le champ couvert par le capteur. Il préfère les appareils les plus sensibles et recherche les lieux éloignés de toute lumière parasite. La monture équatoriale est aussi un sujet d'attention extrêmement important : elle doit être stable, facile à aligner précisément sur le pôle céleste et elle doit procurer une bonne qualité de suivi. Dans certains cas, l'astrophotographe sera contraint d'effectuer un guidage, c'est-à-dire de corriger le suivi en temps réel pendant les poses : en numérique, grâce à une meilleure sensibilité due en particulier à l'absence de défaut de réciprocité qui affecte le film argentique, les poses peuvent être plus courtes mais, revers de la médaille, un petit écart de suivi est bien plus rapidement enregistré sur l'image.

*Les photographies des astres présentées dans les livres ne rendent pas toujours bien compte de la différence de taille angulaire entre une planète et les objets de ciel profond les plus couramment photographiés. Malgré sa netteté apparente, cette image de M33 obtenue à l'aide d'un instrument de 750 mm de focale présente une résolution angulaire bien plus faible que celle de l'image de Jupiter page 63, ainsi que le démontre leur comparaison à la même échelle. Il faut toujours distinguer la finesse apparente d'une image (ce que certains appellent son « piqué ») de sa finesse réelle en termes de résolution angulaire.*





phiés en fonction de la focale de l'instrument dont on dispose, c'est-à-dire, de manière très schématique : Voie Lactée et constellations pour les objectifs photo ; amas ouverts, nébuleuses, grandes galaxies et groupes de galaxies pour les téléobjectifs et les instruments astronomiques de courte focale ; galaxies individuelles, amas globulaires et nébuleuses planétaires pour les focales plus longues.

Autrement dit, l'instrument universel permettant de photographier tous les objets de ciel profond n'existe pas : lors du choix d'un instrument destiné à ce type de photographie, comme lors du choix d'un objectif en photographie courante, la catégorie d'astre doit être prise en considération afin d'en déduire la focale appropriée. Par exemple, une lunette de 500 mm de focale équipée d'un reflex couvrira la plupart des grandes nébuleuses diffuses mais donnera des nébuleuses planétaires et des petites galaxies une image de petite taille. Dans ce cas, on peut imaginer d'allonger la focale de l'instrument, mais cette solution présente un inconvénient important qui la rend pratiquement inapplicable : le rapport F/D augmente, ce qui est particulièrement défavorable pour le temps de pose si l'on veut conserver un bon rapport signal sur bruit. En effet, sur un astre donné, doubler le rapport F/D oblige à quadrupler le temps de pose. Sauf cas exceptionnel, on ne photographie pas les objets de ciel profond à un rapport F/D de 15 ou 20 : les systèmes grandissants (oculaires et lentilles de Barlow), pourtant si utiles en planétaire, ne sont pratiquement jamais employés en ciel profond ! Pour pouvoir travailler à focale importante tout en conservant un rapport F/D raisonnable, il faut se tourner vers un instrument de plus grand diamètre qui sera peut-être plus coûteux, sûrement plus encombrant et nécessitant une monture plus conséquente. En revanche, un tel instrument pourra donner une image plus détaillée des nébuleuses planétaires et des galaxies mais son champ sera trop réduit pour embrasser les grandes nébuleuses diffuses.

Le cas des étoiles est différent de celui des autres astres de ciel profond (nébuleuses et galaxies). Même les plus grands télescopes terrestres ne peuvent en montrer des détails de surface, la dimension angulaire de ces astres étant infinitésimale. Allonger la focale de l'instrument ne permet donc pas d'en obtenir plus de détails, sauf s'il s'agit de séparer les étoiles du cœur d'un amas globulaire. Pour une étoile, tant que son image s'étale sur un petit nombre de pixels, le paramètre primordial n'est pas le rapport F/D mais le diamètre de l'instrument. On peut considérer en première approximation qu'augmenter le diamètre de l'instrument de 60 % permet, à appareil et temps de pose égaux, de gagner une magnitude. La détermination théorique de la magnitude stellaire limite pour une configuration donnée n'est pas simple car elle dépend d'une foule de paramètres, dont entre autres : l'ouverture de l'instrument, la sensibilité spectrale et le rendement quantique du capteur, le bruit de lecture, la présence éventuelle de filtres, la pollution lumineuse, la finesse des images. Vous pouvez considérer, à titre d'ordre de grandeur, qu'un télescope de 200 mm utilisé avec une caméra CCD monochrome permet, dans un ciel non pollué, d'atteindre la magnitude 19 à 20 sur les étoiles en une dizaine de minutes. En raison de son capteur couleur, diminuez ce nombre d'une à deux magnitudes s'il s'agit d'un APN. Diminuez-le de plusieurs magnitudes en ciel urbain.

D'autres raisons sont susceptibles de nous inciter à travailler avec une focale pas trop longue. À commencer par la précision du suivi des astres : s'il n'est pas très difficile d'obtenir un excellent suivi avec un téléobjectif de 200 mm installé sur une monture équatoriale, il en est tout autrement avec un télescope de 2 m de focale ! Nous verrons par la suite que les exigences de suivi, et par conséquent les contraintes techniques qui en découlent, croissent en effet rapidement avec la focale de l'instrument.

Une autre raison a trait à la turbulence. Dès lors que les poses excèdent le dixième de seconde, ce qui est bien sûr toujours le cas en ciel profond, il n'est plus possible de figer partiellement les images et de bénéficier de trous de turbulence comme en photographie pla-

nétaire. En longue pose, l'agitation de l'image est intégrée et donne des étoiles dont la largeur sur la photographie est, la plupart du temps, de plus de 2", soit une dimension nettement supérieure à celle de la figure d'Airy. Lorsque l'agitation est importante, agrandir l'image en augmentant la focale conduit à agrandir le flou dû à la turbulence, sans gain significatif sur la quantité de détails enregistrés. À longue focale, même si la mise au point et le suivi sont maîtrisés, nous retrouvons la limitation à laquelle nous nous heurtons en planétaire : la turbulence.

Pour toutes ces raisons, on ne peut s'aventurer dans la photographie du ciel profond à un échantillonnage plus fin que 1" / pixel que si l'équipement, le site et l'expérience de l'amateur le permettent : plus la focale est longue, plus le champ se rétrécit, plus la turbulence dégrade le piqué des images et plus le suivi est délicat et nécessite des matériels et techniques appropriés (dont nous parlerons plus loin dans ce chapitre). La photographie du ciel profond à une focale supérieure à environ 2 m est très exigeante et peut même se révéler décourageante pour les amateurs qui souhaitent se faire plaisir sans trop de complications.

Malgré le fait que les qualités requises en photographie du ciel profond et en photographie planétaire ne soient pas exactement les mêmes, de nombreux instruments sont capables de faire les deux. Il faut cependant garder à l'esprit que l'instrument universel n'existe pas et que chaque type d'instrument est plus ou moins bien adapté à l'une ou à l'autre. Les astronomes amateurs qui souhaitent obtenir les meilleures performances dans tous les domaines – et qui peuvent se le permettre financièrement – utilisent la plupart du temps plusieurs instruments complémentaires, à l'image du passionné de photographie qui dispose de plusieurs objectifs pour son reflex.

### La qualité mécanique

*Que l'instrument soit destiné à la photographie planétaire ou de ciel profond, sa qualité de fabrication mécanique, terme sous lequel il faut inclure aussi bien la qualité des matériaux utilisés (métal ou plastique) que la précision d'usinage et d'assemblage, est un critère de choix important. Par exemple, lorsqu'il s'agit de supporter une caméra CCD de 1 à 2 kg ou des accessoires tels qu'un réducteur de focale ou un diviseur optique, la crémaillère d'une lunette ou d'un Newton se doit d'avoir à la fois la solidité et la douceur nécessaires pour atteindre et maintenir sans fléchir une mise au point précise à quelques centièmes de mm.*

## La couverture de champ

Un objet de ciel profond peut occuper une partie importante du champ photographié. De plus, il est toujours entouré d'étoiles réparties sur l'ensemble de la photographie. C'est la raison pour laquelle il est primordial que l'image fournie par l'instrument soit homogène sur tout le capteur, ce qui ne facilite pas la tâche des concepteurs optiques, surtout lorsque le rapport F/D est petit et le capteur grand. La plupart du temps, les étoiles se déforment, s'empâtent ou s'affaiblissent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre du champ, les principaux symptômes étant :

- la coma : les étoiles deviennent asymétriques et ressemblent à de petites comètes (d'où le terme coma), elles se voient dotées d'une petite queue radiale, dirigée vers l'extérieur ou vers le centre de la photographie. Cet effet est très semblable à celui que nous avons pu constater en observant une étoile à fort grossissement vue à travers un télescope déréglé (page 41) ; dans les cas extrêmes, la coma donne à l'image un effet « Guerre des Étoiles » où toutes les étoiles semblent s'éloigner du centre du champ dans un mouvement de fuite ;