

MULTIGUIDES **astronomie** 

NIVEAUX : DÉBUTANT À EXPERT

guide du
matériel
d'astronomie

Hervé
BURILLIER
Christophe
LEHÉNAFF



BORDAS

Libraire spécialisé en sciences, à Vannes, Hervé Burillier est l'auteur chez Bordas des *Plus Belles Curiosités célestes* (pour les amateurs avertis) et de *Découvrir le ciel* (pour les astronomes en herbe). Membre de la Société astronomique de France et de l'Association française des observateurs d'étoiles variables, collaborateur de la revue *l'Astronomie*, il fut lauréat de la Fondation de France en 1991 et médaillé de la Société astronomique de France en 1994.

Auteur d'ouvrages destinés à la pratique de l'astronomie d'amateur et de l'astrophotographie, Christophe Lehénaff est responsable de la plus importante librairie d'astronomie de France. Il parcourt le monde depuis de nombreuses années à la recherche des meilleurs sites d'observation, et sa formation professionnelle l'a amené à animer de nombreux stages, cours et ateliers pratiques.

Ayant acquis depuis leur plus jeune âge une parfaite connaissance des matériels astronomiques et de leurs accessoires spécifiques, ces deux auteurs font aujourd'hui partager leur expérience passionnée, afin de permettre au débutant ou à l'amateur plus averti de choisir le meilleur équipement possible.

guide du
matériel
d'astronomie



Digitized by the Internet Archive
in 2023 with funding from
Kahle/Austin Foundation

MULTIGUIDES **astronomie** [★]

guide du
matériel
d'astronomie

Hervé BURILLIER
Christophe LEHÉNAFF

BORDAS



L'éditeur remercie les sociétés suivantes pour le prêt de leur documentation photographique : la maison de l'Astronomie (Paris), Meade Instruments Corporation (Oak Canyon, Irvine, États-Unis), Médas (Vichy), Optique Unterlinden (Colmar) et S.P.J.P. Paralux (Créteil).

Les auteurs remercient Sandrine Léglise, Annie et Bernard Oliveira, Micheline et Bernard Lehénaff, Patrick Pelletier, Didier Avoscan.

Édition

Mathilde Majorel, assistée d'Aurélie Gilbert

Lecture-correction

Annick Valade, assistée de Jacques Barbaut et Guy Fournier

Fabrication

Claire Svirmickas

Conception de maquette et mise en page

Abigail Nunes

Dessins

Laurent Blondel

Couverture

Olivier Caldéron

Photogravure

Offset Essonne

« Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur, ou de ses ayants droit, ou ayants cause, est illicite » (article L.122-4 du Code de la propriété intellectuelle). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par l'article L.335-2 du Code de la propriété intellectuelle. Le Code de la propriété intellectuelle n'autorise, aux termes de l'article L.122-5, que les copies et les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, d'une part, et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration.

© Larousse-Bordas, 1998

21, rue du Montparnasse, 75006 Paris

Dépôt légal : septembre 1998

ISBN : 2-04-027249-6

Sommaire

Avertissement au lecteur	6	LES ACCESSOIRES	76
Histoire des instruments d'astronomie	8	Les oculaires	78
NOTIONS DE BASE	12	Accessoires divers	84
Système optique des jumelles	14	Les filtres	90
Système optique des lunettes	16	Les moteurs	94
Système optique des télescopes de Newton	18	Les accessoires photographiques	98
Systèmes optiques des télescopes de Schmidt, de Cassegrain et de Maksutov	20	Les caméras CCD	102
Système optique du télescope de Schmidt-Cassegrain	22	Ouvrages et cartes	104
Caractéristiques optiques des instruments	24	ANNEXES	108
Les principes de montures	30	L'achat du matériel d'occasion	110
LES INSTRUMENTS	36	Quelques conseils pratiques	112
Les jumelles	38	Avantages et inconvénients des différents instruments	114
Les premières lunettes	42	Quelques questions pour faire son choix	118
Les premiers télescopes	46	Ce que l'on peut voir avec un instrument selon son diamètre	120
Les lunettes de diamètre moyen	52	Bibliographie	122
Les télescopes évolutifs	54	Carnet d'adresses	125
Les télescopes de 200 mm de diamètre	58	Crédits des illustrations	128
Les télescopes de grand diamètre	64		
Les lunettes apochromatiques	68		
Les instruments compacts	72		





Avertissement au lecteur

L'astronomie d'amateur est un loisir passionnant qui, d'année en année, draine davantage de nouveaux émules.

Se régaler en examinant les cratères lunaires, étudier les détails visibles sur les surfaces planétaires, admirer des amas composés de milliers d'étoiles ou voir naître, presque en direct, de nouveaux soleils dans de lointaines nébuleuses procurent à l'amateur des sensations très enrichissantes sur le plan personnel.

Mais, débutant ou confirmé, l'astronome amateur se retrouve bien souvent confronté à un choix de plus en plus vaste de matériels et d'accessoires astronomiques forts différents. Parce que les auteurs du présent ouvrage sont avant tout des professionnels du conseil, de la vente et de l'utilisation des jumelles astronomiques, des lunettes et des télescopes, ils ont rassemblé pour vous toutes les informations pratiques concernant le choix des instruments et de leurs nombreux accessoires et compléments.

Les choix des auteurs

Tous les matériels présentés ici ont été sélectionnés pour leur parfaite représentativité du marché actuel de l'astronomie d'amateur. Les indications données concernant les capacités et les qualités de ces différents matériels ont été à maintes reprises vérifiées sur le terrain. Les prix indicatifs fournis reflètent la réalité des offres proposées par les magasins spécialisés. Les jugements énoncés tiennent compte à la fois des besoins de l'amateur, mais aussi de son site, de son budget et de son niveau de connaissance et d'intérêt. Enfin les auteurs ont délibérément occulté la question de la construction des télescopes, domaine aujourd'hui motivé essentiellement par le plaisir de fabriquer soi-même son télescope et non plus, comme ce fut autrefois le cas, par nécessité financière.

Quelques grandes questions à se poser

Quel instrument choisir pour un enfant ou pour un adulte ?
Quelles différences y a-t-il entre une lunette et un télescope ?
Mon site d'observation est-il bien adapté ?

Quel budget faut-il compter pour l'acquisition d'un premier matériel ou d'un matériel beaucoup plus performant ?

Cet ouvrage a pour ambition de servir de guide à votre jugement et, donc, de vous aider pour votre choix final : les questions que vous devez vous poser trouvent ainsi réponse au fil de sa lecture. Le chapitre « Notions de base » pose les jalons concernant les grands principes optiques qui différencient les instruments, leurs caractéristiques optiques communes et les quelques notions de mécanique céleste à connaître pour comprendre le fonctionnement des diverses montures. Les deux chapitres suivants détaillent les instruments et les accessoires, par types et par marques, en donnant leurs caractéristiques principales, leur degré d'évolutivité et leur adaptation en fonction de l'utilisation souhaitée.

En guise de résumé, des tableaux récapitulatifs en fin d'ouvrage présentent les différents avantages et inconvénients des matériels présentés, les grandes questions à se poser pour faire son choix et les observations qu'il est possible de faire selon les types d'instruments.

Lorsque vos désirs et vos choix seront très clairs, parlez-en à un spécialiste : l'astronomie est un loisir en pleine croissance, aussi n'est-il plus rare de trouver n'importe quel type de matériel chez le « premier marchand venu ». Des jumelles, une lunette ou un télescope sont des matériels optiques de précision. Les matériaux employés doivent être de qualité et suffisamment bien finis pour permettre à l'observateur d'obtenir des images nettes, fines, détaillées et contrastées. Si toutes ces conditions sont remplies, de loisir, cette discipline deviendra passion...

Bonne lecture !

Histoire des instruments d'astronomie

L'astronomie sans instrument

L'astronomie est vraisemblablement la plus ancienne des sciences : depuis toujours en effet les hommes ont porté leur regard en direction des cieux. Sur la voûte céleste, qu'ils ont d'abord crainte avant de la contempler pour en déchiffrer les mystères, ils ont représenté des figures ou des scènes de leur vie quotidienne, ou ont construit des sites d'observation. Ainsi, le monument mégalithique de Stonehenge en Angleterre, un vaste ensemble circulaire de 165 pierres, fut très longtemps considéré comme un temple druidique ou un parlement viking. Il faut attendre les travaux de l'astronome G. Hawkins pour que l'on comprenne qu'il s'agissait d'un véritable observatoire pour l'homme de l'âge de pierre. Les exemples similaires dans le monde ne manquent pas : depuis les pyramides de Gizeh en Égypte, dont l'orientation est choisie, jusqu'au temple de Ramsès II, ou aux observatoires de pierre des Mayas.

Les marins de l'Antiquité qui naviguaient sur la mer Méditerranée pratiquaient une astronomie visuelle très poussée pour pouvoir naviguer grâce « aux étoiles » du fait de l'absence d'instruments de navigation suffisamment

précis. Avec la nécessité d'un calendrier agricole lié aux crues du Nil, les Égyptiens de l'Égypte ancienne dressèrent un calendrier stellaire d'une grande précision, basé sur l'apparition matinale de l'étoile Sirius. Des siècles plus tard, les observateurs arabes du Moyen Âge perfectionnèrent certains instruments de navigation, l'astrolabe en particulier, dont le nom français d'aujourd'hui provient de l'arabe *al idhada*, « la règle ». Il restait à inventer des instruments d'astronomie et à construire des observatoires...



Représentation d'une première lunette d'astronomie, planche extraite de *Selenographia* (1647) de J. Hevelius (Bibliothèque nationale, Paris).

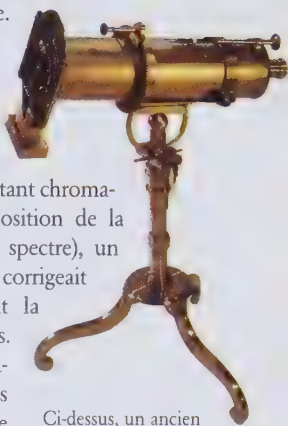
La première lunette astronomique

On a longtemps, à tort, attribué l'invention de la lunette astronomique à Galilée. S'il est vrai que l'illustre savant italien fut le premier à en pointer l'objectif en direction des cieux (en août 1609), l'invention des lentilles est d'origine plus modeste, remontant aux maîtres verriers du XIII^e siècle. Les lunetiers hollandais s'attribuèrent par la suite l'invention de la lunette au tout début du XVII^e siècle. La première description de l'instrument est donnée dans l'ouvrage du savant italien Porta *De refractione*, dans sa seconde édition, en 1589.

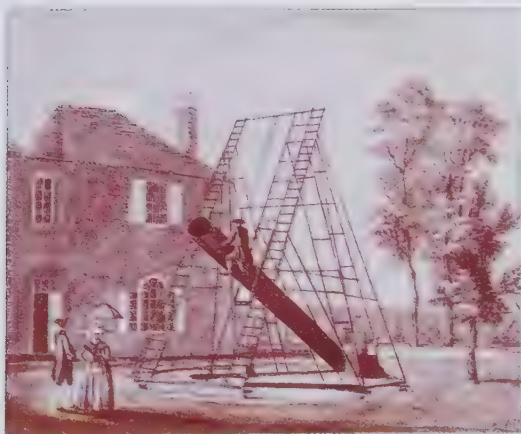
La première lunette astronomique, qui grossissait 10 fois, permit à Galilée de découvrir, entre autres choses, les quatre principaux satellites de Jupiter, les multiples facettes de la Lune, les taches sur la

sphère solaire.

Les objectifs étaient alors de mauvaise qualité et ils souffraient d'un très important chromatisation (décomposition de la lumière en un spectre), un défaut que l'on corrigeait en augmentant la taille des tubes. Ainsi, les spectateurs étonnés du XVII^e siècle pouvaient voir des astronomes accrochant des lunettes en haut d'un mât et les manoeuvrant grâce à des cordages (l'astronome italien Cassini, par exemple, utilisait des systèmes longs de 50 mètres !).



Ci-dessus, un ancien télescope anglais du XVII^e siècle (archives du CNAM, Paris).



Cette gravure représente le grand télescope de l'astronome britannique William Herschel, installé dans le jardin de sa maison près de Windsor (bibliothèque de l'Observatoire, Paris).

Le premier télescope

L'une des solutions au problème de chromatisation fut apportée par l'invention du télescope à miroir, car la lumière de l'objet visé n'ayant plus à traverser un objectif (problème d'absorption), elle n'était plus décomposée en un spectre. Dans un télescope, en effet, la lumière est réfléchi sur un miroir avant d'être orientée vers des lentilles en sortie d'instrument (ou

oculaire). En 1661, l'Anglais J. Gregory met au point le système qui sera perfectionné huit ans plus tard par Newton, en incorporant un second miroir comme complément du miroir principal. Le second miroir (appelé « miroir secondaire ») est incliné à 45° , déviant ainsi la lumière et permettant d'installer un oculaire sur le côté de l'instrument. C'est le principe du télescope de Newton, instrument utilisé aujourd'hui par la majorité des astronomes amateurs.

Les grands observatoires

À la fin du XVIII^e siècle, l'astronome britannique W. Herschel construit le télescope le plus important de son époque (1,22 m de diamètre et 12 m de long). Il

devient nécessaire de construire des bâtiments autour de l'instrument pour soutenir l'installation, ce qui marque l'entrée dans l'ère moderne des grands observatoires. Très vite les opticiens s'étaient aperçus qu'il devenait impossible de construire de grandes lunettes : il existait trop de contraintes mécaniques avec des tubes et des verres d'objectifs qui s'effondraient sous leur propre poids. À partir de 1925, on abandonne progressivement leur construction, et la course aux grands diamètres de télescopes à miroir parabolique va commencer. Les observations de Herschel avaient immédiatement fait reculer les limites de notre Univers avec la découverte de centaines d'amas d'étoiles, de nébuleuses, de galaxies. Les instruments s'améliorent et se complè-



C'est en altitude que les astronomes professionnels recherchent aujourd'hui les meilleurs ciels : ci-dessus, lever de Soleil sur l'observatoire du pic de Châteaurenard, dans le Queyras, en France.

tent d'accessoires de plus en plus perfectionnés. Les astronomes étudient alors la morphologie des astres, leur nature, décomposent et analysent leur lumière, mesurent leur déplacement, leur âge, les « pèsent », et, bientôt, les photographient, ce qui marque le début de l'astrophysique moderne...

Évolution des instruments

La principale caractéristique d'un télescope est sa capacité à pouvoir collecter la lumière d'astres faibles, et, pour ce faire, un grand diamètre lui est nécessaire. Le pouvoir de résolution (faculté de séparer des points lumineux rapprochés) de l'instrument est aussi lié à son diamètre. Cependant, sur Terre, la turbulence atmosphérique brouille les images ; plus le miroir primaire du télescope est important, plus l'instrument devient sensible à la turbulence. Il s'agit là d'un problème que ne rencontre pas la lunette astronomique, car son tube, fermé de part et d'autre par l'objectif et l'oculaire, est bien moins sensible à la turbulence atmosphérique. Pour pallier en partie ce problème, les observatoires sont alors construits en montagne, où l'atmosphère raréfiée assure la stabilité et permet l'utilisation d'instruments de grand diamètre.

L'apparition du télescope de Schmidt (du nom de son inventeur) offrit un compromis entre la lunette et le télescope. Ce télescope a un tube fermé, comme celui d'une lunette, et le problème lié à la turbulence atmosphérique est en partie réglé grâce à la lame de Schmidt qui ferme le tube. Une variante existe, très prisée des astronomes ama-

teurs : c'est le télescope de Schmidt-Cassegrain, dont l'encombrement est extrêmement réduit (un tube d'une longueur de 40 cm seulement, pour une focale résultante de 2 m !).

Dans les années 60, l'astronomie est marquée par les débuts de l'ère spatiale : des sondes et des satellites sont envoyés dans l'espace. En quelques décennies, l'Univers s'ouvre aux astronomes et au grand public. L'astronomie devient un centre d'intérêt et une activité de loisir accessibles à tous. L'amateur débute aujourd'hui avec un télescope de 10 cm de diamètre, grossissant jusqu'à 150 fois, là où Galilée, rappelons-le, utilisait lui une lunette grossissant au mieux 10 fois !

Les plus grands instruments

Les records en termes de diamètre d'objectif de lunette furent atteints par celle de l'observatoire Yerkes de l'université de Chicago (1 m d'ouverture pour 19 m de long), mise en service en 1897, et, en Europe, par celle de l'observatoire de Meudon (83 cm de diamètre pour 16,2 m de long), mise en service en 1896. Les principaux grands télescopes, par ordre de diamètre, sont ceux de Haute-Provence, en France (1,20 m), du mont Wilson, aux États-Unis (1,52 m), de Newton, en Grande-Bretagne (1,83 m), de Lick (3,05 m) et du mont Palomar (5,08 m), également aux États-Unis, et, enfin, du mont Pastoukov, en Russie (6 m). Le VLT (*Very Large Telescope*) de 8 m a été mis en service en 1998, ouvrant ainsi la voie à une nouvelle génération de télescopes.





NOTIONS DE BASE

Bien connaître les systèmes optiques existants avant d'acquérir un instrument est primordial. Quelle est la différence fondamentale entre une lunette et un télescope ? Quel est le principe optique d'un télescope de Newton ou de Schmidt-Cassegrain ? Que recouvrent les notions qui caractérisent le matériel : diamètre, longueur focale, rapport d'ouverture, pouvoir séparateur... ? Les instruments astronomiques ne sont pas pleinement polyvalents, mais souvent adaptés à un type d'observation, et il est essentiel de savoir ce qu'impliquent la faible luminosité de l'un, la sensibilité à la turbulence atmosphérique de l'autre, les faibles ou fortes possibilités de grossissement d'un troisième. L'assurance d'acquérir un matériel adapté passe par la connaissance de quelques notions de base.

Système optique des jumelles

Souvent considérées comme des instruments très utiles en observation terrestre (animaux, paysages, etc.), les jumelles n'en sont pas moins très précieuses en astronomie car leur taille réduite, leur simplicité d'utilisation, leur importante luminosité et le confort visuel qu'elles proposent (vision à « deux yeux » ou « binoculaire ») les rendent très agréables, aussi bien pour le repérage d'objets difficiles que pour l'observation proprement dite.

Différents prismes

Les jumelles se composent en fait de deux petites lunettes parallèles. Leur écartement est réglable afin de s'adapter aux différentes morphologies des utilisateurs. Il existe deux types de jumelles que l'on différencie selon les prismes que renferme chaque lunette : celles dites à « prismes en toit » et celles à « prismes de Porro ». Les prismes sont des blocs de verre situés dans le corps de l'instrument et destinés à dévier les rayons lumineux dans une direction souhaitée. La distinction que l'on effectue entre les « prismes de Porro » et les « prismes en toit » dépend de leur forme et de leur emplacement dans les deux types de jumelles. Dans les deux cas, l'image captée dans l'objectif au départ est inversée, puis redressée à la sortie dans l'oculaire. Il faut remarquer que de la forme des prismes dépend en grande partie la taille de la paire de jumelles.

Principe optique de la jumelle à prismes en toit



Les molettes de réglage

Le réglage de netteté s'obtient très facilement par rotation d'une molette crantée située sur la partie centrale de l'instrument. Dans les jumelles à prismes de

Porro, le déplacement des deux oculaires proches des yeux de l'observateur fait varier la mise au point ; au contraire, dans les jumelles à prismes en toit, la netteté est réalisée par le déplacement des groupes optiques internes. Cette distinction entre les deux systèmes est essentielle, car le déplacement interne ou externe du groupe optique de mise au point permet, non seulement une réduction de l'encombrement de la paire de jumelles, mais aussi une amélioration de son étanchéité à la poussière ou à l'humidité (pour les modèles les plus performants, du gaz inerte est inséré dans le corps métallique afin d'éviter tout risque interne d'humidité, pouvant dégrader les traitements antireflets des lentilles).

Parce que nos deux yeux ne possèdent pas la même acuité, il est prévu sur chaque paire de jumelles un réglage de netteté « dioptrique » indépendant œil gauche/œil droit. Une petite échelle gravée tout près d'un des deux oculaires permet de noter une bonne fois pour toutes la correction à apporter, afin de ne pas devoir refaire de façon systématique ce réglage. Celui-ci est, d'ailleurs, des plus importants, car de lui dépendra le confort ressenti au moment de l'observation ; de nombreuses personnes ont malheureusement trop souvent l'habitude de regarder dans une paire de jumelles sans prendre en compte le fait que l'œil droit n'a pas obligatoirement la même acuité visuelle que l'œil gauche ; il en résulte alors un « malaise » visuel bien logique et

Principe optique de la jumelle à prismes de Porro



une perte significative de détails dans l'image observée, obligeant bien souvent l'utilisateur à stopper l'observation afin de laisser reposer le regard.

Vers quelle évolution ?

Comme dans d'autres domaines de l'optique, les jumelles peuvent maintenant bénéficier des dernières évolutions liées à l'électronique : mise au point automatique par capteurs photosensibles, directement dérivés des technologies utilisées dans la conception des boîtiers photographiques récents, et présence de stabilisateurs d'images, inventés initialement pour l'industrie des Caméscopes familiaux.

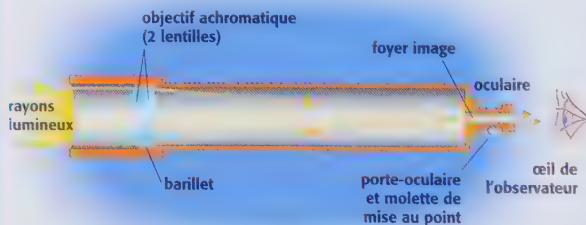
Système optique des lunettes

La lunette astronomique, aussi appelée « télescope réfracteur » du fait que la lumière traverse le verre (l'objectif), est très certainement le système optique le plus élémentaire que l'on puisse imaginer. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'elle fut le premier instrument astronomique dirigé vers le ciel.

Le principe

La lunette astronomique se compose d'un objectif placé à l'avant du tube (donc en direction de l'astre à observer), tube qui forme le corps de l'instrument à proprement parler. Cet objectif fait converger les rayons lumineux en provenance de l'astre en un point appelé le « foyer image », situé vers l'arrière, à l'intérieur du tube de l'instrument. L'image finale s'obtient enfin par l'utilisation d'un deuxième système optique, appelé « oculaire », situé tout au bout du tube de la lunette, et fixé à ce dernier par un porte-oculaire mobile.

Principe optique de la lunette astronomique



Les lunettes achromatiques

Les objectifs des premières lunettes étaient constitués d'une simple lentille bombée sur ses deux faces (lentille dite « biconvexe »), et la trop grande simplicité de ce système entraînait alors des défauts optiques insurmontables à l'époque : aberrations chromatiques très importantes (les images étaient affublées de fortes irisations) et correction médiocre de l'image sur les bords du champ de l'oculaire (seul le centre de l'image était net). Heureusement, de nos jours, les objectifs des lunettes astronomiques sont composés de deux lentilles :

la première est de type biconvexe et la seconde de type plan-concave (c'est à dire comportant une surface creuse et une surface plane). Cette association de deux lentilles spécifiques permet de résoudre en partie les problèmes de chromatisme et de planéité de champ. Les lunettes équipées de cette sorte d'objectifs

sont, pour cette même raison, appelées lunettes « achromatiques » (c'est-à-dire dépourvues du phénomène de chromatisme).

Les lunettes apochromatiques

Afin de pousser encore plus loin la perfection des résultats, les fabricants font depuis peu appel, pour ce qui concerne les instruments les plus performants, à des formules optiques plus pointues pour la composition des objectifs des lunettes : deux, trois ou quatre lentilles, pour les objectifs les plus évolués, en verres spéciaux de haute qualité (verres ED, Super ED et fluorite) sont alors utilisés. Ces lunettes sont dites « apochromatiques » car elles corrigent de manière quasi totale tous les défauts optiques traditionnels (les images obtenues avec ce type d'instruments sont pures, contrastées et très bien définies).

Précautions diverses

La distance qui sépare les lentilles de l'objectif étant calculée avec précision, elle ne doit en aucun cas varier dans le temps. C'est pourquoi les lentilles sont placées dans un barillet mécanique spécifique, éventuellement réglable par l'utilisateur. Afin de protéger ce barillet aussi bien des chocs que d'autres agressions extérieures (pouvant être provoquées par le dépôt de rosée notamment), un pare-bruée est fixé à l'avant du tube de la lunette ; il peut être vissant ou à emboî-



Ci-dessous : la lunette Ganyède 308 L.

tement, et joue un rôle primordial dans la longévité des performances optiques de l'instrument.

Un principe à retenir

Les lunettes, comme tous les instruments d'astronomie à l'exception des jumelles, donnent des images inversées. Si, pour l'observation terrestre, ce phénomène pose d'évidents problèmes, il en va tout autrement pour l'observation des astres, car, comme, dans l'espace, il n'y a ni envers ni endroit, cela ne gêne en rien vos observations !

Système optique des télescopes de Newton

Isaac Newton conçut en 1671 le télescope de Newton, appelé aussi « télescope réflecteur » (car la lumière est réfléchiée par le verre). C'est un système optique aujourd'hui extrêmement répandu. Sa simplicité de conception alliée à des coûts de fabrication peu élevés en font un instrument de choix pouvant être utilisé aussi bien par le débutant que par l'amateur averti.

Deux miroirs

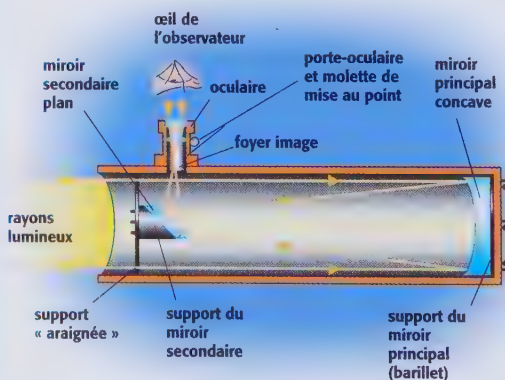
Le télescope de Newton se compose de deux miroirs. Le premier, appelé « miroir principal » ou « primaire », est placé au fond du tube de l'instrument, sur un barillet réglable mécaniquement afin de pouvoir faire varier, sans difficulté, son positionnement. Il est de forme concave,

ce qui lui permet de faire converger les rayons lumineux de l'image en un point donné appelé le « foyer image », situé à l'avant du tube de l'instrument. La forme de ce miroir principal est d'ailleurs très spécifique car sa surface réfléchissante peut être sphérique ou parabolique.

Sur la trajectoire de ces rayons lumineux est placé un autre miroir, beaucoup plus petit, appelé « miroir secondaire ». Celui-ci est de type « plan » ; il n'introduit donc aucun changement dans la convergence des rayons lumineux.

Son but essentiel est de diriger les rayons lumineux sur le côté du tube, à quatre-vingt-dix degrés, de façon à ce que l'observateur puisse contempler l'image sans gêner leur trajectoire. Le miroir secondaire est lui aussi placé sur un barillet mécanique qui, du fait de son emplacement à l'avant du tube, est

Principe optique du télescope de Newton



de forme particulière car posé sur un support à une, trois ou quatre branches, et appelé « araignée ». Cette araignée et ce support sont aussi réglables par l'utilisateur par un serrage de vis spécifiques.

Formation de l'image

À la terminaison de ce système optique est placé le porte-oculaire. Il se présente sous la forme d'un tube coulissant dont le déplacement s'obtient par rotation de deux petites molettes situées de part et d'autre du tube, et appelées « molettes de mise au point ». L'image se formant définitivement à cet endroit précis, on y place alors un oculaire chargé de l'agrandir, afin qu'elle soit pleinement exploitable par l'œil.

Le Newton catadioptrique

Le télescope de Newton catadioptrique est un cas particulier. Il est, dans sa conception, directement dérivé du téles-



Le télescope de Newton 115/900 reproduit ci-dessus est un des instruments les plus répandus dans le milieu de l'astronomie d'amateur, du fait de ses performances des plus intéressantes.

Traitements spéciaux

Le miroir primaire et le miroir secondaire sont aluminés : cela veut dire qu'une mince pellicule d'aluminium a été déposée sur leur surface afin de leur donner leur pouvoir de réflexion. Cette « aluminure » est protégée par une autre fine couche, cette fois constituée de quartz, afin de leur conférer durabilité et performance dans le temps.

cope de Newton traditionnel, mais son miroir principal, nettement plus concave que celui de ce dernier, permet la convergence des rayons lumineux à une distance beaucoup plus petite, permettant ainsi une diminution de l'encombrement du tube. Une autre de ses particularités est que le support « araignée » du miroir secondaire est remplacé par une lame en verre traité antireflet, dont le rôle est de fermer définitivement le tube. Enfin, un système optique à lentilles, placé avant le porte-oculaire, a pour but de multiplier par deux la puissance initiale de l'instrument, augmentant ainsi la focale résultante du miroir primaire.

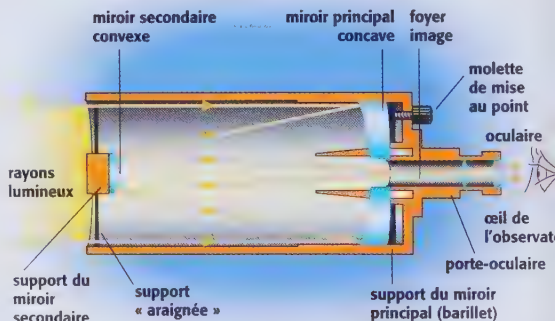
Systèmes optiques des télescopes de Schmidt, de Cassegrain et de Maksutov

Le télescope de Schmidt, instrument à part dans l'astronomie d'amateur, est réservé à des activités spécifiques. Les télescopes de Cassegrain et de Maksutov, en revanche, s'ils sont moins fréquents que le télescope de Newton, restent des incontournables.

Le télescope de Schmidt

Mis au point en 1931 par B. Schmidt, le télescope du même nom est un instrument à part dans le monde de l'astronomie d'amateur, car il n'est utilisé que pour la photographie du ciel (il n'est donc pas possible d'effectuer des observations avec cet instrument). Son système optique est en effet optimisé pour la prise de vue de grands champs stellaires, et caractérisé par la présence, à l'avant du tube, d'une lame en verre chargée de corriger les très fortes aberrations de sphéricité du miroir primaire (les rayons lumineux, sans cette lame, ne convergeraient pas tous au même endroit, dégradant alors l'image finale). C'est au foyer de ce système (accessible par une petite trappe située sur le côté du tube) qu'est placé le film photographique. Le télescope de Schmidt n'est pratiquement plus commercialisé.

Principe optique du télescope de Cassegrain

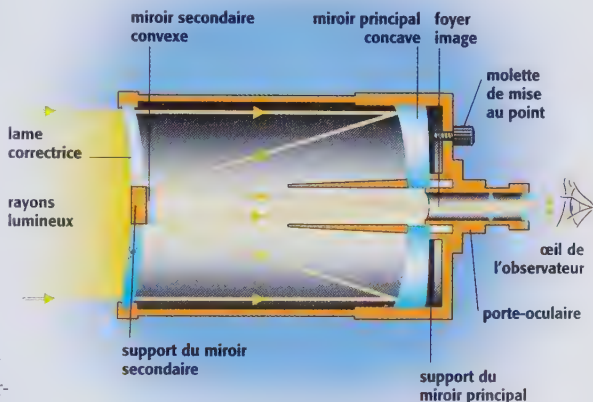


Le télescope de Cassegrain

Ce télescope (imaginé par le Français Nicolas Cassegrain en 1672) est constitué d'un miroir principal placé au fond du tube et percé d'un trou en son centre. Ce premier miroir est chargé de faire converger les rayons lumineux vers un miroir secondaire placé à l'avant du tube ; ce dernier finalise la convergence des rayons en un point foyer image situé au-delà du

miroir principal. C'est à cet endroit qu'est placé l'oculaire. Les miroirs primaire et secondaire sont fixés sur des barillets mécaniques réglables par l'utilisateur. Le support du miroir secondaire est de type « araignée », semblable à celui des formules optiques des télescopes de Newton. L'apparente complexité de ce système a un but essentiel : il s'agit d'obtenir, grâce à cette série d'allers et retours entre les miroirs, une optique compacte, ramassée et performante dans beaucoup de domaines d'observations.

Principe optique du télescope de Maksutov



Le télescope de Maksutov

Le télescope de Maksutov, appelé aussi « Maksutov-Cassegrain », est un système optique de type réfracto-réfecteur (composé à la fois de lentilles et de miroirs). Ainsi, à l'avant du tube, est placé un ménisque à la forme caractéristique, en général épais, dont le but est de corriger les défauts d'un miroir principal percé en son centre. Ce dernier, au fond du tube, réfléchit les rayons lumineux vers le miroir secondaire qui, à son tour, finalise leur convergence sur le point foyer image situé au-delà du miroir principal. À la différence du télescope de Cassegrain, le miroir principal est fixé sur un barillet généralement non réglable par l'utilisateur. De même, le miroir secondaire est

souvent collé sur le ménisque avant de l'instrument, interdisant ainsi toute possibilité d'intervention de l'utilisateur.

Un détail particulier

Si les systèmes optiques des télescopes de Cassegrain et de Maksutov semblent être assez différents sur bien des points, ils ont, en revanche, une caractéristique commune bien spécifique : la mise au point de l'image s'obtient, non pas par déplacement de l'oculaire comme c'est le cas pour d'autres systèmes, mais généralement par le déplacement de leur miroir principal (une molette située à l'arrière de l'instrument permet d'agir sur la netteté de l'image).

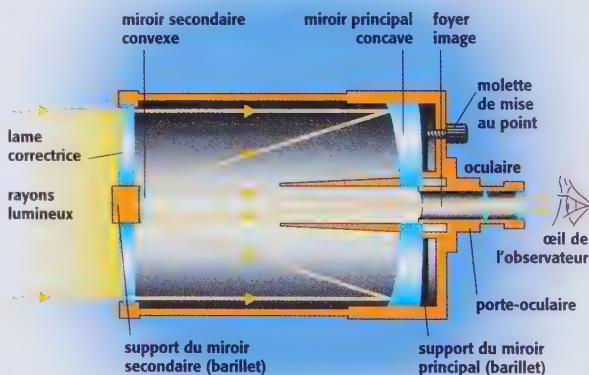
Système optique du télescope de Schmidt-Cassegrain

C'est à l'initiative de l'astronome amateur américain Thomas Johnson que furent inventés, dans les années 1950, les télescopes de type Schmidt-Cassegrain. Cette invention fut d'ailleurs si marquante qu'il fonda la firme Celestron, qui commercialise encore aujourd'hui ces instruments.

Le principe

Comme son nom le laisse deviner, le télescope de type Schmidt-Cassegrain est la combinaison de deux systèmes optiques déjà existants : ceux du télescope de Cassegrain et du télescope de Schmidt. On retrouve donc avec cet instrument un miroir principal, de forme sphérique, placé au fond du tube et percé en son centre. Le miroir secondaire, de forme convexe, est chargé de renvoyer les rayons lumineux derrière le miroir principal afin qu'ils soient exploitables par l'oculaire. Le tube est fermé par une lame spéciale, dite « lame de Schmidt », correctrice, en verre traité, dont la forme très précise est calculée et ajustée de manière à corriger très exacte-

Principe optique du télescope de Schmidt-Cassegrain



ment les défauts optiques du miroir principal. Cette lame sert aussi de support pour le miroir secondaire, lui-même collé dans un barillet réglable par l'utilisateur.

Utilisation

Sur ce type d'instrument, la mise au point s'obtient en tournant une molette située sur le fût du télescope, agissant directement, par translation, sur un miroir principal installé sur barillet mobile non réglable par l'observateur (la collimation est effectuée en usine et ne peut plus être retouchée ultérieurement, sauf à quelques très rares exceptions).

Tout comme les télescopes de types Cassegrain ou Maksutov, cette apparente complexité du cheminement optique permet à l'utilisateur de posséder un instrument puissant, de bon diamètre, tout en conservant des dimensions et un volume global du tube des plus réduits. Ces caractéristiques ont fait de cet instrument l'un des plus plébiscités dans le monde de l'astronomie d'amateur.

Vrais et faux Schmidt-Cassegrain

Ce système optique est, nous l'avons vu, très spécifique du fait de la coexistence d'éléments réfracteurs (la lame de correction à l'avant du tube) et réflecteurs (les miroirs primaire et secondaire).

Beaucoup d'autres instruments se sont inspirés, ou s'inspirent encore, de ce système, avec toutefois une énorme différence : afin de diminuer les difficultés de réalisation du télescope et donc d'abaisser son coût de fabrication, la



Le Celestron Celestar 8 est un des premiers représentants de la famille des Schmidt-Cassegrain de 200 mm. Son système optique lui permet de concilier puissance, qualité optique et encombrement raisonnable.

lame correctrice située à l'entrée du tube est remplacée par une lame plane, totalement neutre. Cette dernière n'engendre donc aucun changement dans la trajectoire des rayons lumineux. Sa vocation est uniquement de servir de support au miroir secondaire, et non d'améliorer les performances du télescope ! L'aspect de ces « faux » Schmidt-Cassegrain est très semblable aux modèles copiés : tube raccourci, lame de fermeture, support du miroir secondaire, molette de mise au point, etc., mais les performances obtenues sont nettement en retrait du fait de l'absence de correction des aberrations du miroir principal.

Caractéristiques optiques des instruments

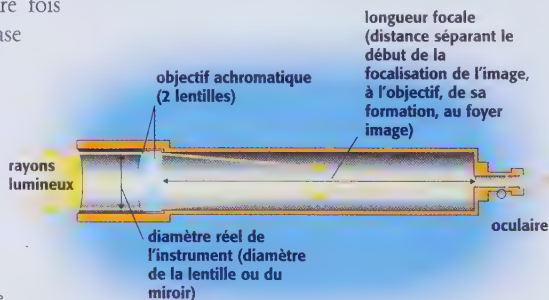
Les jumelles, les lunettes et les télescopes représentent trois grandes catégories de matériels régies par des systèmes optiques différents ; de plus, chaque instrument se différencie d'un autre par ses qualités propres. Ces qualités s'apprécient grâce à un certain nombre de critères communs (tels que le diamètre, l'ouverture ou le champ) que l'acheteur se doit d'avoir en tête et de bien connaître. C'est en effet sur la base de ces caractéristiques qu'il pourra juger des qualités ou des défauts de tel ou tel matériel.

Le diamètre

En doublant le diamètre du miroir d'un télescope, on collecte quatre fois plus de lumière ! Cette phrase expose la logique des grands télescopes. Lorsqu'on utilise un instrument dont le miroir ou l'objectif est de grand diamètre, le but est de pouvoir observer des objets de faible luminosité en collectant beaucoup de lumière. Plus le diamètre de l'optique d'un instrument est important, plus l'observateur amateur pourra distinguer d'objets dans le ciel, de plus ou moins forte luminosité.

Pour les astronomes amateurs, les télescopes « géants » atteignent 1 m de diamètre. Chez le grand public, le diamètre moyen du matériel est d'environ 200 mm pour les télescopes et de 100 mm pour les lunettes. Si une lunette

Notions de diamètre et de focale appliquées à un instrument d'optique



de 100 mm de diamètre permet de faire d'excellentes observations des planètes, cet instrument est en revanche insuffisant pour observer correctement les objets du ciel profond à faible luminosité, qui requièrent de plus grands diamètres d'objectifs et de miroirs. Il est important de noter que le diamètre d'un instrument



Le diamètre de l'instrument est une notion fondamentale à prendre en compte au moment du choix du matériel. Ci-dessus, l'image de gauche représente ce que l'on peut observer dans un petit instrument. L'image de droite, qui représente la même portion de ciel observée dans un instrument de plus gros diamètre (donc plus lumineux), montre beaucoup plus d'objets.

quantifie la lumière qu'il reçoit, mais qu'il n'entre en aucun cas en compte dans les possibilités de grossissement de cet instrument. Il faut également avoir en tête que le plus ou moins grand diamètre d'un instrument agit sur son pouvoir séparateur (voir cette notion ci-après), qui détermine ainsi la possibilité d'observer de faibles détails à la surface d'une planète ou de séparer certaines étoiles doubles.

La focale

La longueur focale – souvent abrégée en « focale » ou « F » – d'un instrument est la distance qui sépare l'objectif, ou le miroir, du point où tous les rayons lumineux (entrés dans le tube de l'instrument par cet objectif) convergent. Plus la focale d'un instrument est importante, moins l'instrument sera lumineux. À l'inverse, les instruments à courte focale, plus ouverts, sont plus lumineux et offrent davantage de possibilités pour l'observation des objets du ciel profond, souvent

de faible luminosité. Le grossissement d'un instrument dépend du rapport de sa longueur focale et de celle de l'oculaire que l'on utilise au cours d'une observation (voir encadré ci-dessous).

Calcul de grossissement

La formule pour calculer le grossissement d'un système est la suivante : $Gr = F/f$ (F étant la focale de l'instrument et f la focale de l'oculaire, toutes deux exprimées en millimètres). Par exemple, en utilisant un oculaire de 20 mm de focale sur un télescope de 900 mm de focale, le grossissement est égal à 45 fois ($900/20 = 45$).

L'ouverture

Lorsque l'on parle d'« ouverture » à propos d'un instrument, cela renseigne l'utilisateur sur la luminosité intrinsèque de son système optique. Ce que l'on nomme le « rapport d'ouverture » (ou rapport F/d)

est de ce point de vue primordial lors de l'achat de tout instrument. Dans les magasins spécialisés, les caractéristiques des instruments proposés comporteront toujours les mentions ou symboles suivants, riches en informations : « Ø », « F » et « F/d ». Le symbole « Ø » et l'abréviation « F » désignant respectivement le diamètre et la focale de l'instrument, la mention « F/d » concerne le rapport d'ouverture, égal à la focale de l'instrument divisée par son diamètre (l'ensemble exprimé en millimètres). En règle générale, un rapport F/d faible signale que l'instrument est adapté à l'observation du ciel profond, car très lumineux ; un rapport F/d important concerne davantage les observations planétaires (voir encadré ci-dessous).

Rapport d'ouverture et observations

Rapport F/d	type d'observations
inférieur à 6	privilégiées
entre 6 et 10	ciel profond ciel profond et observations planétaires
supérieur à 10	observations planétaires

Le pouvoir séparateur

Le pouvoir séparateur (ou résolvant) d'un instrument est sa capacité à pouvoir séparer deux points rapprochés. Le pouvoir séparateur de notre œil est d'environ 1' (soit une longueur de 1 cm à 34 m). Le pouvoir séparateur d'une optique

Pouvoir séparateur et turbulence atmosphérique

Inclure les paramètres de turbulence dans le calcul du pouvoir séparateur s'effectue à l'aide des formules suivantes, PS désignant le pouvoir séparateur, D le diamètre de l'objectif ou du miroir, exprimé en millimètres :

$PS = 12/D$ (lors de bonnes conditions d'observation, sans turbulences) ;

$PS = 30/D$ (lorsque les conditions d'observation sont perturbées par la turbulence atmosphérique).

dépend de son diamètre : plus il est important, plus le premier le sera aussi. Ce principe est vrai avec quelques réserves, car le pouvoir séparateur d'un instrument peut varier au cours d'une séance d'observation, ou d'une séance à une autre. En effet, plus le diamètre d'un instrument est important, plus celui-ci devient sensible à la turbulence atmosphérique. Un miroir de très grand diamètre utilisé lors de fortes turbulences n'aura pas forcément un meilleur pouvoir séparateur que celui d'un petit télescope utilisé avec une atmosphère plus stable. Il faut alors calculer le pouvoir séparateur en y incluant des paramètres de turbulence (voir encadré ci-dessus).

La magnitude

Les anciens observateurs ont réparti les étoiles qu'ils voyaient à l'œil nu en six grandeurs selon leur luminosité. Les étoiles les plus brillantes sont de magni-

Pouvoirs séparateurs comparés depuis l'œil nu jusqu'au télescope de 200 mm de diamètre



œil nu (1')



lunette de 60 mm (2")



télescope de 115 mm (1,1")



télescope de 200 mm (0,6")



tude 1, celles de brillance plus faible de magnitude 2, etc., jusqu'à la magnitude 6 qui correspond à la limite de visibilité à l'œil nu. La notion de magnitude utilisée de nos jours fut introduite par Norman Pogson : entre deux magnitudes, le coefficient est de 2,515 fois. Aidés de capteurs CCD (*Charge Coupled Device*), les télescopes modernes les plus puissants distinguent des astres de magnitude 30 ! Notre

œil n'a pas la même sensibilité aux couleurs que le film d'un appareil photographique. Ainsi, une étoile jaune nous apparaîtra plus brillante à l'œil nu qu'elle ne le sera sur le film photographique ; aussi précisera-t-on, concernant l'observation d'un astre, la magnitude selon l'« outil » utilisé pour l'observation.

Lorsque le capteur est situé à l'arrière de l'oculaire, la magnitude signalée est la *magnitude visuelle* (mv), et si l'on y place un boîtier photographique, on parle alors de *magnitude photographique* (mpg). Il faut enfin signaler que la *magnitude absolue* d'un astre caractérise l'éclat réel de cet astre.

Le grossissement

Le grossissement d'un instrument dépend de l'oculaire que l'on utilise lors d'une séance d'observations. Il se calcule avec la focale de l'instrument divisée par la focale de l'oculaire (toujours gravée sur ce dernier). On comprend alors l'utilité de posséder avec son instrument une gamme d'oculaires de différentes focales, qui permettent d'obtenir des grossissements faibles, moyens et forts.

Les astronomes amateurs doivent se poser quelques questions préalables, utiles avant l'achat et l'utilisation de différents oculaires. Pour savoir quel est l'oculaire à utiliser à telle ou telle étape de la séance d'observations, il faut connaître les principes de performance des instruments liés au grossissement et le type d'observations que l'on souhaite effec-

tuer. Il existe des valeurs de grossissement fixes selon l'instrument en deçà et au-delà desquelles il convient de ne pas utiliser certains oculaires (voir encadré ci-dessous).

Le champ d'observation

La notion de champ d'observation est une notion fondamentale pour l'astronomie pratique, car elle entre en première ligne dans le choix d'un oculaire. Le champ d'observation d'un instrument est inversement proportionnel à son coefficient de grossissement : il est inutile de tenter l'observation de nébuleuses vastes, nécessitant une large ouverture de champ, avec un fort taux de grossissement ayant pour caractéristique de faire perdre en lumière et de réduire le champ d'observation. Cela explique également pourquoi les instruments sont équipés d'un acces-

soire annexe nommé « chercheur » ou « pointeur », qui, placé en parallèle de l'instrument, a un champ très réduit et de faible grossissement, permettant de situer immédiatement une portion de ciel.

Lorsque l'on parle du « champ apparent » d'un oculaire, il s'agit de son champ optique, dû à sa conception et aux impératifs de fabrication (parfois, ces indications y sont gravées, à côté de celles concernant la focale). Lorsque l'on parle du « champ réel » d'un oculaire, on désigne ainsi son champ d'observation ; on le calcule en divisant le champ apparent indiqué, par le grossissement. Par exemple, avec un télescope de 2 000 mm de focale que l'on utilise avec deux oculaires à la focale proche (25 mm et 24,5 mm), donc de même grossissement, mais avec des champs apparents différents (45° et 72°), les résultats sont ce qui suit. Le grossissement, pour le premier oculaire (focale : 25 mm/champ appa-

Calcul des grossissements minimal et maximal d'un instrument

Le grossissement minimal d'un instrument se calcule en divisant le diamètre de l'instrument par le chiffre 7 : en dessous de ce rapport, on ne peut former l'image, et l'œil ne couvre plus le champ d'observation. Le grossissement utile, ou grossissement résolvant, est égal à une fois ou une fois et demie le diamètre de l'instrument (en fonction de la turbulence atmosphérique au moment de l'observation). Le grossissement maximal est égal au diamètre de l'instrument multiplié par 2,5. Au-delà, les images obtenues

sont déformées par la turbulence, peu lumineuses et brouillées. Pour illustrer ce qui précède, voici les calculs pour un télescope de 200 mm de diamètre. Le grossissement minimal pour cet instrument est de 28 fois ($200/7$), son grossissement résolvant de 200 à 300 fois (200×1 et $1,5$) et son grossissement maximal de 500 fois ($200 \times 2,5$). Ces informations, calculées une bonne fois pour toutes, permettent d'en connaître les capacités en termes de grossissement, et l'on choisira en fonction de cela les oculaires les mieux adaptés.



Ci-dessus : deux exemples montrant l'évolution du champ apparent en fonction du grossissement choisi. L'image de gauche grossie 60 fois laisse apparaître la Lune dans sa totalité, tandis que l'image de droite grossie 150 fois ne montre plus que quelques cratères.

rent : 45°), est de 80 fois (2 000/25), donc le champ réel de $0,56^\circ$ ou de $33'$ ($45/80$). Le grossissement, pour le deuxième oculaire (focale : 24,5 mm/champ apparent : 72°), est de 81 fois (2 000/24,5), donc le champ réel de $0,88^\circ$ ou $53'$ ($72/81$). Dans le premier cas, si l'on pointe la pleine Lune (qui représente $0,5^\circ$ ou $30'$), elle remplit entièrement le champ d'observation ; dans le second, le même objet sera perdu dans un champ deux fois et demie supérieur. On peut donc effectuer des observations très différentes avec des oculaires de focale proche, qui permettent des grossissements identiques !

La turbulence atmosphérique

Cette notion, si elle n'est pas propre au matériel, peut interférer de façon significative avec les possibilités réelles de votre

instrument. Certaines nuits sans turbulence atmosphérique, on peut effectuer des observations planétaires avec de très forts grossissements sans que les images soient aucunement dégradées. D'autres soirs en revanche (et cela peut durer toute une nuit d'observations), avec le même instrument mais sous de fortes conditions de turbulence atmosphérique, il n'est pas possible de dépasser ou même d'atteindre le grossissement utile !

Voici donc quelques conseils de « lendemain d'achat »... Il ne faut pas songer à jeter son instrument, ou à le rapporter au magasin, sous prétexte que les images obtenues lors des premières observations sont floues... Il se peut en effet que, sans que l'on sache encore utiliser le matériel, l'enthousiasme aura incité à chercher une galaxie de magnitude 10, ou qu'il y ait tout simplement eu de fortes turbulences... Dans les deux cas, l'instrument n'est pas en cause !

Les principes de montures

Les montures sont des éléments essentiels pour l'utilisation des instruments d'astronomie. Pour bien comprendre les principes qui régissent leur fonctionnement, il est nécessaire de garder en mémoire quelques notions de base de mécanique céleste.

Jour sidéral et mouvement diurne

En les opposant aux autres corps célestes mobiles, tels que le Soleil, la Lune et les planètes du système solaire, les observateurs de l'Antiquité ont disposé les étoiles sur un plan fixe et immobile nommé « la sphère des fixes ». Nous savons aujourd'hui que les étoiles se déplacent elles aussi, et qu'elles sont emportées dans l'espace par leur mouvement propre ; mais elles sont tellement éloignées de nous qu'à quelques exceptions près elles semblent immuables et immobiles depuis plusieurs siècles. Cependant, lorsque nous regardons la sphère céleste par une belle nuit d'été, nous constatons

au bout de quelques heures que les constellations sont entraînées d'est en ouest, en un lent mouvement général. Cette observation nous fait percevoir en fait la rotation de notre propre planète sur elle-même. On appelle ce mouvement général de la sphère céleste « le mouvement diurne ». Un tour complet est bouclé en 24 heures, des heures dites « sidérales », approximativement (voir encadré ci-contre).

Coordonnées géographiques locales

En Europe, notre regard tourné en direction du nord, nous regardons les étoiles. Que se passe-t-il ? Dans cette région du ciel, certaines étoiles ne se lèvent pas et ne se couchent pas, et elles semblent graviter autour d'un axe invisible. C'est l'axe de rotation terrestre et son extrémité au nord est marquée par une étoile connue : l'étoile Polaire. Ces étoiles qui ne disparaissent jamais au-dessous de l'horizon sont dites « circumpolaires » et appartiennent aux constellations circumpolaires.

Lorsque nous nous tournons en direction du sud, nous constatons tout d'abord que les étoiles se lèvent à l'est et

Pas tout à fait 24 heures !

Il faut retenir que notre planète ne boucle pas sa rotation en 24 heures précises, mais en 23 heures et 56 minutes. Cela explique qu'une étoile, qui se lèvera un jour à 21 heures, se lèvera le lendemain 4 minutes plus tôt, comme toutes les étoiles, qui se lèvent ou se couchent avec une avance d'environ 4 minutes chaque jour.



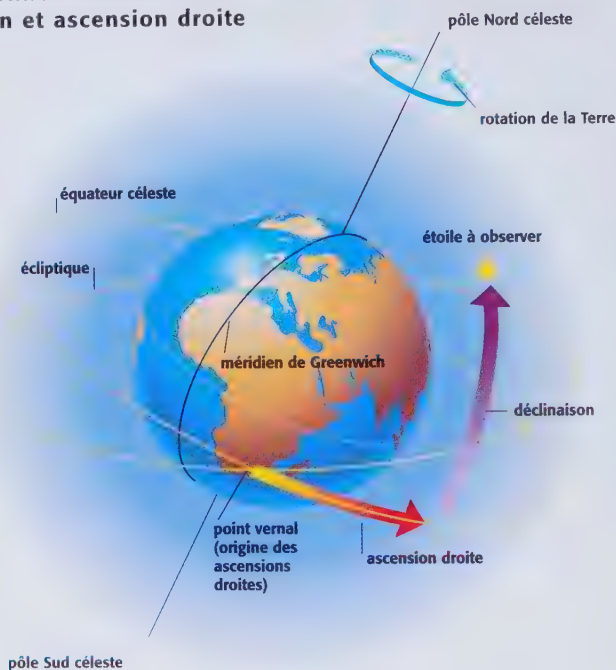
Le mouvement apparent de la voûte céleste impose à l'observateur de posséder un instrument équipé d'une monture adaptée au suivi des objets visés.

grimpent en direction du zénith (le point à la verticale au-dessus de nous), en s'en rapprochant plus ou moins, avant d'entamer leur course descendante, en direction de l'ouest, où elles basculent sous l'horizon pour se coucher. Lorsqu'une étoile est arrivée à son plus haut point au-dessus de l'horizon, on dit qu'elle se situe au « méridien du lieu d'observation ». Elle est située exactement sur la ligne nord-sud du lieu où se trouve l'observateur. Cette ligne imaginaire est tout simplement le « méridien local » du lieu où se trouve l'observateur, sa longitude géographique.

En contemplant de nouveau en direction du nord, on peut constater que certaines étoiles circumpolaires, qui ne se lèvent pas et ne se couchent pas, passent donc deux fois au méridien : on parle

alors de « méridien supérieur », lorsque l'étoile est au-dessus de l'étoile Polaire et de « méridien inférieur », lorsque l'étoile est au-dessous de l'étoile Polaire. Si l'on mesure à l'aide d'un théodolite la hauteur angulaire d'une étoile voisine du pôle Nord céleste lors de son passage au méridien supérieur, puis lors de son passage au méridien inférieur, la moyenne des deux mesures indique la hauteur au-dessus de l'horizon local du pôle Nord céleste et, de surcroît, la latitude géographique du lieu d'observation. La hauteur du pôle céleste au-dessus de l'horizon d'un lieu est égale à la latitude de ce lieu. Il s'agit là de notions qu'il est utile de connaître, car on les met en pratique lors de l'utilisation d'une monture azimutale ou lors de la mise en station d'une monture équatoriale : en effet, lorsqu'on

Les coordonnées d'une étoile : déclinaison et ascension droite



effectue une observation à l'aide de matériel astronomique, il faut tenir compte de ces principes de mécanique céleste qui font que la voûte céleste évolue à mesure que les heures passent.

Coordonnées horizontales et monture azimutale

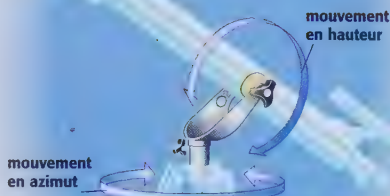
Le matériel simple est souvent équipé d'un système azimutal : une monture portant le tube de l'instrument et se déplaçant de façon rectiligne en hauteur, et de gauche à droite (en « azimut »).

Avec un tel système, les coordonnées de référence (le plan fondamental que l'observateur va utiliser) sont les suivantes : un axe horizontal, l'horizon « H » de l'observateur et un axe vertical ascendant qui part de cette ligne d'horizon (0°) pour aboutir au zénith « Z » (90°).

L'observateur qui utilise un instrument avec monture azimutale repère l'astre à observer sur la voûte céleste grâce à son « azimut » et sa hauteur, données fixes qu'il a obtenues grâce à des éphémérides, des calendriers de revues spécialisées, etc. Il règle donc d'abord sa

Avantages et inconvénients de la monture azimutale

Tous les objets célestes décrivent des arcs de cercle dans le ciel. Pour les suivre dans leur course avec une monture azimutale qui n'effectue que des mouvements rectilignes, il est nécessaire d'effectuer des mouvements en escalier, en tournant les deux manettes de la monture de l'instrument simultanément. Ce procédé mécanique est simple à utiliser, puisqu'il ne nécessite aucun réglage. En revanche, très vite, il devient insuffisant pour des travaux précis, pour la commodité et le confort d'observation et surtout pour les possibilités d'évolution de l'instrument.



monture sur la hauteur de l'objet par rapport à l'horizon : on lui a indiqué, par exemple, pour un endroit donné et pour une heure donnée, une hauteur de 30° au-dessus de l'horizon. Puis, l'utilisateur détermine la seconde position de l'astre qu'il recherche : son azimut. L'azimut d'une étoile est la valeur de l'angle « HOE » que cette étoile « E » forme avec le point « H », point d'origine sud des azimuts, et avec « O », l'observateur. Cette coordonnée s'exprime de 0° à 360° en partant du sud, dans un sens d'est en ouest. En pratique, les réglages de repérage se font approximativement par rap-

port aux angles indiqués (les montures azimutales des petits instruments n'étant pas graduées).

Coordonnées équatoriales et monture équatoriale

Avec une monture équatoriale, on contourne le problème posé par le suivi d'un astre avec une monture azimutale, car la monture de l'instrument décrit elle aussi un arc de cercle, comme l'astre sur la sphère céleste. Il faut d'abord changer de système de coordonnées et de plan.

La Terre tourne sur elle-même sur un axe imaginaire qui passe en son centre et rejoint les pôles. On appelle cet axe « l'axe du monde », autour duquel s'effectue le mouvement diurne. Il perce la sphère céleste en deux points : le pôle céleste Nord et le pôle céleste Sud.

On appelle « équateur céleste » le grand cercle perpendiculaire à l'axe du monde, le prolongement dans l'espace de l'équateur terrestre. L'équateur céleste partage la sphère céleste en deux hémisphères : l'hémisphère boréal et l'hémisphère austral.

On appelle « déclinaisons » les parallèles célestes et « ascensions droites » les méridiens célestes. Pour situer un astre sur la sphère céleste, on le situe en donnant ses deux coordonnées : sa déclinaison, c'est-à-dire sa distance angulaire à partir de l'équateur céleste, exprimée en degrés (°), minutes (') et secondes (") d'arc ; et son ascension droite, coordonnée située sur le cercle horaire, exprimée en heures (h), minutes (min) et secondes (s). Sur Terre, l'origine des méridiens est le méridien de Greenwich (méridien 0).

Dans l'espace, les choses se compliquent un peu par rapport à ce que l'on peut concevoir sur Terre. Où placer le méridien d'origine, puisque le ciel est emporté dans son mouvement diurne, et que chaque jour son avance croît de plus de 3 minutes ? Le cercle horaire d'origine, que les astronomes ont situé à l'intersection du plan de l'écliptique et de l'équateur céleste, passe par ce que l'on appelle le « point vernal », dit aussi « point gamma ». C'est également la position du Soleil le premier jour du printemps (l'équinoxe de printemps).

Mérites comparés des deux types de montures

Un des paradoxes qui peut frapper l'astronome amateur qui débute en pratique instrumentale est qu'une monture azimutale, plus simple à utiliser qu'une monture équatoriale, est en fait peu pratique et limite les possibilités d'évolution de son instrument. Il faut néanmoins être attentif au fait que ce raisonnement n'est valable qu'en ce qui concerne les petits instruments d'initiation et qu'il ne convient pas pour les grands télescopes altazimutaux. À l'inverse, la monture équatoriale, qui crée de nombreuses difficultés pour le débutant, se révèle extrêmement pratique lorsque celui-ci en a assimilé le principe de fonctionnement.

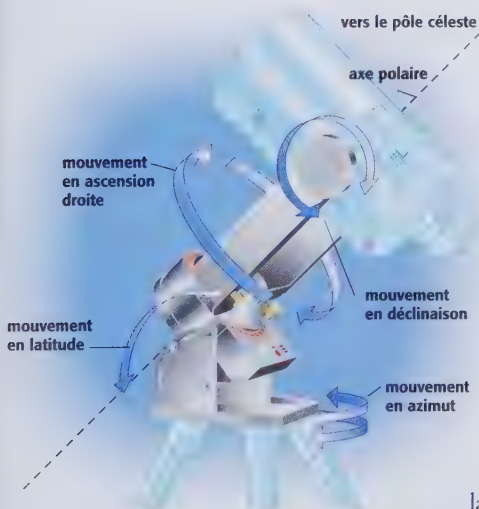
L'idéal pour l'astronome amateur est donc de posséder un instrument fixé sur une monture que l'on peut caler sur l'axe de rotation de la Terre et qui suit en un seul mouvement le déplacement des astres dans leur course. En somme, un procédé mécanique qui compenserait la rotation de la Terre.

Ce type de monture existe, c'est la monture équatoriale. Le principe est simple : l'un des axes (celui de l'ascension droite) est incliné d'un angle égal à la latitude du lieu d'observation, et se retrouve ainsi parallèle à l'axe de rotation de la Terre. Le deuxième axe (celui de la déclinaison) sert seulement à pointer l'astre observé. Le suivi de l'astre observé se fait simplement en compensant la rotation de la Terre sur l'axe d'ascension

La monture équatoriale allemande



La monture équatoriale à fourche



droite, soit manuellement, soit grâce à un petit moteur qui déplace le tube du télescope au rythme de la rotation terrestre.

Les différentes montures équatoriales

Il existe plusieurs conceptions de montures équatoriales : monture allemande, monture à fourche, monture anglaise, en fer à cheval, à berceau. Les astronomes amateurs utilisent en majorité la monture allemande, car, la plupart du temps, elle équipe les petits télescopes d'initiation, de 115 à 150 mm de diamètre. Pour les télescopes de plus grands diamètres et de longueurs focales plus importantes, la monture allemande présente de nombreux problèmes d'équilibrage, de stabilité et de flexion dans les axes. On utilise donc pour ce dernier type d'instruments (par exemple, les télescopes de Schmidt-Cassegrain) la monture à fourche, plus pratique et plus facile à manipuler que la monture allemande, et qui présente moins de problèmes d'équilibrage. Enfin, il est utile de remarquer que la monture équatoriale, pour être fonctionnelle et précise dans son mouvement, doit être parfaitement initialisée : c'est une phase de réglage que l'on appelle la « mise en station ».





LES INSTRUMENTS

Dans un marché en pleine expansion, les divers catalogues des fabricants, des importateurs et des revendeurs recèlent des dizaines de modèles d'instruments, jumelles, lunettes ou télescopes, aux caractéristiques très différentes. Cette offre impressionnante peut perturber l'amateur, néophyte ou expérimenté, dans le choix de l'instrument dont il a besoin. Jumelles, petite lunette azimutale ou télescope équatorial ? Instrument transportable ou non ? Pour observer quels types d'objets célestes ? Et, enfin, pour quel budget ? Les pages qui suivent tentent de répondre au mieux à ces questions, en décrivant les principaux types d'instruments disponibles, en précisant leurs caractéristiques et leurs possibilités d'évolution.

Les jumelles

Lorsqu'elles sont bien choisies, les jumelles s'avèrent être de parfaits instruments pour la reconnaissance du ciel et pour l'observation de nombreux objets du ciel profond. Elles doivent cette place importante à leur extrême luminosité et à leur champ résultant très élevé.

Que peut-on observer ?

Tous les objets étendus (qui occupent plusieurs degrés sur la sphère céleste) et diffus sont les cibles privilégiées des jumelles : Voie lactée, nébuleuses diffuses, galaxies étendues et comètes. Combien d'amateurs ont été extrêmement étonnés de l'image qu'ils obtenaient de la grande galaxie d'Andromède avec de simples jumelles 7×50, alors que tel « gros » télescope ne leur en donnait qu'une image très peu attrayante...

Orientations de base

La « pupille de sortie » est un élément fondamental dans le choix de votre paire de jumelles, car c'est elle qui caractérise sa luminosité, et donc ses performances en observation nocturne. Elle s'obtient, rappelons-le, en divisant le diamètre de l'objectif exprimé en millimètres par le grossissement. Ainsi, une jumelle 7×50 (grossissement : 7 fois ; diamètre de l'objectif : 50 mm) possède une pupille de sortie de 7,1 mm (50/7). Plus cette pupille est proche de 7 mm et plus la jumelle est lumineuse.

Parmi les premiers éléments à vérifier lors de l'acquisition d'une paire de jumelles, il faut prendre en compte la possibilité de l'adapter sur un trépied photographique : moyennant l'achat d'une pièce adéquate (adaptateur d'un coût proche de 200 francs), vous pour-



L'observation d'objets célestes avec une paire de jumelles entraîne bien souvent une fatigue physique compréhensible. L'adaptateur sur trépied photographique résout ce problème et permet à l'amateur de se concentrer sur l'image.

rez observer aussi longtemps que vous le désirez sans fatigue. Enfin, n'hésitez pas à essayer le modèle qui semble vous convenir afin que vous soyez sûr de son confort visuel.

Les jumelles 7×50 et 10×50

Ces deux catégories de jumelles représentent 80 pour cent des choix des astronomes amateurs, car elles sont très lumineuses, assez légères, peu encombrantes, et économiques en premiers prix.

La qualité optique nécessaire à une observation astronomique étant moins prépondérante qu'en observation diurne, les premiers modèles de jumelles 7×50 et 10×50 peuvent être suffisants. Le choix de l'utilisateur se portera alors sur les modèles Ganymède Eagle et Paralux, dont les prix avoisinent les 500 francs. La finition mécanique et l'agrément d'utilisation seront alors suffisamment corrects. Pour accéder à des performances optiques supérieures garantissant une plus grande polyvalence (observations de jour notamment), il faut opter pour des jumelles Nikon Action 10×50 CF, Olympus 7×50 EXPS, Pentax 7×50 et 10×50 PCF 3, ou Perl Vixen Ascot 7×50 et 10×50. Pour des budgets proches de 1 400 francs, on peut disposer ainsi de jumelles confortables, très bien finies et avec une qualité optique de bon niveau



Les jumelles 7×50 et 10×50 sont adaptées à la fois à l'observation terrestre et à l'observation astronomique.

(l'image obtenue est contrastée, bien définie et bien corrigée sur les bords du champ visuel).

Les amoureux de très belles optiques, enfin, n'ont que l'embarras du choix devant les meilleures réalisations européennes : Leica Trinovid 8×50 BA et 10×50 BA, Zeiss 8×56 BGAT Dialyt, et Swarovski 7×50 B et 8×50 B. Toutes ces jumelles cumulent les performances : optique de très haut niveau, luminosité extrême, confort d'observation sans égal, résistance élevée aux chocs, durabilité. Cependant, il faut savoir que le budget nécessaire à une telle acquisition avoisine les 10 000 francs !

Les grands diamètres

Avec les modèles de jumelles de grand diamètre, l'amateur recherche non seulement une qualité supérieure en termes de luminosité, mais aussi un pouvoir sépa-

rateur accru : il aura, en plus des objets diffus, la possibilité d'étudier des amas d'étoiles ouverts et des amas d'étoiles globulaires, peu visibles avec des jumelles d'un diamètre inférieur. La condition impérative reste toutefois de fixer l'instrument sur un bon trépied photographique de façon à conserver un maximum de stabilité.

La marque Paralux propose un tout premier modèle de jumelles de grand diamètre, nommé Jumbo 11×70, accessible et d'une bonne qualité. À environ 2 300 francs, elles peuvent être un choix judicieux pour l'amateur peu enclin à investir une somme importante, mais néanmoins décidé à observer des objets « difficiles ».

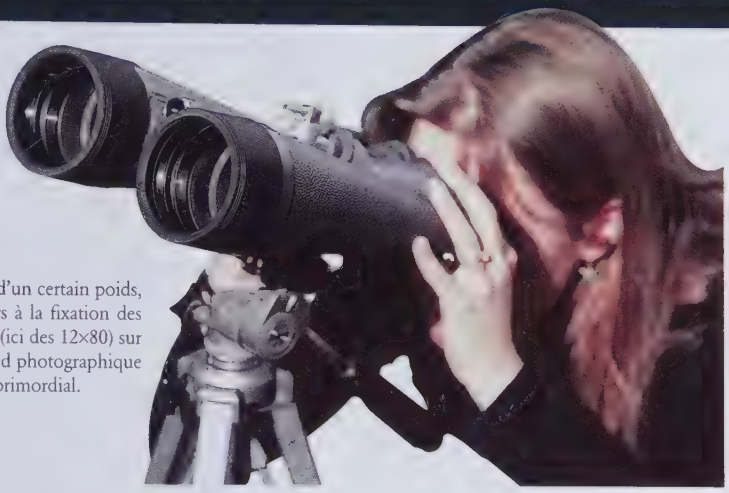
Si l'on souhaite plutôt privilégier la qualité optique, les modèles de référence restent toujours les Perl de nuit 12×80 et Perl Vixen Astro 12×80. Avec de telles jumelles, et pour un budget situé entre 3 500 et 5 500 francs, l'amateur se réglera durant les longues séances qu'il effectuera en observations ou en repérages.

Même arrivé à ce niveau de qualité d'instrument, augmenter le diamètre et les performances est encore possible. Le



La paire de jumelles est l'instrument de prédilection pour l'observation des objets astronomiques très étendus : amas d'étoiles, nébuleuses, galaxies ou comètes (Hale-Bopp reproduite ci-dessus).

plus bel objet pour observer le ciel profond est à ce jour les jumelles Miyauchi 20×100. En effet, avec ses deux objectifs de 100 mm de diamètre chacun, de très haut niveau et avec une pupille de sortie de 5 mm, elle donne une vision du ciel absolument fascinante. Étant donné son poids assez important, elle est placée sur une colonne métallique (cet élément

A woman with long dark hair is looking through a large, black telescope mounted on a tripod. The telescope has two large objective lenses at the front. The background is a dark, starry sky with some clouds.

Au-delà d'un certain poids, le recours à la fixation des jumelles (ici des 12×80) sur un trépied photographique devient primordial.

accentue encore un peu plus son aspect raffiné). Le budget à prévoir alors s'établit à environ 30 000 francs. Enfin, pour les très grands amateurs de recherches et de

découvertes de nouvelles comètes, les Fujinon 25×150 existent, présentées aussi sur socle et pied métalliques, avec un prix à la mesure de leurs performances...

Des jumelles révolutionnaires !

Les jumelles dites « à stabilisation » viennent en droite ligne des technologies utilisées pour les Caméscopes familiaux et pour les téléobjectifs photographiques. Seule la société Canon a su maîtriser cette nouvelle technologie pour l'adapter à des produits de grande consommation. Le principe de cette technique révolutionnaire consiste à placer sur le chemin des rayons lumineux un bloc optique mobile piloté par des micromoteurs. Un système très perfectionné de gyroscopes détecte les moindres vibrations et corrige le déplacement de ce groupe optique afin de compenser vos tremblements. Le résultat est spectaculaire : lorsque

l'on réalise la mise au point comme sur des jumelles traditionnelles, au bout de quelques instants, l'image se met à trembloter logiquement du fait de la fatigue musculaire ; en appuyant sur un bouton situé sur le dessus des jumelles, l'image se stabilise soudain et ne dérive que très lentement selon vos agitations. Votre regard peut alors se concentrer et voir des détails insoupçonnés. Ces jumelles remarquables existent en 10×30, 12×36 et 15×45 (leur prix est compris entre 4 000 et 9 000 francs), et sont un véritable enchantement pour l'observation du ciel profond, de la Lune et des satellites de Jupiter.

Les premières lunettes

Instruments du débutant par excellence, les lunettes de 50 ou de 60 mm de diamètre représentent le choix de bon nombre de personnes désireuses de commencer l'observation astronomique. Elles tiennent cette place importante dans l'astronomie d'amateur du fait de leurs performances optiques très honorables, de leur très grande simplicité d'utilisation et de leur coût peu élevé.

L'observation du système solaire

La Lune (voir encadré page 43), mais aussi nombre d'autres objets du système solaire seront les cibles privilégiées des lunettes de 50 ou de 60 mm. Quelques planètes se révèlent également sous un aspect tout à fait flatteur. Ce sera donc l'occasion pour le débutant d'observer à loisir les anneaux de Saturne, les satellites de Jupiter, les phases de Vénus, etc.

Même si peu de détails sont visibles sur ces surfaces planétaires, les images seront suffisamment impressionnantes pour passionner aussi bien les enfants que les adultes. Toutefois, le diamètre, paramètre primordial s'il en est, doit être suffisant pour permettre de renouveler constamment l'observation et de rendre le matériel évolutif. Ainsi, si un diamètre de 50 mm a de quoi satisfaire un jeune enfant, ce sera différent pour un adulte qui, développant à son propre rythme sa nouvelle passion, fera très rapidement le tour des capacités de l'instrument.

Le passage à une lunette de diamètre supérieur (60 mm) représente en cela un bond qualitatif notable : il devient alors



Les premières lunettes sont très appréciées des astronomes débutants du fait de leur grande simplicité d'utilisation et de leur faible encombrement. Les marques Meade (ci-dessus), Ganimède (voir p. 17) et Paralux en sont les représentantes.

possible d'observer plus de détails sur les surfaces planétaires ou, tout simplement, d'accéder à la découverte des objets du ciel profond les plus aisément identifiables (principales nébuleuses et amas d'étoiles remarquables). Ce sont là autant de paramètres importants à prendre aussi en considération.

Une grande simplicité d'utilisation

Les lunettes de 50 ou de 60 mm de diamètre sont d'une utilisation très aisée. En effet, peu de réglages problématiques viennent troubler l'amateur débutant qui y a recours : la plupart d'entre elles sont sur monture de type azimutal (monture possédant, rappelons-le, deux mouvements simples, un horizontal et un vertical). Dans de telles conditions, un jeune enfant (à partir de 6 ans), est capable de les manipuler seul.

En revanche, les modèles plus évolués, proposés sur monture équatoriale, obligent à réaliser un préréglage moins évident, la fameuse mise en station sur le pôle céleste. Afin de garantir une simplicité maximale lors de leur utilisation, ces lunettes sont toujours livrées complètes, prêtes à l'emploi, avec bon nombre d'accessoires qui facilitent les toutes premières observations.

Une cible de choix

Lorsque le débutant va pointer la Lune avec une lunette astronomique de 50 ou de 60 mm de diamètre, il sera surpris du nombre extraordinaire de cratères qu'il verra en portant l'œil à l'oculaire. Avec ces premiers diamètres, il est déjà possible de contempler toutes les richesses que recèle le satellite naturel de la Terre : cratères, pics, montagnes, mers, failles, etc. Au total, des milliers de phénomènes géologiques à observer, à étudier et à reconnaître...



La Lune est le premier objet pointé par le débutant. De nombreux détails y sont aisément identifiables dans une lunette de 50 mm ou de 60 mm de diamètre, sans devoir pour autant recourir à un gros télescope.

Quel matériel ?

De nombreuses marques sont présentes dans cette catégorie de matériel, proposant toutes des lunettes aux caractéristiques proches, avec des diamètres de 50 mm pour 600 mm de longueur focale,

ou bien 60 mm de diamètre pour 700 ou 800 mm de focale. Toutes ces lunettes sont fabriquées dans les mêmes usines d'Extrême-Orient. Le choix se fera donc, essentiellement, sur les qualités de finition de l'instrument, sur la qualité des contrôles effectués par le vendeur, ainsi que sur les garanties qui sont offertes sur le matériel.

Dans les tout premiers diamètres, deux marques se détachent principalement : SBS et Paralux. Toutes deux proposent des modèles de 50 mm sur monture azimutale, mais suffisamment stables et aux performances optiques aptes à satisfaire un jeune débutant. En 60 mm de diamètre, le choix est tout simplement impressionnant. Paralux, SBS, Meade, Tasco et bien d'autres marques encore proposent de très nombreux modèles complets, de fabrications chinoise ou taïwanaise. Ceux-ci font

d'ailleurs grande place aux matériaux plastiques et ont une finition mécanique et optique un peu limitée. Les garanties de longue durée sont donc à privilégier (deux années pour Paralux et Meade).

Celestron propose aussi une gamme de lunettes de fabrication chinoise, mais avec des contrôles plus sévères qui garantissent un bon niveau, tant optique que mécanique, lors de l'utilisation de l'instrument. Ganymède est actuellement la seule marque à proposer des lunettes de 60 mm de diamètre de fabrication japonaise. Les objectifs achromatiques sont de très bonne qualité avec un centrage précis des lentilles qui les composent, les matériaux utilisés sont parfaitement finis et assemblés, et les trépieds sont en métal assez stable. La garantie est de cinq ans, et les contrôles effectués pour chaque instrument sont des gages d'absence de problèmes ultérieurs.



La plus belle planète du système solaire que l'on puisse observer est sans aucun doute Saturne. Toujours accompagnée de son satellite principal, Titan, elle laisse apparaître, dès les plus faibles grossissements, un magnifique système d'anneaux parfaitement reconnaissables.



La monture équatoriale peut se révéler être, même sur une première lunette, un atout supplémentaire pour découvrir le ciel. Pouvoir suivre facilement un objet dans sa course apparente dans le ciel ou, par la suite, pouvoir débiter en astrophotographie par l'adjonction d'un moteur chargé de compenser automatiquement la rotation de la Terre, peuvent être des éléments déterminants dans le choix fait par l'amateur. Ci-dessus, la lunette 60/900 Parallax (ici équipée de son écran de projection solaire) permet ce type d'évolutions.

Quel budget ?

Le budget entrant également en ligne de compte pour le choix de ce type d'instruments, il faut savoir que les lunettes de 50 mm sont maintenant proposées à des prix très attractifs : les premiers prix se situant en effet à partir de 600 francs environ. Les lunettes de 60 mm, quant à elles, voient leurs tarifs commencer aux environs de 800 francs pour arriver jusqu'à 2 200 francs. Dans cette tranche de prix, il faut noter que l'on bénéficie d'une lunette équipée d'un vrai objectif achromatique, et composé de lentilles en verre traité antireflet.

S'il est important d'insister sur ce fait, c'est que de nombreux jouets peuvent, pour des prix voisins, donner l'impression de la même qualité de fabrication : ils en sont en réalité très éloignés, et ces produits, dont les prix de vente commencent à environ 400 francs, sont souvent réalisés entièrement en plastique, y compris pour les lentilles composant l'objectif ! Avec ces « fausses » lunettes, c'est la garantie d'obtenir des images extrêmement mauvaises et indignes d'un instrument d'optique ! Il convient donc, pour éviter une pareille mésaventure, d'acheter impérativement ce matériel astronomique chez un spécialiste.

Les premiers télescopes

Le choix d'un télescope de Newton de diamètre de 75, de 90 ou de 115 mm va se révéler des plus importants, car l'on accède, avec cette catégorie d'instruments, à des performances supérieures aux premières lunettes, tout en restant dans des budgets relativement modestes (moins de 2 000 francs pour les 75 et les 90 mm, et moins de 3 000 francs pour les 115 mm).

Le télescope de Newton de 75 mm de diamètre

L'amélioration de la qualité de vision des objets célestes par rapport aux premières lunettes est peu sensible avec les télescopes de Newton de 75 mm de diamètre. L'explication de ce phénomène est simple : en effet, avec un tel type de télescope, le diamètre de 75 mm du miroir principal ne doit pas masquer le fait que celui-ci est amputé d'une partie de ses capacités par la présence du miroir secondaire qui « cache » la lumière en provenance de l'astre observé. C'est le principe même du Newton qui génère cette « obstruction » centrale. Ainsi le miroir secondaire et son support représentent-ils tout de même un obstacle à la lumière



Premier représentant de la famille des télescopes de 75 mm de diamètre, le Paralux 5110 est un bon choix pour le débutant.

de près de 18 mm : donc, l'observateur se retrouve, avec ce type d'instrument, pratiquement dans la configuration d'une lunette de 60 mm sans obstruction centrale.

Le gain est surtout réalisé au niveau du pouvoir séparateur, c'est-à-dire de la capacité du miroir à vous montrer des détails fins. Mais là encore, le 75 mm a le plus grand mal à se démarquer d'une simple lunette de 60 mm de diamètre de même focale (700 à 900 mm) : une vision un peu meilleure des bandes nuageuses sur le disque de Jupiter, la reconnaissance, difficile, de la calotte polaire martienne, l'observation de cratères lunaires de quelques kilomètres de diamètre, ou encore le bon détachement des anneaux de Saturne par rapport au globe lui-même. En ciel profond, l'observateur n'a d'autre choix que de compenser le manque de diamètre par le site : loin des lumières des villes et de leurs éclairages domestiques ou industriels. Si tel est le

cas, beaucoup d'amas d'étoiles sont identifiables, ainsi que les nébuleuses les plus classiques (la nébuleuse M 42 dans la constellation d'Orion par exemple).

Le télescope de Newton de 90 mm de diamètre

Les télescopes de 90 mm de diamètre sont, en revanche, nettement plus performants, car, en astronomie, 15 petits millimètres représentent à ce stade un gain de 40 % de lumière ! Le pouvoir séparateur n'étant pas, pour sa part, lui non plus en reste, l'observation planétaire s'avère soudainement beaucoup plus attrayante : les meilleurs astronomes amateurs verront jusqu'à trois bandes et

L'amas de la Crèche dans la constellation du Cancer (Messier 44) est suffisamment lumineux pour représenter l'objet idéal pour s'initier à l'observation du ciel profond avec un premier télescope.



demie sur Jupiter et il devient alors possible d'observer les passages des ombres des principaux satellites devant le disque jovien. En ciel profond, les principales nébuleuses et galaxies sont reconnaissables, mais il faut toujours pour cela bénéficier d'un très bon site.

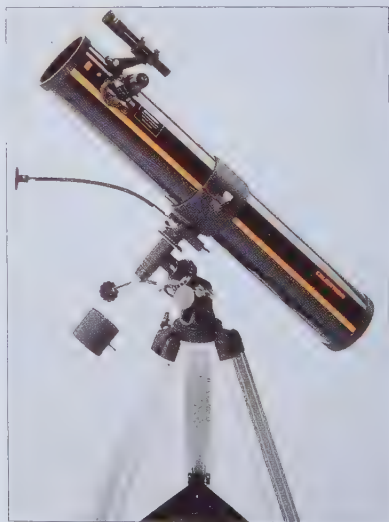
Les montures des 75 et des 90 mm

Les montures de ces instruments sont généralement de type azimutal avec mouvements fins micrométriques sur les deux axes (en azimut et en hauteur). Ces mouvements peuvent être commandés soit par un flexible de contrôle, soit par une tige métallique courant le long du tube. La stabilité d'ensemble est en général correcte, sans plus. Malheureusement, le choix n'est pas suffisamment vaste pour pouvoir trouver un matériel se détachant nettement, par rapport à un autre, du point de vue de la qualité.

Les montures équatoriales sont, heureusement, plus courantes dans cette catégorie d'instruments. La plupart sont assez stables, mais certains modèles de 75 mm sont montés sur un ensemble peu efficace et non motorisable, interdisant ainsi toute possibilité d'évolution importante. C'est le cas du Celestron TC 76, ainsi que de tous les télescopes de même type issus de la même chaîne de fabrication asiatique. D'autres, en revanche, sont un peu plus évolutifs : c'est le cas notamment des Newton identiques au Parallax 75/700, dont la monture équatoriale, au standard japonais, est la même que celle des télescopes de 115 mm.

Les télescopes Newton 114/900 et 115/900

Il s'agit là de la catégorie reine des instruments d'initiation ! Leur excellent rapport qualité/prix/diamètre/possibilités en fait un choix judicieux pour le débutant désirant posséder un matériel efficace, évolutif et peu onéreux. Avec des instruments de cette catégorie, le gain de lumière est de 60 % par rapport à un télescope de 90 mm de diamètre. De plus, la découverte des objets du ciel profond se révèle être beaucoup plus enrichissante ; nébuleuses, galaxies et amas d'étoiles deviennent aisément reconnaissables par l'utilisateur. L'observation des



C'est dans la catégorie des télescopes de 115 mm de diamètre que se situe le plus grand choix de matériels. Toutes les marques en proposent un ou plusieurs dans leur catalogue. Ci-dessus, le Celestron 114/900, équipé de sa monture équatoriale, est l'un des plus représentatifs.



Le télescope de 115 mm permet de détailler très efficacement les paysages lunaires.

planètes laisse découvrir de beaux détails invisibles avec des diamètres plus petits : tache rouge de Jupiter, formations géologiques martiennes, détails des failles lunaires. Bref, ces télescopes donnent des possibilités d'émerveillement immenses.

Un choix apparemment considérable

Ces modèles d'instruments sont tellement répandus qu'il est bien difficile d'établir une liste exhaustive des marques les proposant : on peut néanmoins citer Perl, Celestron, SBS, Paralux, Ganymède, Meade, Astrovision, Tasco, Atlas, etc. Toutes ces marques ont dans leur gamme un ou plusieurs télescopes de 115 mm de diamètre !

Ce choix à première vue considérable cache en fait une réalité qui s'avère tout autre : tous ces matériels sont fabriqués en Asie par une poignée de sociétés japonaises, taïwanaises et chinoises. Les marques précitées ne sont en fait que des diffuseurs et importateurs qui apposent leur nom et personnalisent leurs produits par des services ou des contrôles de qualité très variables !

De plus, la part de plus en plus prépondérante des fabricants chinois dans cette industrie porteuse a tendance à tirer vers le bas la qualité des produits fabriqués : si les prix de vente baissent en conséquence, on trouve aussi malheureusement de plus en plus de télescopes de 115 mm à la finition quelconque (omniprésence du plastique, manque de rigi-

Ci-contre : le télescope Ganymède 502 est de fabrication japonaise.



dité de la monture et du trépied, filetages et pièces détachées pas tout à fait au standard, peintures de mauvaise qualité, etc.). Il faut donc choisir son instrument aussi en fonction de sa qualité de fabrication, et donc ne pas hésiter à opter pour une fabrication japonaise. S'il est difficile de trouver ce genre de produits, certaines marques comme Ganymède continuent de les diffuser (la série « 502 » restant une valeur sûre) : pied en métal, monture stable et au standard japonais, facilité et stabilité des réglages de la collimation des miroirs, qualité de finition sont autant d'avantages à ne pas négliger.

Les fabrications taïwanaises, bien que se situant un « cran » en dessous des fabrications japonaises, offrent un choix de plus en plus étendu. Les télescopes



La planète Jupiter est un sujet impressionnant à observer, en partie du fait des nombreux détails qui sont visibles à sa surface, mais aussi en raison de la ronde incessante de ses satellites principaux. Il est ainsi possible d'étudier, avec un 115 mm leurs passages devant ou derrière le disque de la planète.

des marques Meade (modèle 4 500), Atlas (115/910), Ganymède (Polarplus) sont stables grâce à leur monture renforcée et à leur trépied métallique chargé de la supporter. Certains modèles sont même équipés d'origine d'un viseur polaire (petite lunette placée au travers de l'axe polaire de la monture et dont le rôle est de faciliter la mise en station de l'instrument). Ces télescopes sont motorisables et permettent de commencer sérieusement la photographie astronomique.

Les fabrications chinoises sont devenues, aujourd'hui, les plus nombreuses : pratiquement toutes les marques sont maintenant obligées de se fournir en Chine afin de conserver des prix compétitifs. C'est pourquoi aucune marque ne se détache vraiment des autres ; peut-être peut-on mettre en avant Celestron et Ganymède pour le sérieux de leurs contrôles sur les modèles TC et Ret 47. Il est quand même bon de noter que naissent aujourd'hui des produits directement dérivés des matériels japonais et dont la stabilité et la fiabilité dans le

temps s'avèrent être intéressantes : Astrovision et Ganymède en sont, pour l'instant, les principaux représentants.

Des précautions toujours utiles...

On n'insistera jamais assez sur le fait que, parmi ce foisonnement de matériels, le choix de l'amateur se fera aussi sur la qualité des prestations offertes par le vendeur. Un télescope est un instrument d'optique de précision, aussi doit-il être acheté chez un spécialiste en optique astronomique. Il ne faut pas hésiter à demander le pays d'origine du matériel, à privilégier les télescopes sous garantie pièces et main-d'œuvre de longue durée, et, enfin, à bien s'assurer auprès du vendeur que le télescope de 115 mm choisi a été parfaitement contrôlé (collimation des optiques et filetages métalliques notamment). Toutes ces précautions permettront de bénéficier d'un achat efficace et durable.

Les lunettes de diamètre moyen

Les lunettes de 80, de 90 et de 100 mm de diamètre sont des instruments très appréciés par bon nombre d'observateurs qui voient en elles un matériel « passe-partout » apte à donner des images détaillées aussi bien des planètes que des objets du ciel profond, quelles que soient les conditions (en ville, depuis un balcon, etc.).

De multiples avantages

Ces catégories de lunettes traditionnelles (leur objectif est composé d'un doublet achromatique) présentent des qualités non négligeables. Elles sont peu sensibles à la turbulence (grâce à une mise en température très rapide), ne peuvent pratiquement pas se dérégler (l'objectif est généralement monté dans un barillet très efficace) et, du fait de leur rapport F/d (focale sur diamètre) souvent proche de 9, proposent des grossissements assez élevés tout en garantissant des possibilités satisfaisantes en observation de nébuleuses ou d'amas d'étoiles.

Le matériel du débutant

Le choix est aujourd'hui assez vaste, mais les modèles diffèrent beaucoup, en termes de performances, selon leur origine de fabrication. Ainsi, les premières lunettes de 80 mm de diamètre proposées par Celestron ou Parallax, qui sont de fabrication chinoise, représentent un bon choix pour l'amateur débutant (en-



L'augmentation du diamètre de l'objectif de cette lunette Parallax (80 mm) permet d'améliorer, par rapport à une lunette de 60 mm de diamètre, le nombre de détails visibles sur les surfaces planétaires.

viron 3 000 francs). Mais il faut toujours penser que la qualité optique et mécanique de ces instruments ne permet pas de grandes évolutions futures. En effet, les forts grossissements sont difficiles à atteindre, et réaliser des photographies

sera peu aisé du fait d'un manque de stabilité et de rigidité de la monture.

Pour amateurs plus confirmés

Meade, autre grand fabricant américain sous-traitant en Asie ses différentes productions, a aujourd'hui étoffé sa gamme pour proposer sur le marché deux modèles particulièrement intéressants à un prix très attractif : instruments de 80 à 100 mm de diamètre, avec des focales proches de 1 000 mm et une monture équatoriale stable et suffisamment évolutive. Ces modèles permettent déjà à l'amateur, pour des budgets qui vont de 4 000 à 10 000 francs environ, de bien détailler les principales planètes de notre système solaire, avec une image bien définie et suffisamment contrastée.

Les fabricants japonais ne sont pas, eux non plus, en reste. Ganimède propose une excellente lunette achromatique de 80 mm de diamètre pour 1 000 mm de focale avec de sérieux atouts à faire valoir : une optique de très bon niveau, une monture au standard japonais, un pied métallique et de bonnes possibilités d'évolution pour un budget proche de 4 000 francs.

La marque Perl Vixen, enfin, reste toujours un très bon choix pour le débu-



Les performances optiques d'un instrument sont la conjugaison d'un ensemble de facteurs. Cette lunette Meade de 90 mm de diamètre possède à la fois une bonne qualité optique, une monture équatoriale stable et un trépied métallique assurant de bonnes possibilités d'observations.

tant ou l'amateur plus averti avec une très belle gamme de lunettes de 80, de 90 ou de 100 mm de diamètre. Elles sont toutes sur monture équatoriale allemande très stable (Great Polaris) et motorisable afin d'assurer un suivi précis en visuel et surtout en photographie (entre 7 000 et 11 000 francs environ). Leur qualité optique est vraiment bonne et leur finition quasi irréprochable. Enfin, le choix pratiquement illimité d'accessoires montables sur ces lunettes garantit une importante pérennité à l'ensemble du matériel.

Les télescopes évolutifs

La catégorie des télescopes dits « évolutifs » regroupe les télescopes de Newton de 130 à 160 mm de diamètre. Ce type d'instruments offre des performances optiques et mécaniques permettant de réaliser des observations astronomiques fouillées.

Une grande qualité d'image

Par rapport aux premiers télescopes (75, 90 ou 115 mm de diamètre), le gain en luminosité des télescopes évolutifs est substantiel : de 50 à 150 % de lumière collectée en plus, selon la taille du miroir principal (de 130 à 160 mm) ! Cette amélioration est bien visible, même pour le néophyte : beaucoup d'objets du ciel profond, habituellement mal définis avec un instrument de plus petit diamètre, se révèlent, avec un instrument de cette sorte, bien plus détaillés, leur forme distinctive globale ressortant beaucoup plus nettement. Beaucoup d'objets typiques (amas d'étoiles, nébuleuses et galaxies) sont nettement plus agréables à observer, et la luminosité plus élevée donne la possibilité à l'observateur de « pousser » un peu plus le grossissement, tout en conservant une image parfaitement claire et précise.

L'augmentation de diamètre ayant aussi pour conséquence un accroissement du pouvoir séparateur de l'instrument, et donc de sa capacité à montrer des détails très fins, l'observation des surfaces planétaires se révèle plus impressionnante : il devient possible, par exemple, d'observer de trois à cinq



Ci-dessus : le télescope 135/720 NP Perl Vixen.

bandes nuageuses sur le disque de Jupiter, ou d'étudier la surface martienne (calotte polaire et principales formations géologiques).



À partir de 130 mm de diamètre, l'astronome amateur a l'outil efficace pour aborder à la fois l'observation des nébuleuses, des amas d'étoiles et des galaxies, mais aussi pour faire ses premières armes en astrophotographie du ciel profond, en gardant toutefois à l'esprit que ces objets n'apparaîtront pas forcément extrêmement détaillés.

Bien connaître ses besoins : le site

Les différents fabricants proposant au grand public une gamme de matériels astronomiques particulièrement fournie, y compris dans cette catégorie d'instruments, le choix de l'observateur devra se faire de manière judicieuse en fonction de critères bien définis : site d'observation, type d'observations (voir encadré page 56), encombrement, etc.

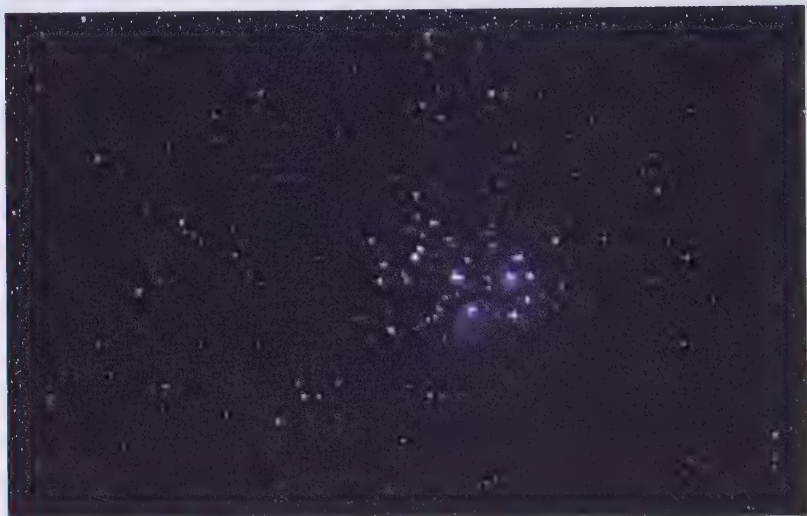
Tout d'abord, à cause de leur formule optique spécifique, ces télescopes nécessitent très souvent de bénéficier d'un bon site d'observation : leur diamètre étant plus important, ils collectent avec plus de

facilité aussi bien les lumières des astres observés que les lumières parasites proches (éclairages domestiques, lampadaires, etc.). L'idéal est donc de pouvoir observer depuis un jardin, si possible à la campagne. De plus, ces télescopes de Newton sont plus sensibles aux phénomènes de turbulence, car leur tube optique est de type « ouvert » (l'air circulant librement à l'intérieur du tube doit être impérativement à la même température que l'air ambiant), ce qui oblige à respecter une période de « mise en température » d'une demi-heure à une heure environ en hiver.

Les autres critères

L'encombrement de l'instrument est également une notion importante à prendre en compte car, selon les marques, taille et poids peuvent varier considérablement. Ainsi, les télescopes de marque Ganimède et Atlas (Polarplus 150 et Atlas 150), Mizar (130 et 150 mm), Meade (modèle 127) et Perl Vixen (130, 135 et 150 mm) sont des instruments d'encombrement et de poids tout à fait convenables : entre 17 et 23 kg pour le télescope complet (trépied, monture et tube compris), et d'une longueur de tube proche de 80 cm. En revanche, Arcane et Takahashi (sociétés plutôt axées sur la fabrication de matériels de haut niveau) ne proposent que des télescopes de Newton au poids fort respectable, approchant allègrement les 30 kg !

La qualité de fabrication et de finition étant essentielle, il y a, là aussi, des écarts importants. Ainsi, les matériels fabriqués



Les télescopes évolutifs, de par leur conception optique, sont idéaux pour l'observation de grands champs stellaires tels que l'amas des Pléiades (Messier 45), dans la constellation du Taureau, parfaitement bien visible dans nos ciels hivernaux.

à Taïwan (Ganymède Polarplus, Atlas et Meade notamment) ont une finition des plus sobres, aussi bien du point de vue mécanique (assemblage des pièces, filetages, etc.) qu'en ce qui concerne la présentation. Les matériels de fabrica-

tion française (Arcane) ou japonaise (Takahashi) sont, de ce point de vue, les meilleurs choix possibles. Les marques Mizar et Perl Vixen proposent des instruments à la finition mécanique de bon niveau. La stabilité dépendant aussi de ce

Des observations sélectives

Du fait de leur rapport d'ouverture F/d (focale sur diamètre) souvent proche de 5, ces télescopes de diamètre moyen sont plutôt adaptés à l'observation des objets du ciel profond (galaxies étendues, amas d'étoiles ouverts, Voie lactée, etc.). Ces derniers, en effet, nécessitent un maximum de luminosité et un champ important pour les « englober ». Mais

cela signifie également que ces télescopes ne sont pas les plus performants pour étudier les surfaces planétaires : pour ce genre d'observations, il convient au contraire d'agrandir suffisamment l'image de façon à détailler le sujet (on recherche alors un rapport F/d proche de 12 ou 13, rendant plus puissant l'instrument).



Le télescope Takahashi MT 160, ici représenté sur la monture EM 200, est certainement l'instrument le plus performant dans cette catégorie de matériel. Il tient cette place de choix grâce à ses excellentes qualités optiques et mécaniques.

facteur, le gain en performances est tout aussi notable. La qualité optique de ces instruments se situe, généralement, toujours à un très bon niveau, mais il faut constater la très forte corrélation qui existe entre la qualité mécanique (finition) et la qualité optique (précision des miroirs) : on retrouve ainsi pratiquement

le même ordre dans la classification avec, à son sommet, les télescopes Arcane et Takahashi.

Quel budget ?

Enfin, le choix de l'instrument dépend aussi, bien évidemment, d'un budget que vous vous êtes fixé. Il faut toujours avoir en mémoire que les performances optiques et les qualités mécaniques se paient : le premier matériel qui se situe dans cette catégorie voit son prix de vente s'inscrire aux environs de 5 000 francs, ce qui représente, compte tenu de son diamètre, un rapport entre le prix de l'instrument et sa performance absolument sensationnel ! Les

instruments des marques Perl Vixen, Meade et Mizar, qui sont plus efficaces, se situent eux dans une gamme de prix qui varie entre 7 500 et 12 000 francs. Enfin, il faut vous préparer à investir entre 12 000 et 50 000 francs si vous souhaitez acquérir un télescope des marques Arcane ou Takahashi.

Les télescopes de 200 mm de diamètre

Ces matériels font rêver plus d'un amateur. À cela une raison fort simple : un miroir de 200 mm permet la reconnaissance de nombreux détails en observations planétaire, ainsi qu'en ciel profond. En photographie, les possibilités deviennent quasi infinies et ne dépendent que des compétences de l'astronome utilisateur.

Quelles observations ?

Observant avec un télescope de 200 mm de diamètre, un observateur confirmé est capable d'identifier, par exemple, cinq ou six bandes nuageuses sur Jupiter, la division d'Encke des anneaux de Saturne aux périodes favorables, ou bien encore des cratères de 1 km de diamètre sur la Lune. De même, en ciel profond, apparaissent les premières structures en bras spiraux des lointaines galaxies, ainsi que la texture filamenteuse de nébuleuses.

Donc, le choix dans cette catégorie de matériels est vaste car, selon le type de système optique que vous choisirez, vous privilégiez tel genre d'observation plutôt que tel autre. Le budget sera en correspondance directe avec les performances accrues de ces instruments (entre 5 500 et 40 000 francs !).



Malgré leur aspect dépouillé, les télescopes type Dobson Meade et Celestron proposent, pour un prix très compétitif, des performances en ciel profond de très bon niveau.

Les télescopes de Newton

Comme nous l'avons vu, ces télescopes sont plutôt orientés vers l'observation du ciel profond du fait de leur rapport F/d

(focale sur diamètre) souvent proche de 5. Le choix actuel se situe à tous les échelons de budget et de qualité.

Les plus simples sont proposés par les sociétés Meade et Celestron : ce sont les modèles de type Dobson dont le but avoué est de proposer le maximum de diamètre pour un prix de vente minimal. Ces instruments sont de fabrication très rustique (tube en carton enroulé, monture azimutale en bois et sans mouvements micrométriques). Leur qualité optique est souvent moyenne, mais le choix est bien de privilégier le diamètre, et donc les performances en luminosité, plutôt que le piqué de l'image obtenue. Ces instruments sont, de ce fait, peu évolutifs, même si Meade propose de nombreux accessoires très intéressants pour ses modèles (système d'aide au pointage notamment). Cette société propose également, pour ses instruments de type « Starfinder », une monture équatoriale assez efficace (car elle est motorisée), mais très lourde, rendant un peu plus agréable l'observation.

Perl Vixen propose un télescope de Newton de 200 mm dont la finition est nettement supérieure (métal omniprésent et monture équatoriale allemande Great Polaris parfaitement adaptée). Son rapport F/d record de 4 en fait une optique de choix pour l'observation de grands champs stellaires (l'amas des Pléiades par exemple) ou de nébuleuses typiques très étendues (NGC 7000 dans la constellation du Cygne). En contrepartie, afin de réduire l'aberration de sphéricité due à la très courte focale du miroir principal, il est vivement conseillé l'achat du correcteur prévu à cet effet.

Enfin, la firme japonaise Takahashi présente trois modèles de conceptions tout à fait différentes : un télescope de



Dernier-né chez Takahashi, le CN 212 est un étonnant Newton-Cassegrain convertible.

Newton traditionnel d'excellente qualité optique (le MT 200), un télescope de Newton photographique de très haut niveau (série Epsilon) et un télescope de Newton-Cassegrain très original (convertible par adjonction de pièces optiques spécifiques en rapport F/d 3,9 pour l'observation du ciel profond, ou F/d 12,4 pour l'observation planétaire). Ces trois modèles sont situés dans la tranche de prix la plus élevée.

Les télescopes de Cassegrain

Deux marques se partagent ce marché assez restreint d'instruments résolument orientés vers l'observation planétaire : Perl Vixen et Takahashi.



Mars est une planète dont l'observation nécessite un fort grossissement. Le faible diamètre apparent de la planète rouge oblige l'observateur à utiliser un instrument de bon diamètre et suffisamment puissant afin d'accéder à de nombreux détails. Le télescope de 200 mm est de ce point de vue bien adapté.

Le télescope Perl Vixen C 200/1 800 est installé sur une monture Great Polaris très agréable à manipuler. Son système optique intègre un correcteur à lentilles permettant d'obtenir un champ plan. Les résultats avec cet instrument sont bons, avec notamment un contraste très satisfaisant, donc bien adapté aux surfaces planétaires difficiles (Mars par exemple).

Les télescopes Mewlon Takahashi sont certainement pour l'heure les meilleurs Cassegrain disponibles sur le marché, car de qualités optique et mécanique (montures allemandes série EM) de très bon niveau. Malheureusement, ils nécessitent un excellent site, car ils sont

assez sensibles aux phénomènes de turbulence interne (échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur du tube).

Les télescopes de Maksutov

Grâce à leur très longue focale, ces instruments sont conçus pour l'observation planétaire. En ciel profond, ils donnent une image assez sombre et inadaptée à l'observation ou à la photographie de grands champs stellaires.

Bien que de diamètre inférieur à 200 mm, il est bon de signaler deux télescopes de Maksutov aujourd'hui dif-

fusés : le Meade 178 mm et la série Intès (originale des pays de l'Est). Le Meade 178 est absolument remarquable optiquement, avec des images très contrastées et une capacité à « pousser » le grossissement assez impressionnante. Il existe en monture à fourche simple (motorisation sur les deux axes) ou sur monture à fourche altazimutale (pointage automatique). Malheureusement, il faut s'armer de patience pour l'obtenir du fait de délais de disponibilité extrêmement longs.

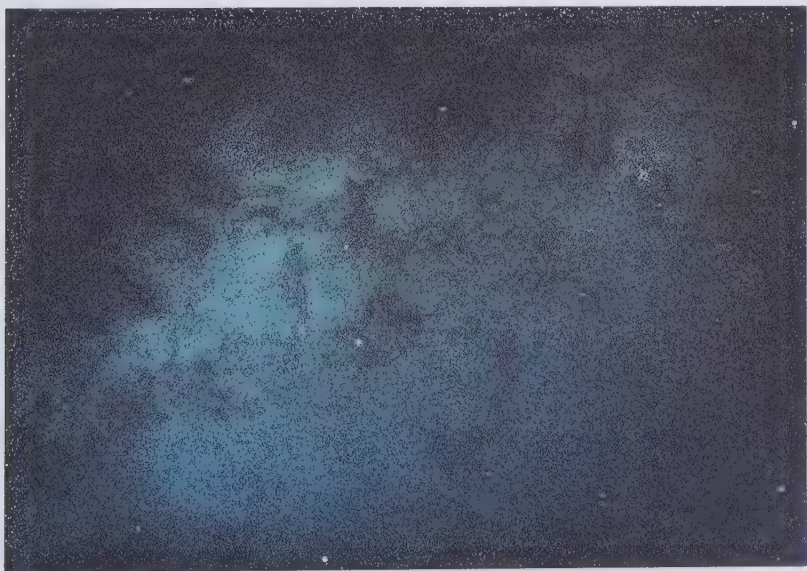
La série Intès, qui débute avec des diamètres de 150 mm, offre, pour un budget plus serré, des matériels de très bon niveau optique au détriment des performances mécaniques. Ils sont proposés la plupart du temps en tube seul, et c'est

donc à l'utilisateur qu'incombe le choix de la monture et du trépied qui se révéleront les plus adéquats.

Les télescopes de Schmidt-Cassegrain

Ce type de télescope représente aujourd'hui les télescopes les plus répandus. Leur système optique les rend polyvalents : ils possèdent en effet un diamètre important pour capter beaucoup de lumière (ce qui est efficace pour l'observation du ciel profond) et une focale suffisamment longue pour atteindre les forts grossissements nécessaires pour l'observation des planètes. Mais cette polyvalence

La constellation du Sagittaire abrite de nombreux sujets accessibles aux télescopes de 200 mm de diamètre. Messier 7 et les nébuleuses obscures proches en sont des exemples typiques.





Des sujets lumineux comme Messier 42 peuvent être déjà bien observés dans des petits instruments. Mais le télescope de 200 mm de diamètre apporte l'avantage d'une luminosité plus grande ainsi que d'un pouvoir séparateur plus élevé. Ainsi, l'observateur pourra pousser plus loin le grossissement (jusqu'à 200 fois) tout en conservant une image lumineuse, donc agréable et bien définie. L'utilisation d'oculaires de courte focale se révélera, dans ces conditions, nécessaire.

lence empêche l'instrument d'atteindre l'excellence dans l'un ou l'autre de ces domaines !

Aujourd'hui, deux grandes marques américaines se disputent le marché très convoité des télescopes de type Schmidt-Cassegrain : Meade et Celestron. Les prix pratiqués sont alléchants : à partir de 11 500 francs environ, vous pouvez posséder un télescope de 200 mm de diamètre, de 2 000 mm de longueur focale, avec un chercheur efficace, un oculaire de qualité, une monture à fourche stable et une motorisation basse tension (pour les modèles Meade LX10 et Celestar 8).

Meade bénéficie actuellement d'un rapport prix/possibilités un peu plus intéressant que Celestron. Les modèles LX 50 sont pourvus d'une fourche stable ainsi que d'une motorisation double axe de qualité, mais limitée en photographie comme en imagerie CCD par des engrenages de déclinaison en plastique. Les modèles LX 200, à pointage automatique, sont de ce point de vue beaucoup plus évolués et ouvrent des perspectives, notamment en prises de vues CCD, des plus positives (précision du positionnement du télescope, connectique évoluée, etc.). Enfin, les possibilités de montage

Les 200 mm : Meade ou Celestron ?

Au moment de son choix, l'amateur se pose irrémédiablement la question de la différence entre les deux marques Meade et Celestron. Afin de répondre une fois pour toutes à cette épineuse interrogation, il faut savoir que ces deux sociétés ont recours pratiquement aux mêmes optiques ! Si bien qu'il est très difficile de départager les deux matériels tant les images obtenues avec l'un et l'autre sont proches. Le choix se fera donc, essentiellement, sur le budget défini, le type d'évolution souhaité (photographie, imagerie CCD, etc.) et la qualité des services proposés par les différents importateurs français.

d'accessoires sont, comme pour Celestron, quasi illimitées.

La force de Celestron tient surtout dans la qualité des contrôles optiques et mécaniques du matériel. Cette marque en effet propose, tout comme Meade et sa nouvelle série LXD 500, des modèles sur monture allemande mais avec une finition japonaise supérieure (Celestron 8 GP et GP/D), parfaitement adaptés à la photographie. De plus, leur grande fiabilité en fait des instruments de choix pour le globe-trotter habitué aux montages et aux démontages rapides, ainsi qu'aux manipulations un peu « toniques ». D'autres modèles plus traditionnels, sur monture à fourche, sont également disponibles,



Le Meade LX10 et le Celestar 8 (ci-contre) sont les premiers modèles de télescopes de 200 mm.

ainsi qu'un coûteux modèle à pointage automatique (série Ultima 2000) aussi silencieux que rapide ! Mais Celestron se caractérise aussi, et surtout, par une importation de qualité, avec contrôles efficaces et assez pointus de chaque matériel se traduisant par une garantie de 30 ans apposée sur chacun de ses télescopes ! La disponibilité concernant les pièces détachées est remarquable et les délais d'attente souvent courts.

Les télescopes de grand diamètre

« Des entonnoirs à lumière pour amateurs possédant un excellent site » : telle pourrait être la définition propre au choix de ce type de matériels ! En effet, avec des télescopes dont le diamètre commence à 250 mm, l'observation du ciel profond se révèle extraordinairement diversifiée, mais à la condition que le site soit exempt de lumières parasites.

Quelles observations ?

L'utilisation des télescopes de grand diamètre permet d'excellentes observations du ciel profond : amas d'étoiles globulaires résolus jusqu'au centre, nébuleuses parfaitement visibles avec les premières teintes colorées, galaxies structurées. En observation planétaire, et en fonction de la qualité optique des miroirs, de très nombreux détails peuvent être observés, comme les divisions de Cassini et d'Encke par exemple, parfaitement identifiables dans les anneaux de Saturne, ou une dizaine de bandes nuageuses détaillées sur Jupiter, ou des images de la Lune à couper le souffle... Sans oublier non plus la capacité de ces instruments à offrir des grossissements élevés, même en ciel profond, tout en bénéficiant d'une image lumineuse et donc agréable à regarder ! Enfin, en photographie ou en imagerie CCD, les résultats obtenus peuvent être extraordinaires à condition de bien maîtriser tous les paramètres de la prise de vues.



Ci-contre : le NGT 18 est actuellement l'un des meilleurs télescopes de grand diamètre.

Les premiers modèles de type Newton

Dans cette catégorie d'instruments, le télescope de Newton est omniprésent. Son rapport F/d (focale sur diamètre) est particulièrement adapté à l'observation d'objets diffus, le rendant ainsi à la fois lumineux et apte à fournir des grossissements faibles.

Les télescopes de type Dobson sont un bon choix d'entrée dans l'univers des grands diamètres. Leurs prix, particulièrement attractifs (de 8 000 à 18 000 francs), alliés à la diversité des diamètres proposés (jusqu'à 450 mm !), permettent à l'amateur de définir très précisément ses envies et ses désirs.

Les sociétés Meade et Celestron proposent des modèles rustiques et performants sur le plan de la luminosité : les images en ciel profond s'avèrent assez impressionnantes, mais l'utilisateur devra garder à l'esprit que ces instruments sont essentiellement conçus pour ce type

d'observations (leurs qualités optique et mécanique ne sont pas suffisantes pour l'observation planétaire), même si Meade propose des modèles « Starfinder » sur monture équatoriale allemande motorisée en ascension droite.

La gamme supérieure en Newton

Si l'amateur veut un instrument réellement polyvalent et de qualité, son choix peut se porter sur le télescope NGT 18 fabriqué par la firme américaine JMI, qui

Les télescopes de grand diamètre sont les seuls aptes à montrer à l'utilisateur le noyau de la fameuse galaxie d'Andromède (Messier 31).



présente 460 mm de diamètre avec une maniabilité excellente grâce à son tube ouvert et démontable, des miroirs de qualité élevée et une aide au pointage digitalisée (cet instrument vaut tout de même 110 000 francs !).

À l'instar d'une formule 1 sur un circuit automobile, sachez que le site doit correspondre au niveau de l'instrument : campagne, montagne, désert... seront les lieux idéaux. Si tel n'est pas le cas, vous serez surpris de constater que votre télescope collecte avec autant de facilité les lumières parasites des lampadaires que celle émise par l'astre pointé !

Problèmes de logistique

Il faut garder à l'esprit qu'un télescope de très grand diamètre pose très vite des problèmes de manipulation et de transport : il est donc inutile d'espérer déplacer l'ensemble si l'on ne possède pas une voiture break ou une camionnette adaptée ! Le montage peut aussi poser quelques difficultés, car un matériel de ce gabarit, même simplifié, pèse très rapidement une cinquantaine de kilogrammes ! C'est pourquoi bien des astronomes amateurs préfèrent tout simplement laisser le télescope sur poste fixe, sous abri ou coupole.

Les autres types de télescopes

Les télescopes de Schmidt-Cassegrain sont également bien représentés dans cette catégorie de matériel, mais leur for-



Proposer le meilleur compromis diamètre/équipements/prix est la gageure tenue par Meade dans la fabrication des instruments Starfinder. Mais la rusticité de ce type de matériel empêche souvent l'amateur d'évoluer vers la photographie.

mule optique génère inmanquablement une focale très longue qui peut aller, pour les plus grands diamètres, jusqu'à 4 000 mm ! Dans ces conditions, l'observation de certains objets à la taille respectable peut se révéler très frustrante, voire décevante. En revanche, les agrandissements planétaires pourront être très élevés sans perte notable de contraste. En photographie ou, mieux encore, en CCD, toute la connectique ainsi que les montages seront réalisables sans aucune limitation.

Meade et Celestron sont les deux seules marques à proposer différents modèles dans cette catégorie d'instruments. Les télescopes Meade de série LX 200 à pointage automatique vont de

254 à 406 mm de diamètre. Si vous désirez accéder à des performances optimales, il ne faut pas hésiter à investir dans un télescope Meade de 305 mm de diamètre, car sa lame de correction, située à l'avant du tube, est en « BK7 », c'est-à-dire en verre de haute qualité favorisant considérablement le contraste final, donc la bonne reconnaissance des détails observés. Les LX 200 sont montés sur une fourche stable, motorisée sur les deux axes et équipée d'un ordinateur de pointage mémorisant quelque 64 000 objets, garantissant ainsi des milliers d'heures d'observations diversifiées.

Celestron propose aussi de nombreux modèles de télescopes dont le diamètre varie de 239 à 355 mm. Les montures sont à fourche (série Ultima) ou de type allemand (CG 11 et CG 14). Rappelons que, pour les grands diamètres, la mon-

ture allemande est préférable car elle est beaucoup plus facile à monter, à démonter et à transporter. Mais, pour ces deux marques, les tarifs grimpent très rapidement avec l'augmentation du diamètre (il est vrai que nous sommes alors en présence de matériels aux qualités mécanique et optique nettement supérieures) : à partir de 22 000 francs pour les premiers, et jusqu'à 180 000 francs pour les télescopes de 400 mm de diamètre ! On comprend ici que le choix de l'instrument dépend du budget initialement fixé. Enfin, dans tous les cas, l'amateur devra aussi tenir compte de la garantie proposée (durée de deux ans ou plus), de la disponibilité des accessoires et de celle des pièces détachées, et, enfin, de la qualité du service offert par l'importateur et le revendeur (contrôles, rapidité d'intervention, service après-vente, etc.).

η de la Carène, belle curiosité céleste de l'hémisphère Sud, est accessible avec un grand diamètre.



Les lunettes apochromatiques

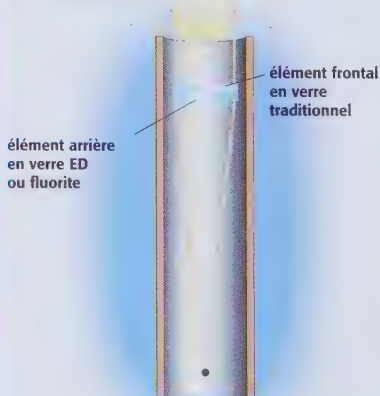
Les lunettes apochromatiques représentent une catégorie d'instruments qui, à l'instar des télescopes de grand diamètre, fait elle aussi rêver plus d'un astronome amateur, car, avec ce matériel, on touche les limites de la pureté en matière de qualité optique.

Une optique exceptionnelle

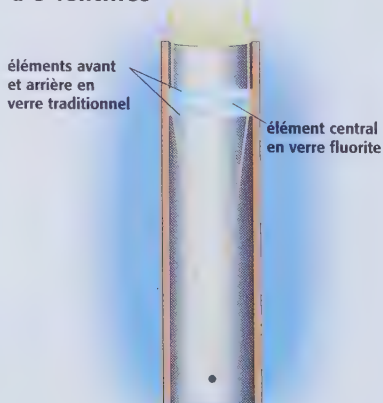
Dès qu'il jette le premier coup d'œil dans une lunette apochromatique, l'amateur constate la différence : les images qui s'offrent à lui sont particulièrement fines et détaillées, et le contraste est élevé. Il remarque également que la luminosité de l'instrument est étonnante par rapport au diamètre, et que ce matériel présente une capacité impressionnante à dépasser les grossissements maximaux théoriques tout en conservant une très belle image

finale, et une grande aptitude à s'affranchir de conditions d'observations limites (turbulences, mises en température, etc.). Ces fantastiques qualités sont rendues possibles par l'utilisation de formules optiques incluant des qualités de verres permettant de réduire considérablement les défauts inhérents aux lunettes astronomiques achromatiques (défauts de chromatisme résiduel notamment). Les plus petits phénomènes d'irisation disparaissent presque totalement. Les images sont plus nettes et plus contrastées.

Lunette apochromatique à 2 lentilles



Lunette apochromatique à 3 lentilles



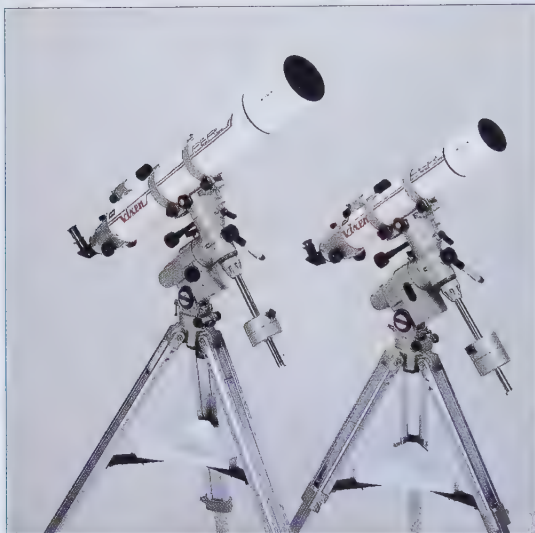


La planète Jupiter photographiée avec une lunette Perl Vixen fluorite de 106 mm de diamètre.

Les lunettes polyvalentes

Aujourd'hui, cinq marques principales se disputent le marché de ces instruments d'excellence : Meade, Takahashi, Perl Vixen, Televue et Astrophysics. Chacune d'entre elles se différencie des autres par le choix de la formule optique (deux, trois, voire quatre lentilles), par celui des verres employés (ED, Super ED ou fluorite) et par celui de la focale résultante annoncée (celle-ci régissant la capacité de la lunette à supporter les très faibles ou les très forts grossissements, selon le type d'observations souhaité).

Meade propose ainsi des modèles de lunettes allant de 100 à 178 mm de diamètre. Leur objectif utilise la technique du verre ED. Les focales étant moyennement longues (rapport F/d – focale sur diamètre – proche de 9), elles se classent parmi les lunettes polyvalentes. L'image qu'elles fournissent est d'un niveau très bon avec un contraste très satisfaisant et un piqué élevé. En revanche, le chromaticisme, même s'il est bien corrigé, est assez visible, empêchant l'instrument de « s'exprimer » convenablement dans les très forts grossissements. Les montures sur lesquelles elles sont posées peuvent rece-



Les lunettes fluorite Perl Vixen ont depuis fort longtemps fait leurs preuves dans les domaines des performances optiques et mécaniques.

voir le système de pointage automatique propre aux modèles LX 200 Schmidt-Cassegrain.

Les lunettes Takahashi série FS ont la particularité d'intégrer un élément frontal de type fluorite dans le doublet composant l'objectif, garantissant ainsi un haut pouvoir de correction chromatique. Les diamètres de 102 et de 152 mm fournissent des images pratiquement irréprochables, sauf lorsqu'il s'agit de très forts grossissements (et cela n'est vrai tout de même qu'à partir de trois fois le diamètre exprimé en millimètres !). Leur rapport F/d proche de 8 classe ces lunettes aussi dans la catégorie des polyvalentes. Les montures EM les équipant font preuve d'une très grande rigidité, et la qualité mécanique de l'ensemble est proche de la perfection !

Perl Vixen est la toute première société à avoir fabriqué de façon industrielle et pour un coût moindre ces instruments d'exception. La lunette Perl Vixen Fluorite 106/920 (complétée aujourd'hui par un modèle de mêmes caractéristiques, mais en verre ED) a servi longtemps de référence pour les autres matériels de la catégorie. L'élément fluorite de haut niveau est placé à l'arrière du doublet, protégeant ainsi plus efficacement la précieuse lentille. L'apport de cette dernière dans la qualité des images obtenues se ressent dans les mêmes proportions que pour les modèles FS Takahashi, avec la même capacité d'atteindre, par exemple, des grossissements de 400 fois en observations lunaires ! En revanche, la qualité mécanique (tube et monture) est en léger retrait.

Un outil pour l'astrophotographie

À la différence de Meade, Takahashi et Perl Vixen, Televue ne propose qu'un modèle de lunette apochromatique : il s'agit de la très particulière Genesis 101. L'objectif, placé à l'avant du tube, est un doublet en verre ED de haute performance, complété par un autre doublet situé près du foyer image de la lunette et

jouant le rôle de correcteur de champ afin d'obtenir une image parfaitement corrigée. Sa focale très courte de 540 mm et son diamètre de 100 mm en font un instrument idéal pour l'observation et la photographie de champs stellaires ou de nébuleuses. Avec un oculaire de très longue focale, il est possible d'atteindre le champ couvert par une paire de jumelles : Voie lactée, nébuleuses étendues ou comètes deviennent alors un véritable régal d'observation ! Sa finition est très bonne, mais son système optique spécifique interdit de garder une bonne image dans les très forts grossissements (car la montée de chromatisation altère sensiblement les plus fins détails).

Le haut de gamme

Enfin, de toutes les marques présentées dans cette partie, Astrophysics est la plus remarquable en termes de qualités d'optique et de mécanique. L'objectif est un triplet en verre Super ED dont les performances sont si élevées que la focale a pu être réduite au maximum afin d'atteindre des rapports F/d proches de 6 ! Les diamètres proposés sont de 105, de 130 et de 155 mm. La finition mécanique est époustouflante : tube massif donnant l'impression d'être indestructible, barillet de l'objectif remarquablement conçu et porte-oculaire de très grand diamètre et d'une précision exemplaire. Les résultats, observations après observations, sont exceptionnels : très forts grossissements possibles (jusqu'à six fois le diamètre de l'instrument !) et très belles images. Malheureusement, comme



Ci-dessus : la lunette apochromatique Genesis 100/540.

pour Televue, les délais de la fabrication semi-industrielle obligent souvent l'acheteur à patienter quelques mois avant d'obtenir l'instrument tant convoité.

Le prix d'une belle voiture

La haute performance des objectifs apochromatiques de ce type de lunettes se traduit par une augmentation importante du prix de vente de l'instrument : une lunette de 100 mm de diamètre coûte, en moyenne, 25 000 francs, soit le prix d'un 254 mm Schmidt-Cassegrain ! Quant aux modèles proches de 180 mm de diamètre, leur prix avoisine celui d'une belle voiture... Question de passion !

Les instruments compacts

Le matériel compact, télescopes ou lunettes, a actuellement le vent en poupe, car il préfigure de plus en plus ce que l'amateur attend de l'astronomie de loisir : pouvoir à tout moment effectuer des observations astronomiques ou terrestres (à condition de compléter son instrument par le redresseur d'images adéquat), sans difficulté de montage ou de transport.

Le prix : un indice de qualité

Dans cette catégorie de matériels, malheureusement, le pire côtoie souvent le meilleur, si bien que le débutant peut ne savoir que décider au moment du choix final. Celui-ci devra pourtant se faire en

Le Meade ETX est un petit Maksutov d'excellente performance au prix bien ajusté.



grande partie sur le budget décidé car, en optique compacte plus que dans tout autre domaine, il est impossible de concevoir un excellent modèle pour un prix très bas.

C'est dans une tranche de prix allant de 1 000 à 3 000 francs que l'on trouve les télescopes compacts de qualité moindre. Il s'agit souvent de modèles de type 115/500, de catadioptriques de 115/1 000 en tube court, ou des fameux « faux » Schmidt-Cassegrain, qui ressemblent aux télescopes prestigieux sans en avoir ni la qualité optique ni les possibilités (on trouve pêle-mêle des 90/1 000, 100/1 000, 90/500, etc.). À chaque fois, il s'agit du même principe : un tube très compact est installé sur un pied photographique ou sur une monture équatoriale, avec des accessoires pouvant être nombreux et alléchants mais, au bout du compte, c'est un télescope très décevant sur le plan optique. Vous l'aurez compris, ces instruments peuvent « dépanner » un amateur pour une utilisation très spécifique (photographier une éclipse de Soleil par exemple), mais en aucun cas offrir des images détaillées et fines des objets astronomiques courants.

Une lunette compacte performante

À partir de 4 500 francs environ, l'amateur a la possibilité de trouver des modèles de qualité et évolutifs. Depuis peu, Perl propose un modèle remplaçant la célèbre lunette astronomique Halley 70 qui est restée, durant de nombreuses années, un des choix les plus judicieux dans la catégorie des compacts. Aujourd'hui, la Perl Planet 80/400 annonce des caracté-

ristiques techniques un peu supérieures : un diamètre de 80 mm pour une focale inchangée de 400 mm. Au final, on a une lunette très courte sur pied de table azimutal sans mouvements fins, équipée d'un excellent chercheur, d'oculaires de niveau correct et, grande nouveauté, d'un astucieux système de bonnette se fixant à l'avant du tube et permettant de transformer la lunette en véritable microscope ! Cet instrument peut être un bon choix, mais il faut songer que, du fait de

L'encombrement réduit des instruments compacts permet de les transporter facilement lors d'événements astronomiques importants (ici, l'éclipse de Soleil visible en Amérique centrale en 1998).



son rapport F/d (focale sur diamètre) très petit, il est essentiellement orienté vers l'observation de champs stellaires ou de nébuleuses (en observation planétaire, les images sont moins détaillées).

Un télescope compact performant

Le télescope Meade ETX est la nouvelle coqueluche de l'astronomie d'amateur car il possède une optique de qualité (de type Maksutov-Cassegrain) révélant de nombreux détails en observation des planètes, une petite monture équatoriale motorisée en basse tension posée sur des pieds de table, une taille réduite et des possibilités d'évolution élevées grâce à

une compatibilité directe avec ses aînés (les télescopes Meade et Celestron de 200 mm de diamètre). À l'inverse de la lunette Perl 80/400, le télescope Meade ETX se caractérise par un rapport F/d très important (sa focale est de 1 250 mm pour un diamètre de 90 mm). Pour réaliser de bonnes observations du ciel profond, il est donc nécessaire de compenser cette faiblesse relative par l'accès à un excellent site (ciel bien noir). Enfin, il est possible de prendre des photographies.

Le haut de gamme

Les instruments compacts les plus performants actuellement sont proposés par la société américaine Televue. Il s'agit des

La lunette Televue Pronto équipée d'un boîtier photographique permet de réaliser des photographies terrestres de très bon niveau, rivalisant avec des téléobjectifs traditionnels.



Équipée du même objectif que la lunette Televue Pronto, la lunette Ranger ci-contre représente un excellent compromis efficacité/prix. De poids et de taille très raisonnables, elle se loge facilement dans un bagage afin de la transporter sur n'importe quel type de site.



lunettes Ranger et Pronto. Toutes deux possèdent le même objectif de 70 mm de diamètre pour 480 mm de focale. Celui-ci utilise des verres spéciaux à haut indice de réfraction garantissant des images proches de celles que l'on obtient avec les lunettes apochromatiques fluorite : détails très fins, contraste élevé et luminosité étonnante ! Ces deux modèles se distinguent donc l'un de l'autre par des choix mécaniques différents : la Ranger

utilise un porte-oculaire classique et ne possède pas de pare-buée tandis que la Pronto est équipée d'origine d'un porte-oculaire surdimensionné plus évolutif, d'un pare-buée efficace et d'une sacoche de transport remarquable. Ils sont proposés avec le tube seul (les prix étant situés entre 4 900 et 8 000 francs selon les configurations) et, donc, nécessitent le recours à un trépied de table, à un pied photo ou à une monture équatoriale.

Le plus gros des tout petits

Dernier représentant de cette famille d'instruments : le Celestron 5. C'est le plus gros des tout petits ! Le plus cher aussi (comptez 15 000 francs environ). Mais à l'arrivée, vous posséderez un télescope de Schmidt-Cassegrain de 125 mm de diamètre pour une focale de 1 250 mm, une monture de bon niveau motorisée en basse tension (9 volts) sur pied de table, et des possibilités d'évolution très élevées garanties par une compatibilité de 100 % avec ses aînés. Le Celestron 5 offre de bonnes

performances optiques aussi bien en observation des planètes qu'en observation d'amas d'étoiles ou de nébuleuses. Il peut donc représenter un choix judicieux, mais il faut reconnaître que son prix est dissuasif si on le compare aux Meade ou aux Celestron de 200 mm : pour moins cher, ceux-ci proposent plus de diamètre, donc plus de lumière et de pouvoir séparateur, pour un encombrement qui, tout compte fait, n'est pas extraordinairement plus important.



LES ACCESSOIRES

Au contraire de ce que leur nom peut indiquer, les accessoires sont très souvent les compléments indispensables de l'instrument principal : la qualité de l'observation, le confort de l'observateur et les possibilités d'évolution du matériel dépendent en effet bien souvent d'eux. Oculaires, lentilles de Barlow, adaptateurs photographiques, filtres colorés, interférentiels, moteurs de suivi, moteurs de mise au point, viseurs, chercheurs, ouvrages, cartes et logiciels... : les gammes d'accessoires proposées par les fabricants sont gigantesques et l'offre pour le néophyte impressionnante au point de ne plus trop savoir distinguer l'outil indispensable du gadget...

À gauche : montage d'un réducteur de focale au foyer d'un Schmidt-Cassegrain.

Les oculaires

En observation astronomique, l'oculaire est une des pièces maîtresses de l'instrument. Ce complément indispensable est composé d'un groupe de lentilles agissant comme une loupe grossissante. L'oculaire est placé au foyer de l'image, et, sans lui, il n'y aurait aucune observation possible.

La gamme des oculaires

Dernier élément du système optique de votre lunette ou de votre télescope, ce maillon se révèle essentiel, au même titre que les autres composantes de l'ensemble. C'est lui en effet qui donnera l'image finale de l'objet observé, avec toutes ses caractéristiques : piqué, contraste, champ, confort, etc. Sur chaque oculaire sont précisées, en gravure, sa focale ainsi qu'une ou deux lettres indiquant sa formule optique. En fonction de ces deux paramètres, l'utilisateur obtiendra une image plus ou moins bonne, et plus ou moins agrandie. C'est pourquoi il est important de bien choisir cet accessoire afin d'exploiter au mieux les performances de son instrument.

Constitués d'une partie optique comprenant de deux à plusieurs lentilles, les oculaires se divisent en quatre standards caractérisés par différents diamètres de « coulants » (partie rentrant dans le porte-oculaire) : le coulant japonais (24,5 mm de diamètre), le coulant français (27 mm de diamètre) et deux coulants américains (31,75 mm et 50,8 mm de diamètre).

Calcul du champ résultant

Le champ résultant donné par un oculaire n'est autre que la portion de ciel visible qu'il offre à l'observateur. Il s'obtient en divisant le champ nominal de l'oculaire par le grossissement qu'il procure (voir tableau page 25). Il est exprimé en degrés et permet à l'observateur une comparaison directe avec la Lune dont le diamètre apparent dans le ciel est aisément reconnaissable (0,5 degré ou 30 minutes d'arc). À titre d'exemple, pour un instrument de 2 000 mm de focale équipé d'un oculaire Plossl de 10 mm de focale, le grossissement obtenu est de 200 fois ; le champ nominal de cet oculaire est de 50° environ ; donc, le champ résultant sera 200 fois moindre : $0,25^\circ$ (50 divisé par 200).

Le coulant japonais (24,5 mm)

Le standard japonais est encore aujourd'hui le plus utilisé dans le monde ! Il donne le choix d'une vaste gamme d'oculaires aux formules optiques variées



Un oculaire au coulant de 24,5 mm monté sur un porte-oculaire de même diamètre.

(de deux à quatre lentilles pour les plus performantes). On les retrouve souvent équipant les matériels d'amateurs débutants (lunettes de 50 et de 60 mm de diamètre ainsi que de nombreux télescopes de type 115/900, 115/500 et 115/1 000).

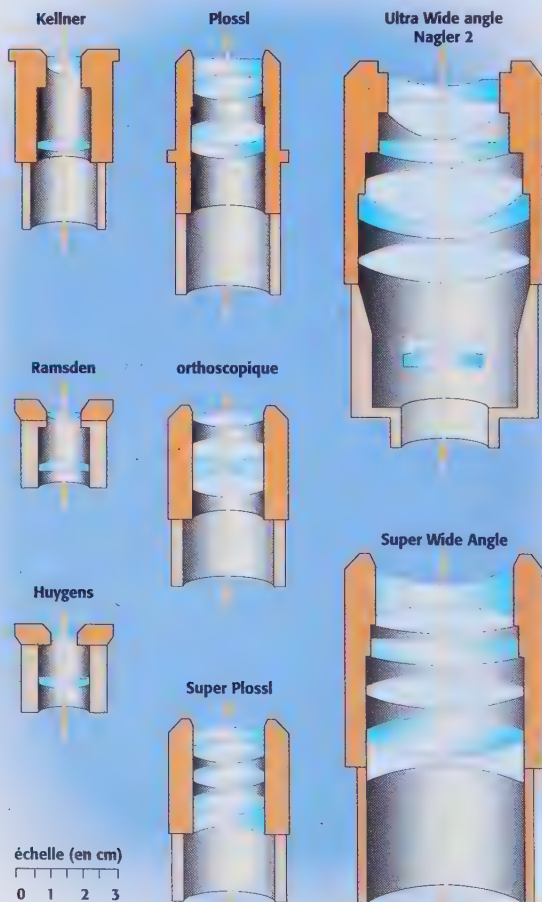
Si l'on remarque sur le pourtour de ces oculaires les gravures qui suivent : « H » (Huygens), « HM » (Huygens-Mittenzwey), « R » (Ramsden), ou encore « SR » (Spécial Ramsden), c'est qu'ils sont de qualité et de champ moyens (35°), car simplement composés de deux lentilles. Leurs performances sont satisfaisantes dans les longues focales (faibles grossissements) mais elles atteignent leurs limites dès que l'on dépasse des grossissements supérieurs à une centaine de fois. Dans ces conditions, investir dans des oculaires aux formules optiques plus complexes, donc plus efficaces, s'avère une opération des plus intéressantes.

Ainsi, les oculaires à trois lentilles type « K » (Kellner) ou bien « AH » (Achromatic Huygens) sont préférables, car, avec eux, l'image apparaît bien plus nette et surtout bien corrigée sur le plan chromatique (avec une absence quasi totale d'irisation). Pour 300 francs environ, l'observateur peut ainsi « pousser » un peu plus le grossissement tout en conservant une bonne vision du sujet (champ nominal proche de 43°). Le choix des focales est

très limité en ce qui concerne les « AH » (40 et 20 mm seulement !), tandis qu'il est bien plus complet pour les Kellner (entre 30 et 6 mm).

Si on désire atteindre la meilleure qualité optique possible, les oculaires dits « OR » (orthoscopiques) seront idéaux car composés de quatre lentilles traitées antireflet (500 francs environ). Avec ce genre d'oculaires, l'amateur peut obtenir les grossissements maximaux de l'instrument : le piqué et le contraste sont très bons, alors que leur champ apparent est important (près de 50°). Ces oculaires représentent donc la solution idéale pour améliorer considérablement les performances de l'instrument, notamment en observation planétaire, où de nombreux détails sont très souvent invisibles du fait d'une qualité optique très moyenne des oculaires livrés d'origine avec le matériel astronomique.

Coupe des principaux types d'oculaires présents sur le marché



Le coulant français (27 mm)

Ce standard français n'existe plus depuis de nombreuses années. Aussi, l'achat d'un oculaire au coulant de 27 mm ne peut être motivé que par le désir d'un collectionneur, même s'il s'avère que les fabrications françaises (Clavé notamment) étaient d'excellente qualité. Sachez donc que le possesseur d'un oculaire de ce type n'a d'autre choix aujourd'hui que de faire fabriquer sur mesure une bague spécifique de raccordement.

Le coulant américain de 31,75 mm traditionnel



Les oculaires au coulant de 31,75 mm sont aujourd'hui de plus en plus répandus, au détriment du coulant de 24,5 mm.

Il s'agit là du standard de plus en plus en vogue actuellement car il propose le plus grand choix de qualités et de types de formules optiques différentes. Il devient donc maintenant impératif, lors de l'achat d'un instrument que l'on souhaite évolutif, de veiller à ce que ce dernier puisse être compatible avec ce coulant, sinon à l'origine, du moins par la suite.

Le choix au sein de cette catégorie de matériel est très vaste et de nombreuses marques sont présentes dans ce secteur.

Les premières gammes d'oculaires sont situées dans une tranche de prix comprise entre 350 et 550 francs. Il s'agit de formules optiques de base éprouvées : les Plossl (« P1 ») à quatre lentilles. Leur qualité est déjà bonne, surtout dans les longues focales, et le champ qu'ils possèdent est très agréable (50 à 54°). Ainsi, Meade (Série 3 000) et Celestron (Série Plossl) sont de bons choix pour équiper les premiers matériels, même s'ils montrent leurs limites dans les forts grossissements. Le choix des longueurs focales est très large : de 40 à 6,3 mm !

Pour améliorer l'image, il ne faut pas hésiter à investir dans les oculaires de types et de marques Plossl Televue, Baader Eudiascopique, Super Plossl Meade, Masuyama, Takahashi ou encore Vixen Lanthanum. Le recours à des verres de meilleure qualité et à des formules optiques plus pointues se ressent dès la première observation : les images sont un peu plus lumineuses du fait de la meilleure transmission du verre employé, et le contraste plus saisissant. Pour des budgets allant jusqu'à 1 000 francs, ils représentent un atout supplémentaire pour votre télescope.

Enfin, pour les amateurs de performances optimales, il est toujours possible de trouver des oculaires Zeiss Abbe (diffusion discontinue) et Clavé. Même si ces oculaires ne sont pas exempts de tout



Les oculaires Televue Panoptic s'inscrivent en droite ligne des nouvelles générations d'oculaires à super grand champ. Leurs qualités optiques de haut niveau garantissent les meilleures images.

reproche sur le plan optique (avec une correction chromatique un peu légère chez Zeiss notamment), il n'en demeure pas moins qu'ils procurent des images époustouflantes en ce qui concerne le piqué et le contraste ! Les prix se situent aux alentours de 1 500 francs.

Le coulant américain de 31,75 mm super grand champ

Les super grand champ, comme leur qualificatif l'indique, sont des oculaires dont les formules optiques ont été optimisées de façon à donner à l'observateur, pour une même focale, un champ plus important. Ce type d'oculaires se révèle très agréable à l'observation car il donne l'impression qu'il n'y a pratiquement pas de limites au regard. Les prix sont compris entre 1 300 et 3 000 francs.

Les Meade SWA (Super Wide Angle) sont de bon niveau tant du point de vue du contraste que de celui du piqué. Mais l'augmentation du champ apparent (67°) entraîne une augmentation de la distorsion sur les bords de l'image (il faut donc



faire attention lors de l'utilisation sur un instrument mal corrigé, télescope de Newton ou lunettes de courte focale par exemple).

Les oculaires Pentax, Swarovski (dont la diffusion est discontinue) et les tout nouveaux LVW Vixen Superwide sont nettement meilleurs. Mais, actuellement, la palme revient à Televue avec sa remarquable série « Panoptic » dont les performances sont superbes : 70° de champ, contraste élevé, piqué étonnant, correction chromatique quasi totale et distorsion très limitée. Les focales de 19 et de 22 mm sont les meilleurs choix possibles.

Les oculaires Pentax, Swarovski (dont la diffusion est discontinue) et les tout nouveaux LVW Vixen Superwide sont nettement meilleurs. Mais, actuellement, la palme revient à Televue avec sa remarquable série « Panoptic » dont les performances sont superbes : 70° de champ, contraste élevé, piqué étonnant, correction chromatique quasi totale et distorsion très limitée. Les focales de 19 et de 22 mm sont les meilleurs choix possibles.

Le coulant américain de 31,75 mm ultra grand champ

Même si leur qualité optique n'est pas forcément et systématiquement plus élevée que celle des ténors des autres catégories, cette sorte d'oculaires rassemble tous les avantages : un champ énorme de 84° (cette fois, le regard ne connaît plus de limites), une correction de la distorsion très poussée, un contraste élevé et

une impression saisissante de relief lors de l'observation de cratères lunaires ou d'amas d'étoiles globulaires.

Seules deux marques proposent de telles merveilles : Meade (série UWA) et Televue (série Nagler). Les focales varient dans une courte fourchette comprise entre 16 et 4,7 mm. Les prix fluctuent dans de fortes proportions : de 1 800 francs environ pour les courtes focales à 4 000 francs pour les longues !

L'oculaire zoom Televue 8 mm/24 mm.

Parmi les oculaires au coulant américain, celui-ci est un cas à part. C'est une nouveauté à signaler, car les zooms sont très peu utilisés en astronomie. Pourtant, le dernier-né de la société américaine Televue est une vraie réussite et rivalise avec de très bonnes focales fixes équivalentes (de 8 à 24 mm en continu !). Il peut donc être un excellent choix, par exemple, pour l'amateur spécialiste du dessin de surfaces planétaires qui change souvent d'oculaire pour s'adapter en temps réel à la turbulence atmosphérique. Il coûte 2 500 francs environ.

Le coulant américain de 50,8 mm

Il s'agit là du plus gros standard disponible en astronomie d'amateur. Son intérêt réside principalement dans la possibilité offerte à l'utilisateur de posséder des oculaires de focale très longue, avec des

champs résultants importants. Ils existent aussi bien dans les formules optiques type Plossl ou Super Plossl (Televue 55 mm et Meade 56 mm) que dans celles de type super grand champ (Panoptic de 27 et de 35 mm, SWA Meade 40 mm) ou dans celles de type ultra grand champ (Televue Nagler de 20 mm).

Le choix du grossissement

La focale de l'oculaire détermine directement le grossissement obtenu : plus celle-ci est courte, plus le grossissement est élevé, et inversement. Choisir sa gamme d'oculaires revient donc à définir précisément les focales nécessaires à l'obtention des meilleures images en fonction du sujet observé (taille, luminosité et détails visibles) et des capacités de l'instrument (qualité et diamètre optiques).

En règle générale, l'utilisateur choisira trois oculaires donnant respectivement : un grossissement faible idéal en observation du ciel profond pour les objets de faible luminosité ; un grossissement moyen apte à restituer les détails visibles sur les surfaces planétaires ; un grossissement élevé pour les objets lumineux et contrastés.

Mais ces grossissements ne doivent pas dépasser les capacités réelles de l'instrument : trop faibles, l'observateur ne bénéficiera pas de toute la lumière collectée par l'instrument ; trop élevés, l'image deviendra sombre et floue. Pour déterminer les limites « optiques », l'amateur devra garder à l'esprit les critères de grossissements minimal, utile et maximal détaillés aux pages 24 à 29.

Accessoires divers

Outre les oculaires, il existe une multitude d'accessoires en complément de l'instrument principal : chercheurs, pointeurs, lentilles de Barlow, renvois coudés, écrans divers, réducteurs de focale, pare-buée... Autant d'outils qui peuvent être indispensables ou simplement offrir de nouvelles possibilités pour l'observation.

Certains accessoires peuvent s'avérer très utiles, et leur acquisition parallèlement à l'évolution de l'observateur permet sans conteste d'augmenter les possibilités propres de sa lunette ou de son télescope. D'autres accessoires relèvent plutôt de l'option facultative, quand ils ne sont pas inutiles, ou bien ne peuvent pas s'utiliser sur tel ou tel instrument. Apprendre à les reconnaître et à bien les utiliser en fonction de l'objet à observer requiert un peu d'expérience.

Chercheurs, pointeurs

À moins que l'utilisateur ne soit extrêmement doué pour le pointage des astres, ou, de façon plus probable, qu'il puisse utiliser un système de pointage électronique, le chercheur est l'une des pièces maîtresses de l'instrument astronomique.

En général, tout instrument est livré avec un chercheur lors de l'achat. De plus ou moins bonne qualité, ce dernier permet de pouvoir commencer les observations. Le chercheur est une petite lunette située sur le tube de l'instrument et, du fait de son grand champ (de plusieurs

degrés), il permet de pointer la région du ciel que l'on souhaite observer et qui renferme un astre sélectionné.

Certains instruments d'initiation (des lunettes de 60 mm ou des télescopes de 115 mm, par exemple) sont livrés d'origine avec un chercheur 5x24. Non achromatique, ce petit chercheur est très diaphragmé pour compenser son fort chromatisme. Le résultat en est alors un assombrissement qui le rend quasi inutile dans la recherche d'objets peu lumineux.

Conseils d'utilisation du chercheur

Le réglage du chercheur se fait de jour, sur un objet placé suffisamment loin (cheminée, cime de poteau, etc.), car, la nuit, l'opération devient « sportive » ! Il faut répéter l'opération de temps en temps. De plus, si l'on possède un chercheur 5x24, il est préférable de le changer pour un 6x30. Lors d'observations solaires, il est nécessaire de masquer l'objectif de son chercheur, faute de quoi le réticule peut fondre sous l'effet de la chaleur.



Le chercheur est un accessoire primordial car son champ étendu allié au grossissement faible qu'il procure permet de pointer avec facilité tout type d'objet afin d'être sûr que ce dernier soit bien centré dans l'instrument principal.

Pour remplir correctement sa fonction, le chercheur doit être parallèle à l'axe optique de l'instrument. Pour ce faire, le support du chercheur est équipé de petites vis de réglage que l'on manipule, chacune à tour de rôle, jusqu'à ce que l'image d'un objet lointain se situe simultanément au centre du réticule du chercheur et au centre de l'oculaire. Comme dans une lunette astronomique, l'image est inversée dans le chercheur.

Les pointeurs, quant à eux, sont des systèmes beaucoup plus récents, et très agréables à utiliser. Leur principe est fort simple : il consiste en effet en la projection sur la sphère céleste soit d'un petit point rouge, soit d'une série de cercles concentriques au milieu desquels l'observateur amateur pointera l'objet à observer. Les avantages de ce système sont au nombre de deux : une absence de grossissement garantissant un champ important, tout d'abord, et, ensuite, une image qui, au contraire du chercheur, n'est pas inversée, ce qui est indéniablement un grand avantage.

La lentille de Barlow

La lentille de Barlow est un accessoire plutôt délicat à utiliser. Il s'agit d'une pièce optique constituée d'une seule lentille (Barlow simple), de deux (« doublet achromatique ») ou de trois (« triplet apochromatique »). Cet ensemble est monté dans un tube métallique. La lentille se loge à la sortie du porte-oculaire et reçoit l'oculaire à son extrémité de sortie. Elle ne peut pas s'employer avec un renvoi coudé car le tirage optique nécessaire à l'obtention d'une image nette n'est pas suffisant.

La fonction de la lentille de Barlow est de doubler ou de tripler la focale de l'instrument sur lequel elle est placée. De surcroît, en plus de la focale, c'est la puissance de l'instrument en termes de grossissement qui sera doublée ou triplée avec cette sorte d'accessoire. Un télescope 115/900 (c'est-à-dire avec un diamètre de 115 mm pour une focale de 900 mm), par exemple, utilisé avec un oculaire de 20 mm, offrira un grossisse-

Avantages et inconvénients de la lentille de Barlow

Le système de la lentille de Barlow offre des avantages certains. Un intérêt d'abord financier, car l'observateur, avec une Barlow $\times 2$, double les capacités de grossissement de son instrument, et, au lieu d'acheter six ou huit oculaires, n'en possède plus que trois ou quatre accompagnés de cette Barlow. Un intérêt photographique également : en doublant la focale instrumentale, on double aussi le format de l'image sur le film, et il devient alors possible de photographier des objets lumineux pour lesquels la seule focale de l'instrument n'aurait peut-être pas été suffisante (Lune, Soleil ou éclipses par exemple).

L'inconvénient de ce système est qu'en doublant le grossissement on réduit par un facteur quatre la luminosité de l'instrument. Il est donc inutile d'utiliser une Barlow en

observation avec des oculaires de focale courte car on dépasse le grossissement maximal que peut supporter l'instrument (2,5 fois le diamètre), et parce qu'en ajoutant les deux pertes importantes (luminosité et champ), on compromet également le contraste et le confort d'image.



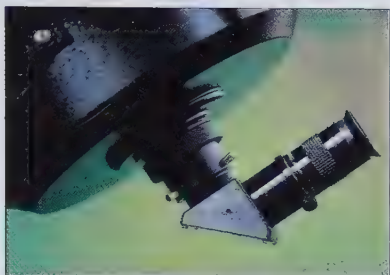
Bien choisir sa Barlow est très important car la perte de qualité qu'elle entraîne doit être compensée par une qualité optique élevée.

ment de 45 fois (900 divisé par 20). Si nous équipons le télescope d'une lentille de Barlow doublant le grossissement, ce dernier sera alors de 90 fois (1 800 divisé par 20).

Il est conseillé d'acquérir une lentille de Barlow, à la condition que cette dernière soit de très bonne qualité optique. Dans ce cas, en effet, elle se révèle utile, de façon occasionnelle et en complément d'oculaires à grande focale, essentiellement lorsque l'on observe la Lune, ou lorsqu'il s'agit de séparer des étoiles doubles, de chercher des étoiles variables faibles, ou enfin pour la photographie d'objets particuliers.

Le renvoi coudé

Lorsqu'on s'équipe d'une lunette astronomique ou d'un télescope de type Schmidt-Cassegrain, le renvoi coudé est un accessoire fourni d'origine par le constructeur avec l'instrument. Le renvoi coudé se place entre le porte-oculaire et l'oculaire : il s'agit d'un prisme qui renvoie l'image à 90° , un angle qui permet ainsi à l'amateur de prendre une position confortable lorsqu'il souhaite observer des objets en direction du zénith, au-dessus de sa tête. La perte de luminosité qu'engendre le renvoi coudé est infime et n'entame en rien la qualité de l'image. Il



Le renvoi coudé évite à l'observateur une fatigue évidente lors de l'observation d'objets situés haut dans le ciel.

faut signaler que le renvoi coudé n'est pas compatible avec un télescope de type Newton !

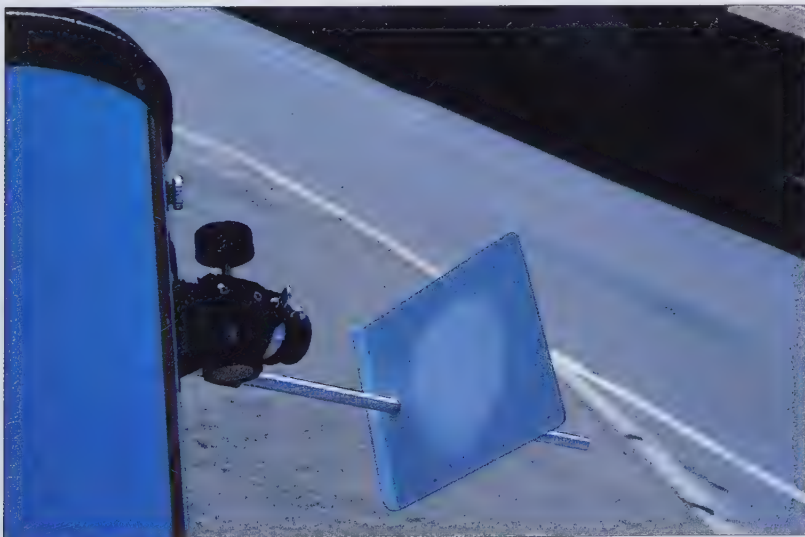
Certains utilisateurs profiteront de leur instrument pour réaliser quelques observations terrestres – ornithologiques par exemple. Dans ce cas, à l'arrière de la

lunette ou du télescope de type Schmidt-Cassegrain, on peut utiliser un prisme à 45° qui permet une position confortable de l'observateur mais qui, surtout, permet de redresser l'image est-ouest/nord-sud. On appelle ce prisme un « redresseur terrestre ».

L'écran de projection solaire

Cet accessoire est intéressant lorsqu'on pratique l'observation en groupe, puisqu'il consiste à projeter l'image du Soleil sur un petit écran placé à l'arrière de l'oculaire, soutenu au porte-oculaire par une tige métallique. L'ensemble des participants profite ainsi, en même temps, de l'observation. Il faut toutefois être prudent. Pour les oculaires tout d'abord,

L'écran de projection solaire est très pratique pour l'observation des taches solaires et des éclipses.



car le fait de projeter l'image du Soleil sur un écran nécessite l'emploi d'oculaires à lentilles non collées (dans le cas contraire, la colle située entre les lentilles se liquéfie sous l'action de la chaleur, endommageant irrémédiablement l'oculaire) ; on utilisera donc les oculaires « H » et « SR », de diamètre 24,5 mm, car, au diamètre 31,75 mm, les lentilles des oculaires sont collées. Il ne faut pas non plus réaliser de projections avec les télescopes de type Schmidt-Cassegrain, car on risque alors de détériorer le miroir secondaire. Il faut être attentif si l'on pratique cette observation avec de jeunes enfants à ce que personne ne glisse son regard entre l'oculaire et l'écran, car, bien sûr, on n'utilise aucun filtrage en projection solaire !

Le réducteur de focale

Cet accessoire est un utile complément optique à certains types d'instruments (aux télescopes de Schmidt-Cassegrain



Le réducteur de focale s'utilise en observation visuelle comme en photographie. Il offre à la fois un champ résultant étendu et, surtout, améliore considérablement la luminosité de l'image pointée (très utile en photographie).

tout particulièrement). À l'inverse de la lentille de Barlow, qui, nous l'avons vu, multiplie la focale de l'instrument, le réducteur, comme son nom le laisse supposer, la réduit. De fait, le grossissement utilisé est plus faible et le champ s'avère plus important.

Par exemple un réducteur de focale de valeur 6,3 utilisé avec un télescope de Schmidt-Cassegrain 200/2 000 permettra de transformer la focale de 2 000 mm de l'instrument en une focale de 1 260 mm. Avec un oculaire de 25 mm de focale auquel on ajoute un réducteur de focale de valeur 6,3, le grossissement de 80 fois passera à 50 fois.

Il est conseillé d'utiliser le réducteur de focale au cours de séances photographiques afin de diminuer les temps de pose et d'offrir plus de champ pour saisir le sujet. En reprenant l'exemple de notre télescope de 200/2 000, si l'on souhaite utiliser ce dernier en photographie astronomique, sans réducteur de focale, certains sujets peuvent ne pas être contenus entièrement sur le film photographique, et le résultat peut être particulièrement inesthétique (par exemple une éclipse de Soleil ou de Lune) ; le même instrument équipé d'un réducteur de focale de valeur 6,3 et utilisé en photographie astronomique permettra aux mêmes objets d'être entièrement représentés sur la surface du film, avec un résultat final très satisfaisant.

Les réducteurs de focale modernes sont aussi des correcteurs de champ. On les trouve dans les magasins spécialisés sous l'appellation de « correcteur-réducteur ». Un réducteur de focale corrigé tend à annuler les phénomènes de sphé-

ricité ou de courbure de champ. Ce phénomène est important en photographie astronomique : une photographie stellaire sur laquelle les étoiles apparaissent ponctuelles, du centre de l'image jusqu'au bord, est beaucoup plus belle qu'une autre où les étoiles situées en bord de champ auraient tendance à montrer des courbures.

Le pare-buée

Le pare-buée est un accessoire indispensable que l'on peut ajouter sur les instruments dont l'optique est située à proximité de l'extrémité du tube tournée vers le ciel (objectif des lunettes et lames de Schmidt). Avec des télescopes de type Newton, dont le tube est fermé, ce dernier fait office de pare-buée.

Le pare-buée est un prolongement du tube, qui permet d'éviter que la buée ne se dépose immédiatement sur l'objectif, ce qui rend l'observation impossible. Pour qu'un pare-buée puisse tenir son rôle le plus longtemps possible, il convient que sa longueur soit équivalente à au moins une fois et demie le diamètre de l'instrument. Le chercheur est aussi équipé d'un petit pare-buée, mais celui-ci est généralement trop court et ne suffit malheureusement pas pour protéger du dépôt de rosée. Il est possible de prolonger les pare-buée : celui du chercheur grâce à une feuille de buvard par exemple, et celui du tube de l'instrument grâce à un morceau de carton...

On trouve aussi dans le commerce des pare-buée bien adaptés aux différents instruments. Certaines marques, comme



Un matériel judicieusement complété est gage d'une observation de qualité : cette image nous montre un observateur confortablement installé, ayant équipé son télescope d'un pare-buée, d'un renvoi coudé et d'une motorisation adaptée.

Celestron notamment, les ont conçus avec une forme très légèrement conique afin de retarder plus longtemps encore l'apparition de la buée sur l'optique de l'instrument. Il est également possible de trouver dans le commerce des résistances chauffantes que l'on place sur les télescopes de type Schmidt-Cassegrain, à la hauteur de l'emplacement de la lame de Schmidt, et qui empêchent la formation et le dépôt de rosée. La faible différence de température, toute relative, que ces résistances engendrent n'entame en rien l'observation et ne crée pas de turbulences.

Les filtres

Il existe, à disposition de l'astronome amateur, une multitude de filtres. On distingue les filtres que l'on utilise pour l'observation des filtres que l'on utilise en astrophotographie ou pour lutter contre la pollution lumineuse. Leur rôle est d'accentuer les contrastes et de mettre en évidence certains détails en renforçant ou en atténuant certaines bandes du spectre.

On utilise les filtres colorés, les filtres neutres et les filtres polarisants soit en observation directe, soit en astrophotographie. Les filtres sont presque toujours adaptés à des observations spécifiques : Soleil, Lune, objets du ciel profond... Depuis quelques années, l'apparition de filtres « antipollution lumineuse » (filtres Deep-Sky, UHC, LPR...) est un essai de réponse à une nouvelle et regrettable contrainte de l'astronomie d'amateur : la dégradation des sites d'observation par les lumières parasites de toute nature.

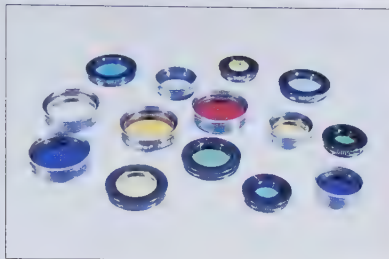
Les filtres solaires

Il est possible pour l'amateur d'observer le Soleil en toute sécurité en projetant son image sur un écran (voir, parmi les accessoires divers, l'écran de projection solaire, pages 84-89), mais aussi d'observer la surface de notre étoile directement à l'oculaire pour observer ses taches et ses facules. Pour ce faire, il existe, pour des oculaires de 24,5 mm de diamètre, des petits filtres de verre teinté, montés dans des barillets métalliques que l'on visse à l'arrière de l'oculaire.

La plupart des instruments d'initiation sont équipés d'origine avec les filtres correspondant au standard de l'oculaire fourni. Prudence toutefois, car cet accessoire, directement placé au foyer de l'instrument, est porté rapidement à haute température. Il ne faut jamais observer plus de trente secondes avec ces filtres. Passé ce délai, l'observateur doit boucher le tube de son instrument, puis laisser refroidir le filtre une bonne minute avant de reprendre l'observation. S'il ne respecte pas cette règle, l'observateur risque de voir le filtre se casser sous l'effet de la chaleur et, surtout, d'endommager irréremédiablement sa vue.

De même, il ne faut jamais utiliser la pleine ouverture de son instrument, car le filtre chaufferait encore plus rapidement. Pour y remédier, il est nécessaire de diaphragmer l'ouverture, en laissant le bouchon de fermeture sur l'instrument et en n'ôtant que le petit bouchon. Pour les télescopes de 115 à 150 mm de diamètre, le tube est ainsi diaphragmé à 60 mm de diamètre environ.

Les filtres solaires à placer sur oculaire ne se trouvent donc qu'avec un diamètre de 24,5 mm. Si l'on n'observe que très



Les filtres colorés permettent d'améliorer détails et contraste sur les surfaces planétaires...

occasionnellement le Soleil, ce petit filtre convient, à condition de respecter les règles énoncées ci-dessus. Mais si l'on observe le Soleil de façon régulière, il vaut mieux abandonner ce système au profit d'un filtre semi-aluminé à pleine ouverture (voir ci-après). Il est plus cher à l'achat, mais de bien meilleure qualité optique et réellement plus sécurisant !

Les filtres colorés

Teintés dans la masse du verre, les filtres colorés sont utilisés soit pour l'observation proprement dite, soit pour la photographie planétaire. Leur rôle est de mettre en évidence ou de renforcer certains détails, par effet de contraste.

Le filtre coloré, s'il représente un complément indispensable pour l'observateur chevronné dont l'œil est déjà exercé depuis des années à l'observation, n'apportera rien au débutant. Nous ne conseillons donc pas l'achat des filtres colorés au néophyte, qui, avec ou sans ce type d'accessoires, ne verra aucune différence dans l'image qu'il observe, aucun détail supplémentaire. Avant d'atteindre



... Ces filtres se vissent toujours sur l'extrémité de l'oculaire qui rentre dans le porte-oculaire.

cette étape, l'amateur doit attendre que son œil soit suffisamment exercé à l'observation.

L'acquisition de filtres colorés aussi bien pour l'observation que pour l'astrophotographie est une étape utile lorsqu'on a pris l'habitude d'observer ; mais, là encore, il est inutile de posséder toute la gamme. En fonction du détail que l'on souhaite accentuer ou de la couleur principale d'un astre, il faut adapter la couleur du filtre (voir, en page 92, le tableau récapitulatif des principaux filtres et des

Couleur du filtre Numéro

Jaune	8
Jaune-vert	11
Jaune foncé	12
Jaune profond	15
Vert clair	56
Vert	58
Orange	21
Rouge clair	23A
Rouge	25A
Bleu pâle	82A
Bleu clair	80A
Bleu	38A
Violet	47

Objets	Filtres à utiliser	Remarques
Vénus	80A (bleu clair)	Pour renforcer le contraste entre le disque et le fond de ciel et éliminer le chromatisme résiduel créé par la très forte blancheur de la planète/jusqu'à 150 mm de diamètre
	38A (bleu)	Idem/au-dessus de 150 mm de diamètre
Mars	80A (bleu clair)	Pour mettre en valeur la calotte polaire
	23A (rouge clair)	Pour mettre en évidence les structures géologiques/jusqu'à 200 mm de diamètre
	25A (rouge)	Idem/au-dessus de 200 mm de diamètre
Jupiter	80A (bleu clair)	Pour mettre en valeur la tache rouge
	23A (rouge clair)	Pour renforcer le contraste des bandes nuageuses/jusqu'à 150 mm de diamètre
	25A (rouge)	Idem/au-dessus de 150 mm de diamètre
Saturne	8 (jaune)	Pour améliorer le contraste entre l'anneau et le disque de la planète/jusqu'à 150 mm de diamètre
	12 ou 15 (jaune foncé ou profond)	Idem/au-dessus de 150 mm de diamètre

domaines d'application). Il faut savoir, enfin, que depuis quelque temps les filtres colorés ne sont plus fabriqués en diamètre de 24,5 mm.

Autres filtres solaires

Deux autres types de filtres solaires existent : le filtre solaire à l'ouverture et le filtre solaire H-alpha (ou H- α). Le premier est la solution idéale à conseiller à tous ceux qui souhaitent observer confortablement l'astre du jour, avec une image de bonne qualité, mais surtout en écartant tout risque d'éclatement du filtre (ce dernier remplaçant le bouchon de fermeture du tube de l'instrument). L'observateur



Ci-dessus :
le filtre H- α
et son préfiltre
rouge

bénéficie ainsi de la pleine ouverture de son instrument et donc de sa meilleure résolution angulaire. Le filtre est constitué d'une lame de verre traité, et son absorption représente 1/1 000 de la lumière pour la version photographique, et 1/10 000 de la lumière dans sa version visuelle. Les

fabricants les proposent pour presque tous les diamètres (de 80 à 400 mm). Un ruban de feutrine est fourni avec le filtre, et permet de l'ajuster au diamètre du tube de l'instrument.

Le filtre à l'ouverture permet d'observer les taches solaires et les facules (zones blanches qui annoncent la formation de taches). Mais lorsqu'on souhaite observer les protubérances solaires (bien visibles lors d'éclipses totales), et l'activité à la surface même du Soleil, il faut utiliser le filtre H-alpha. Avec ce dernier, il existe un préfiltre diaphragmé à 77 mm qui se place à l'avant du tube, au niveau du porte-oculaire, ainsi qu'un système de réglage du filtre dans son boîtier. Pour ce faire, il faut être équipé d'un oculaire qui puisse rendre un rapport focale sur diamètre supérieur ou égal à 20, faute de quoi il n'est pas possible de réaliser la mise au point.

Ce filtre H-alpha est particulier car il absorbe toutes les bandes du spectre du Soleil, sauf la raie H-alpha. L'observateur voit les protubérances qui s'élancent hors du disque solaire et les éruptions de surface. Sans doute, l'observation en H- α est l'observation la plus sensationnelle que l'on puisse faire. Le seul inconvénient se situe dans le coût du filtre : à partir de 7 000 francs environ.

Filtres interférentiels

Les filtres interférentiels existent pour les diamètres de 31,75 et quelques-uns de 48 mm, se vissant à l'arrière de l'oculaire ou du porte-oculaire de certains télescopes. Leur rôle consiste, pour les uns, à



Le filtre antipollution lumineuse est un accessoire très pratique pour l'observateur installé en ville.

combattre les effets de la pollution lumineuse, et, pour d'autres, en sélectionnant et en isolant certaines raies du spectre, à mettre en valeur des éléments précis de l'objet observé. Pour la pollution lumineuse intense, il faut utiliser les filtres Deep-Sky et UHC (ce dernier est aussi conseillé pour observer des nébuleuses diffuses sous des ciels très purs). L'effet de ce filtre est saisissant car on constate une « extinction » des petites étoiles, et une apparition de détails.

À propos des filtres interférentiels, il faut raisonner comme pour les filtres colorés. Ils ne sont conseillés qu'à condition d'avoir déjà entraîné son œil à l'observation sans filtre durant plusieurs années. Ces accessoires merveilleux viennent en complément d'une vision exercée, mais ils ne représentent pas la solution miracle qui permet au néophyte d'observer une galaxie de magnitude 10.

Quels filtres interférentiels pour quels objets ?

Nébuleuse diffuses : filtres UHC

Galaxies : filtres Deep-Sky

Nébuleuses de faible magnitude ou de faible diamètre apparent : filtres H-bêta

Nébuleuses planétaires : filtres Oxygène III

Les moteurs

Du fait de la rotation de la Terre, les astres semblent se déplacer d'est en ouest. À l'œil nu, le phénomène n'est perceptible qu'à quelques heures d'intervalle, mais lorsqu'on effectue des observations dans un instrument, le mouvement devient très vite perceptible. Les moteurs sont des accessoires essentiels pour aider l'observateur.

Suivi manuel des objets

En observant un astre dans une lunette ou dans un télescope, nous voyons bien ce dernier « avancer » dans le champ de l'oculaire, puis le quitter. C'est pourquoi les instruments sont livrés avec des flexibles ou des manettes de commande qui permettent de suivre mécaniquement les déplacements.

Sur une monture azimutale, ce suivi manuel est très délicat. Une monture équatoriale rend déjà plus facile le suivi avec les seuls flexibles. En effet, l'observateur prend d'abord soin de réaliser sa mise en station, puis le suivi de l'objet observé s'effectue ensuite en déplaçant seulement le mouvement en ascension droite.

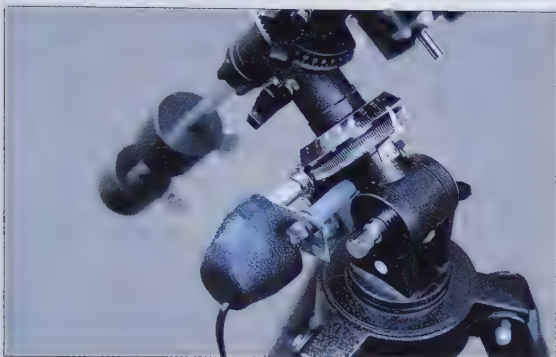
Pourquoi acquérir un moteur de suivi ?

Si l'on possède un télescope 115/900 ou une monture d'initiation assimilée pouvant être motorisée en ascension droite, il est intéressant à un moment ou à un autre de motoriser la monture pour plusieurs raisons. Tout d'abord, l'observa-

tion devient plus commode. Ensuite, il n'est plus nécessaire de toucher la monture le temps de l'observation, ce qui évite les vibrations sur des montures déjà très frêles. Il devient également possible d'observer les planètes avec de plus forts grossissements, sans risquer de perdre l'objet avec un suivi manuel très imparfait. Enfin, il est possible de s'initier à la photographie astronomique d'objets très lumineux comme la Lune, le Soleil et les planètes.

En revanche, parce que l'on n'a pas accès au foyer de ces instruments, la photographie d'objets faibles à longue pose est impossible ; et de toute façon, pour ce dernier cas, comme la monture ne permet pas de recevoir de moteur en déclinaison, le décalage en déclinaison s'avère irrattrapable. Le fait de motoriser ce type d'instruments d'initiation en basse tension n'est, par la suite, qu'une affaire de budget.

Pour des télescopes de 150 mm et des lunettes de 80 mm, on trouve la plupart du temps des montures stables et motorisables sur les deux axes, avec raquette de commande. Il faut prendre son temps, connaître son instrument, et évoluer avec lui avant de s'équiper de cette double



Le moteur de suivi en ascension droite, alimenté sur le secteur ou, mieux, en basse tension (12 V), assure une poursuite efficace des objets célestes, en observation visuelle comme en photographie.

motorisation, laquelle s'avère très confortable et ouvrant d'infinies perspectives pour l'observation, la photographie classique, ou l'acquisition d'images à l'aide d'une CCD.

Il faut enfin noter que les moteurs de tels matériels, de telle ou telle marque, ne sont pas, la plupart du temps, compatibles entre eux, et il faut pour cela bien se renseigner chez son revendeur avant de s'équiper !

Moteurs de suivi pour premiers instruments

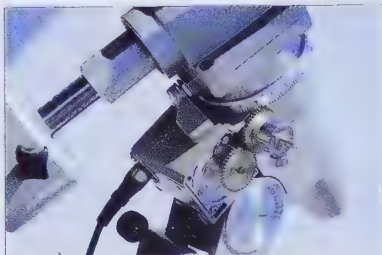
Afin de rendre l'observation plus aisée, la plupart des instruments avec monture équatoriale peuvent recevoir un moteur de suivi en ascension droite, suivant le mouvement de la Terre autour de l'axe polaire. Sur les télescopes 115/900 d'initiation par exemple il existe une petite roue dentée sur le côté de la monture, prête à recevoir un moteur en option.

Pour les montures à destination des instruments de base (comme le télescope 115/900), les moteurs sont proposés en alimentation secteur, en 220V/50Hz. L'inconvénient de ce système est qu'il faut « tirer le fil » et ne pas se trouver trop éloigné d'une source d'alimentation électrique. Il faut compter 1 000 francs environ pour ce type de moteur. Il existe éga-

lement pour des instruments de même type un moteur alimenté par piles, dont le coût risque de freiner les ambitions,

Les moteurs pour déclinaison

Certaines montures équatoriales peuvent être équipées, en plus du moteur en ascension droite, d'un moteur en déclinaison. Il faut rappeler que le mouvement en déclinaison n'est utilisé que pour recentrer l'objet dans une direction nord-sud dans le champ de l'oculaire, ou pour faire du guidage en photographie astronomique, et qu'il n'intervient en aucun cas dans le suivi de l'objet. Le décalage nord-sud constaté est dû la plupart du temps à une mise en station qui n'est pas parfaite, et aux imperfections mécaniques propres à l'axe de la monture qui entraîneront ce que l'on appelle une « erreur périodique ».



Le montage du moteur en ascension droite doit être réalisé avec soin afin d'éviter tout jeu éventuel dans les engrenages.

car il faut compter plus de 2 000 francs, c'est-à-dire quasiment le prix du télescope lui-même...

Moteurs de suivi pour instruments perfectionnés

Les montures plus élaborées peuvent toutes recevoir une alimentation en basse tension, soit par piles, soit par un branchement possible sur une batterie ou sur l'allume-cigare d'une automobile. Les moteurs qui équipent ces montures sont équipés d'une raquette de commande qui permet d'arrêter le moteur ou encore de l'accélérer, avec des vitesses variables que l'on utilise pour pointer un astre, pour rechercher un objet en balayant une région du ciel, pour se « promener » sur la surface lunaire ou, enfin, pour faire du guidage photographique.

Il faut également noter que, avec certains moteurs, il est possible d'adapter les vitesses de suivi pour l'objet observé. En effet, même si l'ensemble de la voûte céleste est entraîné dans un même mouvement diurne, les astres n'ont pas la



Le tableau de bord des télescopes les plus performants offre, grâce à des possibilités de connexion importantes, tous types d'évolutions futures.

même vitesse apparente. Du fait de sa proximité, la vitesse propre de la Lune, par exemple, est très perceptible (13° en vingt-quatre heures par rapport au mouvement diurne).

Sur une monture équatoriale, soit parce que l'on n'a pas fait une mise en station d'une grande rigueur, soit parce qu'une mécanique n'est jamais parfaite, il est possible d'observer le temps du suivi un décalage nord-sud, sud-nord des objets observés. La plupart du temps, on constate que ce décalage s'opère de façon régulière : il s'agit alors de l'erreur périodique due à l'imperfection de la monture.

Lorsqu'on pratique l'astrophotographie, le moteur de déclinaison, relié lui aussi à la raquette de commande, peut corriger ce décalage le temps de la pose, grâce à un mouvement très fin. Pour pallier ce phénomène, un petit calculateur (système PEC) enregistre la fréquence de l'erreur périodique et envoie une impulsion au moteur de déclinaison. Ce dernier effectue alors la correction seul en contrebalançant le déplacement apparent de l'astre dans le champ oculaire.

On peut se passer d'un tel système en observation visuelle puisque l'on peut corriger manuellement, mais il devient très intéressant en photographie à longue pose.

Le moteur de mise au point

Avec des forts grossissements, effectuer une mise au point manuelle en tournant la molette de la crémaillère engendre des vibrations de l'instrument durant plusieurs secondes et l'opération devient particulièrement désagréable. En astrophotographie, le problème est encore plus délicat à résoudre !

L'apparition des moteurs de mise au point a résolu tous ces problèmes. Ces moteurs, fixés à la molette de mise au point du porte-oculaire, sont raccordés à une manette de commande alimentée par une pile. Deux boutons permettent de faire la mise au point dans un sens ou dans l'autre. Un petit potentiomètre permet de jouer avec la vitesse du moteur et celle du déplacement du porte-oculaire. L'opération s'effectue sans que l'utilisateur ait besoin de toucher à l'instrument, ce qui annule toute vibration !

Le moteur de mise au point est un accessoire très agréable à utiliser et il trouve toute son utilité lorsque l'amateur aborde la photographie astronomique. De même que pour la motorisation des montures, si l'on envisage un jour de s'équiper de cet accessoire, il est nécessaire de préciser le modèle et la marque de l'instrument au spécialiste que l'on consulte. Le budget à prévoir est d'environ 1 000 francs.



Le moteur de mise au point est un accessoire des plus intéressants car il permet d'éliminer toutes les vibrations liées au contact de la main de l'utilisateur, lorsque celui-ci effectue la mise au point. Plus le grossissement est élevé, plus cet accessoire se révèle primordial.

Une mise au point quasi permanente !

Avec beaucoup d'instruments, la mise au point de la netteté de l'image est une opération permanente. De nombreuses raisons en sont la cause : changement d'oculaire, observateur différent, forts grossissements demandés (notamment l'observation de surfaces planétaires, tout particulièrement la Lune) ou mouvements de turbulence atmosphérique venant troubler l'image en quasi-permanence.

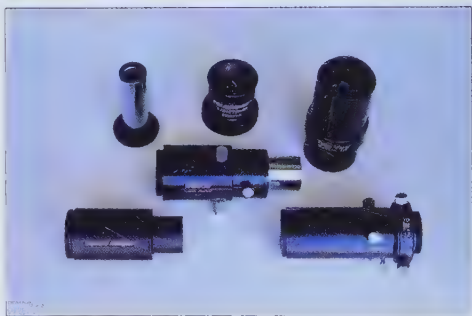
Les accessoires photographiques

La photographie céleste peut être une étape logique dans l'évolution des passionnés d'astronomie. Lorsqu'on a effectué de nombreuses observations et que l'on connaît bien les possibilités de son instrument, il est fréquent de vouloir passer à cette étape complémentaire et qui offre de nouvelles perspectives.

Pouvoir figer sur le film un paysage lunaire observé ou, mieux encore, avoir accès à certains objets que notre œil ne peut percevoir, telles certaines nébuleuses ou galaxies, est une activité passionnante. Encore faut-il savoir ce que l'on veut faire, ce que l'on peut faire en fonction des caractéristiques de l'instrument que l'on possède, et, enfin, connaître les différents accessoires disponibles sur le marché et nécessaires en matière d'astrophotographie. Car, il faut bien le dire, dans le domaine de la photographie astronomique, c'est la grande valse des accessoires... parfois très accessoires !

Principe de la photographie astronomique

Pour photographier un objet, le tube de la lunette ou du télescope devient un puissant téléobjectif : pour une lunette de 800 mm de focale en effet, il s'agit de l'équivalent d'un téléobjectif de



Pour chaque instrument existe un raccord photographique spécifique ; ci-dessus, presque tous sont représentés.

800 mm ; pour un télescope de 200 mm de diamètre et à F/d de 10, on obtient un équivalent de téléobjectif de 2 000 mm de focale ! À l'arrière de ce puissant objectif, on peut placer un appareil photographique par l'intermédiaire d'un accessoire de liaison, l'adaptateur photographique, lui-même complété d'une bague de couplage avec l'appareil photographique (bague T2).

Ce montage, représentant la formule la plus simple que l'on puisse utiliser permet de s'initier à la photographie astronomique. Par la suite, en fonction de

l'objet que l'on souhaite photographier (lumineux ou pas, nécessitant une pose courte ou une pose longue, un guidage avec diviseur ou une lunette en parallèle...), il faut insérer dans le montage que nous venons de citer toute une panoplie d'accessoires qui ne signifient pas grand-chose pour le néophyte, mais sans lesquels il n'est guère possible d'envisager de très bons résultats.

Le matériel de base

Il est nécessaire tout d'abord de rappeler quelle sorte de matériel indispensable rend possible la photographie du ciel nocturne. En ce qui concerne la monture, il faut une monture équatoriale au moins motorisée en ascension droite, ou une monture altazimutale motorisée à la fois en azimut et en hauteur, ou équipée de sa table équatoriale.

Il faut également un boîtier photographique reflex 24×36, entièrement mécanique de préférence, équipé d'un verre dépoli le plus clair possible, et possédant une pose B (il faut éviter tout boîtier électronique moderne pour la photographie astronomique).

Il est aussi nécessaire de posséder un déclencheur souple, afin d'éviter toute vibration lors du déclenchement, des films photographiques (films rapides en noir et blanc, type 400 ASA et plus), et une bague T2 à vis ou à baïonnette, de la marque du boîtier (cette dernière se trouvant dans les magasins spécialisés en astronomie). Enfin, pour les adaptateurs photographiques à proprement parler, il n'existe pas véritablement de possibilité



La photographie astronomique se pratique aussi sans qu'il soit nécessaire de fixer un boîtier photographique directement au télescope. La photographie dite « en parallèle » utilise classiquement le boîtier et son objectif.

de choix en la matière, car l'adaptateur photographique dépend uniquement de l'objet que l'on souhaite photographier et de son matériel (type d'instrument, marque, etc).

Le support en parallèle

Pour réaliser de la photographie en parallèle, le boîtier photographique reste équipé de son objectif habituel, mais l'ensemble est fixé sur le tube du télescope ou sur la barre de contrepoids de la monture par un accessoire : le support en parallèle. L'instrument principal sert de lunette de guidage, et, avec le miroir relevé, la prise



La prise de vue d'objets du ciel profond au foyer d'un télescope de type Schmidt-Cassegrain nécessite que l'on emploie un réducteur de focale, un diviseur optique et un oculaire-guide. L'ensemble ainsi monté permet à l'astronome amateur de suivre précisément le bon déroulement des opérations durant toute la durée de la pose.

de vue s'effectue classiquement. On se sert de ce type de dispositif pour photographier les constellations, la Voie lactée, les radiants d'essaims de météores, des comètes, la rotation polaire.

L'adaptateur foyer

Pour effectuer des photographies au foyer de l'instrument, avec des poses courtes, le boîtier photographique est directement fixé au porte-oculaire grâce à ce que l'on appelle un « adaptateur foyer » et grâce à une bague T2 située entre cette sorte d'accessoire et le boîtier. L'adaptateur possède un coulant de 24,5 ou de 31,75 mm de diamètre sur le côté à loger dans le porte-oculaire et un filetage de 42 mm de diamètre du côté de la bague T2.

L'astronome amateur peut ainsi réaliser des photographies de très nombreux objets de la voûte céleste, lumineux comme la pleine Lune, le Soleil, les éclipses de Soleil ou de Lune, ou bien

des prises de vues de grandes nébuleuses diffuses (comme la splendide M 42 par exemple).

Le diviseur optique

On effectue de la photographie au foyer de l'instrument en pose longue pour fixer des objets peu lumineux. Pour la mise en place du bon dispositif, on équipe l'instrument d'un système de guidage entre le porte-oculaire et le boîtier photographique : ce système se nomme le « diviseur optique ». Alors qu'une partie de la lumière se dirige vers le film, cet adaptateur utilise un petit prisme qui, situé dans sa partie supérieure, dévie un faible pourcentage de lumière en direction d'un oculaire-guide, lequel permet à son tour à l'utilisateur de surveiller le suivi et de procéder régulièrement aux rattrapages nécessaires. Les photographies réalisables avec ce système sont celles des objets du ciel profond (amas, nébuleuses, galaxies) et celles de noyaux cométaires.

La photographie par projection oculaire.

Lorsqu'on souhaite photographier une planète ou un détail de paysage lunaire, la seule focale de l'instrument, même si elle paraît importante, ne suffit pas à rendre l'image exploitable, car elle reste de trop petite taille.

Il faut donc chercher à agrandir l'image autant que faire se peut en utilisant soit un oculaire adéquat, soit une lentille de Barlow, que l'on place entre le porte-oculaire et l'appareil photographique. L'idée est de reprendre l'image formée au foyer de l'instrument et de l'agrandir lorsqu'elle est projetée sur le film photographique. L'oculaire est alors situé dans un adapta-



La Lune est la cible privilégiée de l'astrophotographe amateur, car elle possède une luminosité et un diamètre apparent élevés.

teur appelé « téléconvertisseur », lequel, comme l'adaptateur classique, reçoit une bague T2 avec un filetage identique de 42 mm.

Quelques avertissements

La photographie astronomique est une branche particulière de l'astronomie d'amateur. Ce serait une erreur de se précipiter dans l'acquisition de tous les adaptateurs possibles, de toutes les panoplies de bagues, de films photographiques, de filtres colorés ou interférentiels. Il faut évoluer progressivement en la matière, s'équiper au fur et à mesure de ses progrès et de ses résultats. Par exemple, il vaut mieux corriger les erreurs effectuées en photographie en

pose courte (de la Lune par exemple) avant de passer à la photographie du ciel profond en longue pose ! Sur ce sujet comme sur d'autres, il faut toujours demander conseil à son revendeur avant de se lancer, et se documenter. Si l'astronomie en général est une belle école de patience, l'astrophotographie en particulier demande du temps d'expérience, mais elle offre en contrepartie un champ d'évolution inépuisable.

Les caméras CCD

Les possibilités de l'astrophotographie sont encore multipliées grâce à l'arrivée sur le marché d'une technologie nouvelle : celle des caméras CCD. Si, dans ce domaine, il est nécessaire de posséder des équipements plus complexes que ce que demande la photographie céleste traditionnelle, les perspectives s'en trouvent également très élargies.

Principe de fonctionnement

Les caméras CCD (sigle pour les mots anglais *Charge Coupled Device*) ont ouvert depuis quelques années une nouvelle voie dans la photographie astronomique pour amateurs. Leur principe est celui de capteurs photosensibles dont le rôle est d'amplifier les photons (les particules qui composent la lumière) que reçoit un instrument, afin de les transformer en informations exploitables par un ordinateur portable ou sur poste fixe.

Traitements d'images

Ces informations circulent sous forme électrique et sont donc malléables à souhait. Elles peuvent alors être traitées de façon à améliorer ou à faire apparaître les différents détails de l'image saisie. Il est ainsi possible d'augmenter les contrastes ou la netteté, de diminuer le fond de ciel (cela est primordial si l'on observe dans un site pollué par les lumières parasites), de rechercher des éléments qui ont pu apparaître ou se déplacer dans l'image (très pratique pour les chercheurs de comètes ou de supernovae). Les caméras



L'imagerie CCD autorise la prise de vues d'objets souvent très délicats à saisir.

CCD permettent aussi le relevé de position (idéal en astrométrie), la composition d'images ou les effets spéciaux grâce à l'utilisation de logiciels spécifiques (Photoshop, Photo Impact 4, etc.).

Un excellent outil

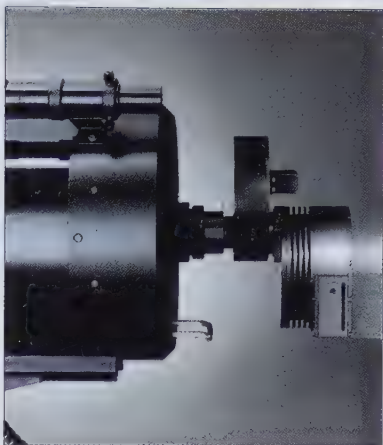
En plus de leurs performances dans le domaine du traitement de l'image, les caméras CCD bénéficient aussi d'une sensibilité beaucoup plus élevée grâce, notamment, à d'astucieux systèmes de

refroidissement électriques : les temps de pose sont donc incomparablement plus courts, et l'image finale exempte de défauts d'enregistrements (bruit de fond électronique limité).

Enfin, certaines caméras CCD permettent aussi d'autoguider un télescope : le capteur photosensible, cette fois, ne sert pas uniquement à prendre la photographie (à « acquérir l'image ») mais aussi à guider la monture de l'instrument de manière qu'il n'y ait aucune erreur de suivi. L'utilisateur doit alors fixer son boîtier photographique de façon classique, mais aussi remplacer l'oculaire-guide traditionnel par la caméra CCD. C'est cette dernière qui, connectée à la raquette de contrôle de monture, détecte la moindre erreur dans la qualité du suivi et agit sur les moteurs afin de la compenser !

Quelques avertissements

Ce tableau, qui semble à première vue idyllique, ne doit pas faire oublier certains inconvénients pouvant paraître rédhibitoires pour de nombreux amateurs. Cela concerne d'abord le prix, qui peut aller de 8 000 à 100 000 francs ! Cela concerne ensuite la complexité de la mise en place de l'ensemble : à l'heure où se servir d'un ordinateur est de plus en plus simple, il faut reconnaître que la CCD a encore des progrès à réaliser dans ce domaine. De plus, l'encombrement de l'ensemble du dispositif pose vite un problème à l'observateur qui ne dispose pas d'un site établi : en effet, au télescope viennent s'ajouter caméra CCD, ordinateur, alimentation de qualité, etc.



Les caméras CCD SBIG sont les plus utilisées par les astronomes amateurs. D'utilisation assez aisée, elles permettent à la fois l'autoguidage et l'acquisition d'images.

Il faut noter enfin la difficulté de pointer les objets, car les champs résultants des capteurs sont très petits. Acquérir une caméra CCD doit donc être une décision mûrement réfléchie.

Peu de marques

En matière de caméras CCD, le choix proposé par les fabricants n'est pas très important : seule la société américaine SBIG offre une large gamme de CCD performantes et fiables dans le temps (série « ST »). Celles-ci permettent l'acquisition et l'autoguidage pour le suivi des objets. Les caméras HI.SIS et SCR, de fabrication française, sont aussi d'un excellent niveau mais de diffusion discrète.

Ouvrages et cartes

Il suffit de fréquenter les rayons des librairies spécialisées pour se rendre compte de l'augmentation du nombre des publications dans le domaine astronomique. Revues, ouvrages de fond, dictionnaires, encyclopédies, atlas, cartes, ouvrages pratiques, logiciels : les publications sur tout support ont envahi le domaine de l'astronomie d'amateur, au même titre que les matériels et les accessoires.

Le but suivi ici, comme pour ce qui concerne les instruments et le matériel, n'est pas de faire la critique de tel ou tel livre ou support assimilé, mais de guider l'astronome amateur, débutant ou confirmé, dans la constitution d'une bibliothèque et de ses références de base. Nous indiquons en outre quelques titres en page de bibliographie (voir page 122), qui pourront vous guider dans votre choix.

Le principe est le même pour toutes : un support plus ou moins souple sur lequel vient se placer un disque en plastique (ou matière assimilée) ou en papier. Sur le support est généralement représentée la sphère céleste visible sous une latitude définie : il existe donc différentes cartes selon que l'on souhaite observer à la latitude de Paris, à l'équateur ou dans l'hémisphère Sud. La partie contenant le disque aide généralement à sélectionner

Les cartes mobiles

Débutant ou non, l'instrument indispensable pour l'astronome amateur demeure la carte céleste mobile. Il existe de nombreuses cartes mobiles sur le marché : certaines sont très simples et permettent de s'initier au repérage des constellations, tandis que d'autres, graduées, plus détaillées et plus complètes aident à repérer les planètes et d'autres objets, ou permettent de lire les heures de lever et de coucher des astres.



Il existe une grande variété de cartes célestes mobiles, adaptées au débutant ou à l'amateur averti. Toutes sont généralement très faciles d'utilisation.

la portion de ciel visible au jour et à l'heure précise où s'effectue la séance d'observation.

On utilise souvent ces cartes mobiles, soit que l'on effectue des observations à l'œil nu pour repérer les constellations par exemple, soit que l'on cherche à repérer une zone de ciel précise contenant l'objet que l'on souhaite ensuite observer à l'aide d'un instrument. La lecture de nuit de la carte mobile s'effectue à l'aide d'une lampe rouge, objet que l'on achète dans le commerce, ou que l'on bricole en recouvrant une lampe de poche classique avec du vernis à ongles rouge.



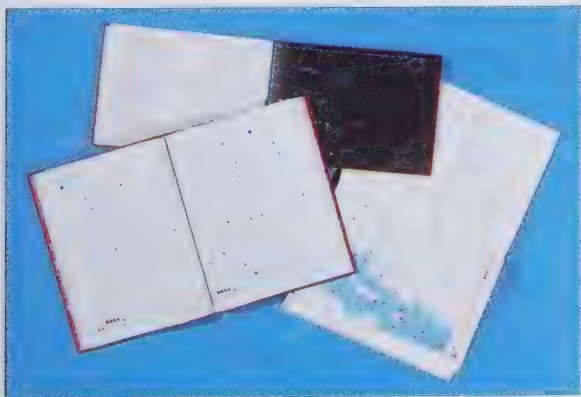
La lecture de la carte céleste durant les observations doit se faire à l'aide d'une lampe à filtre rouge.

L'atlas céleste

Ce type d'ouvrage est le complément indispensable de la carte mobile. Cette dernière en effet permet simplement de faire le point au moment de l'observa-

tion, par l'identification de l'ensemble de la voûte céleste visible à une certaine heure et à une certaine date. Mais les objets observables avec son télescope dans chacune des constellations (objets aussi divers que les amas ouverts, les amas globulaires, les nébuleuses diffuses ou planétaires et les galaxies) ne seront signalés que sur un atlas céleste.

Sur tous, un cartouche en marge de la carte indique les magnitudes des étoiles, les positions des amas, des nébuleuses ou des galaxies. Il faut choisir un atlas en fonction de ses



Les atlas astronomiques complètent les cartes célestes de par leur contenu : étoiles doubles, variables, amas d'étoiles, nébuleuses, galaxies y sont répertoriés de façon précise.

préférences, mais surtout en fonction des possibilités de l'instrument que l'on possède. Ainsi, par exemple, il n'est peut-être pas nécessaire pour un amateur de s'équiper d'un atlas donnant les positions de toutes les étoiles jusqu'à la magnitude 14 si l'on ne possède qu'une lunette de 60 mm !



Les différentes éphémérides (ci-dessus) contiennent de nombreuses informations sur les phénomènes astronomiques remarquables (par exemple les mouvements des satellites galiléens ci-dessous).

Plus l'on se perfectionne au cours de ses observations, et plus l'on se spécialise dans un certain type d'objets, mieux l'on est à même de choisir un atlas répondant à ses attentes, spécialisé pour un travail ou un exercice précis : par exemple, des astronomes amateurs variabilistes peuvent décider d'acquérir l'*Atlas photométrique des étoiles variables*, de A. Brun, édité par l'Association française des observateurs d'étoiles variables ; de même, si l'on en vient à se passionner pour les supernovae, il devient indispensable d'avoir *The Supernova Search Charts and Handbook*,

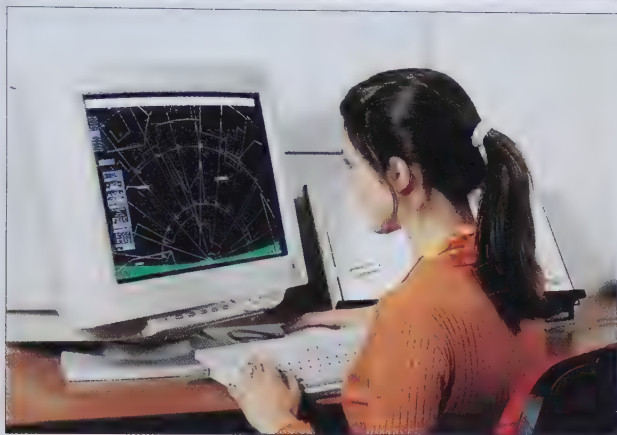
obligatoire pour tout amateur désireux de se lancer dans la recherche de supernovae extragalactiques.

Les éphémérides astronomiques

Ce genre d'ouvrages est à posséder absolument. Les éphémérides sont en effet une publication annuelle qui renseignera tout amateur débutant ou confirmé sur les phénomènes astronomiques visibles tout au long de l'année. Bien sûr, on les trouvera sous différentes formes et avec des niveaux de lecture plus ou moins compliqués.

Si l'on débute en astronomie, on ne peut qu'inviter à acheter chaque année les éphémérides de la Société astronomique de





Les logiciels d'astronomie sont aujourd'hui de plus en plus utilisés car ils permettent l'accès à de très nombreuses informations (éphémérides, cartographies, etc.).

France, intitulées *le Ciel de 19...* Sous la forme d'un cahier de format A4, ces éphémérides contiennent tous les principaux événements célestes, mois par mois, jour par jour. Elles sont exploitables même si l'on ne possède pas d'instrument. La Société astronomique de France publie également d'autres éphémérides, plus complètes, qui offrent un excellent outil à l'amateur, en recensant les principaux phénomènes (positions planétaires, du Soleil, de la Lune, des comètes brillantes et périodiques, indications concernant les éclipses, etc.).

Le haut de gamme en la matière reste les éphémérides célestes du Bureau des longitudes. Publiées depuis la fin du XVIII^e siècle, elles sont LA référence. Extrêmement complètes, elles permettent de préparer un maximum d'observations, mais, attention, elles s'adressent vraiment aux amateurs avertis ! Enfin, il existe d'autres types d'éphémérides sous forme de revues, de services Minitel, de logiciels, d'ouvrages (voir p. 122).

Les logiciels

Quittant le support papier, signalons enfin les outils multimédias : les logiciels sont aujourd'hui de plus en plus nombreux à être consacrés à l'astronomie. Ces logiciels sont très complets puisqu'ils jouent tout à la fois les rôles d'atlas céleste, de carte mobile, d'éphémérides, d'encyclopédie, et qu'ils proposent en plus des animations et des séquences vidéo... Leur avantage incontestable est la possibilité d'impression des cartes célestes sélectives, en fonction du lieu d'observation, des objets mentionnés de l'horizon... Leurs possibilités d'investigation sont illimitées. À chacun ensuite, en fonction de son matériel informatique, de ses ambitions et de son budget, de faire son choix. En milieu de gamme budgétaire, avec beaucoup de possibilités, notamment sur le plan des éphémérides, on peut mentionner le logiciel compatible Mac/PC Redshift 2, qui se révèle un excellent outil.





ANNEXES



Le lecteur trouvera, dans les pages qui suivent, divers renseignements utiles :
quelles sont les précautions à prendre lorsque l'on souhaite acheter du matériel d'occasion ; quelques conseils pratiques à propos de l'entretien et de la manipulation des instruments et des accessoires, lors de leur déballage ou au cours des séances d'observations ; une liste de sources bibliographiques ; une liste d'adresses utiles...
De plus, de grands tableaux récapitulatifs résument certaines indications fournies dans les chapitres précédents sur les avantages et les inconvénients des différents instruments, les grandes questions à se poser pour pouvoir faire son choix, et les sortes d'observations qui peuvent être réalisées suivant le diamètre du matériel.

L'achat du matériel d'occasion

L'achat sur le marché de l'occasion peut être une façon intéressante d'acquérir un matériel performant, qu'il s'agisse d'instruments, d'accessoires spécifiques ou de pièces détachées. Si cette possibilité offerte à l'amateur peut paraître alléchante, il faut tout de même respecter certains critères afin d'être sûr d'obtenir un matériel fiable, efficace et évolutif.

Acheter un instrument d'occasion

L'achat d'occasion d'une lunette ou d'un télescope est un piège typique pour l'observateur qui débute en astronomie. En effet, dans ce cas précis, le problème est double : en plus de savoir si le matériel est en bon état de fonctionnement, il faut également que l'utilisateur sache si ce qu'on lui propose est réellement adapté à ses besoins.

C'est pourquoi nous conseillons aux astronomes amateurs débutants d'acheter leur instrument chez un spécialiste en astronomie. On a, dans ce cas, la certitude d'être bien conseillé et de bénéficier d'une garantie efficace et d'un service après vente réel, à la différence d'une transaction de particulier à particulier.

Sachez également que certains magasins spécialisés reprennent les matériels d'occasion et, après avoir réalisé des contrôles optiques et mécaniques, ainsi que des nettoyages éventuels, les revendent avec l'assurance pour l'acquéreur d'une garantie de trois ou six mois pour ce qui concerne les pièces et les heures de main d'œuvre.



Lorsque l'on éclaire, avec une lampe de poche de type torche électrique, les lentilles d'un oculaire, il est possible de voir les éventuelles dégradations du traitement antireflet.

Les amateurs confirmés possédant une solide expérience des matériels d'optique et de leurs problèmes spécifiques doivent, eux aussi, veiller à passer en revue un certain nombre de critères précis avant de se lancer dans un achat éventuel d'occasion.



Comme sur l'exemple ci-dessus, l'étude attentive du reflet du miroir d'un instrument permet de mettre en évidence de possibles rayures.

Les vérifications à faire

Ces vérifications que l'on doit effectuer concernent les points suivants : l'aspect de l'instrument et de ses accessoires (vérification de l'état des peintures et des chromes entre autres choses) ; l'état optique du tube et du chercheur (il faut regarder la propreté des miroirs ou des lentilles à l'aide d'une torche électrique) ; l'état optique des accessoires (oculaires, Barlows, filtres, etc.) ; l'état mécanique de l'ensemble (la rigidité de la monture, les serrages du trépied, la douceur des mouvements en ascension droite, en déclinaison et pour le contrôle de la mise au point).

Afin de conclure définitivement cette série de tests, il faut essayer de négocier une petite séance d'observation afin de confirmer le bien fondé du jugement que l'on a pu émettre. Mais il faut savoir alors aussi pondérer son jugement en fonction de la qualité du ciel (turbulence instru-

mentale, du site, transparence atmosphérique, etc.) et de la plus ou moins bonne collimation optique de l'instrument.

L'achat d'accessoires

Il est important, en achetant d'occasion des oculaires, des lentilles de Barlow ou des filtres, de vérifier l'état des lentilles à l'aide d'une petite lampe torche : éclairées en transparence, les lentilles trahiront instantanément la moindre rayure, une grosse poussière ou le plus petit défaut du traitement antireflet.

Les accessoires mécaniques simples (les raccords photographiques ou les tubes allonge) peuvent aussi se révéler défectueux (le filetage notamment).

Il faut enfin savoir que les magasins spécialisés reprennent et revendent des accessoires d'occasion, avec le même souci de garanties et de conseils que pour les instruments.

Un besoin réel

Acheter d'occasion doit découler d'un besoin réel : augmenter le diamètre de son instrument de manière à accéder à des capacités supérieures d'observation, changer un matériel trop vieillissant, obtenir de meilleures images par l'achat d'oculaires et de filtres plus performants, débiter en astrophotographie... ou, tout simplement, bénéficier de prix bien plus avantageux que lorsque l'on acquiert du matériel neuf (une différence qui peut aller jusqu'à la moitié du budget !).

Quelques conseils pratiques

Sans détailler toutes les techniques et les précautions à prendre en matière d'observation (car il faudrait y consacrer un ouvrage entier), voici quelques règles importantes pour tout astronome amateur.

L'ENTRETIEN DU MATÉRIEL

- La longévité de votre instrument dépendra des précautions que vous prendrez pour son rangement ou son utilisation.
- L'époque est révolue où l'on devait faire réaluminer le miroir de son télescope tous les trois ans. Pour un télescope Newton, cette opération aura lieu une bonne vingtaine d'années après son achat, tandis que pour les autres télescopes dont le tube est fermé, il ne sera sans doute jamais nécessaire d'y toucher !
- Ne soyez pas un(e) maniaque de la poussière et du nettoyage systématique. Une poussière sur votre miroir ou sur votre oculaire ne dérange en rien vos observations : il est plus prudent de la laisser que de tenter la retirer et détériorer ainsi les optiques.

PRÉPARER LA SÉANCE D'OBSERVATION

- Familiarisez-vous avec votre instrument de jour. Lorsque l'on débute, effectuer les réglages de nuit et sans éclairage est une opération parfois fastidieuse...
- Choisissez un site sans éclairage à proximité. En été, évitez les terrasses chauffées par le Soleil toute la journée, qui provoquent trop de turbulence la nuit venue. Optez pour un terrain herbeux.
- En Europe, veillez à ce que votre horizon Sud soit bien dégagé : c'est là que passent les planètes.
- Consultez les éphémérides astronomiques pour connaître les heures de lever et de coucher du Soleil, les phases de la Lune, la présence de planètes, etc.
- Sortez l'instrument une demi-heure avant l'observation, afin de le mettre à température ambiante. Le tube, ouvert, doit être dirigé vers le sol, pour éviter les averses soudaines ou autres désagréments.
- Habillez-vous chaudement, même en été. Munissez-vous d'une lampe rouge, d'un atlas céleste en correspondance avec les possibilités de votre instrument et d'un bloc-notes pour noter vos observations.

PENDANT LA SÉANCE D'OBSERVATION

- Manipulez votre instrument avec des doigts de fée et ne donnez pas de coups brusques.
- Évitez d'être accompagné de trop de monde, les pas engendrant des vibrations perceptibles.
- Installez très vite votre pare-bruée avant que l'humidité tombe.
- N'hésitez pas à passer vos premières nuits à apprendre à faire une bonne mise en station.
- Ne perdez pas du temps à réemballer les différents accessoires : en changeant d'oculaire ou de filtre, glissez les précédents dans votre poche ou sur la tablette porte-accessoires de votre instrument.
- Commencez par repérer des objets faciles (Lune ou planètes), puis progressez lentement pour

évoluer avec votre télescope.

On ne voit jamais tout la première nuit : un amateur confirmé verra 6 bandes nuageuses sur Jupiter, alors qu'un débutant en distinguera difficilement les quatres principaux satellites ! Votre œil doit faire l'apprentissage de la vision nocturne : ne tentez pas de distinguer une galaxie de magnitude 11 dès votre première séance, car vous ne la trouveriez pas, et si, par le plus grand des hasard, vous en pointiez le champ, vous ne la verriez même pas...

- Conduisez vos observations de façon logique, d'ouest en est : à l'ouest les astres se couchent et vous n'avez pas beaucoup de temps pour les pointer, tandis qu'à l'est, ils se lèvent seulement.

APRÈS LA SÉANCE D'OBSERVATION

- Ne jamais essuyer le miroir de votre télescope, les lentilles de votre lunette ou de vos oculaires, et les objectifs de vos jumelles avec un tissu (votre mouchoir par exemple) dont les fibres rugueuses risquent de rayer le verre ou d'abîmer les traitements de surface. Il existe pour cela, chez les opticiens, des papiers adaptés.
- Il ne faut jamais fermer la boîte dans laquelle on vient de ranger

les oculaires immédiatement après la séance d'observation. Attendez le lendemain que l'humidité soit évaporée pour les remettre dans leur emballage.

- De même, laissez votre instrument monté jusqu'au lendemain, en le maintenant le tube ouvert et pointé en direction du sol, afin que l'humidité disparaisse.



Avantages et inconvénients des différents instruments

LES JUMELLES

Avantages

- Poids et encombrement réduits.
- Très grande simplicité d'utilisation.
- Prix pouvant être bas pour les premiers modèles lumineux (à partir de 400 francs).
- Luminosité extrême.
- Champ résultant très étendu.
- Idéales pour l'observation d'objets diffus et de grande taille.
- Idéales pour le repérage des objets dans les constellations.
- Présence de stabilisateurs d'images pour les modèles les plus évolués (jumelles de marque Canon).

Inconvénients

- Faible grossissement (observations planétaires très limitées).
- Nécessité de recourir à un pied photographique pour les jumelles les plus lourdes.



LES PREMIÈRES LUNETTES

Avantages

- Prix très abordables.
- Très faciles à utiliser (idéales pour les enfants).
- Aucun réglage difficile à réaliser.
- Poids et encombrement réduits.
- Peu sensibles aux turbulences (observations possibles dans un très mauvais site).
- Bonnes images des planètes.

Inconvénients

- Matériel peu évolutif.
- Performances très limitées en observations du ciel profond du fait du manque de diamètre.
- Montures peu adaptées au suivi des objets célestes à fort grossissement.

LES PREMIERS TÉLESCOPES

Avantages

- Rapport diamètre/performances/prix très intéressant (surtout pour les télescopes de 115 mm de diamètre).
- Monture équatoriale les équipant d'origine (donc suivi plus précis des objets, motorisation possible pour aborder la photographie).
- Performances intéressantes en observations du ciel profond (diamètre important) et en observations des planètes (diamètre plus élevé donc pouvoir séparateur accru).

Inconvénients

- Encombrement assez important.
- Réglage des miroirs à effectuer de temps en temps en cas de transport fréquent du matériel.
- Plus grande sensibilité aux lumières parasites (un site en campagne est recommandé).
- Nécessité de mettre l'instrument « en température » en hiver afin de limiter les problèmes de turbulence interne (au moins une demie-heure).

LES LUNETTES DE DIAMÈTRE MOYEN

Avantages

- Très efficaces dans des conditions délicates d'observations (turbulences, lumières parasites).
- Optique généralement de très bon niveau.
- Très efficaces en observations des planètes.
- Diamètre intéressant pour réaliser des observations en ciel profond.
- Monture équatoriale souvent stable et motorisable.
- Finition généralement de très bonne qualité.
- Possibilités astrophotographiques planétaires assez élevées.
- Instruments tout terrain (presque impossible à dérégler).

Inconvénients

- Rapport diamètre/prix peu favorable.
- Prix souvent très élevés par rapport aux télescopes de Newton.
- Poids et encombrement élevés.
- Diamètres encore un peu insuffisants pour de très bonnes observations du ciel profond.



LES TÉLESCOPES ÉVOLUTIFS

Avantages

- Rapport diamètre/performance/évolution/prix favorable.
- Optiques généralement de très bon niveau.
- Diamètre et rapport F/D favorables aux observations du ciel profond.
- Monture souvent très stable et efficace.
- Finition souvent de très bonne qualité.
- Possibilités astrophotographiques élevées.

Inconvénients

- Poids et encombrement pouvant être assez importants.
- Performances en observations planétaires un peu limitées.
- Sensibilité à la pollution assez élevée (lumières parasites).
- Importance de la mise en température en hiver (pour limiter les turbulences internes).
- Réglages des miroirs (collimation) parfois un peu difficiles à effectuer (notamment avec les télescopes de Newton de courte focale).

LES TÉLESCOPES DE 200 MM DE DIAMÈTRE

Avantages

- Poids et encombrement réduits par rapport au diamètre (pour les télescopes de Schmidt-Cassegrain).
- Rapport diamètre/performances/prix très intéressants (pour les télescopes de Schmidt-Cassegrain).
- Diamètre important (luminosité et pouvoir séparateur accrus).
- Possibilités d'évolutions ultérieures quasi illimitées (photographies, imagerie CCD).
- Observations en ciel profond (notamment pour les télescopes de Newton) et planétaires (pour ceux de Schmidt-Cassegrain) de très bon niveau.
- Monture équatoriale efficace et souvent motorisée à l'origine.

Inconvénients

- Poids et encombrement pour certains télescopes de Newton.
- Prix (à partir de 10 000 francs pour un instrument de qualité).
- Sensibilité aux pollutions lumineuses (à cause du diamètre).
- Nécessité de la mise en température en hiver (surtout pour les télescopes de Newton).
- Réglage nécessaire des miroirs de temps à autre (surtout si le télescope est beaucoup transporté).

LES TÉLESCOPES DE GRAND DIAMÈTRE

Avantages

- Le diamètre bien sûr ! (observations fabuleuses en ciel profond comme en observation des planètes en fonction de la qualité du télescope et du site).
- Possibilités astrophotographiques et CCD infinies à condition que le matériel soit de qualité.

Inconvénients

- Poids et encombrement.
- Le site doit être irréprochable.
- Prix des meilleurs matériels.
- Très grande sensibilité aux pollutions extérieures (lumières et turbulences).

LES LUNETTES APOCHROMATIQUES

Avantages

- Qualité optique remarquable.
- Mise en température très rapide.
- Instruments tout terrain (sites pollués, turbulences, etc.).

Inconvénients

- Rapport diamètre/prix peu favorable.
- Prix élevé.
- Poids et encombrement importants dans les grands diamètres (150 mm).

LES INSTRUMENTS COMPACTS

Avantages

- Le poids et l'encombrement.
- La qualité optique souvent bonne pour les modèles évolués (au-dessus de 4 500 francs).
- La possibilité de faire des observations terrestres de bon niveau (moyennant l'emploi d'un redresseur terrestre).
- La possibilité de faire de très bonnes photographies terrestres (lunette Pronto seulement).

Inconvénients

- Instruments généralement peu évolutifs du fait de leur diamètre peu important.
- Équipements limités puisque de taille réduite.
- Performances pouvant être un peu décevantes notamment du point de vue de la luminosité.

Quelques questions pour faire son choix

Dans quelle catégorie d'instruments devra se situer votre choix ? Afin de le savoir, répondez aux questions suivantes et notez, pour chacune d'elles le nombre de points accordés. À la fin du questionnaire, additionnez votre total et lisez le verdict final.

Quelle est la qualité
de mon site
d'observation ?

- 1** Médiocre
3 Bonne
5 Excellente

Quel est mon niveau
de connaissance ?

- 1** Débutant
3 Confirmé
5 Très averti

Quel est le niveau
d'évolution souhaité
pour mon matériel ?

- 1** Peu élevé
3 Assez élevé
5 Très élevé

Quels sont les types
d'observations que
je désire faire ?

- 1** Planétaires et ciel profond
3 Ciel profond
5 Planétaires

Quel budget me suis-je
fixé ?

- 1** Moins de 3 000 francs
3 De 5 000 à 10 000 francs
5 Plus de 15 000 francs

Vous avez de 5 à 11 points...

Vous êtes **débutant ou amateur assez confirmé** mais votre site d'observation et/ou votre budget ne vous permettent pas d'investir dans un important matériel.

Votre choix peut donc se reporter sur **une paire de jumelles efficaces** (7×50 ou 10×50), **une lunette de bon diamètre** (80 mm par exemple) ou vers **un télescope de Newton de 115 mm** de diamètre. Mais si votre budget le permet, n'hésitez pas à grimper en diamètre et optez pour **les instruments de type Schmidt-Cassegrain**.

Vous avez de 12 à 18 points...

Vous êtes un **astronome amateur confirmé** qui attend de son matériel des performances assez élevées en correspondance avec un site de bonne qualité et/ou un budget impliquant un investissement sérieux.

Il ne faut pas que vous hésitiez à accéder à des diamètres supérieurs à ceux des premiers instruments : c'est-à-dire des **diamètres de 100 mm pour les lunettes**, et **au dessus de 150 mm pour les télescopes**.

Vous avez de 19 à 25 points...

Vous êtes un **astronome amateur très averti** et vous recherchez avant tout la performance optique (luminosité et qualité d'images) qui corresponde à l'excellente qualité de votre site d'observations.

Si votre budget le permet, pourquoi ne pas opter pour une **lunette apochromatique**, un **télescope de grand diamètre** (au dessus de 254 mm) de type Newton (si vous souhaitez principalement effectuer des observations du ciel profond) ou de type Schmidt-Cassegrain (pour des observations mixtes, ciel profond et planètes) ?

Le choix pour un enfant

Jusqu'à l'âge de 10 ans, n'hésitez pas à offrir à un enfant une paire de **jumelles 7×50**, ou, mieux, une première **lunette azimutale de 50 mm** de diamètre. Dès 11 ans en revanche, une **lunette ou un télescope sur monture équatoriale** représentera un choix réellement évolutif.

Ce que l'on peut voir avec un instrument selon son diamètre

Jumelles 7×50 ou 10×50

Lune	Principaux cratères, mers et grandes chaînes montagneuses.
Soleil	À éviter absolument !
Mars	Disque à peine décelable.
Jupiter	Petit disque ; quatre satellites.
Saturne	Vague disque aplati.
Ciel profond	Nébuleuses, galaxies et amas d'étoiles étendus.

Diamètre de 60 mm

Lune	Très nombreux cratères, vallées, monts et mers.
Soleil	Principales taches solaires.
Mars	Petit disque orange sans détails.
Jupiter	Une à trois bandes sur le disque ; quatre satellites.
Saturne	Anneaux et globe ; un satellite (Titan).
Ciel profond	Principaux amas d'étoiles ouverts et globulaires ; principales nébuleuses ; quelques galaxies.

Diamètre de 115 mm

Lune	Cratères de petit diamètre ; failles et rainures principales ; vallées étroites.
Soleil	Taches avec détails (ombres, pénombres, filaments) ; facules visibles.
Mars	Calotte polaire ; quelques détails en surface (difficilement).
Jupiter	Deux à quatre bandes sur le disque ; tache rouge (difficilement) ; passage des ombres des satellites devant le disque.
Saturne	Division de Cassini dans les anneaux durant les périodes favorables (inclinaison des anneaux suffisante).
Ciel profond	Amas d'étoiles séparés assez facilement ; amas globulaires séparés en périphérie ; formes caractéristiques des nébuleuses et des galaxies de luminosité moyenne.

Diamètre de 150 mm

Lune	Petits cratères parfaitement bien visibles dans les cratères principaux ; failles détaillées ; rainures détaillées.
Soleil	Structure des taches solaires et granulation.
Mars	Calottes polaires ; principales formations de surface.
Jupiter	De trois à cinq bandes avec de beaux détails bien visibles ; tache rouge reconnaissable ; ombres des satellites devant le disque très bien observables.
Saturne	Une bande sur le disque ; division de Cassini bien visible ; trois à quatre satellites observables.
Ciel profond	Amas d'étoiles serrées bien séparés ; amas globulaires presque séparés ; nombreuses nébuleuses détaillées ; galaxies visibles.

Diamètre de 200 mm

Lune	Vallées et rainures étroites ; petits cratères.
Soleil	Structures fines des taches solaires.
Mars	Calottes polaires ; structures assez fines de la surface.
Jupiter	Plus de cinq bandes avec de beaux détails ; tache rouge (assez facilement) ; disques des satellites devant le disque de Jupiter lors de leurs passages, mais difficilement.
Saturne	Deux bandes sur le disque ; division de Cassini (assez facilement) et division d'Encke durant les périodes d'inclinaison favorable des anneaux.
Ciel profond	Nombreux amas d'étoiles ; nébuleuses faibles en luminosité ; premières structures des bras spiraux des galaxies.

Diamètre de 400 mm

Lune	Fines structures géologiques situées au fond des cratères.
Soleil	Structure des filaments.
Mars	Nombreux détails géologiques et changements de couleurs de la surface (tempêtes de sable, etc).
Jupiter	Très nombreuses bandes nuageuses détaillées ; détails dans la tache rouge ; disques des satellites devant le disque de la planète (facilement).
Saturne	Nombreux détails sur le disque ; couleurs visibles ; division d'Encke sans difficulté ; plus de six satellites.
Ciel profond	Amas d'étoiles globulaires totalement séparés ; filaments dans les nébuleuses bien visibles ; détails dans les galaxies et bras spiraux bien observables.

Bibliographie

Guides pratiques, éphémérides, livres généraux, beaux livres, atlas célestes... Il paraît près de 500 titres par an consacrés à l'astronomie ou à l'astrophysique sur le marché français. Il est donc impossible de tenter d'en dresser ici une liste complète : les ouvrages sélectionnés ici sont ceux nous paraissant adaptés à l'astronome amateur pour ses observations ou pour l'acquisition de son matériel. Quelques ouvrages anciens sont également signalés pour leur intérêt scientifique.

Matériel d'astronomie et théorie scientifique :

- *Un Constructeur d'instruments astronomiques au xv^e siècle* : Jean Fusoris, E. Pouille, H. Champion, 1963
- *Construction d'un télescope de réflexion*, C.-S. Passemant, Lottin, 1738
- *Dictionnaire des sciences*, M. Serres, N. Farouki, Flammarion, 1997
- *Fabriquer votre télescope*, J.-M. Lacleire, 1997
- *Horlogerie et instruments de précision du début du xv^e au milieu du xvii^e siècle*, Musée national de la Renaissance, 1989
- *Les Instruments*

astronomiques du Moyen Âge, E. Pouille, Paris, 1983

- *Lunettes et Télescopes*, A. Danjon, P. Couderc, Blanchard, 1982

- *Lunettes et Télescopes mode d'emploi*, D. Berthier, J. Lacroux, Bordas, 1988

- *Les Méthodes d'examen des miroirs et des objectifs*, G. Bigourdan, in *Annuaire du Bureau des longitudes de 1915*, p. 765 et suiv.

- *Optique (traité)*, G. Bruhat, Dunod, 1992

- *Optique astronomique*, M. Daisomont, Gembloux, 1957

- *Séparation des radiations par les filtres optiques*, M. Françon, Masson, 1984

- *Traité de la lumière*,

Ch. Huygens, Dunod, 1992

- *Traité d'optique*, I. Newton, trad. Coste, 1740

- *The 20 cm Schmidt-Cassegrain Telescope*, P.-L. Manly, Cambridge University Press, 1998

- *Unusual Telescopes*, P.-L. Manly, Cambridge University Press, 1995

Astronomie :

Ouvrages généraux

- *À l'affût des étoiles*, P. Bourge, Dunod, nouvelle édition 1996

- *Astronomie*, Encyclopédie de la Pléiade, E. Schatzman, Gallimard, 1962

- *Astronomie et astrophysique*, M. Séguin

et B. Villeneuve, Masson, 1995

- *Astronomie générale*, A. Danjon, Blanchard, 1986

- *Astronomie introduction*, A. Acker, Masson, 1992

- *Astronomie, méthodes et calculs*, A. Acker, Masson, 1985

- *Ciel et astronomie passion*, M. Marcellin, Hachette, 1996

- *Les Comètes*, A. Brahic, Presses Universitaires de France, 1993

- *Les Comètes*, J.-C. Merlin, M. Verdenet, Tessier et Ashpool, 1995

- *Les Comètes et les astéroïdes*, A.-C. Levasseur-Regourd, Ph. de la Cotardière, Le Seuil, 1997

- *Dictionnaire de l'astronomie*, Ph. de la Cotardière, Larousse, 1996

- *Les Étoiles*, D. proust, J. Breysacher, Le Seuil, 1996

- *Les Galaxies*, D. Proust, C. Vanderriest, Le Seuil, 1997

- *La Lune*, F. Link, Presses Universitaires de France, 1981

- *La Mélodie secrète*, Xuan Thuan Trinh, Gallimard, 1991

- *The Nasa Atlas of the Solar Systeme*, R. Greeley, Cambridge University Press

- *Les Planètes*, D. Benest, Le Seuil, 1996

- *Le Soleil*, P. Lantos, Presses Universitaires de France, 1994

- *L'Univers*, J. Audouze, Presses Universitaires de France, 1997

- *L'Univers, une exploration de l'infini*, S. Brunier, Bordas, 1997

- *Voyage dans le système solaire*, S. Brunier, Bordas, 1996

Guides pratiques

- *Astronomie - le guide de l'observateur*, P. Martinez, Société d'astronomie populaire, 1987

- *Découvrir le ciel*, H. Burillier, Bordas, 1998

- *Étoiles et Planètes*, J. Ekrutt, Nathan, 1992

- *Guide de l'astronome amateur*, D. Godillon, Maloine, 1980

- *Le Guide du ciel 19..*, G. Cannat, Nathan

- *Le Guide du ciel*, Ph. de la Cotardière, Bordas, 1997

- *Lunettes et Télescopes mode d'emploi*, D. Berthier, J. Lacroux, Bordas, 1988

- *Les Objets de Messier*, B. Guillaud-Saumur, R. Réthoré, Masson, 1991

- *Observer le ciel à l'œil nu et aux jumelles*, J. Lacroux et P. Bourge, Bordas, 1995

- *Le Petit Livre des constellations*, H. Burillier, Burillier, 1997

- *Les Plus Belles Curiosités célestes*, H. Burillier, Bordas, 1995

Cartes célestes

- *Datociel*, P. Pelletier, utilisable en Europe

- *Miniciel*, P. Bourge, utilisable en Europe

- *Miniciel + 20°*, P. Bourge, utilisable au niveau du tropique du Cancer

- *Miniciel - 20°*, P. Bourge, utilisable au niveau du tropique du Capricorne

- *Planiciel*, M. Villette, utilisable en Europe

- *Sirius*, Hallwag,

utilisable en Europe
(avec les coordonnées
en ascension droite et
en déclinaison)

- *Stellaris*, H. Burillier,
utilisable en Europe

- *Stellarscope*,
B. Vuarnesson, utilisable
de + 20° à + 60° et de
- 20° à - 60°

Atlas

- *Atlas du ciel 2000*,
O. W. Tirion, Broquet

- *Atlas-guide
photographique
de la Lune*, G. Viscardy,
Masson, 1987

- *Constellations, Atlas
illustré*, J. Klepesta et
A. Rükl, Gründ

- *Handbook of
the Constellations*,
H. Vehrenberg et
D. Blank, Treusegell

- *The Sky Atlas 2000*,
W. Tirion, Sky Publishing

Éphémérides

- *Le Ciel de 19..*, Société
astronomique de France

- *Éphémérides
astronomiques 19..*,
Société astronomique
de France

- *Éphémérides
astronomiques 19..*,
Bureau des Longitudes

- *Le Guide du ciel 19..*,
G. Cannat, Nathan

Revues

- *L'Astronomie*, Société
astronomique de France

- *Astronomy*, Kalmbach
Publishing

- *Le Ciel*, Société
astronomique de Liège

- *Ciel et Espace*,
Association française
d'astronomie

- *Ciel et Terre*, Société
royale Belge
d'astronomie

- *Éclipse*, Éditions
de la Lorgnette

- *Orion*, Société
astronomique de Suisse

- *Pulsar*, Société
d'astronomie populaire

- *Revue du Palais de
la Découverte*, Palais de
la Découverte

- *Sky and Telescope*,
Sky Publishing

Histoire de l'astronomie :

- *Atlas céleste de
Flamsteed*, contes et
légendes du ciel étoilé,
A. Le Bœuffle, Burillier,
1997

- *L'Astronomie et son
histoire*, J.-R. Roy,
Masson, 1982

- *Astronymie, les noms
des étoiles*,
A. Le Bœuffle, Burillier,
1996

- *Histoire
de l'astronomie*,
L. M. Celnikier, Lavoisier,
1996

- *Une Histoire
de l'astronomie*, J.-P.
Verdet, Presses
Universitaires de France,
1998

- *Histoire
de l'astronomie
ancienne, depuis
son origine jusqu'à
l'établissement
de l'école d'Alexandrie*,
J.-S. Bailly, Burillier, 1997

- *Histoire des sciences,
Antiquité*, P. Brunet,
A. Mieli, Payot, 1935

Photographie d'astronomie :

- *La Photographie
du ciel*, C. Lehénaff,
Burillier, 1997

- *La Photographie
astronomique
d'amateur*, P. Bourge,
P. Montel, Dunod, 1993

- *La Photographie
astronomique à grand
champ*, J.-L. Heudier,
Masson, 1992

Carnet d'adresses



Matériel d'astronomie

Acheter un instrument astronomique, puis ses accessoires à la suite, et faire évoluer l'ensemble ne s'improvise pas.

La lecture de ce guide vous aura permis sans doute (c'est le vœu des auteurs) de défricher quelque peu le terrain au sujet des quelques 300 modèles d'instruments disponibles sur le marché (sans compter le nombre impressionnant d'accessoires divers).

L'ensemble doit vous paraître plus clair désormais, et peut-être distinguez-vous déjà le télescope ou la lunette qui répondra à vos attentes. Dans quelques jours ou dans quelques mois, vous allez franchir le pas et décider de vous équiper enfin !

Alors, nous le répétons, n'hésitez pas à passer le seuil d'un magasin spécialisé. Trois raisons essentielles militent en faveur de cette démarche.

Tout d'abord, vous aurez affaire à des amateurs passionnés qui ont derrière eux une longue

pratique de l'observation, et qui ont pu tester une grande partie des matériels et accessoires qu'il proposent. Cela sera pour vous une garantie de compétence. Ensuite, vous trouverez un choix très important dans les gammes proposées (tant du point de vue des marques, des accessoires, que des pièces détachées que l'on vous y proposera). Vous trouverez enfin l'assurance d'un service après vente de qualité.

Pour ce qui concerne les bonnes adresses, nous ne pouvons pas, dans le cadre de ces quelques pages, citer tous les opticiens qui proposent du matériel d'initiation et qui sauront, la plupart du temps, bien vous conseiller dans le choix d'un premier instrument. Nous arrêterons notre choix aux magasins et aux revendeurs spécialisés dans le domaine de l'astronomie (liste par département).

Société Arcane

3, rue du Puits-d'Argent
02240 Itancourt
Constructeur d'instruments.
Vente sur place et par correspondance.

Société Médas

BP 2658
57, avenue Paul-Doumer
03206 Vichy Cédex
Importateur des marques Celestron, Perl-Vixen, Astro-Physics.
Vente sur place et par correspondance.

D. Cardoen, H. Pignon

BP 58
04700 Puimichel
Constructeurs d'instruments.

Société Valmeca

L'Antelme
04700 Puimichel
Constructeur d'instruments.

Espace Optique Astronomie

253, rue de Pessac
33000 Bordeaux,
Distribution de toutes les marques.
Vente sur place et par correspondance.

Oméga du Centaure

8, corniche de Neubourg
34200 Sète
Vente sur place.

Société Astam

Viry
39360 Vaux les Saint-Claude
Constructeur d'instruments.
Vente sur place et par correspondance.

Crédits des illustrations

Photographies

- Bandeau des pages 8 à 107 :
ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 8 et 9 (2 ph.) : ph. © Archives Larbor
- P. 10 et 12-13 : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 17 : ph. © Maison de l'Astronomie
- P. 19 : ph. © Meade Instruments Corp.
- P. 23 : ph. © App'Ar Studio/Médas-Vichy
- P. 25 (2 ph.) et 29 (2 ph.) :
ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 31 : ph. H. Burillier © Archives Larbor
- P. 36-37, 38, 39, 40 et 41 :
ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 42 : ph. © Meade Instruments Corp.
- P. 43 : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 44 : ph. © C. Blanchard
- P. 45 et 46 : ph. © S.P.J.P. Paralux
- P. 47 : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 48 : ph. © App'Ar Studio/Médas-Vichy
- P. 49 : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 50 : ph. © Maison de l'Astronomie
- P. 51 : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 52 : ph. © S.P.J.P. Paralux
- P. 53 : ph. © Meade Instruments Corp.
- P. 54 : ph. © App'Ar Studio/Médas-Vichy
- P. 55 et 56 : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 57 : ph. © Optique Unterlinden
- P. 58 : ph. © Meade Instruments Corp.
- P. 59 : ph. © Optique Unterlinden
- P. 60 : ph. © C. Arsidi/Ciel et Espace
- P. 61 : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 62 : ph. © C. Ichkanian/Ciel et Espace
- P. 63 : ph. © App'Ar Studio/Médas-Vichy

- P. 64 : ph. © Maison de l'Astronomie
- P. 65 : ph. © P. Pelletier/Médas-Vichy
- P. 66 : ph. © Meade Instruments Corp.
- P. 67 : ph. © P. Pelletier/Médas-Vichy
- P. 69 : ph. © C. Ichkanian/Ciel et Espace
- P. 70 : ph. © App'Ar Studio/Médas-Vichy
- P. 71 : ph. © Maison de l'Astronomie
- P. 72 : ph. © Meade Instruments Corp.
- P. 73 : ph. H. Burillier et P. Chesneau © Archives Larbor
- P. 74, 75, 76-77, 79, 81, 82 (2 ph.), 85, 86 et 87 (h) : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 87 (b) : ph. H. Burillier © Archives Larbor
- P. 88 et 89 : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 91 (g) : ph. © Maison de l'Astronomie
- P. 91 (d) : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 92 et 93 : ph. © Maison de l'Astronomie
- P. 95 et 96 (g) : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 96 (d) : ph. © Meade Instruments Corp.
- P. 97, 98, 99, 100 et 101 : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 102 : ph. © C. Buil/Ciel et Espace
- P. 103 : ph. © Bayle/Médas-Vichy
- P. 104 : ph. J. Bottet © Archives Larbor
- P. 105 (h) : ph. C. Lehénaff © Archives Larbor
- P. 105 (b), 106 (2 ph) et 107 :
ph. J. Bottet © Archives Larbor
- P. 108-109, 110 et 111 :
ph. C. Lehénaff © Archives Larbor

Dessins

- P. 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 27, 32, 33, 35 (2), 68 et 80 :
Laurent Blondel

L'Astronomie chez Bordas

L'UNIVERS, UNE EXPLORATION DE L'INFINI

Serge Brunier

216 pages, 220 photographies et schémas en couleurs.

VOYAGE DANS LE SYSTÈME SOLAIRE

Serge Brunier - Prix du livre de l'astronomie

232 pages, 200 illustrations en couleurs, 32 en noir et blanc.

LES MÉTÉORITES

Sous la direction de Brigitte Zanda, en collaboration avec le Muséum national d'histoire naturelle.

128 pages, 200 illustrations.

GUIDE DU CIEL

Philippe de La Cotardière

256 pages, 120 cartes et dessins.

Dans la collection « MULTIGUIDES ASTRONOMIE »

Des guides au format de poche, hautement pédagogiques, pour accompagner sur le terrain tous les curieux du ciel qui pratiquent l'astronomie, depuis les premiers apprentissages des débutants jusqu'aux observations des amateurs éclairés.

OBSERVER LE CIEL À L'ŒIL NU ET AUX JUMELLES

Pierre Bourge et Jean Lacroux

160 pages, 90 illustrations.

ASTRONOMIE

Ian Ridpath

224 pages.

LUNETTES ET TÉLESCOPES, MODE D'EMPLOI

Jean Lacroux et Denis Berthier

192 pages, 120 illustrations.

LES PLUS BELLES CURIOSITÉS CÉLESTES à l'œil nu, aux jumelles et au télescope

Hervé Burillier

192 pages, 90 illustrations en couleurs et 100 en noir et blanc.

DÉCOUVRIR LE CIEL

Ouvrage avec carte mobile

Hervé Burillier

64 pages + une carte mobile, 37 dessins et photographies en couleurs et 36 cartes en couleurs.



guide du matériel d'astronomie

Le matériel d'astronomie, essentiel pour l'observation des différents objets célestes, offre aujourd'hui à l'amateur une gamme extrêmement large et variée.

Ce guide pratique présente un large panorama des instruments et des accessoires disponibles et permet à l'astronome débutant ou plus averti de choisir en toute connaissance son matériel : jumelles, lunettes, télescopes, oculaires, filtres, moteurs... Les critères de choix les plus divers sont pris en compte : niveau d'expérience, budget, site d'observation, évolution future du matériel ou encombrement.

Indispensable à tous les passionnés du ciel, ce *Guide du matériel d'astronomie* saura orienter le débutant pour un premier achat, ou conseiller l'amateur plus expérimenté désirant adapter son matériel à l'évolution de ses observations.

GUIDE DU MATERIEL ASTRONO



10130370

98.00 F Prix

9

BORDAS

KO-533-204