

NICOLAS DUPONT-BLOCH

# ASTRONOMIE EN PRATIQUE

5

ÉTAPES POUR

observer,  
photographier  
et comprendre

Préface de  
Stéphane Le Mouélic

Photos et illustrations  
en couleurs



B



NICOLAS DUPONT-BLOCH

# ASTRONOMIE EN PRATIQUE

5

ÉTAPES POUR  
observer,  
photographier  
et comprendre

PRÉFACE PAR STÉPHANE LE MOUÉLIC

B

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés dans  
votre domaine de spécialisation, consultez notre site web :

**[www.deboecksuperieur.com](http://www.deboecksuperieur.com)**

© De Boeck Supérieur SA, 2022

– Rue du Bosquet 7, B1348 Louvain-la-Neuve

*Tous droits réservés pour tous pays.*

*Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme ou de quelque manière que ce soit.*

Dépôt légal :

Bibliothèque nationale, Paris : juin 2022

Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles : 2022/13647/093

ISBN : 978-2-8073-3702-2

# SOMMAIRE

<b>PRÉFACE</b> .....	<b>5</b>
<b>ÉTAPE 1. Choisir un instrument astronomique</b> .....	<b>7</b>
Les instruments d'initiation .....	<b>9</b>
Les montures pour amateur expérimenté .....	<b>31</b>
Les tubes optiques pour amateur expérimenté .....	<b>61</b>
Les chercheurs et viseurs reflex .....	<b>85</b>
Les oculaires et accessoires pour l'observation .....	<b>89</b>
Les appareils photo et caméras astronomiques .....	<b>92</b>
La photographie à fort grossissement .....	<b>105</b>
La photographie au foyer .....	<b>114</b>
Une soirée sur le terrain .....	<b>128</b>
<b>ÉTAPE 2. La Lune</b> .....	<b>137</b>
Objectif : 384 402 km .....	<b>139</b>
La surface de la Lune .....	<b>145</b>
Premières observations .....	<b>155</b>
Pour aller plus loin .....	<b>159</b>
<b>ÉTAPE 3. Les planètes et les petits corps</b> .....	<b>169</b>
Objectif : 14 milliards de km .....	<b>171</b>
Les planètes brillantes .....	<b>172</b>
Les planètes peu lumineuses et les petits corps .....	<b>194</b>
<b>ÉTAPE 4. Le Soleil en toute sécurité</b> .....	<b>209</b>
Objectif : 150 millions de km .....	<b>211</b>
Les filtres continuum .....	<b>213</b>
L'hélioscope .....	<b>218</b>

Les filtres et instruments H-alpha et Call .....	<b>219</b>
Les éclipses de Soleil .....	<b>225</b>
Radiotélescope solaire d'initiation.....	<b>228</b>
<b>ÉTAPE 5. Le ciel profond .....</b>	<b>233</b>
Objectif : 12,9 milliards d'années-lumière .....	<b>235</b>
Les étoiles.....	<b>236</b>
Les catalogues d'objets du ciel profond.....	<b>267</b>
Les amas ouverts et les astérismes télescopiques .....	<b>269</b>
Les nébuleuses planétaires et restes de supernovae .....	<b>278</b>
Les nébuleuses diffuses .....	<b>283</b>
Les amas globulaires.....	<b>300</b>
Les galaxies.....	<b>305</b>
BIBLIOGRAPHIE.....	<b>323</b>
LOGICIELS .....	<b>324</b>
LISTES D'ASTÉRISMES.....	<b>328</b>
COLLABORATIONS AMATEURS (EXPÉRIMENTÉS) ET PROFESSIONNELS, ÉTOILES VARIABLES, NOVAE, SUPERNOVAE ET BOLIDES .....	<b>329</b>
ACTIVITÉ SOLAIRE.....	<b>330</b>
INDEX.....	<b>331</b>

# PRÉFACE

Qui n'a jamais été fasciné par la contemplation des étoiles, ces points scintillants dont la lumière a mis parfois plusieurs milliers d'années à nous parvenir ? Entourées de planètes pour la plupart, les étoiles sont autant de mondes étranges, perdus dans l'immensité du ciel, au milieu de nébuleuses et galaxies, dont les formes et les couleurs variées ne se révèlent parfois qu'aux observateurs les plus aguerris... À quoi ressemblent les planètes de notre système solaire, ces mondes voisins qui nous entourent ? Que cache la magnifique désolation des paysages lunaires, que l'on peut découvrir avec une simple petite lunette astronomique ?

Si les sondes spatiales et les grands observatoires nous rapportent des images fabuleuses, désormais facilement accessibles grâce à une simple connexion internet, le plaisir d'observer soi-même les objets célestes reste unique. L'observation du ciel nocturne est une activité à la portée de tous. Voir un phénomène astronomique l'œil rivé à l'oculaire, ou réaliser soi-même un cliché numérique ; repousser jour après jour les limites techniques de son matériel, quel qu'il soit, voilà également une grande source de satisfaction. Comme dit un proverbe chinois, « *le bonheur n'est pas au sommet de la montagne, mais dans la façon de la gravir* ». Rien n'est plus vrai en observation astronomique, où chaque étape – le choix de l'objet ou du phénomène à observer, du matériel, du site, des réglages précis de l'instrument, de l'éventuelle prise de vue, du traitement des images –, contribue à l'amélioration du résultat final.

Nous vivons une période incroyable où, grâce au progrès constant des moyens techniques, la communauté amateur peut maintenant parfois contribuer significativement à compléter les observations faites dans le monde professionnel, pour certains types de phénomènes [recherche d'exoplanètes, observations de météores, détection de supernovae dans les galaxies...]. Nous vivons l'émergence d'une science « collaborative » et « participative ». Au-delà de l'observation faite depuis la Terre, cela concerne également les sondes spatiales, où la communauté amateur réalise parfois des prouesses d'imagerie à partir des données brutes mises à disposition du public [panoramas pris par les rovers martiens, observations de Jupiter avec la sonde Juno, images du télescope spatial Hubble,...]. Un professionnel pourra trouver en retour dans la communauté amateur une source d'inspiration pour conduire ses propres recherches et améliorer ses techniques.

Mais revenons sur Terre... Nul besoin de nos jours d'être dans le désert d'Atacama au Chili pour avoir le privilège de voir le ciel nocturne. Bien qu'habitant dans une grande ville, il reste tout à fait possible d'obtenir des clichés magnifiques du ciel profond – les galaxies et les nébuleuses –, ou encore plus facilement des planètes, grâce à l'usage d'un peu de matériel, de filtres adaptés, et d'un peu de patience...

Ce livre contient plus de 20 ans d'expérience accumulée de pratique de l'astronomie, permettant au néophyte comme à l'observateur déjà aguerri d'apprendre à la fois les bases, mais aussi de passer du plus simple au plus élaboré, afin de choisir son instrumentation et d'ensuite en tirer le meilleur parti pour observer la lune, les planètes, le soleil, les étoiles, nébuleuses et galaxies. Une pratique de l'astronomie qui se veut à la fois abordable, en termes de budget ou d'objectifs, mais aussi beaucoup plus ambitieuse, selon les envies. Dans ce livre, un effort particulier est également porté au contexte, afin de donner des explications sur le contenu scientifique des observations que l'on peut réaliser. Voir mais aussi savoir – deux aspects complémentaires du plaisir que procure la pratique de l'astronomie.

Que ce soit en dilettante ou en observateur acharné, l'astronomie nous offre une source de satisfaction sans cesse renouvelée. Et comme disait Isaac Newton, « *j'ai vu plus loin que les autres parce que je me suis juché sur les épaules de géants* ». Les conseils et astuces prodigués au fil des pages qui suivent, fruits de milliers d'heures d'expérience et de pratique, devraient vous permettre de voir « un peu plus loin », au fil du temps.

Bon voyage céleste

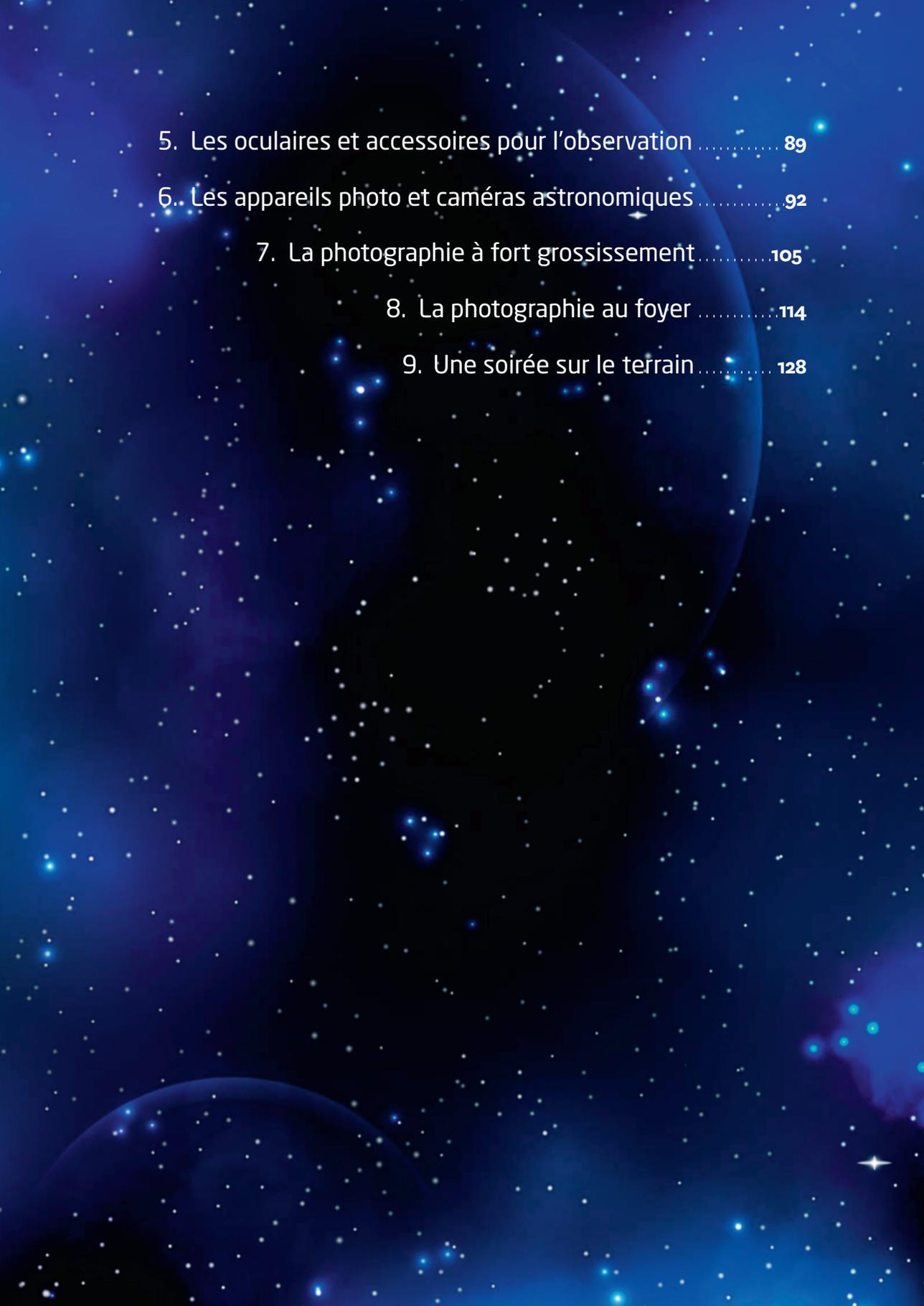
**Stéphane Le Mouélic** est ingénieur de Recherche CNRS au Laboratoire de Planétologie et Géodynamique à Nantes. Spécialisé dans le traitement des images appliqué à l'étude de la Terre et des planètes, il est impliqué dans plusieurs programmes d'exploration du Système Solaire, comme les missions Mars Express, Cassini, Rosetta, Curiosity et Perseverance. Il travaille également sur l'utilisation de la réalité virtuelle dans le domaine des géosciences et de l'éducation.

# 1

ÉTAPE

## CHOISIR UN INSTRUMENT ASTRONOMIQUE

1. Les instruments d'initiation.....	9
2. Les montures pour amateur expérimenté.....	31
3. Les tubes optiques pour amateur expérimenté.....	61
4. Les chercheurs et viseurs reflex.....	85



5. Les oculaires et accessoires pour l'observation .....	89
6. Les appareils photo et caméras astronomiques .....	92
7. La photographie à fort grossissement .....	105
8. La photographie au foyer .....	114
9. Une soirée sur le terrain .....	128

## ..... **LES INSTRUMENTS D'INITIATION** .....

Quelques détails et une centaine d'euros supplémentaires font toute la différence entre de véritables petits instruments et les jouets qui finissent vite au placard ou dans les petites annonces d'occasion. C'est pourquoi chaque type d'instrument est présenté avec ses qualités et ses pièges à éviter. Avant tout, il faut savoir qu'il est impossible de trouver un véritable instrument d'initiation durable à moins de 180 €, tandis qu'un instrument permettant d'atteindre un assez fort grossissement coûte au moins 260 €. Le grossissement indiqué dans les catalogues et sur les emballages est toujours exagéré. La puissance d'un instrument astronomique dépend du diamètre de l'objectif (ou du miroir) et de sa qualité. Un grand diamètre sert à collecter plus de lumière, donc à voir des objets peu lumineux et lointains, mais aussi à obtenir une image bien plus détaillée. Le grossissement ne sert qu'à agrandir une image entièrement déterminée par le diamètre. Une lunette d'initiation est généralement capable de grossir soixante-dix fois (parfois moins), un télescope typique d'amateur expérimenté (200 mm de diamètre) peut grossir cent cinquante fois ou davantage si l'atmosphère est stable, mais seul un gros télescope (400 mm de diamètre, pesant 100 kg) peut parfois grossir cinq cent fois.

---

## LES JUMELLES EN ASTRONOMIE

---

\*

### À QUOI SERVENT DES JUMELLES EN ASTRONOMIE ?

\*

L'œil nu suffit pour repérer les constellations, les planètes brillantes et d'autres objets faiblement lumineux du Système solaire et du ciel profond, mais le moindre instrument optique multiplie le nombre de sujets observables et leur intérêt. Le premier instrument astronomique que l'on utilise peut être une paire de jumelles, capable de montrer de nombreux cratères sur un quartier de Lune, les principales lunes (ou satellites naturels) de Jupiter aisément reconnaissables comme de petits points assez brillants et parfaitement alignés, d'occasionnelles comètes ou, bien plus loin, des nébuleuses et des groupes d'étoiles nées ensemble comme les Hyades et les célèbres Pléiades.

Même en pleine ville, les étoiles observables aux jumelles se compte par milliers, alors que l'œil n'en perçoit qu'une quarantaine à cause de la pollution lumineuse. On peut aussi détecter, sous la forme de taches et d'ovales grisâtres, des amas globulaires en périphérie de notre Galaxie et des galaxies à des millions d'années-lumière. Comme tout instrument optique, les jumelles concentrent la lumière ; il ne faut donc jamais les diriger vers le Soleil sous peine de perdre définitivement l'usage des deux yeux.

Les jumelles présentent des avantages uniques : même si l'on possède par ailleurs un télescope, elles restent très utiles pour repérer les objets du ciel profond en partant d'une constellation, elles sont transportables dans un sac à dos avec un trépied vidéo léger, et, surtout, le confort d'observation avec les deux yeux est extrêmement agréable, bien plus reposant qu'avec un instrument astronomique où l'on ferme un œil. Les défauts de chaque œil peuvent être compensés par l'autre, notamment les corps flottants qui ne sont jamais placés symétriquement. La sensation de vision en relief, immédiatement ressentie avec enthousiasme, n'est hélas qu'une illusion, car il faudrait que les yeux soient espacés de milliers de kilomètres pour voir un cratère lunaire en relief, et de milliards de kilomètres pour voir un amas d'étoiles ou une nébuleuse en perspective. Il existe des têtes binoculaires pour observer avec les deux yeux qui sont adaptables à certaines lunettes astronomiques (et télescopes), mais une lunette n'a qu'un seul objectif et la quantité de lumière est divisée par deux, et, surtout, assez peu d'instruments sont directement compatibles.

\*

## **COMMENT UTILISER DES JUMELLES VERS LE CIEL ?**

\*

Le principal inconvénient des jumelles est qu'elles sont conçues pour observer devant soi et non vers le haut. Même si elles sont légères, les tenir à bout de bras en renversant la tête devient intenable après quelques dizaines de secondes, et les petits tremblements des bras sont amplifiés par le grossissement. Il existe trois solutions pour adapter des jumelles à l'observation astronomique : les monter sur un pied vidéo, utiliser un pied à parallélogramme (le principe d'une lampe d'architecte) lesté, ou, plus simplement, poser les coudes sur un meuble derrière une fenêtre. On trouve également des jumelles équipées d'un support ou d'un pied et conçues pour l'astronomie. Certaines – un temps à la mode dans l'ancienne URSS et que l'on a trouvé par la suite aux USA – doivent être dirigées vers le bas pour observer le reflet du ciel sur un miroir dont la face avant est réfléchissante, contrairement à un miroir ordinaire qui renvoie une image dédoublée. Ces miroirs à face avant (appelés « miroirs à première réflexion »), que l'on trouve dans l'industrie, ne sont plus utilisés pour les jumelles à usage astronomique depuis des décennies.

Les jumelles astronomiques contemporaines ont des oculaires (les lentilles côté œil) inclinés à 45° ou 90° pour garder la tête horizontale ou légèrement penchée vers le bas tout en observant vers le haut. Les jumelles à oculaires inclinés ne sont pas destinées à l'initiation : ce sont des instruments onéreux, lourds et assez encombrants mais puissants, capables de grossir des dizaines de fois. Elles sont prisées surtout par les chasseurs de comètes et de supernovae, qui recherchent un instrument collectant beaucoup de lumière et fournissant une image très large, à grand champ. Elles permettent également d'obtenir des vues assez détaillées des nuages de Jupiter, une performance hors de portée de jumelles classiques. L'image est de très bonne qualité du centre à la périphérie et le grossissement est variable car les oculaires sont interchangeable. On ne peut pas leur adjoindre d'oculaires zoom ordinaires, car il serait bien difficile d'obtenir exactement le même grossissement sur les deux yeux ; toutefois il existe des oculaires zoom qui se verrouillent sur plusieurs grossissements pré-réglés (par exemple les anciens Televue click-stop et les Baader Hyperion Universal Mark IV click-stop).

Si l'on exclut les jumelles de théâtre qui sont inutilisables pour l'astronomie, une paire de jumelles est constituée de deux petites lunettes astronomiques repliées sur elles-mêmes grâce à des prismes intégrés. Ces prismes ont trois fonctions : redresser l'image – au contraire d'un instrument astronomique qui les renverse (cela n'a d'ailleurs guère d'importance dans l'espace qui n'a ni haut ni bas), diminuer un peu la longueur de l'instrument, augmenter l'écartement des objectifs à l'avant pour procurer une vision en relief (en utilisation terrestre) tout en rapportant l'écartement

des oculaires à celui des yeux. Comme il s'agit d'une variante d'une lunette astronomique, outre les prismes, on retrouve les mêmes éléments : à l'avant un objectif constitué de deux lentilles (une seule lentille ne donnerait pas une qualité suffisante à moins que les jumelles aient plusieurs mètres de longueur), à l'arrière des oculaires constitués de deux ou trois lentilles. Les verres présentent des reflets bleus ou pourpres car ils sont traités en surface pour diminuer les reflets, ce qui augmente nettement le contraste. On trouve parfois des objectifs aux reflets orange vif dont la seule finalité est de flatter le chaland ; en réalité ils sont si médiocres qu'ils se révèlent inutilisables même pour observer en journée.

\*

### **COMMENT CHOISIR DES JUMELLES ASTRONOMIQUES ?**

\*

Le grossissement et le diamètre d'objectif sont toujours indiqués par deux chiffres, par exemple « 8x40 » indique un grossissement de 8 fois et un diamètre d'objectif de 40 millimètres. Un modèle classique « 7x50 » grossit un peu moins, mais sa luminosité est nettement plus importante. Des objectifs de 50 mm concentrent 70 fois plus de lumière que l'œil nu : un gain extrêmement appréciable pour l'astronomie, pour un poids et un coût modérés. En revanche, il n'existe pas de chiffre indiquant la qualité optique, qui est primordiale en astronomie. De mauvaises jumelles sont incapables de délivrer des images nettes, en particulier sur les étoiles qui constituent le plus exigeant des tests optiques : ces minuscules points lumineux sur fond noir apparaissent comme des taches irisées, peu contrastées et impossibles à mettre au point, alors qu'une netteté imparfaite et un faible contraste n'empêchent pas d'observer un paysage. Certaines marques proposent des optiques de très bonne qualité, par exemple Zeiss, Nikon, Pentax, Leica, Swarovski, Kite, pour n'en citer que quelques-unes. Ces marques proposent par ailleurs des longues-vues ornithologiques de qualité remarquable mais dont le prix est incompatible avec un instrument d'initiation.

Les jumelles classiques 10x50 sont un bon compromis en astronomie, par leur grossissement bien suffisant et leur objectif d'assez grand diamètre pour repérer les objets du ciel profond ; de plus leur poids (1,2 kg) et leur encombrement réduits permettent de les transporter partout. Le budget est de 150 à 200 € pour une qualité suffisante en astronomie. Les jumelles de 20x80 sont encore mieux adaptées : elles collectent 180 fois plus de lumière que l'œil et leur grossissement permet de discerner, en miniature, les anneaux de Saturne, le disque légèrement aplati de Jupiter, les phases de Vénus, des cratères lunaires de 3 km, toute la richesse des amas ouverts, et, surtout, les premiers détails dans les nébuleuses, amas globulaires et

galaxies, ainsi que les comètes qui sont trop étendues pour un télescope. Tous ces objets célestes sont présentés dans les chapitres 2, 3 et 5.

Si le diamètre de l'objectif est toujours le plus important en astronomie, il est également conseillé de choisir un grossissement adapté à son œil. La pupille d'un observateur jeune peut, après un quart d'heure en pleine obscurité, se dilater jusqu'à 7 mm, mais cette dilatation n'atteint plus que 4 à 5 mm lorsqu'on est plus âgé. Cependant, quel que soit l'âge, la pupille ne peut pas atteindre sa dilatation maximale si un lampadaire est visible même à quelques centaines de mètres. Il est donc inutile de choisir des jumelles dont l'image est en pratique plus large que la pupille, car cela disperse la lumière au lieu de la concentrer. Le diamètre de l'image en sortie de l'oculaire, appelé **pupille de sortie**, se calcule très simplement, en **divisant le diamètre de l'objectif (en millimètres) par le grossissement**, soit, pour des jumelles de 7x50,  $50/7 = 7,1$  mm. Ce diamètre est appelé pupille de sortie, et il se calcule de la même manière pour les jumelles et tous les instruments astronomiques. Si la pupille de l'œil ne peut atteindre sa dilatation maximale, on préfère utiliser des jumelles de 10x50 dont la pupille de sortie est de  $50/10 = 5$  mm, convenant à un œil plus âgé ou à une zone d'observation un peu trop éclairée.

Des jumelles spécifiquement astronomiques de grand diamètre (70 à 80 mm) et assez fort grossissement (20 à 40 fois) sont proposées par des fabricants spécialisés, par exemple Vixen, Bresser, APM, Omegon. Le poids est de 4,5 kg et le budget est de 800 à 1 200 €. Encore une fois, il faut privilégier les modèles à oculaires inclinés, sans quoi la position d'observation tête en arrière est intenable plus de quelques dizaines de secondes. En outre, les oculaires interchangeables permettent d'adapter le grossissement et d'utiliser des filtres diminuant la pollution lumineuse ou, même à la campagne, de ne laisser passer que les couleurs émises par certains types de nébuleuses (chapitre 5). Les plus grandes jumelles astronomiques à oculaires inclinés pour amateur ont des objectifs de 100 et 120 mm, coûtant 1 000 à 4 000 €, pesant 7,5 à 10 kg. Dans ce dernier cas elles sont livrées avec trépied et monture à fourche.

Quelques raffinements sont à mentionner. Certaines jumelles sont étanches et emplies d'azote pour éviter l'oxydation et l'apparition de champignons en milieu humide. D'autres sont équipées d'un système de stabilisation optique, qui s'avère efficace en astronomie, mais inutile si l'on utilise un trépied. D'autres encore embarquent un capteur d'images intégré et un petit écran pour la prise de photo et de vidéo « haute définition », mais cette combinaison n'atteint pas une qualité astronomique. Il s'agit souvent de capteurs de bas de gamme, qui ne fonctionnent qu'en courtes poses, donc inaptes au ciel profond (entre autres raisons, à cause d'un obturateur à défilement lent inadapté à la prise de vue d'un sujet en mouvement et d'un « bruit » électronique important) ; d'un autre côté des capteurs fonctionnant en longues poses exigeraient une monture motorisée pour compenser la rotation de la Terre. Un smartphone placé derrière l'un des oculaires s'acquitte de cette tâche avec plus de succès.

\*  
**COMMENT RÉGLER LES JUMELLES ?**  
 \*

Contrairement à une lunette astronomique, le réglage des jumelles classiques (non dédiées à l'astronomie) s'effectue en trois temps : d'abord l'écartement des oculaires pour l'adapter au visage, ensuite la mise au point sur un seul œil avec la molette centrale qui règle la distance entre les objectifs et les oculaires, en dernier la mise au point sur l'autre œil. En observation terrestre, la molette centrale permet ensuite de régler la mise au point simultanément pour les deux yeux en l'adaptant à la distance de l'objet que l'on observe ; en astronomie tous les objets sont à l'infini optique. Lorsqu'on débute, la mise au point est aisée, mais le plus déroutant est de faire coïncider les images sur les deux yeux ; il faut bien ajuster l'écartement des oculaires. Ce n'est qu'une question d'habitude, exactement lorsqu'on observe à travers un microscope binoculaire. De très mauvaises jumelles peuvent présenter un défaut de parallélisme des axes optiques donnant des images toujours dédoublées quel que soit l'observateur, ce qui est irrémédiable. Les jumelles géantes astronomiques présentent un système différent : comme le sujet est toujours à l'infini, la mise au point s'effectue simplement pour chaque œil et la molette centrale, devenue inutile, a disparu. L'écartement des oculaires se règle en les faisant tourner autour de leurs axes qui est volontairement décentré ; ce système est pratique et très rapide à régler.

La mise en place sur un trépied, indispensable en observation du ciel, est toujours possible grâce à un adaptateur à pince que l'on serre sur l'axe central des jumelles et que l'on visse sur la tête du trépied ; hélas une pince en matière plastique est peu fiable et ne convient qu'à des jumelles très légères. Les jumelles plus sérieuses et toutes les jumelles lourdes sont directement équipées d'un pas de vis dans l'axe central destiné à recevoir un support : soit une équerre, soit un axe vertical dont la position est réglable, solutions bien plus fiables. Cette pièce intermédiaire se visse ensuite sur la tête du trépied. Tous les trépieds, sans exception, possèdent au moins une vis au standard Kodak, que l'on trouve également à la base de tous les appareils photo, caméscopes et adaptateurs pour jumelles. Un trépied photo suffit pour un grossissement inférieur à dix fois. Un trépied vidéo est adapté à de plus forts grossissements car il est équipé d'une tête fluide, permettant des mouvements doux et précis dans les deux axes (par exemple Manfrotto, Gitzo, Benro et d'autres). La tête fluide peut être livrée avec le trépied ou vendue séparément. Si l'on transporte le trépied dans un sac à dos, il vaut mieux utiliser un modèle en carbone, nettement plus dispendieux mais 25 % plus léger que le même modèle en aluminium.

Le seul inconvénient des trépieds est qu'ils sont conçus pour utiliser un appareil photo horizontalement (ou incliné sur le côté, mais toujours proche de la verticale

du centre du trépied). Des jumelles lourdes inclinées vers le ciel déstabilisent l'ensemble : il est donc indispensable de compenser le déséquilibre en tournant toujours une jambe du trépied vers soi, ou de régler les jambes opposées avec une longueur plus courte afin d'avancer le centre de gravité, ou encore de lester les jambes opposées à l'aide de bouteilles d'eau ou de pierres fixées avec de l'adhésif toilé large (comme le célèbre *gaffer* des techniciens du spectacle). Les véritables jumelles astronomiques, à oculaires inclinés, peuvent directement recevoir une monture à fourche spécifique ou une monture pour lunette astronomique azimutale capable de supporter de lourdes charges.

## LES LUNETTES ACHROMATIQUES D'INITIATION

Une lunette comporte un objectif à l'avant du tube optique. Les deux chiffres-clefs d'un objectif sont le diamètre (par exemple 70 mm) et la longueur focale (par exemple 700 mm), c'est-à-dire la distance entre l'objectif et l'endroit où se forme l'image. Comme une seule lentille n'est pas capable de concentrer toutes les couleurs au même endroit, une deuxième lentille est ajoutée pour compenser en partie ce défaut. Chacune des lentilles a une forme particulière (une plan-concave, une biconvexe asymétrique) et les verres ont des compositions complémentaires. Lorsque les couleurs ne sont pas concentrées au même endroit, il est impossible d'avoir une image nette : par exemple elle est nette en rouge mais floue en vert, et dans tous les cas irrémédiablement floue en bleu. Ce défaut est appelé aberration chromatique. Une lunette d'initiation est appelée achromatique, car elle est censée être corrigée du défaut de chromatisme – ce qui n'est jamais parfaitement atteint (Figure 1). Néanmoins cette appellation a été conservée pour une raison historique.



**Figure 1** – Saturne et Jupiter dans une lunette achromatique ; ces photographies sont assez représentatives de l'observation dans une 90 mm achromatique de bonne qualité.

[photos Nielander]

Pour diminuer ce défaut, un objectif peut avoir une grande longueur focale. Cela augmente incidemment le grossissement mais aboutit à une lunette qui vibre facilement et fait trembler les images si elle n'est pas dotée d'une mécanique robuste. Alternativement, le fabricant peut placer un diaphragme très étroit derrière l'objectif, ce qui permet d'atténuer les défauts et de conserver un tube court, mais diminue en même temps la luminosité et la précision des détails. Ainsi, les lunettes à très bas prix vendues en grande surface présentent parfois des objectifs assez généreux de 70 ou 80 mm, mais leur diaphragme interne très étroit réduit drastiquement leurs performances. La présence d'un ou plusieurs diaphragmes est normale dans une lunette de qualité, mais leur perçage central doit suivre exactement le cône de lumière sans l'obstruer ; dans ce cas ils évitent simplement les réflexions internes afin d'augmenter le contraste.

L'image formée par l'objectif doit être grossie par un oculaire livré avec l'instrument. À l'arrière de la lunette se trouve le porte-oculaire ; deux molettes jumelées permettent de régler la mise au point. Le porte-oculaire comporte un tube fixe, un tube coulissant et une crémaillère (dessous). Dans les modèles de bas de gamme, ces deux dernières pièces sont réalisées en matière plastique imitant le chrome. Avec autant de matière plastique, la crémaillère peut aisément être détruite en quelques nuits à cause de la pression de la roue dentée métallique servant à régler la mise au point. Les porte-oculaires métalliques sont très fiables ; les modèles d'entrée de gamme présentent un jeu qui est simplement gênant.

Pour éviter de se tordre le cou en observant vers le haut, on insère dans le porte-oculaire un renvoi coudé (l'accessoire triangulaire comprenant un petit miroir ou un prisme) avant l'oculaire. Un chercheur ou un viseur à point rouge sert à viser l'astre avant de l'observer à fort grossissement ; son réglage est expliqué p 85. Enfin, l'ensemble est placé sur une monture articulée sur deux axes et un trépied (Figure 2). Les oculaires à fort grossissement, le redresseur terrestre et la lentille de Barlow multipliant le grossissement sont souvent de piètre qualité à l'exception notable de l'oculaire classique de 20 ou 26 mm. Tous ces accessoires peuvent être remplacés au fur et à mesure.

La mise au point peut être essayée de jour sur une cheminée, en ne dirigeant jamais l'instrument vers le Soleil. Commencer par l'oculaire de 20 mm de focale qui offre un champ de vision large, un grossissement modéré et une qualité toujours correcte. **Le grossissement se calcule en divisant la focale de l'objectif (en millimètres) par la focale de l'oculaire (en millimètres) ;** par exemple  $700 \text{ mm} / 20 \text{ mm} = 35$  fois. La nuit venue, viser les astres brillants comme la Lune, Jupiter et des étoiles lumineuses. Le grossissement maximal réel est limité à 40 fois à 80 fois environ ; un grossissement plus élevé est possible mais l'image devient floue et sombre. De plus, comme toutes les couleurs ne sont pas concentrées au même point, une proportion considérable de la lumière est perdue.



**Figure 2** – Comment assembler et régler une lunette achromatique d'initiation.

(1) Tube optique avec ses deux vis latérales – qui ne doivent pas être serrées au point d'empêcher le mouvement vertical du tube.

(2) Chercheur avec ses 3 vis d'alignement et sa base installée sur le tube optique par deux vis ; parfois le support intègre un tube de visée basique.

(3) Blocage de la tige de réglage en hauteur.

(4) Vis de réglage fin en hauteur, sert uniquement lorsque la vis (3) est serrée.

(5) Molettes de mise au point.

(6) Porte-oculaire dans lequel on insère le renvoi coudé puis l'oculaire. Une lentille de Barlow doublant le grossissement peut être insérée avant ou après le renvoi coudé, mais l'image est fortement dégradée dans un instrument d'initiation.

(7) Blocage de la rotation horizontale ; inutile si la monture n'a pas de réglage horizontal fin.

(8) Vis et écrous à oreilles pour l'assemblage du trépied.

(9) Vis d'assemblage de la platine porte-accessoires – parfois la platine s'assemble avec une seule vis centrale tandis que les trois supports sont articulés et indémontables, ce qui constitue une bien meilleure solution.

(10) Vis de serrage servant à régler la hauteur des jambes du trépied.

[Image N. Dupont-Bloch]

Malgré ses limites, une lunette achromatique offre l'atout d'être indéréglable. Elle permet d'observer des cratères et montagnes lunaires, les anneaux de Saturne, les principales bandes nuageuses de Jupiter avec, parfois, la Grande tache rouge sous la forme d'un ovale grisâtre, les phases de Vénus, des amas globulaires sous la forme de taches granuleuses, quelques galaxies comme des ovales diffus, des nébuleuses (toujours grises), de nombreux amas stellaires ouverts, des étoiles doubles colorées et d'innombrables étoiles dans la Voie lactée. En pratique, les cratères lunaires sont toujours un peu flous et les frontières entre zones éclairées et zones dans l'ombre sont verdâtres ou bleu-violet ; certaines étoiles brillantes bleutées, comme Véga, présentent un halo bleu-violet. Jupiter et Saturne ne montrent pas leurs vraies couleurs et le contraste est faible. Mars reste un sujet difficile et réclame un objectif de 120 mm.

\*

## LES LUNETTES ACHROMATIQUES D'INITIATION À TUBE OPTIQUE LONG

\*

Une lunette achromatique à tube long bénéficie d'un chromatisme atténué. Le diamètre de l'objectif est souvent de 60 à 90 mm : il collecte autant de lumière que de puissantes jumelles, soit 100 à 225 fois plus que l'œil. Le tube optique typiquement long de 70 à 100 cm reste très léger. Il est possible de photographier la Lune avec un smartphone placé derrière un oculaire à faible grossissement, une webcam sans objectif insérée à la place de l'oculaire ou une petite caméra astronomique planétaire. Le prix plus élevé qu'un instrument de bas de gamme, de 100 à 200 €, est dû à des oculaires de qualité légèrement supérieure et un trépied plus stable. Les principaux défauts à déceler avant l'achat sont les crémaillères en matière plastique, les chercheurs ou les viseurs à point rouge difficiles à régler et trop sombres, les accessoires optiques de piètre qualité (ils peuvent être remplacés) et, surtout, la monture qui ne permet pas de viser un astre avec précision, même la Lune. Certaines montures sont des trépieds photo modifiés avec une seule manette très imprécise. D'autres ont une longue vis latérale permettant de régler la hauteur, mais sont dépourvues de la deuxième vis qui permet de régler la direction horizontale, ou azimut, qui est pourtant le mouvement le plus important pour un instrument astronomique devant compenser la rotation terrestre. Les montures équatoriales (à contrepoids) entraînent une certaine complexité (p 35) et un encombrement supérieur, mais elles offrent deux mouvements précis, ce qui permet de viser et suivre un astre plus aisément. En revanche, il faut reconnaître que les mauvais objectifs sont devenus très rares.

1

### Les lunettes d'initiation de 60 à 90 mm à tube optique long en quelques mots

- **Prix de l'instrument complet :** 100 à 200 €
- **Avantages :** le grossissement peut atteindre 80 fois, il permet de détailler la Lune avec des cratères de 3 km, commencer à découvrir le Système solaire et quelques objets contrastés du ciel profond, photographier la Lune à faible grossissement.
- **Inconvénients :** la monture est généralement trop imprécise pour utiliser un fort grossissement ou même viser la Lune.

\*

## **LES LUNETTES ACHROMATIQUES D'INITIATION À TUBE OPTIQUE COMPACT**

\*

Une lunette achromatique d'initiation compacte, à tube court, est adaptée à l'observation des étoiles de la Voie lactée et des objets célestes de grandes dimensions, comme certains amas stellaires et la partie centrale de quelques nébuleuses diffuses (chapitre 5). L'objectif est de 60 à 80 mm, aussi lumineux que de bonnes jumelles. La longueur focale est de 350 à 400 mm. Le grossissement est limité à 40 fois environ ; un grossissement supérieur est possible, mais l'image devient excessivement sombre et aucun détail supplémentaire n'apparaît. Les accessoires en matière plastique livrés en standard sont peu utiles, pour ne pas dire décourageants, à l'exception de l'oculaire de 20 mm et du renvoi coudé. En général, la lunette est livrée avec un chercheur de très bas de gamme ou un viseur à point rouge de premier prix. Heureusement, le faible grossissement d'une lunette courte et son champ important (grande largeur d'image) le rendent superflu. Tous les accessoires peuvent être remplacés.

\*

## **LES LUNETTES ACHROMATIQUES DE GRAND DIAMÈTRE**

\*

Une lunette achromatique de grand diamètre, 100 à 150 mm, peut présenter une focale courte (500 à 750 mm) ou longue (1 000 à 1 200 mm) ; elle est donc adaptée aux mêmes sujets que les petites lunettes précédemment évoquées. En revanche, son grand diamètre permet d'observer avec bien plus de facilité tous les objets célestes et d'atteindre un grossissement de 120 fois si la focale est longue. Pour un budget allant de 400 à 1 500 €, la monture peut être manuelle et azimutale, équatoriale motorisable, motorisée et informatisée, mais elle est surtout plus précise et stable. Toutes les pièces sont métalliques et l'instrument peut être utilisé pendant des années. Une monture motorisée nécessite d'exécuter une procédure avant l'utilisation, au contraire d'une azimutale manuelle destinée à une utilisation simple et immédiate (comme une lunette terrestre, mais en plus précis avec un mouvement démultiplié sur chaque axe). Une monture motorisée n'est réellement nécessaire que pour de forts grossissements et la photographie des détails des planètes et de la Lune, voire quelques nébuleuses et galaxies. Une monture informatisée « *GOTO* »<sup>1</sup> n'est utile que pour un diamètre de 120 ou 150 mm capable de montrer des objets faiblement lumineux et lointains.

<sup>1</sup> Système de pointage automatique des objets célestes.

### Les lunettes d'initiation de 70 à 100 mm à tube optique court en quelques mots

- **Prix de l'instrument complet :** 85 à 450 €
- **Avantages :** instrument léger et très simple, à comparer à de puissantes jumelles. Il suffit de l'utiliser avec un oculaire à faible grossissement pour en apprécier les qualités, en explorant au hasard la Voie lactée en été, ou en regardant un quartier de Lune ou les Pléiades pour la première fois. On trouve de nombreuses lunettes à moins de 100 € équipées d'un trépied court à poser sur un meuble derrière une fenêtre ou sur un muret ; parfois il s'agit d'un trépied haut plus adapté à une utilisation sur le terrain.
- **Inconvénients :** le grossissement est limité. Les modèles de tout premier prix ne présentent pas une qualité optique et mécanique suffisante.

Les grandes lunettes achromatiques à courte focale conjuguant une grande luminosité et un grand champ sont des instruments exceptionnels pour admirer la Voie lactée, les amas ouverts, les étoiles doubles colorées et quelques nébuleuses et galaxies. Comme ces instruments sont indéréglables et que le cône de lumière parcourt un chemin direct jusqu'à l'oculaire, les images stellaires sont toujours plus fines que celles qui sont délivrées par les télescopes (sauf les Maksutov-Cassegrain et quelques autres formules spécialisées en planétaire). Bien que les couleurs des étoiles soient toujours altérées, l'observation du ciel profond à grossissement faible (40 fois) à moyen (80 fois) ne montre que peu de différences avec une lunette apochromatique (p 79) de prix sensiblement plus élevé. En revanche, les oculaires classiques à faible grossissement ou à grand champ pour lunette à focale longue ne sont pas compatibles car les bords de l'image sont flous ; il faut recourir à des oculaires conçus spécialement pour les lunettes courtes (par exemple Sky Optic ExtraFlat, Explore Scientific 68°, TS flat-field, Nagler type 5). Avec un diamètre de 100 ou 120 mm et une courte focale, une monture azimutale simple mais bien conçue et dotée de deux manettes pour les déplacements horizontal et vertical est parfaitement justifiée, même s'il est impossible de viser exactement à la verticale (ce petit inconvénient est partagé avec les télescopes de Dobson ainsi que les lunettes et télescopes sur monture à fourche). Le budget est de 450 € pour un instrument compact de 120 mm, pesant 10 kg en tout et dont la mise en œuvre ne prend que quelques secondes. Ces lunettes courtes à faible grossissement et grand champ sont aussi bien adaptées à une utilisation à la campagne, qu'en ville sur un balcon ou, à la rigueur, par une fenêtre ouverte.

Les grandes lunettes achromatiques à longue focale ambitionnent de montrer les détails sur la Lune et les planètes et d'accéder à des amas ouverts compacts, des nébuleuses planétaires et des amas globulaires (les galaxies ne montrent pas davantage de détails). Leur longue focale permet en effet de fournir un grossissement de plus de cent fois en gardant une luminosité et un contraste acceptables. Les oculaires actuels destinés aux forts grossissements offrent pour cela une image à assez grand champ. Comme l'un des effets d'une longue focale est de former une image nette sur tout le champ, il est possible d'utiliser des oculaires à faible grossissement et à grand champ plus classiques et de coût modéré, sans que les bords de l'image soient flous. De plus, la longue focale facilite très sensiblement la mise au point. À tous les objets célestes précédents on peut ajouter les grandes formations et les calottes polaires de Mars, des détails dans les nuages de Jupiter et la Grande tache rouge, les vallées lunaires, les minuscules disques d'Uranus et Neptune.

L'équilibrage du tube optique avec un objectif lourd plaçant le centre de gravité très en avant et un grossissement relativement élevé exigent une monture équatoriale que l'on peut motoriser. Le poids atteint 25 kg pour un diamètre de 120 mm et une focale de 1 000 mm (en abrégé 120/1 000), 35 kg pour une 150/1 200. Le budget est de 600 à 1 500 €, mais, là encore, les montures sont souvent sous-dimensionnées et le moindre mouvement du tube fait bouger les images en permanence, à moins d'acquérir le tube optique avec une solide monture (exemples : Celestron Advanced VX, Orion EQ-G, Skywatcher EQ6, iOptron CEM40, de 1 550 à 2 000 € en plus de l'optique). L'instrument est encombrant et les avantages par rapport à un même diamètre en courte focale ne justifient guère ce choix, surtout par rapport à une grande lunette apochromatique à objectif lanthane-FPL51 (p 79 et p 81). Il reste qu'une grande lunette achromatique est indéréglable, très solide, très peu sensible à la turbulence et que le plaisir d'utiliser un tel instrument, resté financièrement inabordable jusqu'à la fin du <sup>xx</sup>e siècle, comble nombre d'observateurs expérimentés du ciel profond qui ne souhaitent pas s'orienter vers la photographie.



### Les lunettes achromatiques de 120 à 150 mm en quelques mots.

- **Prix de l'instrument complet** : 450 € (100 mm azimutale) à 2 500 € (150 mm équatoriale GOTO)
- **Avantages** : tous les objets célestes sont observables. Mécanique très fiable. Une lunette de 120 ou 150 mm à focale courte est parfaite pour observer le ciel profond à faible grossissement.
- **Inconvénients** : instrument assez lourd et encombrant, grossissement limité. Pour la Lune et les planètes, les plus gros modèles sont nettement moins performants qu'un télescope de même prix.

## LES TÉLÉSCOPES D'INITIATION

Au contraire d'une lunette qui possède un objectif à l'avant, un télescope utilise un miroir à l'arrière. Un second petit miroir interne renvoie l'image soit vers le côté (télescopes de Newton et Dobson), soit vers l'arrière (télescopes de Maksutov-Cassegrain). Ces derniers possèdent de plus une lentille très particulière à l'avant ; elle ne grossit pas mais corrige le champ. Ce sont les trois types de télescopes très couramment disponibles en instruments d'initiation, concurrents des lunettes achromatiques.

Les deux avantages fondamentaux d'un télescope sont qu'il ne souffre pas de l'aberration chromatique qui dégrade les images, et qu'un grand miroir a un prix de revient nettement plus faible qu'un large objectif. Cela permet de proposer des instruments de meilleure qualité optique et de plus grand diamètre ; en contrepartie les réflecteurs purs (Newton et Dobson) sont plus délicats que les lunettes. Les Maksutov-Cassegrain combinent tous les avantages mais sont limités en diamètre, leur champ est réduit et ils ne permettent pas un faible grossissement, ce qui rend difficile le pointage des objets célestes lorsqu'on débute.

### LES TÉLÉSCOPES DE NEWTON D'INITIATION

Le moins avantageux des télescopes de premier prix est le télescope de Newton (120 à 250 €), à quelques notables exceptions près. Pour simplifier la fabrication de l'optique, la longueur focale – distance entre le miroir et l'image formée – doit être relativement importante : elle représente huit ou neuf fois le diamètre du miroir, à peu près l'équivalent d'une lunette achromatique classique (hors lunettes courtes à faible grossissement). Le miroir est taillé selon la forme d'une portion de sphère, procédé industriel simple, précis et diminuant nettement le prix de revient ; c'est aussi ce qui oblige à utiliser une focale importante sous peine de former une image floue aux bords. Le tube optique d'un Newton est donc plus puissant, mais aussi plus lourd et plus encombrant qu'une lunette de même prix ; malheureusement pour en réduire le prix il est équipé d'une monture très instable. Pendant cinquante ans, le classique Newton de 115 mm de diamètre et 900 mm de focale a été équipé d'une monture si frêle que le moindre souffle de vent faisait trembler les images, de sorte que cette bonne optique finissait souvent au placard<sup>2</sup>.

2 À l'exception des TAL 110 et du Vixen 115/900 New Polaris, que l'on trouve parfois d'occasion.

Une parade consiste à réduire la longueur focale par deux, le transformant en instrument très compact de 115/500 (115 mm de diamètre et 500 mm de focale) moins instable. Même avec un miroir primaire parabolique, cela introduit un défaut optique majeur : l'image est nette au centre mais très déformée sur les bords. Souvent, une lentille de Barlow à très bas prix de revient est intégrée juste avant l'oculaire, multipliant par deux la focale pour retrouver une image plus nette au bord (115/1 000), mais divisant la luminosité par quatre et dégradant très fortement la qualité optique. Une lame de verre remplace parfois le support du miroir secondaire pour ressembler à un Schmidt-Newton de qualité supérieure. Ce type de Newton très court, que l'on retrouve dans les grandes surfaces, se reconnaît aisément par sa forme trapue et son faible prix ; c'est un achat vain.

Un autre modèle classique et assez peu utilisable est le 76/700, théoriquement meilleur qu'une lunette achromatique, mais il n'est jamais bien réglé et est équipé d'une monture simplifiée incapable d'éviter les vibrations.

Théoriquement, on pourrait grossir la Lune 70 à 100 fois mais la monture imprécise et instable ne permet pas de la viser, et, si cela finit par arriver, l'image tremble tellement qu'on ne peut rien observer. Il existe plusieurs Newton d'initiation à bas prix livrés sur une frêle monture équatoriale ; celle-ci, destinée à flatter l'œil avec son contrepoids et ses nombreuses manettes, ne fait qu'ajouter une complexité sans objet à l'instabilité (Figure 3). On retrouve la même monture sur de nombreuses lunettes achromatiques, mais ces dernières sont plus légères et le grossissement moins fort atténue quelque peu l'effet de l'instabilité.

Heureusement, dans le haut de cette gamme de prix, certains fabricants commencent à trouver un bon compromis en adaptant un Newton compact 130/650 à miroir parabolique sur une monture bien conçue (comme la StarQuest). Cette monture équatoriale est simple, compacte et, comme elle a été conçue pour la photographie avec des téléobjectifs massifs, elle est fiable, précise et motorisable (moteur en option : 60 €). Un miroir parabolique est plus difficile à usiner mais cela permet d'obtenir une image nette jusqu'au bords, tant que l'on n'utilise pas d'oculaires à grand champ. Seul inconvénient, la focale relativement courte exige un bon réglage du miroir,

4

### Les Newton d'initiation en quelques mots.

- **Prix de l'instrument :** 120 à 250 €
- **Avantages :** image de bonne qualité, surtout en 130 mm, usage polyvalent (planètes, Lune, objets lumineux du ciel profond).
- **Inconvénients :** monture généralement très instable. Les tubes optiques courts sont à proscrire. Les optiques doivent être réglées de temps à autre. À utiliser plutôt en club afin de maîtriser la mécanique.

appelé la collimation (p 66). Cette contrainte est commune à presque tous les télescopes, surtout les plus puissants. Négliger ce réglage n'empêche pas l'instrument de fonctionner mais limite le grossissement, gaspille la luminosité et altère la netteté des images.



**Figure 3** – Un télescope de Newton classique 115/900 (115 mm de diamètre et 900 mm de focale). L'optique est très correcte mais elle est hélas desservie par une mécanique instable. C'est un instrument que l'on trouve fréquemment dans les petites annonces, proposé pratiquement au prix du neuf. Ce tube optique long est pourtant de bonne facture et mérite une monture plus sérieuse.

*[Image N. Dupont-Bloch]*

Le diamètre de 130 mm, le plus gros de cette catégorie, concentre 470 fois plus de lumière que l'œil, l'équivalent de puissantes jumelles astronomiques spécialisées. Il permet de distinguer des cratères lunaires de 2 km, quelques détails sur Mars lorsqu'elle est au plus près de la Terre, des nuages sur Jupiter, des nébuleuses, des détails dans les amas globulaires, ainsi que tous les objets célestes accessibles aux plus petits instruments de cette catégorie, avec davantage de luminosité et de contraste. Le grossissement peut dépasser cent fois tout en conservant une bonne luminosité. En revanche, un tel instrument, pesant 11 kg, ne peut plus être transporté dans un sac à dos.

\*

### **LES TÉLESCOPES DE DOBSON D'INITIATION**

\*

Afin de permettre au plus grand nombre de construire un télescope puissant pour le plus faible prix de revient possible, John Dobson avait conçu un télescope à qui les amateurs ont ensuite donné son nom. Il s'agit d'un télescope de Newton extrêmement simplifié mais de grand diamètre, dédié à l'observation. Un télescope de Dobson est installé sur une monture Dobson : le tube optique pivote sur un axe vertical, l'ensemble est posé sur une plate-forme tournante. Il ne possède donc ni trépied, ni contrepoids, ni moteurs. Les fabricants proposent aujourd'hui de petits Dobson à partir de 80 € que l'on pose sur une table. L'oculaire n'est pas à l'arrière mais sur le côté et en haut du tube optique. Cette disposition est parfaitement utilisable même en visant très haut dans le ciel, d'autant plus que la monture ne provoque pas de butée. Une monture Dobson est très malcommode pour tourner la base si l'on vise exactement à la verticale ; toutefois cela ne concerne qu'une bien petite portion du ciel où Lune et planètes sont absentes (sauf pendant quelques dizaines de minutes si l'on est exactement à l'équateur). On bénéficie de la sorte d'une optique parfaitement achromatique pour un coût minimal ; en contrepartie les miroirs doivent être alignés de temps à autre. Comme les fabricants d'instruments d'initiation sont bien conscients qu'aucun débutant ne réalise cet alignement, la longueur focale est très courte pour réduire le grossissement, ce qui est censé dissimuler la perte de qualité d'un télescope mal réglé – en réalité c'est exactement le contraire. Mais cela rend l'instrument compact et maniable. Puisque les axes de la monture sont de grands disques glissant l'un sur l'autre, tous les défauts mécaniques des frêles montures des instruments d'initiation sont éliminés. Le pointage vers un objet céleste s'effectue simplement en tournant le tube à la main. Les modèles de grand diamètre sont posés au sol et l'on observe assis à côté, ou debout.

Un Dobson de table (Figure 4) de premier prix offre un diamètre de 76 à 130 mm et un grossissement guère supérieur à une petite lunette d'initiation de courte focale. On peut le considérer comme un jouet amélioré. L'intérêt de ce type d'instrument croît notablement là où la différence avec une lunette d'initiation devient considérable : avec un budget de 200 €, on dispose d'un télescope de 130 mm (par exemple Skywatcher, Bresser) stable et parfaitement achromatique au prix d'une lunette de 80 mm. Lorsque le miroir principal est parabolique et non sphérique, les bords de l'image sont plus nets, le grossissement peut atteindre cent fois. Si les miroirs ne sont pas bien alignés, l'observation à faible grossissement ne pose aucun problème même si les étoiles ne sont pas tout-à-fait ponctuelles. Enfin, le poids est de 7 kg tout compris.

Si l'on dispose d'un petit jardin, un Dobson de 200 mm valant moins de 500 € (par exemple Perl, Bresser, Skywatcher), est le plus puissant instrument d'initiation qui existe. Avec une capacité de collecter mille fois plus de lumière que l'œil en concentrant toutes les couleurs exactement au même endroit, un grossissement de 150 à 200 fois permet de détailler les nuages de Jupiter et suffisamment de petites formations lunaires pour renouveler les sujets d'observation pendant des années. Ce diamètre permet d'accéder à tous les objets du ciel profond, en particulier les amas globulaires et les nébuleuses planétaires inaccessibles aux plus

petits instruments. La focale est assez longue, 1,2 mètre, ce qui présente trois avantages : l'alignement des miroirs est grandement facilité, tous les oculaires sont compatibles, la base du télescope est posée au sol pour une observation confortable en position assise. Le miroir est parabolique. Les inconvénients sont l'encombrement, bien qu'il existe des modèles démontables ou même repliables (comme les FlexTube Skywatcher), et le poids de 30 kg. En l'absence de motorisation et à fort grossissement, les objets célestes semblent se déplacer d'un bord de l'image à l'autre en quelques minutes seulement, mais, contrairement à une lunette d'initiation, le déplacement du télescope se fait avec précision et sans à-coups. Il existe d'ailleurs des Dobson motorisés et informatisés.

5

### Les Dobson d'initiation en quelques mots

- **Prix de l'instrument complet :** 80 à 500 €
- **Avantages :** même qualité d'image qu'un Newton. Remarquable en 150 ou 200 mm pour un prix modéré. Mécanique très stable et compacte. Utilisation encore plus simple qu'une lunette azimutale. Utilisable sur un balcon jusqu'à 130 mm.
- **Inconvénients :** l'optique doit être réglée de temps à autre. Le poids augmente vite avec le diamètre. Nécessite un jardin ou une terrasse à partir de 150 mm.



**Figure 4** – Un Dobson miniature de table représente une intéressante alternative aux lunettes achromatiques. Délivrant une image de meilleure qualité et installé sur une monture stable, d'un maniement extrêmement simple, il est toutefois nécessaire d'en régler les miroirs de temps à autre. Il est équipé d'un chercheur classique ou à point rouge (comme ici) pour viser les astres lumineux.

*[Image N. Dupont-Bloch]*

\*

### **LES TÉLESCOPES DE MAKSUTOV-CASSEGRAIN ET SCHMIDT-CASSEGRAIN D'INITIATION**

\*

Ces deux types de télescopes d'initiation avancée comportent un verre correcteur à l'avant (qui n'est pas un objectif), un miroir principal à l'arrière et un miroir secondaire sur la face interne de la lentille correctrice, renvoyant l'image à travers le perçage central du miroir principal. Ils s'utilisent donc comme les lunettes, en visant droit, contrairement aux télescopes de Newton et Dobson. Les miroirs sont sphériques mais le correcteur annule la déformation des bords de l'image. Le télescope de Cassegrain comporte à l'origine un miroir primaire (le miroir principal) parabolique et un miroir secondaire hyperbolique, tous deux difficiles à tailler. L'ajout du correcteur à l'avant (lame de Schmidt, plane à l'extérieur mais dont le profil interne évoque une accolade arrondie, ou ménisque de Maksutov ressemblant à une parenthèse) permet d'utiliser des miroirs sphériques sans inconvénient. Le surcoût du correcteur est largement compensé par les avantages en qualité, en prix de revient global et par l'extrême compacité de ces télescopes, en particulier le télescope de Maksutov-Cassegrain dont toutes les optiques sont simplement sphériques. Le miroir secondaire apporte en outre une multiplication de la longueur focale, ce qui permet d'obtenir un tube optique extrêmement compact : un Maksutov-Cassegrain de 90 mm de diamètre mesure 24 cm de long malgré une longueur focale optique (interne) de 1,25 mètre. En outre, le ménisque protège les deux miroirs.

Les avantages de ce télescope compact sont sa très grande qualité d'image (Figure 5) et le fait qu'il est pratiquement indéréglable. Il réunit donc les avantages des lunettes et des télescopes sans les inconvénients des uns ni des autres. Le revers est le fort grossissement et le champ réduit, même par rapport à des lunettes à longue focale, ce qui le destine avant tout à la Lune, aux planètes, aux amas stellaires peu étendus (comme les amas globulaires), à quelques galaxies contrastées et aux nébuleuses planétaires. On ne peut utiliser d'oculaire à faible grossissement car l'image n'est pas assez large. Le fort grossissement oblige à utiliser une monture précise, stable et de préférence motorisée, sans quoi une planète défile en moins de deux minutes dans l'oculaire, plus rapidement que dans un gros Dobson. En outre, le ménisque accumule vite la buée et conserve longtemps la chaleur emmagasinée pendant journée. La buée est évitée avec un simple pare-buée ; la turbulence thermique n'est pénalisante qu'en plus grand diamètre. Il n'existe pas de meilleure optique dans un budget inférieur à 300 €.

Il est souvent reproché à ce télescope de former des images sombres, en raison de son grand **rapport F/D**, soit la **longueur focale divisée par le diamètre**. Ce rapport indique la réduction de la lumière avant de parvenir à l'oculaire : pour un même diamètre de miroir ou d'objectif, plus la focale est longue, plus la lumière est étalée (et plus le grossissement est important). Un Maksutov-Cassegrain de 90 mm de diamètre possède une longueur focale de 1 250 mm, soit un rapport F/D de  $1\,250/90 = 13,8$ . Un télescope de Newton de même diamètre aurait une focale trois fois plus petite, bien plus facile à maîtriser pour trouver un objet céleste. Pour des raisons exposées (p 90), la différence de luminosité de l'image finale n'est pas de trois, mais de trois à la puissance deux ; autrement dit un appareil photo reçoit neuf fois plus de lumière dans un Newton que dans un Maksutov-Cassegrain. Mais ce qui est vrai en photographie ne l'est pas en observation, car la vision humaine est capable d'observer en direct une image sombre là où un appareil photo a besoin d'une exposition longue. Par ailleurs, une lunette achromatique de 90 mm est trop petite pour permettre d'observer les détails des nébuleuses et galaxies, tout comme un télescope de même diamètre.

En pratique, en observant avec un grossissement de plus de cent fois, l'image n'est pas dramatiquement plus sombre que dans une lunette équivalente ; elle est en revanche bien plus nette, avec un meilleur contraste et des couleurs naturelles. Le budget d'un Maksutov-Cassegrain de 90 mm sur une monture non motorisée, mais suffisamment stable (Figure 6) est de 250 à 300 €. Cela permet d'observer des détails étonnants sur Jupiter, la Lune et des amas stellaires compacts. Il faut compter 600 € pour un 127 mm, collectant deux fois plus de lumière, capable de montrer des images planétaires et lunaires plus détaillées, mais aussi quelques nébuleuses planétaires, galaxies et amas globulaires. Un diamètre de 127 mm est encore mieux exploité avec une monture motorisée pour 150 € de plus, ou un pointage automatique pour 300 € supplémentaires.



**Figure 5** – Europe, Io, Jupiter et Ganymède photographiées avec un Maksutov-Cassegrain de 90 mm de diamètre. L'image est nette et les couleurs sont fidèles, performance qui n'est atteinte par aucun autre type d'instrument de ce prix. En revanche, son grossissement toujours élevé est un handicap pour observer les amas stellaires étendus ou explorer la Voie lactée.

*[Photo N. Dupont-Bloch.]*



**Figure 6** – Un Maksutov-Cassegrain de « petit » diamètre (90 à 127 mm) sur monture équatoriale non motorisée de premier prix. C'est un instrument très performant, indéréglaible, mais son grossissement important ne le destine pas aux débutants d'un soir. L'observation s'effectue à l'arrière, l'oculaire étant inséré dans un renvoi coudé, comme avec une lunette. Le ménisque de Maksutov à l'avant porte une pastille aluminée centrale qui est l'arrière du miroir secondaire renvoyant l'image au centre du perçage du miroir principal, à travers un tube noir en tronc de cône noir éliminant les reflets.

*[Image N. Dupont-Bloch]*

Le télescope de Schmidt-Cassegrain est très peu proposé pour l'initiation. Il est nettement plus onéreux en raison de son optique élaborée, mais est en revanche plus souple d'emploi. On ne trouve d'instruments de ce type qu'à partir d'un diamètre de 127 mm, au prix de 650 € au minimum, sur monture motorisée à pointage automatique. Il est nécessaire d'aligner de temps à autre le miroir secondaire (le primaire est indéréglable) mais l'opération est nettement plus aisée que sur un Dobson ou un Newton. Le champ est plus large que celui d'un Maksutov-Cassegrain. La focale est de 1 200 mm pour un diamètre de 127 mm, mais elle peut être réduite à 760 mm pour observer ou photographier des objets faibles et relativement étendus comme les nébuleuses diffuses et les galaxies. En revanche, le grossissement maximal réellement utilisable plafonne à 120 fois alors qu'un Maksutov-Cassegrain de même diamètre dépasse 150 fois avec une image plus nette et contrastée, si l'atmosphère est stable. Mais le Schmidt-Cassegrain prend toute sa mesure dans les grands diamètres, là où le Maksutov-Cassegrain devient extrêmement onéreux et excessivement lourd.

6

### Les Maksutov-Cassegrain et Schmidt-Cassegrain d'initiation en quelques mots

- **Prix de l'instrument complet** : 250 à 1 300 €
- **Avantages** : instruments très compacts. Excellentes optiques. Photographie possible des sujets lumineux ou contrastés. Le Maksutov-Cassegrain est indéréglable et remarquable pour les planètes, la Lune, les amas stellaires compacts, les nébuleuses planétaires et quelques galaxies. Le Schmidt-Cassegrain nécessite un réglage simple, présente de bonnes performances en planétaire et est beaucoup plus polyvalent pour tout le ciel profond. Il a de très nombreuses options.
- **Inconvénients** : Le Maksutov-Cassegrain est inadapté aux nébuleuses diffuses étendues. Le Schmidt-Cassegrain est moins performant en planétaire.

## LES MONTURES POUR AMATEUR EXPÉRIMENTÉ

La monture assure plusieurs fonctions : relier le tube optique au trépied, permettre de diriger l'optique vers un astre manuellement, électriquement ou automatiquement, garder l'astre au centre de l'image en compensant la rotation de la Terre manuellement ou par un moteur électrique tournant lentement en sens inverse. Une monture est un assemblage de mécanique de précision et d'électronique ; si cette dernière partie a vu son coût chuter tandis qu'elle devenait plus performante et fiable, la mécanique reste onéreuse. Les amateurs expérimentés achètent généralement un tube optique et une monture séparément afin d'obtenir un ensemble cohérent, mais l'on peut aussi acheter un instrument doté d'origine d'une monture bien dimensionnée. Le trépied est presque toujours livré avec la monture, mais on peut aussi l'acquérir séparément. Tout cela est rendu possible par la standardisation d'un système à queue d'aronde permettant de relier n'importe quelle optique à n'importe quelle monture. Il existe deux formats de queue d'aronde : Vixen et Losmandy. Cette dernière équipe les instruments lourds. Beaucoup de montures acceptent les deux formats de queue d'aronde, en cas contraire on peut utiliser un adaptateur. Enfin, les tubes optiques extrêmement variés ont chacun une spécialité ; c'est pourquoi, après quelques années d'expérience, les amateurs acquièrent plusieurs optiques qu'ils placent à tour de rôle, voire simultanément, sur la même monture.

Pour l'observation avec un gros instrument, et surtout en photographie quelle que soit la taille de l'optique, la monture est l'élément essentiel. On y consacre la moitié ou les deux tiers du prix de l'instrument ; c'est sans doute ce qui différencie le mieux un instrument d'initiation d'un instrument pour amateur expérimenté.

## LES MOUVEMENTS DANS L'ESPACE ET LA MOTORISATION DES MONTURES

La Terre tourne sur elle-même par rapport au Soleil en 24 h : c'est le jour solaire. Comme le Soleil, les autres étoiles semblent ainsi défiler ainsi au cours d'une nuit d'est en ouest, ce qu'on appelle le mouvement diurne. Pendant ce temps, la Terre tourne aussi autour du Soleil en parcourant son orbite en une année de

365,24 jours solaires<sup>3</sup>, ce qu'on appelle la période de révolution<sup>4</sup>. Observée exactement à la même heure pendant deux nuits consécutives, la même étoile se trouve donc décalée un peu plus à l'ouest. Ce décalage reste peu important d'une nuit à l'autre (presque un degré : 360 degrés divisés par 365 jours), mais au fil des saisons ce sont toutes les constellations qui défilent progressivement. Pour observer la même étoile exactement dans la même direction d'une nuit à l'autre, il faut compter un jour sidéral de 23 h 56 mn 4 s. C'est la véritable période de rotation<sup>5</sup> de la Terre sur elle-même, par rapport aux étoiles assez lointaines pour que les mouvements relatifs soient négligeables. Afin de garder une étoile toujours au centre de l'image, une monture doit donc tourner sur elle-même en un jour sidéral, dans le sens inverse de la Terre. On peut pour cela actionner une molette manuellement, mais un moteur est nécessaire pendant une observation prolongée à fort grossissement ou, bien entendu, pendant une longue pose photographique. La raquette (télécommande, appelée ainsi en raison de sa forme) d'une monture motorisée possède donc toujours une vitesse sidérale préétablie pour suivre les étoiles. Elle est de 15,041 secondes d'arc par seconde (Encadré 7), soit 360 degrés divisés par 23 h 56 mn 4 s. En pratique, on l'utilise également pour suivre les planètes. On trouve souvent une vitesse solaire en plus pour la photographie solaire (chapitre 4).

Dans l'espace, rien n'est immobile. L'axe de rotation de la Terre tourne sur lui-même en près de 26 000 ans, exactement comme une toupie tourne très vite sur elle-même tout en se balançant lentement autour de son axe de rotation. Dans le cas de la Terre, ce mouvement est appelé la précession des équinoxes, car les saisons se décalent lentement au cours des millénaires. De nos jours, l'axe de la Terre est à peu près orienté vers l'Étoile polaire (Polaris) au nord, dans la constellation Ursa Minor (la Petite ourse), et au sud vers l'étoile Sigma Octantis (à peine visible à l'œil nu) dans la discrète constellation Octans (l'Octant). Dans 12 000 ans, le nord céleste sera proche de l'étoile Véga dans la constellation Lyra (la Lyre).

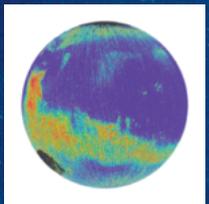
Même dans un intervalle de temps plus proche de nous, le midi solaire dérive de  $\pm 15$  mn au fil de l'année. Le Soleil n'est exactement au sud (dans l'hémisphère nord) à midi solaire que deux fois par an. Ce décalage est calculé tous les ans et

3 Comme une année ne contient pas un nombre entier de jours solaires, dans le calendrier grégorien février comporte 29 jours en général tous les quatre ans, avec trois jours à rattraper tous les 10 000 ans, à comparer au calendrier persan calculé au 12<sup>e</sup> siècle par l'astronome, mathématicien et poète Omar Khayyam avec un jour à rattraper tous les 124 000 ans. On utilise également les calendriers lunaire (hégirien) et luni-solaire (hébraïque, chinois). Ces derniers combinent le mois lunaire aisément observable et l'année solaire correspondant au rythme des saisons pour l'agriculture.

4 La période de révolution est le temps que met une planète à tourner autour de son étoile ou le temps que met une lune à tourner autour de sa planète.

5 D'une manière générale, le temps que met un corps à tourner sur lui-même, que ce soit une planète, une lune, un astéroïde, etc. Toutefois, un astéroïde peut tourner sur lui-même sur plus d'un axe !





**A**près une première expérience avec un instrument d'initiation, l'astronome amateur se demande comment choisir un instrument plus performant pour observer et photographier d'anciens volcans lunaires, des éruptions solaires, une calotte polaire de Mars, un astéroïde, la Grande Tache Rouge et saisir des galaxies à plusieurs centaines de millions d'années-lumière en pleine ville. **Ce livre répond à toutes ces questions et bien d'autres.**

Il permet d'appivoiser le matériel, optimiser un télescope, comprendre ce que l'on observe, utiliser un reflex ou une caméra astronomique, trouver des planètes ou des quasars, utiliser des logiciels qui en révèlent tous les détails. Des explications accessibles sur la planétologie et l'astrophysique ainsi que de nombreuses photos et illustrations agrémentent un texte destiné aux astronomes amateurs et passionnés désireux de progresser dans leur exploration de l'Univers.

**Nicolas Dupont-Bloch** a 25 ans d'expérience pédagogique en planétarium, observatoires et est conférencier en collège, lycée et université. Il a publié des livres d'astronomie traduits en quatre langues, de nombreuses photographies et articles. Ses actions pédagogiques ont été citées par l'UNESCO (label Ama09), l'European Space Agency (Dresden Radiotelescope) ou encore l'Annual conference of variable stars observers (Japon).

**Préface de Stéphane Le Mouélic**, il est ingénieur de recherche CNRS au Laboratoire de Géodynamique et Planétologie de l'Université de Nantes, spécialisé dans les missions d'exploration spatiale et l'imagerie spatiale et auteur d'une centaine d'articles scientifiques.



29,90 €



ISBN : 978-2-8073-3702-2

deboeck **B**  
SUPÉRIEUR

[www.deboecksuperieur.com](http://www.deboecksuperieur.com)