

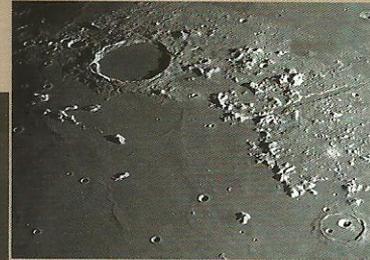
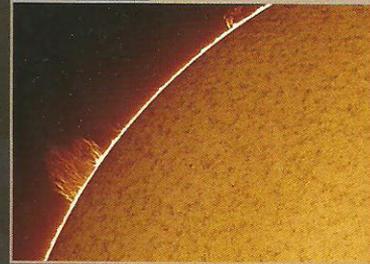
Appareils photo, webcam

Caméras vidéo et CCD

Prise de vue  
et traitement des images

# Photographier le ciel en numérique

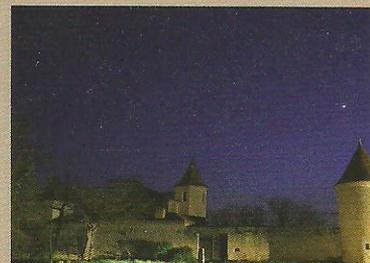
*deuxième édition mise à jour*



**Patrick Lécureuil**

*préface de Roland Lehoucq*

VUIBERT



# TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE .....	p. 5
INTRODUCTION .....	p. 6
CHAPITRE 1 – LES INSTRUMENTS .....	p. 8
1.1 Les instruments d'amateur pour l'astrophotographie .....	p. 10
1.2 Montures et mise en station .....	p. 24
1.3 Les accessoires de l'astrophotographe .....	p. 32
1.4 Bien régler son instrument .....	p. 38
CHAPITRE 2 – PHOTOGRAPHIER LE CIEL AU MOYEN D'UN APPAREIL PHOTO NUMÉRIQUE .....	p. 42
2.1 Les appareils photo pour l'astrophotographie .....	p. 44
2.2 Les objectifs photo et leurs applications .....	p. 54
2.3 Les accessoires pour reflex numériques .....	p. 62
2.4 Principes de l'astrophotographie au moyen d'un appareil photo numérique .....	p. 64
2.5 Photographier le ciel sans instrument .....	p. 71
2.6 La photographie stellaire au moyen d'un instrument .....	p. 80
2.7 La photographie planétaire .....	p. 98
CHAPITRE 3 – PHOTOGRAPHIER LE CIEL AU MOYEN D'UNE WEBCAM OU D'UNE CAMÉRA VIDÉO .....	p. 106
3.1 Introduction à l'imagerie webcam .....	p. 108
3.2 La photographie planétaire au moyen d'une webcam ou d'une caméra vidéo .....	p. 115
3.3 L'imagerie stellaire au moyen d'une webcam .....	p. 134
CHAPITRE 4 – PHOTOGRAPHIER LE CIEL AU MOYEN D'UNE CAMÉRA CCD .....	p. 146
4.1 La caméra CCD: introduction et présentation .....	p. 148
4.2 L'imagerie CCD .....	p. 158
CHAPITRE 5 – LE TRAITEMENT DES IMAGES NUMÉRIQUES .....	p. 168
5.1 Logiciels et matériel informatique pour le traitement des images .....	p. 170
5.2 Première prise en main du logiciel Iris .....	p. 172
5.3 Le traitement des images planétaires (APN et webcam) .....	p. 175
5.4 Le traitement des images stellaires (APN, webcam SC et CCD) .....	p. 199
5.5 Améliorer ses clichés grâce aux logiciels de retouches d'images .....	p. 224
EN GUISE DE CONCLUSION .....	p. 233
BIBLIOGRAPHIE .....	p. 235
LES SITES INTERNET .....	p. 237
GLOSSAIRE .....	p. 240

## PRÉFACE

Adolescent, je pratiquais régulièrement l'astronomie d'amateur et notamment l'astrophotographie. J'en ai retenu que photographier le ciel est une tâche bien plus difficile que de photographier son petit-neveu. D'abord, réaliser l'image d'une nébuleuse ou d'une galaxie lointaine nécessitait de capter l'infime quantité de lumière en provenance de la source: il fallait donc faire une pose de longue durée. Ensuite, comme le jeune garçon, le ciel, ou plutôt la Terre, bouge durant toute la pose. Cela nécessitait d'utiliser une monture équatoriale motorisée capable de compenser la rotation terrestre. Si le second problème était facile à résoudre, le premier posait alors le dilemme suivant: dois-je réduire le temps de pose en choisissant une pellicule sensible affligée d'une résolution médiocre, au risque de perdre les subtiles volutes de la nébuleuse de la Rosette, ou faut-il plutôt utiliser une pellicule ayant une bonne résolution mais dont la sensibilité, déjà faible au départ, n'est pas constante durant toute la durée de la pose? Pour résoudre ce problème, tout le monde ne jurait que par l'hypersensibilisation de la pellicule. L'opération consistait à faire subir un traitement chimique à la pellicule afin d'améliorer ses qualités de sensibilité durant une longue pose tout en préservant sa résolution. Et l'on voyait des astronomes plongeant leurs films dans des bains de nitrate d'argent (dans le noir total bien sûr!) ou dérobant la cocotte-minute familiale pour la transformer en une étuve apte à effectuer un traitement gazeux miracle sur le fameux film Technical PAN 2415 de Kodak.

C'était aussi le temps où d'autres astronomes amateurs, passionnés d'électronique eux, passaient leurs journées à assembler de petits capteurs CCD qu'ils essayaient la nuit tombée. Les premiers n'avaient qu'une ligne de 128 pixels et il fallait faire défiler la Lune pour en obtenir une image! Inutile de vous dire qu'elle rivalisait mal avec celles

obtenues grâce à la photographie classique. Pourtant, l'évolution technique aidant, l'imagerie numérique finit par s'imposer dans l'astrophotographie amateur au point de devenir incontournable.

Bientôt, l'utilisation de CCD permettait d'obtenir des images d'une qualité équivalente à celle des pellicules classiques. Une révolution était en marche. Désormais, l'utilisation de capteurs numériques est si facile et son coût si peu élevé, qu'elle n'est plus réservée à une élite de passionnés et que son usage s'est largement répandu.

Dans cet ouvrage très complet, Patrick Lécureuil nous livre l'état de l'art en matière d'astrophotographie numérique. Il nous décrit tous les pièges à éviter et toutes les astuces à mettre en œuvre pour réussir de magnifiques photos du ciel grâce à un appareil photographique numérique, à une caméra CCD ou à une webcam (ce sont ces dernières qui ont véritablement démocratisé l'astrophotographie numérique). Il nous décrit aussi l'importante et indispensable étape du traitement d'image, qui est à la photographie numérique ce que le développement et le tirage étaient à la photographie argentique. Et l'on est ébahi devant la qualité du travail et des images que ces amoureux du ciel parviennent à obtenir. Certaines rivalisent sans peine avec ce qu'obtenaient les astronomes professionnels il y a une trentaine d'années. Finalement, les astronomes «électroniciens» l'ont emporté sur les «chimistes», mais une chose reste sûre, ils ont tous en commun la passion du cosmos et la volonté d'en révéler les plus magnifiques paysages, pour notre plus grand plaisir.

Roland Lehoucq,  
astrophysicien au CEA de Saclay

## INTRODUCTION

L'astrophotographie est née dans la nuit du 16 juillet 1850, lorsque Bond et Whipple ont obtenu le premier daguerréotype de l'étoile Véga avec une lunette de 38 cm de diamètre installée à l'observatoire de Cambridge.

Mais il fallut attendre 1880 pour qu'un astronome amateur, Henri Drapper, photographie le premier objet du ciel profond : la nébuleuse d'Orion.

Quelques années plus tard, fut prise la première photographie, toujours de la nébuleuse d'Orion, qui fit apparaître plus d'informations que ce que l'œil pouvait percevoir à l'oculaire d'un instrument.

Dès lors, l'astrophotographie devint incontournable et ouvrit les portes d'un monde jusque-là invisible à nos yeux.

En 1889, sous l'impulsion des frères Henri, de l'observatoire de Paris, fut entrepris un travail de titan : la carte photographique du ciel, qui ne fut achevée qu'à la fin des années quarante.

Au début du xx<sup>e</sup> siècle, les instruments devenant de plus en plus puissants, les astronomes obtinrent des images de plus en plus profondes de la voûte céleste. Mais les plaques photographiques de l'époque, peu sensibles, exigeaient des temps de pose de 8 à 10 heures, réparties sur plusieurs nuits, pour enregistrer des objets jusqu'à la magnitude 20.

Mais c'est avec la mise en service, en 1949, du télescope de 5 m du Mont Palomar que l'astrophotographie prit véritablement son envol, d'autant que Kodak produisit des films spécialement conçus pour l'astrophotographie : les vénérables 103a. Disponibles en différentes sensibilités spectrales (bleu, rouge, vert et panchromatique étendu dans le rouge profond) et corrigés contre le défaut

de réciprocité, ces films ont fait la gloire de l'astrophotographie durant plusieurs décennies, y compris dans le milieu amateur et ce jusqu'à la fin des années quatre-vingts.

L'apparition des grandes chambres de Schmidt dans les observatoires professionnels, couplées à ces émulsions, a permis de réaliser de somptueuses images détaillées.

À la fin des années soixante, un film noir et blanc produit par Kodak à des fins militaires, le Technical Pan 2415 provoqua également un grand bouleversement dans l'astrophotographie. Ce film, possédant une très large sensibilité spectrale, un fort contraste et un grain extrêmement fin, répondait parfaitement à des traitements chimiques, l'hypersensibilisation, pour compenser le défaut de réciprocité.

Produit jusqu'au début du xxi<sup>e</sup> siècle, le TP 2415 fut également très utilisé par les astrophotographes amateurs, aussi bien en photographie planétaire que stellaire.

La technique de la trichromie (photographie au moyen de filtres rouge, vert et bleu) permettait également d'obtenir de superbes images avec le TP 2415.

Mais au début des années soixante-dix, les détecteurs électroniques firent leur apparition dans les observatoires et supplantèrent progressivement l'émulsion argentique. Leur sensibilité et le fait qu'ils ne connaissaient pas le défaut de réciprocité les rendaient supérieurs aux films.

À cette époque, on ne savait pas encore réaliser des capteurs de grandes tailles et possédant une bonne résolution. C'est pourquoi les plaques argentiques, pour l'imagerie grand champ, étaient encore répandues, mais la révolution numérique était en marche et rien ne pouvait l'arrêter.

À l'aube des années quatre-vingts, les détecteurs électroniques, sous l'impulsion de quelques astronomes amateurs, parmi lesquels figurait Christian Buil, firent leur entrée dans le milieu de l'astrophotographie d'amateur.

Les progrès réalisés sur ces capteurs numériques et en informatique permirent assez rapidement de voir apparaître les premières caméras CCD pour amateurs. Mais le coût de ces caméras et des ordinateurs étant relativement important et, comme en parallèle la photographie argentique produisait des films de plus en plus performants, il fallut attendre les années quatre-vingt-dix pour voir l'astrophotographie CCD d'amateur se développer.

Puis, au milieu des années quatre-vingt-dix, est apparue une petite bombe qui, sous ses aspects anodins, allait profondément bouleverser l'astrophotographie: la webcam.

Cette petite caméra CCD, bon marché, permit rapidement d'obtenir de magnifiques images planétaires et en quelques années, relégua la photographie planétaire argentique au rang de vieux souvenir.

De par sa facilité d'utilisation et le fait qu'elle soit adaptable sur des petits instruments, la webcam permit à de nombreux astronomes amateurs de se lancer dans l'astrophotographie. Jusqu'à cette date, l'astrophotographie était plutôt réservée aux amateurs aguerris et bien équipés. La webcam a en quelque sorte démocratisé l'astrophotographie, d'autant que le coût d'un ordinateur devenait de plus en plus accessible.

Au tout début des années 2000, les progrès réalisés dans la conception des capteurs numériques allaient également profondément changer la donne dans le milieu des appareils photos.

L'apparition des premiers reflex numériques, performants et accessibles, fit définitivement passer le monde de l'astrophotographie dans le numérique.

Aujourd'hui, de nombreux amateurs se lancent

dans l'astrophotographie grâce à ces reflex numériques et obtiennent rapidement de belles images. Lorsque l'on voit comment, en quelques années, les différents produits évoluent alors que leur prix devient de plus en plus accessible, il est difficile d'imaginer ce qui se produira dans les cinq prochaines années.

Pendant ce temps, les caméras CCD ont également considérablement évolué et, même si leur prix reste toujours supérieur à celui d'un reflex numérique (car leurs ventes restent confidentielles par rapport à un reflex), elles demeurent l'instrument de prise de vue le plus performant.

Il serait ridicule de mettre en compétition les webcams, reflex numériques et autres caméras CCD, puisque malgré leurs différentes performances, ces outils ont finalement tous le point commun d'appartenir au domaine du numérique.

Et à l'usage, on s'aperçoit que les techniques de prises de vue ou de traitement d'images de ces différents accessoires photographiques présentent de nombreuses similitudes.

Le but de cet ouvrage n'est donc pas de démontrer que tel ou tel moyen de prise de vue est supérieur à un autre, mais de présenter les différentes capacités de chacun et de voir quelles sont les techniques qui leur sont associées.

Désormais, l'astrophotographie (numérique) est indissociable de l'informatique. Auparavant, l'astrophotographe passait de nombreuses heures dans son labo photo pour faire ressortir toute l'information présente dans ses images, mais aujourd'hui, c'est devant son ordinateur que se déroule cette étape capitale.

C'est pourquoi une large part de cet ouvrage sera consacrée au traitement d'images.

Un ouvrage de grande qualité, une mine inépuisable ! *Ciel & Espace*

Une bonne approche pour bien débiter *Chasseur d'images*

Tous les conseils pratiques pour se lancer dans la photographie du ciel avec ou sans instrument astronomique *La dépêche du midi*

# Photographier le ciel en numérique

deuxième édition mise à jour

**Patrick Lécureuil**

préface de Roland Lehoucq

Appareils photo, webcam

Caméras vidéo et CCD

Prise de vue

et traitement des images

Pour mesurer toute la beauté de l'univers, il faut pénétrer dans un monde le plus souvent inaccessible à nos yeux, ce que l'astrophotographie numérique, elle, nous permet aisément. Le numérique a en effet changé la donne : que ce soit avec une caméra vidéo ou un appareil photo numérique, il est aujourd'hui possible d'obtenir rapidement des résultats spectaculaires – sans pour autant être aguerri ni très équipé.

L'ouvrage est construit autour des grands thèmes concernant la prise de vue : matériel astronomique, appareil photo numérique, webcam, caméra vidéo et caméra CCD. Comme l'astrophotographie numérique reste quand même indissociable du traitement informatique de l'image, l'auteur a réservé toute la place qu'il faut à cet autre aspect pratique.

En outre, l'autoguidage étant désormais facile à mettre en œuvre, une nouvelle partie y est entièrement consacrée tandis qu'une autre est réservée à l'imagerie vidéo. Enfin, la photographie solaire se généralisant dans des longueurs d'ondes particulières comme le H $\alpha$  ou le CaK, on trouvera dans cette nouvelle édition tout ce qu'il faut savoir.

Passionné d'astronomie et d'astrophotographie depuis près de trente ans, Patrick Lécureuil est animateur à la Ferme des Étoiles. Il a déjà publié – dans *Astronomie Magazine* – de nombreux articles consacrés à l'astrophotographie.

Astrophysicien au CEA de Saclay, Roland Lehoucq est passionné de vulgarisation scientifique et y consacre une grande partie de ses loisirs. Outre de nombreux articles scientifiques, il est l'auteur de plusieurs ouvrages, parmi lesquels : *Le Soleil, notre étoile* et *La lumière à la loupe*, « Les Minipommes » et *SF : la science mène l'enquête*, Le Pommier ; *L'univers a-t-il une forme ?* « Champs », Flammarion ; *Les constantes fondamentales* (avec Jean-Philippe Uzan), Belin.

ISBN : 978-2-311-00218-8



VUIBERT