

Table des matières

1. Introduction à l'imagerie lunaire	9
1.1 Sept façons de photographier la Lune	9
1.1.1 Équipement pour débiter	10
1.1.2 Équipement intermédiaire	12
1.1.3 Équipement perfectionné	13
1.2 L'apparence changeante de la Lune	13
1.2.1 Cycles mensuels et mouvement propre	13
1.2.2 Variation apparente du diamètre	14
1.2.3 Visibilité des formations lunaires en fonction de la phase	14
1.2.4 Variation saisonnière d'altitude	14
1.2.5 La face réellement visible de la Lune et les librations	15
1.2.6 Colongitude	16
Notes du chapitre 1	16
2. Choisir son équipement d'imagerie	17
2.1 Principales caractéristiques communes	17
2.2 Défauts optiques	17
2.3 Pouvoir de résolution	18
2.4 Objectifs photo et zooms	20
2.5 Lunettes astronomiques pour débiter	20
2.6 Lunettes apochromatiques pour amateur expérimenté	21
2.7 Télescopes réflecteurs purs et catadioptriques	23
2.8 Montures, trépieds, suivi lunaire et limite d'exposition	25
2.8.1 L'imagerie lunaire sur trépied et le flou de bougé	25
2.8.2 Trépieds photo et vidéo	26
2.8.3 Monture Dobson	26
2.8.4 Monture de type allemand	27
2.8.5 Montures altazimutales et montures équatoriales à fourche	28
2.8.6 Alimentation électrique	28
2.9 Capteurs d'image	29
2.9.1 Capteurs CCD et CMOS	29
2.9.2 Modes de lecture	32
2.9.3 Faut-il refroidir le capteur en photographie lunaire?	32
2.9.4 Obturateur à défilement contre obturateur global	33
2.9.5 La résolution du convertisseur analogique-numérique	33
2.9.6 Capteurs à haute dynamique (HDR)	33
2.9.7 Capteurs couleur contre capteurs monochromes	34
2.9.8 Format de capteur, nombre de pixels et résolution	35
2.9.9 Rendement du capteur	35
2.9.10 Dilemme de la cadence d'une caméra planétaire	37
2.9.11 Perturbations électriques et performances de l'ordinateur	38
2.10 Formats d'images et de vidéos	39
2.10.1 Images JPEG compressées	39
2.10.2 Images TIFF non compressées	40
2.10.3 Images astronomiques FITS	40
2.10.4 Formats raw (NEF, CR2, MTS...)	40
2.10.5 Format vidéo des webcams	40
2.10.6 Modes vidéo des appareils photo reflex	41
2.10.7 Format vidéo astronomique SER	41
2.10.8 Données EXIF	41
2.11 Caméscopes	41
2.12 Webcams	42
2.13 Oculaires électroniques et caméras à sortie analogique	43
2.14 Appareils photo	45
2.14.1 Appareils compacts et bridge	45

2.14.2 Appareils photo hybrides et reflex	46
2.14.3 Dimensions de la Lune avec un appareil photographique compact ou reflex	47
2.14.4 Le bracketing	48
2.14.5 Réglage de la sensibilité et de l'exposition	48
2.14.6 Réglage du type d'image	49
2.14.7 Mise au point à l'aide du viseur, de l'écran ou en LiveView	49
2.14.8 Verrouillage du miroir d'un reflex	50
2.15 Caméras planétaires et industrielles pour la Lune	50
2.15.1 Caméras planétaires	50
2.15.2 Les caméras industrielles	51
2.15.3 Interface camera-ordinateur	51
Notes du chapitre 2	53
3. Comment installer l'appareil photo ou la caméra sur l'instrument	55
3.1 Digiscopie	55
3.1.1 Le plan B : la digiscopie, ou projection afocale	55
3.1.2 La digiscopie avec un caméscope, un appareil bridge ou compact	56
3.1.3 Digiscopie avec un smartphone	56
3.2 Imagerie au foyer	57
3.2.1 Distance arrière (back focus) : problèmes et remèdes	57
3.2.2 Installer un reflex au foyer	57
3.2.3 Comment installer une webcam au foyer	57
3.2.4 Comment installer une caméra vidéo au foyer	58
3.2.5 Comment installer une caméra planétaire au foyer	58
3.3 L'imagerie à fort grossissement	58
3.3.1 Grossissement constant ou variable avec une lentille de Barlow	58
3.3.2 Grossissement variable par projection oculaire	59
3.3.3 Webcam avec lentille de Barlow ou projection oculaire	60
3.3.4 Reflex avec lentille de Barlow ou projection oculaire	60
3.3.5 Caméra planétaire avec Barlow ou projection oculaire	60
3.3.6 Montage du train imageur, mise au point et prise de vues	61
3.4 Les défauts du champ de l'image	62
3.4.1 Courbure de champ, coma et astigmatisme	62
3.4.2 Le vignettage	64
3.4.3 Le désaxage	64
3.4.4 La poussière	65
3.4.5 Le dithering, le drizzling et le suivi lunaire trop parfait !	66
3.4.6 La distorsion	66
Notes du chapitre 3	67
4. Optimiser son télescope pour l'imagerie lunaire	68
4.1 Les mariages réussis des filtres, capteurs et télescopes	69
4.2 Réduire le chromatisme d'une lunette d'initiation	69
4.3 Filtres rouge et infrarouge	70
4.4 Choisir les filtres selon le capteur	71
4.5 Réglage du porte-oculaire	72
4.6 Optimiser un télescope à miroirs pour l'imagerie lunaire	73
4.6.1 Le bafflage	73
4.6.2 Peinture et flocage	74
4.6.3 Contrainte, astigmatisme et offset sur un Newton	75
4.6.3.1 Offset	75
4.6.3.2 Contraintes, astigmatisme et trefoil	75
4.6.4 L'araignée et le diamètre du miroir secondaire	76
4.6.5 Repolissage ou remplacement du miroir	77
4.6.6 Doit-on se débarrasser du miroir secondaire ?	78
4.7 Préparer le télescope pour la prise de vues	78
4.8 Alignement polaire pour l'imagerie lunaire	79
4.9 Équilibrage du télescope	79
4.10 Les vibrations d'un gros instrument sur monture allemande	80
4.11 La turbulence et la mise en température	81
4.12 La collimation assistée par vidéo	82
4.12.1 Préparation de la collimation	83

4.12.2 Collimation d'un Newton	83
4.12.3 Collimation d'un Schmidt-Cassegrain	84
4.13 Flexions mécaniques et optiques	84
4.14 Comment éviter et supprimer la buée ?	85
Notes du chapitre 4	86
5. Imagerie lunaire à grand champ	87
5.1 La Lune cadrée dans un paysage nocturne ou crépusculaire	87
5.2 Parasélènes et halo	88
5.3 Lumière cendrée	90
5.3.1 Lumière cendrée sans télescope	90
5.3.2 La lumière cendrée au télescope	91
5.4 Lune, étoiles et planètes	93
5.4.1 La Lune, les étoiles et les planètes sans télescope	93
5.4.2 La Lune, les étoiles et les planètes avec un télescope	94
5.5 Éclipses lunaires	95
5.5.1 Ombre et pénombre	95
5.5.2 Variation de luminosité pendant une éclipse	95
5.5.3 Éclipse lunaire avec une webcam et un petit téléobjectif	95
5.5.4 Éclipse lunaire avec un appareil photo et un objectif à courte focale	96
5.5.5 Éclipse lunaire avec un télescope et un reflex	96
5.5.6 Expositions longues avec un téléobjectif puissant	98
5.5.7 Filmer une éclipse lunaire	98
5.5.7.1 La variation de luminosité	98
5.5.7.2 Préparation de la séance de prise de vue	98
5.5.7.3 Avec un appareil photo	98
5.5.7.4 Avec un caméscope	99
5.5.7.5 Avec une caméra planétaire à grand champ	99
5.5.7.6 Début de la prise de vue	99
5.5.7.7 La dérive et le champ	99
5.5.7.8 Montage du film	101
5.5.8 Les éclipses lunaires de 2018 à 2030	102
5.5.9 Occultations	102
5.5.10 Insertion d'un horodatage vidéo	104
Note du chapitre 5	104
6. L'imagerie lunaire à haute résolution	105
6.1 L'échantillonnage : trouver le grossissement approprié	105
6.1.1 Formule générale	107
6.1.2 Formule précise	107
6.1.3 Comment ajuster l'échantillonnage et le rapport F/D ?	107
6.2 Filtres colorés et filtres dichroïques (interférentiels)	108
6.3 Le correcteur de dispersion atmosphérique (ADC)	108
Notes du chapitre 6	109
7. Traitements d'images simples	111
7.1 Calibration de l'écran	111
7.2 Les séquences de traitements	111
7.3 L'empilement	113
7.4 Les pièges à éviter en traitement d'image lunaire	115
7.5 La netteté	116
7.5.1 Acutance et masque flou	116
7.5.2 Masque flou à multiples résolutions	116
7.5.3 Les ondelettes	116
7.5.4 Convolution et déconvolution	118
7.6 Contraste et points d'inflexion	118
7.7 Réduction et neutralisation du bruit	119
7.7.1 Comment éviter le bruit pendant l'acquisition	120
7.7.2 Les ondelettes négatives	121
7.7.3 Autres réductions de bruit et restaurations d'images	121
Notes du chapitre 7	121
7.7.4 Le masque flou avec seuil	121

8. Traitements d'images avancés	122
8.1 L'équilibrage du gradient au terminateur	123
8.2 Contraste local avec sélection progressive	124
8.3 Le traitement en couches multiples	125
8.4 Révéler les systèmes de rayons	126
8.5 Augmenter le contraste des dépôts pyroclastiques	126
8.6 Révéler les dorsales, dômes et cratères fantômes	127
8.7 Détecter et corriger les rebonds	128
8.8 La Lune en couleur	128
8.9 Inverser l'image	131
8.10 Assemblage d'une image géante : la mosaïque	132
8.11 L'assemblage des images HDR	134
8.12 Le tone mapping	135
Notes du chapitre 8	137
9. L'image lunaire 3D	139
9.1 Anaglyphe 3D	139
9.2 Projection sphérique avec Photoshop®	140
9.3 Représentation 3D basée sur l'albédo	140
9.4 Projection d'une image sur un modèle d'élévation de LOLA	141
9.5 Un globe de Wright modernisé	142
9.5.1 Avec un vidéoprojecteur	142
9.5.2 Avec WinJupOs	143
9.5.3 Avec Celestia	144
9.5.4 Correction sphérique	144
Notes du chapitre 9	145
10. Mesure et identification des formations lunaires	146
10.1 Résolution horizontale	147
10.2 Résolution verticale	148
10.3 Identification	148
Notes du chapitre 10	149
11. Formations photogéniques de la Lune	150
11.1 Les catégories de formations	151
11.2 Les mers	151
11.3 Les montagnes	153
11.4 Les ombres portées	155
11.5 Les continents	155
11.6 Lever et coucher de soleil dans un cratère	155
11.7 Effet de la phase sur l'albédo	158
11.8 Les grabens, rainures rectilignes et escarpements	158
11.9 Les vallées	161
11.10 Les catenae et cratères secondaires	162
11.11 Les dépôts pyroclastiques	163
11.12 Le magcon Reiner Gamma	164
11.13 Les dômes, cratères fantômes et dorsales	165
11.14 Les librations	166
11.15 La surveillance des phénomènes lunaires transitoires (TLP)	166
notes du chapitre 11	167
12. Nommage, archivage, impression et diffusion des images	168
12.1 Coordonnées sélénographiques, cartésiennes et xi-éta	169
12.2 Le nommage des fichiers image	169
12.3 La gestion des archives	171
12.3.1 Les CD, DVD et Blu-ray	171
12.3.2 Clefs USB, disques durs et SSD en USB	171
12.3.3 Le stockage sur cloud	172
12.4 La préparation pour l'impression offset	172
12.5 La préparation des images pour le Web	173

12.6 La correspondance des formats d'impression et des capteurs	173
12.7 Les papiers et les encres	174
Notes du chapitre 12	174
13. Astrophotographes lunaires	175
13.2 Gilles Boutin : halo lunaire, aurore polaire et inuksuk	175
13.1 Frédéric Géa : la Lune au Dobson d'un mètre de diamètre	176
13.3 Dani Caxete : lumière cendrée	177
13.4 Konstantin Morozov, Yuri Goryachko, Mikhail Abgarian : anaglyphe 3D	178
13.5 William Pellissard: Clavius à travers la turbulence	179
Annexes	180
Carte des principales formations avec repères de Rükl	181
Lunar 100	182
Sites d'atterrissage des missions lunaires	185
Sites Web pages, livres et logiciels pour l'imagerie lunaire	187
Images lunaires professionnelles	187
Quelques images lunaires amateur	188
Quelques pages personnelles sur les caméras industrielles et planétaires	188
Organisations internationales pour l'observation et l'imagerie lunaire	188
Livres et documents en ligne sur la Lune	189
Logiciels freeware d'éphémérides, d'acquisition et de traitement	190
Données techniques des illustrations	191
Notes des annexes	194
Index	195