



Avec les Nuls, tout devient facile!

nouvelle édition

L'Astronomie

POUR LES NULS

- ✓ Les notions fondamentales d'observation
- ✓ L'équipement de l'astronome amateur
- ✓ L'histoire et l'évolution de l'Univers
- ✓ Les coulisses du ciel : entre trous noirs, exoplanètes et curiosités spatiales

Stephen Maran

Société américaine d'astronomie

Pascal Bordé

Institut d'astrophysique spatiale



L'Astronomie

POUR
LES NULS

L'Astronomie

POUR
LES NULS

Stephen P. Maran

Pascal Bordé

pour l'adaptation française

FIRST
 Editions

L'Astronomie pour les Nuls

Titre de l'édition américaine : *Astronomy for Dummies*

Publié par

IDG Books Worldwide, Inc.

Une société de International Data Group

919E. Hillsdale Blvd., Suite 400

Copyright © 1999 IDG Books Worldwide, Inc.

« Pour les Nuls » est une marque déposée de Wiley Publishing, Inc.

« For Dummies » est une marque déposée de Wiley Publishing, Inc.

© Éditions First-Gründ, 2011 pour l'édition française. Publiée en accord avec Wiley Publishing, Inc.

Cette œuvre est protégée par le droit d'auteur et strictement réservée à l'usage privé du client. Toute reproduction ou diffusion au profit de tiers, à titre gratuit ou onéreux, de tout ou partie de cette œuvre est strictement interdite et constitue une contrefaçon prévue par les articles L 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. L'éditeur se réserve le droit de poursuivre toute atteinte à ses droits de propriété intellectuelle devant les juridictions civiles ou pénales.

ISBN : 978-2-7540-3044-1

Dépôt légal : juillet 2011

ISBN Numérique : 9782754032797

Directrice éditoriale : Marie-Anne Jost-Kotik

Éditrice junior : Charlene Guinoiseau

Traduction : Jean-Luc Rostan

Dessins de partie : Rich Tennant

Mise en page : Stéphane Angot

Production : Emmanuelle Clément

Éditions First-Gründ

60, rue Mazarine

75006 Paris – France

Tél. : 01 45 49 60 00

Fax : 01 45 49 60 01

E-mail : firstinfo@efirst.com

Internet : www.pourlesnuls.fr

À propos de l'auteur

Stephen P. Maran est un astronome américain. Il a participé au Programme spatial des États-Unis et a reçu, en 1999, le prix Klumpke-Roberts de la Société Astronomique du Pacifique ainsi que la Médaille de la Nasa en 1991. Il a enseigné l'astronomie dans les universités de Pennsylvanie, de Californie, de Los Angeles et du Maryland, après avoir lui-même obtenu un doctorat d'astronomie à l'Université du Michigan.

Il a participé au développement de deux instruments d'observation qui furent placés à bord du télescope spatial Hubble, et a conduit plusieurs recherches professionnelles depuis les télescopes de l'observatoire national de Kitt Peak en Arizona, de l'observatoire national de radioastronomie en Virginie Occidentale, et depuis l'observatoire de Palomar, en Californie.

Il a eu la chance d'observer plusieurs éclipses totales du Soleil au Québec, au Mexique, en Nouvelle Calédonie, à Singapour, et depuis les côtes Pacifiques des États-Unis.

En mars 2000, l'Union astronomique internationale nomma l'astéroïde Minor Planet 9768 « Stephenmaran » en son honneur.

Désireux de faire connaître l'astronomie, il a donné des conférences sur les trous noirs, les éclipses de soleil et les comètes, a dirigé la publication de *The Astronomy and Astrophysics Encyclopedia* et a co-écrit huit autres livres sur le sujet et des dizaines d'articles. Il est également auteur et consultant pour *National Geographic*.

À propos de l'adaptateur

Pascal Bordé est ancien élève de l'École normale supérieure de Cachan, agrégé de physique appliquée et docteur en astrophysique. Il est maître de conférences à l'Université Paris-Sud et effectue ses recherches sur les planètes extrasolaires à l'Institut d'astrophysique spatiale à Orsay. Il travaille actuellement plus particulièrement sur l'analyse des observations du télescope spatial Corot du Cnes. Il est l'auteur aux éditions du Pommier de trois numéros de la collection « Les petites pommes du savoir ».

Dédicace de l'adaptateur

Pour Côme.

Sommaire

Introduction..... 1

Qui êtes-vous, et qu'attendez-vous de ce livre?.....	2
Ce livre et votre voyage à travers l'Univers	3
Première partie: À l'affût du cosmos	3
Deuxième partie: Il était une fois le système solaire	4
Troisième partie: Notre bon vieux Soleil et les autres étoiles.....	4
Quatrième partie: Cet Univers si remarquable	5
Cinquième partie: La partie des Dix	5
Sixième partie: Annexes.....	5
Icônes utilisées dans ce livre.....	6
Et maintenant?.....	7

Première partie : À l'affût du cosmos..... 9

Chapitre 1 : L'art et la science de l'astronomie 11

L'astronomie est une science de l'observation	12
Le langage de la lumière	13
Ces planètes qui vagabondent dans le ciel étoilé.....	15
Le nom des étoiles et les constellations.....	15
Le Catalogue de Messier et les autres objets du ciel	24
Les magnitudes: plus le nombre est petit, plus l'éclat est grand	25
Ne confondez pas « année » et « année-lumière ».....	27
Les étoiles fixes bougent tout le temps!.....	28
Le rôle central de la gravitation en astronomie	32
Une véritable orgie de mouvement!.....	33

Chapitre 2 : Rejoignez les foules qui admirent le ciel !..... 35

Tous les yeux sont tournés vers le ciel, et vous n'êtes pas seul!	36
Devenez membre d'un club d'astronomie	36
Vos sources: sites Web, magazines et autres	37
Visitez les observatoires et les planétariums, et suivez le guide.....	40
Les observatoires	40
Les planétariums	43

L'astronomie, en vacances	44
Les soirées et nuits des étoiles	44
Les croisières et voyages pour observer une éclipse sur sa bande de totalité.....	45
Hôtellerie et astronomie.....	47
Chapitre 3 : Observez le ciel ce soir	49
Commencez par l'observation à l'œil nu.....	50
La Terre tourne!.....	52
Le mouvement apparent des astres autour de la Terre.....	53
Trouvez l'étoile du Nord (la Polaire).....	54
Pour mieux voir, utilisez des jumelles, une lunette ou un télescope.....	56
Les jumelles sont idéales pour balayer le ciel.....	56
Le télescope est indispensable pour avoir un fort grossissement	60
Un plan d'action pour bien débiter l'astronomie	65
Chapitre 4 : Admirez nos visiteurs : météores, comètes et lunes artificielles.....	67
Les météores sont des phénomènes lumineux	67
Les météores sporadiques, les boules de feu et les bolides.....	69
Les pluies d'étoiles filantes: ce sont parfois les plus beaux spectacles de l'année!	71
Les comètes, ces boules de neige sales.....	75
Tête ou queue? La structure d'une comète.....	77
Les « Comètes du siècle ».....	80
Chassez la Grande Comète	82
Les satellites artificiels, adorés et détestés	85
Comment observer les satellites artificiels.....	86
Où trouver des prévisions pour observer les satellites?	87
 Deuxième partie : Il était une fois le système solaire	89
Chapitre 5 : La Terre et sa lune.....	91
La Terre? Mais qu'a-t-elle donc de si spécial?.....	92
La Terre se compose de plusieurs « sphères »	93
La magnétosphère est une zone d'influence	94
L'étalement du plancher océanique	95
Le temps et les mouvements de la Terre	96
L'heure sur Terre dépend de sa rotation et de sa révolution	97
Un penchant pour les saisons.....	98
L'âge de la Terre? Une éternité!.....	100

La Lune, satellite naturel de la Terre.....	101
Les phases de la Lune	102
Les éclipses de Lune.....	104
La géologie lunaire	105
La naissance de la Lune	109
Chapitre 6 : Les voisins d'à côté : Mercure, Vénus et Mars	113
Mercure est une grosse boule de fer, brûlante, ratatinée et cabossée.....	113
Vénus, un véritable enfer!.....	115
Mars est une planète pleine de mystères.....	117
Mais où est donc passée l'eau?	117
La vie existe-t-elle sur Mars?	118
L'observation des planètes telluriques.....	120
L'élongation, l'opposition et la conjonction.....	122
Les conjonctions supérieures et inférieures.....	123
Observez Vénus et ses phases.....	124
Observez Mars en train de faire marche arrière.....	126
Faites mieux que Copernic : observez Mercure!	130
Leçon de planétologie comparée: notre Terre, c'est bien elle la meilleure!	132
Chapitre 7 : La ceinture d'astéroïdes et les géocroiseurs.....	135
Les astéroïdes sont des vestiges de la naissance du système solaire	135
Les géocroiseurs menacent-ils la Terre?	137
Heurter un astéroïde pour modifier sa trajectoire.....	138
Un homme averti en vaut deux: la surveillance des géocroiseurs.....	139
À la recherche des astéroïdes, ces petits points lumineux en mouvement	141
La prévision des occultations d'astéroïdes	142
Participez au suivi d'une occultation.....	142
Chapitre 8 : Jupiter et Saturne sont de gigantesques boules de gaz.....	145
La composition de Jupiter et de Saturne: les apparences sont trompeuses ...	145
Observez Jupiter!	147
À la recherche de la Grande Tache Rouge	148
Les satellites galiléens	150
Appelez vos amis pour contempler Saturne!	153
Si vous ne voyez pas les anneaux.....	154
Guettez les tempêtes!	155
Un satellite plus grand que Mercure!.....	155
Chapitre 9 : Qu'ils sont loin ! Uranus, Neptune et Pluton.....	159
La nature d'Uranus et de Neptune.....	159
Uranus avance en roulant	160
Neptune et sa lune rétro	161

Pluton, la petite planète lointaine.....	161
Pluton est-il une planète?	163
Vous avez bien dit « Plutinos »	164
Observer les planètes extérieures, un défi	165
Comment observer Uranus	165
Comment distinguer Neptune d'une étoile	166
Comment repérer Pluton?	167

Troisième partie : Notre bon vieux Soleil et les autres étoiles.. 169

Chapitre 10 : Le Soleil, c'est l'étoile de la Terre 171

Ne faites pas l'erreur de Galilée, et protégez vos yeux du Soleil.....	172
Étudions le Soleil	172
La taille et la forme du Soleil.....	174
Les zones du Soleil, du noyau à la couronne.....	174
Le vent solaire et la magnétosphère	177
L'activité du Soleil et les cycles solaires: quel temps fait-il là-haut?.....	177
Les neutrinos du Soleil: pourquoi en manque-t-il?	182
Notre Soleil va-t-il mourir un jour?.....	183
Observez le Soleil en toute sécurité, par projection ou à l'aide de filtres	184
L'observation du Soleil avec la technique de projection	184
L'observation du Soleil à l'aide de filtres que l'on place devant l'objectif... ..	186
Observez le Soleil et amusez-vous!.....	188
À la recherche des taches solaires.....	188
Admirez les images solaires sur le Web	190
Une éclipse totale de Soleil, c'est une expérience inoubliable.....	192

Chapitre 11 : Les étoiles, ces réacteurs nucléaires..... 197

Les cycles de vie des étoiles chaudes et massives	198
Les YSO sont des bébés étoiles	199
Les étoiles de la séquence principale vivent longtemps adultes.....	200
Les géantes rouges.....	201
Les étoiles en phase terminale d'évolution	201
Température, masse, et diagramme de Hertzsprung-Russell	208
Les types spectraux des étoiles.....	209
Classifions la luminosité des étoiles	210
C'est la masse d'une étoile qui détermine son type.....	210
L'interprétation du diagramme de Hertzsprung-Russell.....	211
Nées ensemble, elles restent ensemble: les étoiles binaires et multiples	213
Lorsque deux étoiles ou plus sont en ménage.....	214
L'effet Doppler et l'importance des binaires.....	215

Les étoiles variables.....	218
Les étoiles pulsantes, ces petites chéries.....	219
Les étoiles à sursauts d'éclat	221
Les étoiles qui explosent : supernovae et étoiles variables cataclysmiques	221
Les étoiles binaires à éclipses.....	223
Les événements de type microlentille	224
Les voisins stellaires à connaître.....	225
Aidez les scientifiques en observant les étoiles.....	226

Chapitre 12 : Les galaxies : la Voie lactée et ce qu'il y a au-delà 229

La Voie lactée, c'est notre galaxie.....	230
Quelle est la forme de la Voie lactée?	231
Où trouver la Voie lactée?	233
Comment la Voie lactée s'est-elle formée, et quand?.....	233
Les étoiles sont associées dans des amas stellaires	234
Les amas ouverts.....	234
Les amas globulaires.....	236
Les associations OB	238
Les nébuleuses sont des nuages, brillants ou non	238
Les nébuleuses planétaires.....	240
Les restes de supernovae	241
Des nébuleuses qui valent le coup d'œil.....	241
Les galaxies sont des îles dans l'Univers.....	244
Les galaxies spirales, spirales barrées et lenticulaires	245
Les galaxies elliptiques.....	246
Les galaxies irrégulières, naines et à faible brillance de surface	247
Admirez de superbes galaxies.....	248
Le Groupe local de galaxies.....	250
Les amas de galaxies	251
Superamas, Grands Murs et vides cosmiques	252
Des images galactiques sur le Web.....	253

Chapitre 13 : Trous noirs et quasars..... 255

Les trous noirs sont étranges et irrésistibles	255
Les types de trous noirs.....	256
Qu'y a-t-il à l'intérieur d'un trou noir?	257
Et à l'extérieur d'un trou noir?	259
Les distorsions de l'espace et du temps	260
Les quasars défient toute définition.....	262
Les noyaux actifs de galaxies	264

Quatrième partie : Cet Univers si remarquable 269**Chapitre 14 : SETI et les planètes extrasolaires 271**

Y a-t-il quelqu'un là-haut ?	271
SETI et la formule de Drake	272
Les recherches actuelles de SETI : à l'écoute d'E.T.	275
Le projet Phoenix	275
Autres projets SETI	278
Les chercheurs de SETI ont besoin de vous !	279
Les planètes extrasolaires	279
Le petit monde chaud de 51 Pegasi	281
Le système de l'étoile Upsilon dans la constellation d'Andromède	282
Des planètes où la vie pourrait se développer	283

Chapitre 15 : La matière noire et l'antimatière 285

La matière noire, c'est le ciment des galaxies	285
La matière derrière la masse manquante	286
Mais de quoi se compose donc la matière noire ?	288
À la recherche de la matière noire	290
Les WIMPs sont farouches, mais elles laissent quand même des traces	290
Les MACHOS, en revanche, vous en mettent plein la vue !	290
On peut cartographier la matière noire	291
La matière noire a une importance primordiale	292
L'antimatière : les opposés s'attirent	292

Chapitre 16 : Le big bang et l'évolution de l'Univers 295

Les fondements de la théorie du big bang	296
L'inflation de l'Univers	297
Partie de rien ?	298
L'inflation et la forme de l'Univers	298
L'énergie noire appuie sur l'accélérateur cosmique	300
Les « germes » de galaxies et le fond diffus cosmologique	301
La constante de Hubble et l'âge de l'Univers	303
Quelle est la véritable vitesse de déplacement des galaxies ?	303
Comment mesure-t-on la distance des galaxies ?	304

Cinquième partie : La partie des Dix 305**Chapitre 17 : Dix curiosités astronomiques et spatiales 307**

La queue d'une comète ouvre souvent la voie, au lieu de traîner derrière	307
On trouve des rochers de Mars partout sur Terre	308
Il y a de minuscules météorites dans vos cheveux	308

Vous avez peut-être déjà vu le big bang sur une vieille télé	308
La planète Pluton a été découverte à partir de prévisions fondées sur une théorie erronée.....	309
Les taches solaires ne sont pas sombres.....	309
Sur Vénus, la pluie ne tombe jamais dans la plaine	309
Les marées océaniques de l'hémisphère terrestre qui fait face à la Lune ne sont pas plus hautes que celles de l'autre côté.....	310
Une étoile parfaitement visible aujourd'hui a peut-être explosé en supernova depuis longtemps, mais personne n'en sait rien.....	310
La Terre est constituée par une matière rare et inhabituelle	310

Chapitre 18 : Dix idées fausses très répandues sur l'astronomie et l'espace..... 313

Dans la ceinture d'astéroïdes, on peut voir des astéroïdes tout autour de soi	313
Il faut atomiser un « astéroïde tueur » qui doit entrer en collision avec la Terre pour sauver la planète.....	314
Les astéroïdes sont ronds comme de petites planètes.....	314
Le big bang est mort.....	314
Une météorite qui vient de s'écraser est « encore toute chaude »	315
L'été, la Terre est plus proche du Soleil qu'en hiver	315
« La lumière de cette étoile a mis 1 000 années-lumière pour atteindre la Terre ».....	315
Lorsqu'on dit par exemple qu'une galaxie est éloignée de « deux milliards d'années-lumière », il s'agit d'une distance mesurée avec précision	316
L'« étoile du berger » est une étoile	316
Le Soleil est une étoile moyenne	316
Le télescope Hubble va voir les choses de près	317

Sixième partie : Annexes 319

Annexe A : Cartes du ciel..... 321

Annexe B : Repères historiques en astronomie..... 329

Annexe C : Pistes de lecture 333

Annexe D : Glossaire 335

Les unités de mesure du ciel	338
------------------------------------	-----

Index 341

Introduction



L'astronomie, c'est l'étude du ciel, c'est la science des objets cosmiques et des événements célestes. C'est une investigation de la nature de l'Univers dans lequel nous vivons. Les astronomes font leur travail en observant et, pour les radioastronomes, en « écoutant ». Pour pratiquer l'astronomie, on utilise des lunettes astronomiques ou des petits télescopes (instruments d'amateur), des gigantesques instruments d'observatoires, et des satellites en orbite autour de la Terre et tournés vers l'espace. On envoie dans le ciel des télescopes à bord de fusées-sondes et de ballons sans équipage. Et l'on expédie aussi dans le système solaire quelques instruments à bord de sondes spatiales dont certaines collectent des échantillons afin de les rapporter sur Terre.

Il y a l'astronomie professionnelle et l'astronomie d'amateur. On compte environ 13 000 professionnels qui pratiquent cette science dans le monde entier, et environ 50 000 astronomes amateurs en France.

Les astronomes professionnels effectuent des recherches sur le Soleil et le système solaire, notre galaxie, la Voie lactée, et l'Univers qui se trouve au-delà. Ils enseignent dans des universités, conçoivent des satellites dans des laboratoires nationaux, et dirigent des planétariums. Ils écrivent aussi des livres, comme celui-ci. La plupart d'entre eux sont titulaires d'un doctorat. Pourtant, on en trouve qui ne connaissent même pas les constellations, car beaucoup d'entre eux passent leur temps à étudier des problèmes physiques complexes, et à utiliser des télescopes complètement automatisés.

Les astronomes amateurs, eux, connaissent les constellations. Ils partagent un passe-temps excitant. Certains d'entre eux le pratiquent seuls, et des milliers d'autres deviennent membres de clubs d'astronomie et d'organisations de toutes sortes. Les clubs transmettent aux débutants le savoir-faire des membres expérimentés, ils partagent des télescopes et des équipements, et ils organisent des réunions où les membres discutent de ce qu'ils ont observé ou photographié dans le ciel, ou bien encore écoutent des conférences et rendent visite à des scientifiques.

Les astronomes amateurs organisent également des réunions d'observation où tout le monde apporte son télescope (ceux qui n'en possèdent pas peuvent regarder à travers le télescope de quelqu'un d'autre). Ces séances

d'observation sont organisées à des intervalles réguliers (par exemple le premier samedi soir de chaque mois), ou lors d'occasions spéciales comme pour la « Nuit des étoiles filantes » début août, ou l'apparition périodique d'une comète brillante comme celle de Hale-Bopp ou de Hyakutake). Ils font des économies pour pouvoir participer aux événements vraiment importants, comme une éclipse totale de Soleil. Lorsqu'un tel phénomène se produit, des milliers d'amateurs et des dizaines de pros se rendent à l'autre bout du monde s'il le faut, pour se placer dans la bande de totalité de l'éclipse et assister à l'un des spectacles les plus magnifiques que nous offre la nature.

Ce livre vous explique tout ce que vous avez besoin de savoir pour vous lancer dans la pratique de ce merveilleux loisir. Et il vous fait la courte échelle pour vous aider à comprendre les bases des sciences de l'Univers. Les dernières missions spatiales prendront pour vous plus de sens : vous comprendrez pourquoi des sondes spatiales sont, en ce moment même, en train d'observer la lumière qui baignait l'Univers environ 380 000 ans après sa naissance, et en route vers une comète afin de s'y poser pour analyser sa surface !

Vous saurez aussi pourquoi le télescope spatial Hubble scrute le ciel profond, et comment vous pourrez vous tenir au courant de l'évolution d'autres missions spatiales. Et lorsque les dernières découvertes seront présentées dans les journaux et à la télé, depuis l'espace, depuis les grands télescopes implantés à Hawaii et au Chili, ou depuis d'autres observatoires situés dans le monde entier, vous connaîtrez déjà le fond du sujet et vous serez mieux à même d'apprécier ces nouvelles.

Qui êtes-vous, et qu'attendez-vous de ce livre ?

Vous lisez probablement ce livre parce que vous voulez savoir ce qui se passe dans les cieux, ou ce que peuvent bien faire les scientifiques des programmes spatiaux. Peut-être avez-vous entendu dire que l'astronomie était un passe-temps vraiment sympa, et peut-être même vous demandez-vous si cela vous plairait de le pratiquer et de quel équipement vous auriez alors besoin.

Vous n'êtes pas un scientifique. Vous aimez tout simplement admirer le ciel nocturne, mais vous avez été piqué par la mouche du savoir, et vous voulez voir et comprendre la véritable beauté de l'Univers.

Vous voulez observer les étoiles, mais vous voulez aussi savoir ce que vous observez. Peut-être même rêvez-vous de faire vous-même une découverte !

Et c'est vrai qu'il n'est pas nécessaire d'être un astronome pour détecter une nouvelle comète, par exemple. Si vous le souhaitez, vous pourrez même contribuer à la recherche de E.T.! Quel que soit votre objectif, ce livre va vous aider à l'atteindre.

Ne lisez que les passages qui vous intéressent, dans l'ordre qui vous convient. J'essaie d'expliquer ce dont vous avez besoin au fur et à mesure de votre lecture.

L'astronomie est fascinante et amusante. Donc ne vous arrêtez pas de lire. Avant que vous n'ayez eu le temps de dire « Ouf! », vous identifierez Jupiter, vous reconnaîtrez les constellations et les étoiles célèbres, ou vous suivrez des yeux ISS, la Station Spatiale Internationale, lorsqu'elle passera à toute vitesse au-dessus de votre tête. Les voisins vous appelleront peut-être « l'astronome ». Les gendarmes vous interpellent et vous demanderont ce que vous faites dans ce parc au beau milieu de la nuit, ou pourquoi vous vous tenez debout sur le toit de votre immeuble avec une grosse paire de jumelles. Répondez-leur que vous êtes un astronome amateur. Celle-là, ils ne l'ont probablement jamais entendue !

Ce livre et votre voyage à travers l'Univers

Si vous avez déjà jeté un coup d'œil au sommaire, vous savez que ce livre est organisé en parties. Voici ce que vous allez trouver dans les six parties principales.

Première partie : À l'affût du cosmos

Vous admirez les étoiles nuit après nuit (bon d'accord, peut-être pas chaque nuit, mais tout de même...). À chaque fois, vous êtes saisi par la même fascination que le cosmos a toujours exercée sur les hommes. Vous observez, vous vous posez des questions et vous voulez en savoir davantage. Quelles sont ces lumières dans le ciel? Pourquoi ont-elles l'apparence qu'elles ont, et pourquoi se déplacent-elles comme elles le font? Certaines sont-elles dangereuses? Devriez-vous envoyer des signaux à votre jumeau cosmique?

Cette partie va vous permettre de trouver vos propres réponses à certaines de ces questions, en vous fondant sur les réponses qui ont déjà été trouvées par d'autres. Des milliers d'astronomes amateurs se rassemblent pour s'entraider et partager leurs connaissances. L'astronomie est amusante, tout autant que pratique (et même éducative, disons-le).

Dans cette partie, je vous donne des conseils pour observer des objets célestes avec et sans instrument d'optique, pour choisir des jumelles et des télescopes, et pour trouver les bons endroits afin de profiter des meilleures vues. Je vous présente de charmants visiteurs du soir, et vous prépare aussi à poursuivre votre exploration de l'Univers.

Deuxième partie : Il était une fois le système solaire

Il est bien naturel de vouloir connaître ses voisins. Les voisins de la Terre constituent une collection de planètes, de lunes et de pierrailles planétaires en orbite autour du Soleil. Comme tous voisins, ils partagent certaines caractéristiques, mais ils ont aussi de grandes différences.

Les chapitres de cette partie se concentrent sur l'aspect de l'observation des planètes, de telle sorte que vous sachiez ce que vous êtes en train d'observer et que vous puissiez d'autant plus en apprécier la vue. Pourtant, j'essaie aussi de répondre à la question que tout le monde se pose : « Y a-t-il quelque chose de vivant là-haut ? » Et la réponse, c'est non, du moins jusqu'à présent. Mais nous cherchons encore. Et peut-être serez-vous un jour celle ou celui qui trouvera la réponse définitive.

Troisième partie : Notre bon vieux Soleil et les autres étoiles

Vous posez-vous des questions sur les galaxies lointaines, très lointaines ? Cette partie, qui commence avec le Soleil, vous emmène à travers les étoiles, les géantes rouges et les naines blanches, elle vous fait passer à l'improviste de galaxies distantes en objets du ciel exotiques, pour terminer avec les trous noirs. Voulez-vous vraiment y aller ? Vous pourriez bien être emporté !

Comme Hubert Reeves l'a écrit, « nous sommes tous faits de poussières d'étoiles ». Donc, comprendre les étoiles et admirer leur diversité affermit notre lien avec l'Univers.

Cette partie présente le plus brillant des objets du ciel pour votre plaisir d'observation. J'y explique aussi clairement que possible les cycles de vie des étoiles, de telle sorte que vous puissiez apprécier les forces qui font fonctionner l'Univers et qui le rendent infiniment fascinant.

Quatrième partie : Cet Univers si remarquable

Lisez cette partie lorsque vous serez en quête d'une distraction, de quelque chose qui secoue vos méninges avec des idées et des possibilités qui obligent à réfléchir. Installez-vous confortablement dans votre canapé, et découvrez les efforts qui sont entrepris par le programme SETI de recherche d'une vie extraterrestre intelligente. Les scientifiques ont-ils des preuves de l'existence des petits hommes verts ? Découvrez aussi la matière noire et l'antimatière (mais oui, l'antimatière existe vraiment dans le monde réel, et pas seulement dans les films de science-fiction). Et enfin, lorsque vous serez prêt, méditez sur l'ensemble de l'Univers : comment a-t-il commencé à exister, quelle est sa forme, et comment va-t-il évoluer ?

Cinquième partie : La partie des Dix

Vous êtes-vous déjà trouvé dans une soirée à rechercher désespérément quelque chose d'intéressant et d'unique à raconter ? Avez-vous trituré vos méninges pour y trouver une anecdote captivante, qui aurait fait de vous la personne douée d'une intelligence supérieure que tout le monde aurait remarquée ? Pour être à même de vous emparer du prochain trou dans un conversation, lisez cette partie. Je vous y présente dix bizarreries relatives à l'espace, et je vous garantis qu'elles attireront l'attention de votre public. Enfin, je profite de cette tribune pour stigmatiser les dix erreurs « astronomiques » les plus fréquentes de la plupart des gens, et surtout des médias !

Sixième partie : Annexes

Les annexes de cette partie devraient faciliter vos observations du ciel au cours des prochaines années. Vous y trouverez des cartes du ciel, des repères historiques en astronomie, une sélection de livres et, pour finir, j'inclus à ce bouquet un glossaire, dans lequel figurent les définitions de quelques termes d'astronomie. Vous les emploierez souvent en pratiquant votre passe-temps préféré, la tête dans les étoiles.

Icônes utilisées dans ce livre

Tout au long de ce livre, de petites icônes bien pratiques signalent des informations particulièrement utiles, même s'il s'agit simplement de vous éviter de vous prendre la tête sur les passages particulièrement coton. Voici la signification de chacune d'elles :



Cette cible vous signale l'info d'initié qui fait mouche et que vous utiliserez pour observer le ciel.



L'observation, c'est la clé de l'astronomie, et ces conseils feront de vous un pro. Ils vous aideront à faire le tour des techniques et des occasions de développer votre acuité visuelle.



Vous devrez parfois parler le jargon pour impressionner vos amis et porter vos activités d'observation vers de nouveaux sommets. Ce moussaillon vous signale le mot juste.



Est-ce dangereux de juste observer le ciel ? Pas beaucoup, si vous faites attention. Mais il y a vraiment des choses pour lesquelles on ne fait jamais assez attention. Cette bombe vous avertit de ne pas vous brûler.



Ne soyez pas crédule. Cette icône vous dévoile la vérité qui se cache derrière certaines idées reçues sur l'astronomie.



Ce p'tit gars signale des connaissances qui ne sont pas indispensables si vous souhaitez simplement connaître les bases et commencer à observer les cieux. Il est parfois bon de connaître le contexte scientifique, mais beaucoup de gens profitent à fond de la contemplation des étoiles sans en savoir plus que ça sur les caractéristiques physiques des supernovae, ni davantage d'ailleurs sur les maths de la fuite des galaxies. Cette icône vous avertit de ce qui vous attend.



L'astronomie et l'espace sont riches en sources sur le Web. Vous pouvez vous tenir informé sur quasiment n'importe quel sujet concernant l'astronomie et les sciences spatiales en visitant ces sites. Il est notoire que les sites Web font l'objet de changements rapides. Ces adresses Internet étaient exactes à la date de publication de ce livre, mais ne soyez pas surpris si quelques-unes d'entre elles ont évolué.



Certaines techniques et certains équipements de l'astronomie et des sciences spatiales vous en donnent vraiment pour votre argent. Cette icône signale nos préférés, le summum du top.

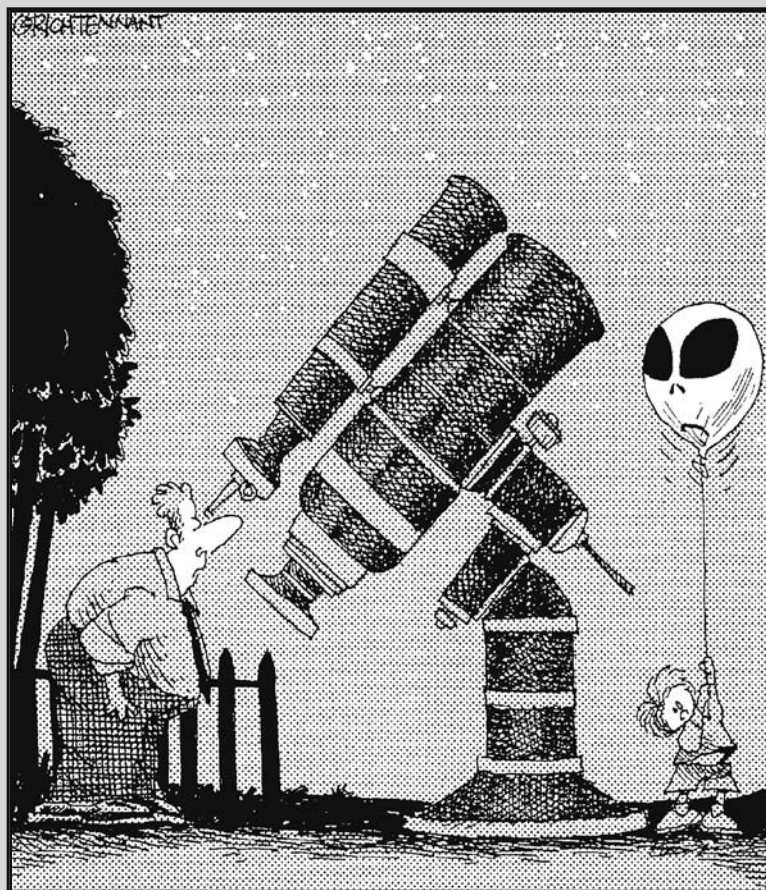
Et maintenant ?

Vous pouvez commencer à l'endroit qui vous plaira. Vous vous sentez concerné par le destin de l'Univers ? Alors commencez par le big bang.

Mais il est plus probable que vous souhaitiez savoir ce qui vous attend au fur et à mesure que vous vous consacrez davantage à votre passion pour les étoiles.

Où que vous commenciez, j'espère que vous allez continuer votre exploration cosmique et que vous allez profiter du plaisir, de l'excitation et de l'enchantement que les humains ont toujours eu à contempler les cieux.

Première partie À l'affût du cosmos



Dans cette partie...

Les humains ont toujours été fascinés par les objets du ciel et par les événements qui s'y produisent. À travers l'histoire, l'intérêt qu'ils ont porté à l'astronomie a été à la fois d'ordres pratique et religieux. Les marins naviguaient en suivant les étoiles et les paysans semailent et récoltaient leurs moissons en fonction des phases de la Lune (certains le font encore). Les hommes ont aussi construit des sites dédiés aux rites, comme Stonehenge (un sanctuaire du culte solaire), et ils ont développé des cérémonies destinées à célébrer les événements astronomiques. Ils se sont toujours posé des questions sur la nature des objets dans les cieux.

Vous pouvez, vous aussi, prendre part à cette grande tradition humaine. Dans cette partie, je vous présente la science de l'astronomie, et je vous propose des techniques et des conseils pour l'observation des planètes, des comètes, des météores du ciel nocturne.

Chapitre 1

L'art et la science de l'astronomie

.....

Dans ce chapitre :

- La nature de l'astronomie
 - Voyager à des années-lumière et au-delà
 - La force de gravitation
-

Mettez le nez dehors par une nuit sans nuage et regardez le ciel. Si vous habitez en ville ou en banlieue, vous verrez scintiller des dizaines, voire des centaines d'étoiles. Selon la période du mois, vous verrez peut-être aussi la Lune, et jusqu'à cinq planètes qui tournent autour du Soleil.

Une « étoile filante » passe au-dessus de votre tête, c'est un météore, une minuscule poussière cométaire qui traverse à toute allure les couches supérieures de l'atmosphère.

Un point lumineux se déplace bien plus lentement et régulièrement à travers le ciel. Est-ce un satellite artificiel, comme le télescope spatial Hubble, ou juste un avion de ligne ? Avec une paire de jumelles, vous pourrez peut-être voir la différence.

L'avion de ligne aura peut-être des lumières clignotantes, et vous pourrez peut-être discerner sa forme.

Si vous êtes à la campagne, ou sur la plage à bonne distance de stations balnéaires et des autres infrastructures éclairées, ou encore dans les montagnes loin de toute piste de ski inondée de lumière, vous pourrez voir des milliers d'étoiles. La Voie lactée constitue une superbe traînée blanchâtre, floue et irrégulière, qui enjambe les cieux. C'est en fait l'éclat accumulé de millions d'étoiles faiblement lumineuses, qu'il est impossible de distinguer séparément à l'œil nu. Si vous vous trouvez sur un lieu vraiment formidable pour l'observation, par exemple dans les Andes à Cerro Tololo, au Chili, vous pourrez voir encore plus d'étoiles. Elles y semblent suspendues comme des lampes brillantes devant un fond de ciel noir comme

du charbon, et beaucoup ne scintillent même pas. Et tout cela vous rappelle ce somptueux tableau de Van Gogh, *La Nuit étoilée*.

En contemplant le ciel, vous êtes en fait déjà en train de pratiquer l'astronomie. Car vous observez déjà l'Univers qui vous entoure et essayez de comprendre ce que vous voyez.

L'astronomie est une science de l'observation

L'astronomie, c'est l'étude du ciel, c'est la science des objets cosmiques et des événements célestes. C'est une investigation de la nature de l'Univers dans lequel nous vivons. Les astronomes font leur travail en observant et, pour les radioastronomes, en « écoutant ». Pour pratiquer l'astronomie, on utilise des petits télescopes d'amateur, des gigantesques instruments d'observatoires, et des satellites en orbite autour de la Terre et tournés vers l'espace. On envoie dans le ciel des télescopes à bord de fusées-sondes et de ballons sans équipage. Et l'on expédie aussi dans le système solaire quelques instruments à bord de sondes spatiales.

Les astronomes professionnels effectuent des recherches sur le Soleil et sur le système solaire, sur notre galaxie, la Voie lactée, et sur l'Univers qui se trouve au-delà. Ils enseignent dans des universités, conçoivent des satellites dans des laboratoires nationaux, et dirigent des planétariums. Ils écrivent aussi des livres, comme celui-ci. La plupart d'entre eux sont titulaires d'un doctorat. À force d'étudier des problèmes de physique complexe et de travailler avec des télescopes automatiques, beaucoup d'entre eux ne regardent plus le ciel. On en trouve même qui ne connaissent pas les constellations. Les constellations sont des groupes d'étoiles auxquels les anciens astronomes donnèrent des noms comme Ursa Major (la Grande Ourse) et qui constituent pourtant le premier contact pour beaucoup de gens avec l'astronomie. La figure 1-1 montre le Grand Chariot (appartenant à la Grande Ourse) dans le ciel nocturne.

Outre les quelque 13 000 astronomes professionnels qui pratiquent cette science dans le monde entier (de l'ordre de 800 en France), des milliers d'astronomes amateurs adorent étudier les cieux. On en compte environ 50 000 en France.

En général, les astronomes amateurs connaissent les constellations. Ils apprennent d'abord à les reconnaître pour s'en servir de repères et explorer le ciel à l'œil nu, avec des jumelles et avec des télescopes.

Figure 1-1:
Une photo
du Grand
Chariot.



Pendant des milliers d'années, tout ce que les hommes savaient des cieux avait simplement été déduit de l'observation du cosmos. Donc, la première chose que vous devez savoir pour comprendre l'astronomie, c'est que quasiment tout ce dont elle traite :

- ✓ est appris en étudiant la lumière qui nous parvient des objets de l'espace;
- ✓ est observé à distance;
- ✓ se déplace dans l'espace sous l'influence de la force de gravitation.

Ce chapitre vous présente les concepts de lumière, de distance et de gravitation.

Le langage de la lumière

La lumière nous apporte des informations sur les planètes, les satellites et les comètes de notre système solaire; sur les étoiles, amas d'étoiles et les nébuleuses de notre galaxie; et sur les objets célestes situés au-delà de notre galaxie.

Autrefois, les gens ne savaient rien de la physique ni de la chimie des étoiles; ils apprenaient et se transmettaient des contes et des mythes populaires: la Grande Ourse, la tête de Satan (ou tête de la Méduse), et d'autres. Les contes variaient d'une culture à l'autre. Mais beaucoup de gens apprirent à identifier et reconnaître les figures d'étoiles. En Polynésie, des navigateurs de talent se déplaçaient en canot à travers des centaines de kilomètres d'océan, sans aucun repère terrestre en vue et sans boussole. Ils s'orientaient grâce aux étoiles, au Soleil et à leurs connaissances des vents et des courants.

Les Anciens notaient l'éclat, la position dans le ciel et la couleur des étoiles. Ces informations leur permettaient de distinguer un objet céleste d'un autre, et de les reconnaître une fois qu'ils étaient devenus familiers. Certaines des notions de base de la reconnaissance et de la description de ce que vous voyez dans le ciel consistent à :

- ✓ faire la distinction entre les étoiles et les planètes ;
- ✓ identifier les constellations et les étoiles par leurs noms ;
- ✓ observer l'éclat (donné en magnitudes) ;
- ✓ porter sur une carte une position dans le ciel (mesurée en unités spéciales) ;
- ✓ reconnaître les météores et les comètes.

Ce que l'astronomie n'est pas

L'astronomie, ce n'est pas l'astrologie ! Rien n'irrite plus un astronome que d'être appelé « astrologue » par une âme innocente. Les astronomes croient que lorsque Jupiter et Mars sont en conjonction, c'est tout simplement un spectacle merveilleux à observer, mais pas un présage de bonne ou de mauvaise fortune.

Les astronomes ne sont pas des spécialistes des objets volants non identifiés (ovnis). Ils ne sont pas impliqués dans la recherche d'ovnis. D'habitude, ils peuvent identifier ce qu'ils observent. Les astronomes et les spécialistes des ovnis scrutent le ciel, et ils y observent des étoiles et des planètes. Mais en général, seuls les spécialistes des ovnis prennent au sérieux des rencontres avec les prétendus vaisseaux spatiaux ou créatures extraterrestres.

En revanche, SETI, la recherche de vie extraterrestre intelligente, c'est une tout autre

histoire. Ce sont des astronomes qui dirigent ce programme. Ils utilisent pour cela des grands radiotélescopes, et tendent l'oreille « à l'écoute » de signaux répétés venant du cosmos, avec l'espoir que ce soient des transmissions délibérées en provenance de planètes lointaines. Et récemment, ils ont commencé à rechercher des messages qui pourraient nous arriver sous la forme de signaux lumineux, produits peut-être par de puissants lasers construits et manœuvrés par des civilisations plus avancées que la nôtre.

Les astronomes n'ont pas encore entendu E.T., mais ils sont à l'écoute. Tout ce que les astronomes ont appris sur les planètes et sur les étoiles amène la plupart d'entre eux à penser que des planètes habitables doivent exister quelque part. De nombreux astronomes croient ce que Carl Sagan ne se lassait pas de répéter : « Nous ne sommes pas seuls. »

Ces planètes qui vagabondent dans le ciel étoilé

Le terme planète vient du grec *planêtês* qui veut dire « vagabond ». Les Grecs, comme quasiment tout le reste du monde, remarquèrent que des points lumineux se déplaçaient à travers les figures d'étoiles dans le ciel. Certains avançaient régulièrement ; d'autres revenaient occasionnellement sur leurs chemins respectifs. Personne ne savait pourquoi. Et ces points lumineux ne scintillaient en général pas, au contraire des étoiles bien souvent. On n'avait pas non plus d'explication satisfaisante de cette différence. Chaque culture avait donné des noms à ces cinq points lumineux, ou planètes. Aujourd'hui, nous les appelons Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. Et quasiment tout le monde sait qu'elles ne vagabondent pas à travers les étoiles, mais qu'elles tournent autour du Soleil, leur étoile centrale.

Aujourd'hui, nous savons que les planètes peuvent être plus grandes ou plus petites que la Terre, mais qu'elles sont bien plus petites que le Soleil. Elles sont bien plus proches de nous autres, sur la planète Terre, que les autres étoiles, de telle sorte que leurs disques sont perceptibles, au moins avec un télescope, ce qui veut dire que les planètes ont une forme ronde définie et une taille discernable. Les étoiles sont tellement éloignées de la Terre que même lorsqu'on les observe à travers un puissant télescope, ce ne sont que des points lumineux.

Le nom des étoiles et les constellations

J'ai toujours dit aux personnes qui visitaient des planétariums et tendaient le cou pour regarder les étoiles projetées au-dessus d'elles « Si vous ne voyez pas de Grande Ourse là-haut, ne vous en faites pas. En revanche, ceux qui voient vraiment une Grande Ourse devraient se faire du souci ! »

Les Anciens voyaient dans le ciel des figures imaginaires, comme « Ursa Major » (la Grande Ourse, en latin), « Cygnus » (le Cygne, en latin), « Andromeda » (Andromède, la princesse enchaînée) et « Perseus » (Persée, le héros). Chaque figure correspondait à une figure d'étoiles. La vérité, c'est que pour la plupart des gens aujourd'hui, Andromède ne ressemble pas beaucoup à une princesse enchaînée, ni d'ailleurs à quoi que ce soit d'autre (voir la figure 1-2).

Aujourd'hui, le ciel est partagé en 88 constellations qui contiennent toutes les étoiles que vous pouvez observer. L'Union astronomique internationale, qui est seule habilitée à définir et nommer les objets célestes, a arrêté les limites des constellations, de telle sorte que les astronomes puissent se

mettre d'accord sur la position d'une étoile dans telle ou telle constellation. Auparavant, les cartes du ciel, qui avaient été tracées au fil des siècles par différents astronomes, ne concordaient souvent pas. Lorsque vous lisez que la nébuleuse de la Tarentule se trouve dans la Dorade (voir le chapitre 12), vous savez que pour voir cette nébuleuse, vous devez la chercher dans la constellation australe (c'est-à-dire de l'hémisphère Sud) de la Dorade.

De la mythologie à la science

Après le Moyen-Âge, les explications scientifiques des objets de l'espace commencèrent à remplacer les mythes. Au lieu de continuer à croire à d'anciens mythes, comme par exemple le mythe égyptien selon lequel le Soleil et la Lune sont transportés dans le ciel sur le dos de la déesse Nout, les astronomes se rendirent compte que la Terre tournait, qu'elle orbitait autour du Soleil et que la Lune orbitait autour de la Terre.

Isaac Newton formula la théorie de la gravitation, et les gens commencèrent à comprendre ce qui fait que les objets restent en orbite, et pourquoi les planètes éloignées du Soleil parcourent leurs orbites à des vitesses plus lentes que celles qui sont plus proches.

Depuis, les hommes ont construit les spectrographes et d'autres instruments, et ils les ont montés sur des télescopes. Ces appareils indiquent aux astronomes comment sont les étoiles, quelles substances y sont présentes, à quelles vitesses elles se déplacent vers la Terre ou s'en éloignent, et d'autres informations physiques de base. Si elles possèdent des champs magnétiques, nous pouvons

les mesurer à une certaine distance. Et nous pouvons estimer la force du champ gravitationnel à la surface d'une étoile, la densité de son gaz, et d'autres choses encore. (Le mot gaz se rapporte ici à la matière dans un certain état physique, gazeux par opposition à liquide, et pas à un gaz particulier. Sur une étoile, le fer est un gaz, c'est-à-dire qu'il est à l'état gazeux.)

L'information physique la plus difficile à obtenir, c'est la distance des étoiles et celle d'autres objets au-delà des planètes de notre système solaire. Certaines étoiles ont l'air brillantes, mais en fait c'est juste parce qu'elles se trouvent être proches de nous. (« Proche » signifie ici à une distance de quatre années-lumière ou davantage, mais pas une centaine d'années-lumière; pour une définition de l'année-lumière, qui est une unité de distance, lisez la section « Ne confondez pas année et année-lumière » plus loin dans ce chapitre). D'autres étoiles ont un éclat si faible qu'il faut un puissant télescope d'observatoire pour les discerner, et pourtant elles sont proches (bon d'accord, disons qu'elles ne sont éloignées que d'une dizaine d'années-lumière ou deux...).

La plus grande constellation est celle de l'Hydre femelle (*Hydra*, en latin), ou serpent aquatique. La plus petite est celle de la Croix du Sud (*Crux*, en latin). Bien qu'il existe un consensus général sur les noms des constellations, il n'y en a pas sur ce que chacun de ces noms signifie. Par exemple, certains