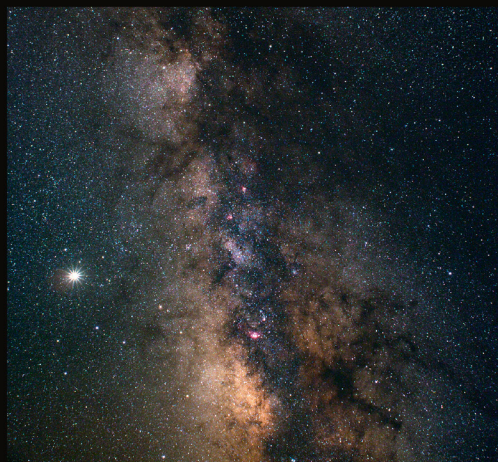
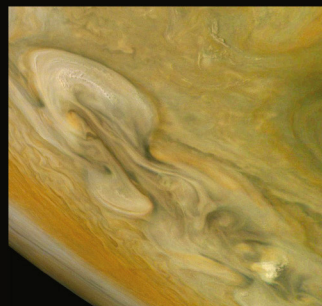




OBSERVER
LA VOÛTE CÉLESTE

VOYAGER DANS LE
**SYSTÈME
SOLAIRE**

**UNE TEMPÊTE
SUR JUPITER**

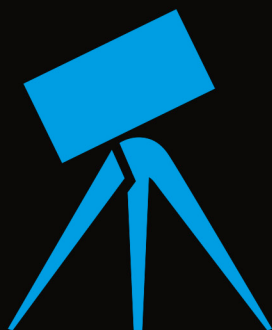


EMMANUEL BEAUDOIN *Illustré par* EMMANUEL DELORT

2^e ÉDITION

L'ASTRONOMIE COMME VOUS NE L'AVEZ JAMAIS VUE

DÉCOUVRIR UN TROU NOIR



CHOISIR SON
INSTRUMENT

**PLONGER
DANS LE CIEL
PROFOND**



DUNOD

EMMANUEL BEAUDOIN

ILLUSTRÉ PAR **EMMANUEL DELORT**

L'ASTRONOMIE COMME VOUS NE L'AVEZ JAMAIS VUE

Nouvelle édition actualisée

DUNOD

SOMMAIRE

Avant-propos

4

1. NOTRE PLACE DANS L'UNIVERS

Naissance et évolution de l'Univers	8
Les échelles de taille	10
Les grandes structures	12
Notre galaxie, la Voie lactée	14
Le Système solaire	16
Le système Terre/Lune	18

2. PREMIERS PAS À L'ŒIL NU

Le manège Terre	22
Comprendre l'alternance des saisons	24
Observer le ciel au rythme des saisons	26
Ne pas perdre le Nord	28
Les constellations, fruits de notre imaginaire	30
Les phases de la Lune	32
La Lune, reine de nos nuits	34
Les planètes, ces astres errants	36
Les coordonnées célestes	38
Le ciel dans l'hémisphère sud	40
Traquer les satellites artificiels	42
Photographier le ciel sans télescope	44

3. PREMIERS PAS AVEC UN TÉLESCOPE

Que voir dans un instrument d'observation ?	48
Choisir et utiliser des jumelles	50
Choisir un télescope	52
Aligner les miroirs de son télescope	54
Dompter sa monture	56
Préparer une observation	58
Pointer les astres sans embûche	60
Observer comme un pro	62
Observer comme un pro II	64
Observer en France	66
Les grands observatoires mondiaux	68
Photographier les planètes	70
Photographier le ciel profond	72

4. À LA DÉCOUVERTE DU SYSTÈME SOLAIRE

75

Dans l'atmosphère de la Terre	76
Le Soleil, notre étoile	78
Zoom sur la Lune	82
Les éclipses	86
Mercure, sous les feux du Soleil	88
Vénus, la fournaise	92
Mars, la planète rouillée	96
Jupiter, le règne des nuages	100
Saturne et ses anneaux	104
Uranus et Neptune, aux confins du Système solaire	108
Les astéroïdes, cailloux du Système solaire	112
Les comètes, ces voyageuses venues du froid	116

5. LE MONDE DES ÉTOILES

121

À quelle distance sont les étoiles ?	122
La vie des étoiles	126
Les couples stellaires	130
Le clin d'oeil des étoiles variables	134
Les nébuleuses, pouponnières d'étoiles	138
Dans la fourmilière des amas d'étoiles	142
Quand les étoiles se meurent	146

6. EN ROUTE VERS LES AUTRES GALAXIES

151

La Voie lactée, notre ville d'étoiles	152
Notre grande voisine Andromède	156
Des galaxies de toutes formes	160
Les collisions galactiques	164
L'amas de galaxies de la Vierge	168
Aux confins de l'Univers	172

7. CARTES CÉLESTES

177

Carte de la Lune	178
Carte du ciel de printemps	180
Carte du ciel d'été	182
Carte du ciel d'automne	184
Carte du ciel d'hiver	186

Bibliographie	188
Index	189
Crédits iconographiques	192

AVANT-PROPOS

Quelle mouche nous a piqués de vouloir montrer l'astronomie comme on ne l'a jamais vue ? L'astronomie, cette science qui donne pourtant déjà tant à lire et à voir !

L'accent particulier mis sur les aspects insolites de l'Univers n'est sans doute pas étranger à cette ambition. Ici, c'est l'eau liquide, détectée en grande quantité sous un pôle de Mars. Là, c'est un petit satellite qui allume d'immenses aurores boréales sur Jupiter, à la seule force de ses volcans. Vous voulez vous étonner ? Voyez à quoi ressemblait notre galaxie quand elle était beaucoup plus jeune. Vous voulez frissonner ? Découvrez comment elle va finir percutée par une autre plus grande qu'elle. Vous pensez tout savoir ? Essayez de faire un sans-faute à tous les quiz proposés à travers le livre !

Ce guide est aussi – pour ne pas dire surtout – un guide visuel. Voyez comment les coordonnées célestes se superposent au ciel en mouvement ou de quelle manière les éclipses sont illustrées en un seul grand schéma. Plongez dans le mécanisme du crépuscule ou des phases de la Lune quasiment en trois dimensions. Les clichés enfin, des orages de Jupiter par la sonde *Juno* au selfie du rover *Curiosity* en pleine tempête martienne, ne manqueront pas de vous captiver.

Ce guide visuel a pour vocation de vous inciter à passer à l'action et à observer vous-même le ciel, à l'œil nu, aux jumelles ou même dans un télescope. Nous vous donnons tous les conseils pour choisir votre matériel, l'utiliser sans peine et regarder les objets

Comment utiliser ce livre ?

Les nombreux schémas de cet ouvrage illustrent de façon simple les différents astres et phénomènes astronomiques tandis que les textes mettent l'accent sur leurs facettes les plus remarquables. Dans les chapitres 4 à 6 chaque astre est décrit en deux doubles pages. La première renseigne sur ses caractéristiques et la seconde synthétise ce qu'il y a de plus intéressant à observer à l'œil nu, aux jumelles ou au

 Diamètre

 Distance au Soleil

 Jour

 Année

 Œil nu

 Jumelles

 Télescope

ou les phénomènes les plus spectaculaires. Là encore, vous risquez d'être surpris. Une fois tous les préparatifs effectués, vous allez vous retrouver pour la première fois dans un cockpit d'observation, avec toutes les informations sous les yeux – date de visibilité, grossissement, filtre éventuel – et l'astre en plein hublot ! C'est sûr, l'astronomie comme cela, pour les grands et petits, on ne l'avait jamais vue !

Remerciements

Nous remercions vivement Anne Pompon d'avoir porté ce projet jusqu'à son aboutissement, ainsi que pour son enthousiasme et ses conseils avisés. Nous remercions également Sarah Forveille pour son implication, David Fossé pour la relecture de cette nouvelle édition, ainsi qu'Hervé Dole pour ses précieux conseils sur la double-page « Naissance et évolution de l'Univers ». Nous remercions chaleureusement les photographes qui ont contribué à l'illustration de cet ouvrage, notamment le groupe d'Atacama Photographic Observatory pour leurs nombreuses images, ainsi que Fabien Chéreau pour son extraordinaire logiciel Stellarium, sur lequel sont basées les cartes du ciel de ce livre. Nous remercions enfin Franck Seguin pour sa participation aux recherches iconographiques.

télescope. Un tableau de bord d'observation permet de visualiser d'un seul coup d'œil le lieu d'observation de l'astre (ville ou campagne), la meilleure période de visibilité, le grossissement idéal et les éventuels filtres à utiliser. Le chapitre 7 regroupe les cartes utiles à l'observateur : une carte de la Lune et quatre cartes qui couvrent la portion de la voûte céleste la plus intéressante à observer pour chaque saison.



Le coin des pros



Galaxie



Amas ouvert



Nébuleuse



Amas globulaire



Bon à savoir...



NOTRE PLACE DANS L'UNIVERS

Si l'on commençait par planter le décor ? Visualiser l'évolution de l'Univers en une frise par exemple, ou plonger dans les amas de galaxies avant de voir de plus près à quoi ressemble la nôtre. Embrasser le Système solaire d'un seul coup d'œil et finir blotti contre notre planète bleue. Si l'on resituait, en somme, notre place dans l'Univers.

Naissance et évolution de l'Univers

La vie de l'Univers, c'est un roman de 13,8 milliards d'années ponctué de rebondissements. Ce sont des événements qui se bousculent dans les premiers instants. C'est aussi un avenir incertain qui, dans tous les cas, nous dit que rien n'est éternel.

Big Bang

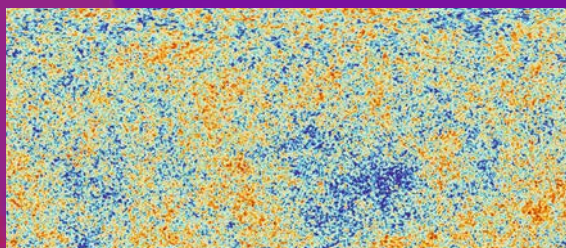
Lorsque l'on passe le film de l'éloignement des galaxies à l'envers, on aboutit à un Univers extraordinairement dense et chaud. On ne sait pas si cet état constitue l'instant initial, mais on a la preuve irréfutable de son existence grâce au rayonnement fossile.

Temps de Planck

En dessous de ce temps extrêmement petit, on ne sait plus rien : les notions de taille et de température ne sont plus palpables, les lois de la physique restent à découvrir. Ce temps est comme un mur contre lequel se heurtent les théories : on parle de « mur de Planck ».

Rayonnement fossile

Le rayonnement fossile, ou fond diffus cosmologique, est la première image que l'on ait de l'Univers, lorsqu'il est soudain devenu transparent. Dans ce flot de lumière et de chaleur – la température était encore de 3 000 degrés Celsius – les astronomes ont observé de légères fluctuations qui sont les galaxies en devenir. La meilleure image du rayonnement fossile a été réalisée avec le satellite européen *Planck* en 2013 (image ci-dessous).



BIG BANG

10^{-43} s :

temps
de Planck

10^{-36} s :

inflation

10^{-9} s :

les 4 forces
de la nature
sont séparées

10^{-6} s :

premiers
protons
et neutrons

3 min :

nucléosynthèse
primordiale

380 000 ans :

les électrons s'unissent
aux protons, l'Univers
devient transparent

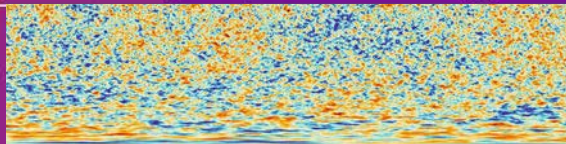
**Âges
sombres**

Inflation

L'Univers passe de la taille d'un proton à celle d'un terrain de tennis entre 10^{-36} et 10^{-32} s. Cette dilatation brutale amplifie les infimes fluctuations quantiques déjà présentes, qui engendreront la structure de l'Univers.

Nucléosynthèse primordiale

Entre 3 et 20 minutes après le Big Bang, avant que l'Univers ne devienne trop froid, protons et neutrons s'associent pour former de l'hélium, ainsi que quelques traces de béryllium et de lithium. Tout l'hydrogène et l'hélium de l'Univers actuel – 98 % de la matière ordinaire tout de même ! – ont été synthétisés durant ces premières minutes.



Âges sombres de l'Univers

380 000 ans après sa naissance, l'Univers est capable de laisser passer la lumière... Sauf qu'il se refroidit rapidement et que pendant plusieurs centaines de millions d'années, la matière n'est pas assez condensée : aucune étoile ne s'allume, aucun objet ne brille dans l'Univers !