

1

00:00:05,240 --> 00:00:08,840

Portant notre vue beaucoup plus loin que n'avait coutume d'aller l'imagination de nos

2

00:00:08,920 --> 00:00:13,200

pères, ces merveilleuses lunettes semblent nous avoir ouvert le chemin, pour parvenir à une

3

00:00:13,280 --> 00:00:17,240

connaissance de la Nature beaucoup plus grande et plus parfaite qu'ils ne l'ont eue. -  
René Descartes, 1637

4

00:00:17,760 --> 00:00:22,560

Depuis des millénaires, les êtres humains ont contemplé le ciel

5

00:00:22,640 --> 00:00:28,320

sans réaliser que les étoiles de notre Voie Lactée sont d'autres soleils,

6

00:00:28,400 --> 00:00:33,400

sans connaître les milliards de galaxies qui forment le reste de l'Univers

7

00:00:35,440 --> 00:00:38,800

et en ignorant que nous sommes seulement une petite portion de l'histoire de l'Univers

8

00:00:38,880 --> 00:00:42,520

qui s'étale sur 13,7 milliards d'années.

9

00:00:42,600 --> 00:00:46,080

Nos yeux étant les seuls instruments d'observation, il nous était impossible

10

00:00:46,160 --> 00:00:50,120

de trouver des systèmes solaires autour de d'autres étoiles, ni de déterminer

11

00:00:50,200 --> 00:00:55,000

si la vie existe ailleurs dans l'Univers.

12

00:00:58,080 --> 00:01:00,320

Aujourd'hui, nous sommes bien partis pour résoudre plusieurs

13

00:01:00,400 --> 00:01:03,560

des mystères de l'Univers, en vivant dans ce qui pourrait être

14

00:01:03,640 --> 00:01:05,960

la période la plus remarquable des découvertes astronomiques.

15

00:01:05,960 --> 00:01:08,960

Je suis Dr. J et je vais être votre guide pour la découverte du télescope -

16

00:01:09,040 --> 00:01:11,880  
cet instrument incroyable qui s'est avéré être la passerelle entre l'humanité

17  
00:01:11,960 --> 00:01:15,520  
et l'Univers.

18  
00:01:17,960 --> 00:01:21,880  
LES YEUX TOURNÉS VERS LE CIEL 400 ans de découvertes au télescope

19  
00:01:22,200 --> 00:01:26,960  
1. Nouvelles visions du ciel

20  
00:01:28,960 --> 00:01:32,120  
Il y a quatre siècles, en 1609, un homme est sorti

21  
00:01:32,240 --> 00:01:34,640  
dans les champs près de sa maison.

22  
00:01:34,720 --> 00:01:39,000  
Il a pointé sa lunette astronomique qu'il avait lui-même fabriquée vers la Lune, les planètes et les étoiles.

23  
00:01:39,080 --> 00:01:42,600  
Son nom était Galilée.

24  
00:01:44,040 --> 00:01:47,280  
L'astronomie ne serait plus jamais la même.

25  
00:02:07,440 --> 00:02:12,400  
Aujourd'hui, 400 ans après que Galilée ait pointé pour la première fois sa lunette vers le ciel

26  
00:02:12,640 --> 00:02:18,280  
les astronomes utilisent des miroirs géants sur des montagnes éloignées pour scruter l'Univers.

27  
00:02:18,360 --> 00:02:23,520  
Les radiotélescopes captent les grésillements et les murmures venant du fond de l'espace.

28  
00:02:23,600 --> 00:02:27,680  
Les scientifiques ont même envoyé des télescopes dans l'espace

29  
00:02:27,760 --> 00:02:31,960  
loin au-delà des effets perturbateurs de notre atmosphère.

30  
00:02:33,440 --> 00:02:38,680  
Et la vue a été incroyable!

31

00:02:42,960 --> 00:02:46,640

Pourtant, Galilée n'a pas inventé la lunette qui constitue l'ancêtre du télescope.

32

00:02:46,720 --> 00:02:49,760

Cet honneur revient à Hans Lipperhey, un lunetier né dans une ville actuellement située en Allemagne

33

00:02:49,840 --> 00:02:53,400

aux manières un peu étranges.

34

00:02:53,520 --> 00:02:57,880

Mais Hans Lipperhey n'a jamais utilisé sa lunette pour observer les étoiles.

35

00:02:57,960 --> 00:03:00,840

À la place, il pensait que son invention servirait surtout

36

00:03:00,920 --> 00:03:03,640

les marins et soldats.

37

00:03:03,800 --> 00:03:07,240

Lipperhey venait de Middelburg, qui était à l'époque une grande ville commerciale

38

00:03:07,320 --> 00:03:10,440

dans la florissante république de Hollande.

39

00:03:13,960 --> 00:03:18,040

En 1608, Lipperhey découvrit qu'en observant un objet lointain

40

00:03:18,120 --> 00:03:24,000

à travers un système de lentilles convexe et concave, l'objet serait grossi si les

41

00:03:24,080 --> 00:03:29,640

deux lentilles étaient placées à la bonne distance l'une de l'autre.

42

00:03:29,720 --> 00:03:33,800

Le lunette astronomique était née!

43

00:03:33,880 --> 00:03:37,520

En septembre 1608, Lipperhey révéla sa nouvelle invention au..

44

00:03:37,600 --> 00:03:39,880

Prince Maurits des Pays-Bas.

45

00:03:39,960 --> 00:03:42,840

Il n'aurait pas pu choisir un meilleur moment car

46

00:03:42,920 --> 00:03:45,880

à cette époque, les Pays-Bas étaient embarqués dans la

47

00:03:45,960 --> 00:03:49,320  
Guerre de 80 ans avec l'Espagne.

48

00:03:55,320 --> 00:03:59,080  
La nouvelle lunette pouvait grossir les objets, elle pouvait donc aussi révéler

49

00:03:59,160 --> 00:04:02,280  
les bateaux ennemis et les troupes trop éloignés pour être vus

50

00:04:02,360 --> 00:04:04,360  
à l'oeil nu.

51

00:04:04,440 --> 00:04:07,440  
Une invention très pratique en effet!

52

00:04:07,560 --> 00:04:12,000  
Mais le gouvernement hollandais n'a jamais octroyé de brevet d'invention à Lipperhey pour son télescope.

53

00:04:12,080 --> 00:04:15,400  
La raison étant que d'autres marchands ont aussi revendiqué l'invention

54

00:04:15,520 --> 00:04:19,200  
en particulier le rival de Lipperhey, Sacharias Janssen.

55

00:04:19,280 --> 00:04:21,520  
La controverse n'a jamais été résolue.

56

00:04:21,600 --> 00:04:27,920  
Et à ce jour, les vraies origines du télescope demeurent un mystère.

57

00:04:28,920 --> 00:04:32,720  
L'astronome italien Galilée, le père de la physique moderne

58

00:04:32,800 --> 00:04:37,640  
entendit parler de cet instrument et décida de s'en construire un.

59

00:04:38,320 --> 00:04:42,360  
Il y a environ dix mois, j'ai entendu dire qu'un certain

60

00:04:42,440 --> 00:04:48,200  
Fleming avait construit une lunette à travers laquelle les objets

61

00:04:48,280 --> 00:04:52,960  
lointains et difficile à observer à l'oeil

62

00:04:53,040 --> 00:04:56,120  
apparaissaient comme s'ils étaient tout près.

63  
00:04:56,520 --> 00:04:59,440  
Galilée était le plus grand scientifique de son époque.

64  
00:04:59,560 --> 00:05:02,600  
Il était aussi un ardent défenseur de la nouvelle vision du monde apportée par

65  
00:05:02,680 --> 00:05:06,160  
l'astronome polonais Nicolas Copernic selon laquelle

66  
00:05:06,240 --> 00:05:10,440  
la Terre orbitait le Soleil, et non le contraire.

67  
00:05:11,560 --> 00:05:14,240  
Se basant sur ce qu'il avait entendu de la lunette hollandaise, Galilée

68  
00:05:14,320 --> 00:05:16,600  
construisit ses propres instruments.

69  
00:05:16,680 --> 00:05:19,160  
Ils étaient de bien meilleure qualité.

70  
00:05:20,560 --> 00:05:25,320  
Finalement, ne ménageant ni travail ni dépenses, j'ai réussi

71  
00:05:25,400 --> 00:05:29,680  
à me construire un instrument tellement bon

72  
00:05:29,760 --> 00:05:33,920  
qu'au travers, les objets paraissent près de mille fois

73  
00:05:33,960 --> 00:05:38,840  
plus gros que lorsqu'ils sont regardés avec notre vision naturelle.

74  
00:05:39,720 --> 00:05:43,640  
Il était temps de pointer sa lunette vers le ciel.

75  
00:05:45,920 --> 00:05:49,680  
Cela m'a amené à l'opinion et à la conviction que la surface

76  
00:05:49,800 --> 00:05:53,520  
de la Lune n'est pas lisse, uniforme et précisément sphérique

77  
00:05:53,760 --> 00:05:57,440  
comme plusieurs grands philosophes le croient

78

00:05:57,560 --> 00:06:01,720

mais plutôt qu'elle est inégale, rugueuse et remplie de cavités et de protubérances,

79

00:06:01,800 --> 00:06:06,240

non sans ressembler à la surface de la Terre.

80

00:06:11,640 --> 00:06:15,320

Un paysage de cratères, de montagnes et de vallées.

81

00:06:15,400 --> 00:06:18,320

Un monde comme le nôtre!

82

00:06:19,600 --> 00:06:24,040

Quelques semaines plus tard, en janvier 1610, Galilée regarda Jupiter.

83

00:06:24,120 --> 00:06:28,600

Près de la planète, il vit quatre points de lumière qui changeaient

84

00:06:28,720 --> 00:06:32,960

de position dans le ciel nuit après nuit en suivant Jupiter.

85

00:06:33,040 --> 00:06:37,920

C'était le lent ballet cosmique des satellites orbitant la planète.

86

00:06:37,960 --> 00:06:40,760

Ces quatre points de lumière seraient un jour connus sous le nom

87

00:06:40,840 --> 00:06:43,600

des satellites galiléens de Jupiter.

88

00:06:43,720 --> 00:06:46,240

Quoi d'autre Galilée a-t-il découvert?

89

00:06:46,320 --> 00:06:48,400

Les phases de Vénus!

90

00:06:48,560 --> 00:06:51,920

Tout comme la Lune, Vénus grossit et rapetisse du croissant

91

00:06:51,960 --> 00:06:54,200

jusqu'à un disque avant de recommencer.

92

00:06:54,280 --> 00:06:58,600

D'étranges structures de chaque côté de Saturne.

93

00:06:58,720 --> 00:07:01,160

Des taches foncées sur la surface du Soleil.

94

00:07:01,280 --> 00:07:03,440

Et, bien sûr, des étoiles.

95

00:07:03,560 --> 00:07:06,400

Des milliers d'étoiles, peut-être même des millions.

96

00:07:06,520 --> 00:07:09,320

Chacune trop faible pour être vue à l'oeil nu.

97

00:07:09,440 --> 00:07:13,920

C'était comme si l'humanité avait soudainement enlevé le bandeau qui lui couvrait les yeux.

98

00:07:13,960 --> 00:07:18,000

Il y avait un Univers entier à découvrir là-haut.

99

00:07:23,440 --> 00:07:27,760

Les nouvelles de ces observations se sont répandues à travers l'Europe comme une trainée de poudre.

100

00:07:27,880 --> 00:07:32,080

À Prague, à la cour de l'Empereur Rudolph II, Johannes Kepler

101

00:07:32,200 --> 00:07:34,800

améliora le modèle de cet instrument.

102

00:07:34,880 --> 00:07:38,840

À Anvers, le cartographe hollandais Michael van Langren dessina

103

00:07:38,960 --> 00:07:41,920

les premières cartes fiables de la Lune, montrant ce qu'il croyait être

104

00:07:41,960 --> 00:07:44,400

des continents et des océans.

105

00:07:44,560 --> 00:07:49,680

Et Johannes Hevelius, un riche brasseur de bière en Pologne, construisit d'énormes

106

00:07:49,760 --> 00:07:53,200

lunettes astronomiques pour son observatoire de Danzing.

107

00:07:53,280 --> 00:07:57,880

Cet observatoire était tellement vaste qu'il recouvrait trois toits de maison!

108

00:07:59,200 --> 00:08:02,240

Mais les meilleurs instruments de l'époque furent probablement construits

109

00:08:02,320 --> 00:08:05,360

par Christiaan Huygens des Pays-Bas.

110

00:08:05,440 --> 00:08:11,080

En 1655, Huygens découvrit Titan, le plus grand satellite de Saturne.

111

00:08:11,160 --> 00:08:15,160

Quelques années plus tard, ses observations révélèrent le système d'anneaux de Saturne

112

00:08:15,240 --> 00:08:20,320

ce que Galilée n'avait jamais compris.

113

00:08:20,400 --> 00:08:24,640

Et finalement, Huygens vit des marques sombres et de brillantes

114

00:08:24,720 --> 00:08:27,360

calottes polaires sur Mars.

115

00:08:27,440 --> 00:08:31,080

Pourrait-il y avoir de la vie sur ce monde éloigné et étrange?

116

00:08:31,160 --> 00:08:35,240

Cette question préoccupe encore les astronomes aujourd'hui.

117

00:08:35,920 --> 00:08:39,520

Les télescopes les plus anciens étaient tous des lunettes astronomiques, encore appelés télescopes réfracteurs qui utilisaient

118

00:08:39,600 --> 00:08:42,680

des lentilles pour capter et concentrer la lumière des étoiles.

119

00:08:42,760 --> 00:08:45,440

Plus tard, les lentilles ont été remplacées par des miroirs.

120

00:08:45,560 --> 00:08:49,080

Le premier télescope réflecteur fut construit par Niccolò Zucchi

121

00:08:49,160 --> 00:08:52,000

et par la suite amélioré par Isaac Newton.

122

00:08:52,080 --> 00:08:55,760

Vers la fin du 18ème siècle, les miroirs les plus grands dans le monde

123

00:08:55,840 --> 00:08:59,600

étaient moulés par William Herschel, un organiste devenu astronome

124

00:08:59,680 --> 00:09:02,520



qui travaillait avec sa soeur Caroline.

125

00:09:02,600 --> 00:09:06,200

Dans leur maison à Bath, en Angleterre, les Herschel vidaient du métal

126

00:09:06,280 --> 00:09:09,880

brûlant dans des moules et quand le tout avait refroidi

127

00:09:09,960 --> 00:09:15,440

ils polissaient la surface jusqu'à ce qu'elle reflète la lumière des étoiles.

128

00:09:15,560 --> 00:09:20,320

Durant toute sa vie, Herschel a construit plus de 400 télescopes.

129

00:09:24,520 --> 00:09:28,360

Le plus grand était si large qu'il avait besoin de quatre serviteurs

130

00:09:28,440 --> 00:09:31,600

pour actionner les différentes cordes, roues et poulies qui étaient

131

00:09:31,680 --> 00:09:36,000

nécessaires pour suivre le mouvement des étoiles dans le ciel,

132

00:09:36,080 --> 00:09:39,440

phénomène causé par la rotation de la Terre.

133

00:09:39,560 --> 00:09:43,080

Désormais Herschel était devenu un explorateur. Il examinait le ciel et

134

00:09:43,160 --> 00:09:46,720

cataloguait des centaines de nouvelles nébuleuses et étoiles binaires.

135

00:09:46,800 --> 00:09:50,280

Il a aussi découvert que la Voie Lactée est un disque plat.

136

00:09:50,360 --> 00:09:54,120

Et il a même mesuré le mouvement du système solaire dans ce disque

137

00:09:54,200 --> 00:09:58,840

en observant les mouvements relatifs des étoiles et des planètes.

138

00:09:58,920 --> 00:10:06,360

Finalement le 13 mars 1781, il découvrit une nouvelle planète - Uranus.

139

00:10:06,440 --> 00:10:10,680

Il fallut attendre 200 ans avant que la sonde Voyager 2 de la NASA

140

00:10:10,760 --> 00:10:15,880

donne aux astronomes leur première image rapprochée de ce monde lointain.

141

00:10:16,800 --> 00:10:21,240

Dans la campagne riche et fertile du centre de l'Irlande, William Parsons

142

00:10:21,320 --> 00:10:26,560

le troisième comte de Rosse, construisit le plus grand télescope du 19<sup>ème</sup> siècle.

143

00:10:26,640 --> 00:10:30,560

Avec un miroir métallique de 1,8 mètre de large, ce télescope géant

144

00:10:30,640 --> 00:10:35,240

fut connu sous le nom du "Léviathan de Parsonstown".

145

00:10:35,320 --> 00:10:39,320

Lors des rares nuits dégagées et sans lune, le Comte s'assoyait à l'oculaire

146

00:10:39,440 --> 00:10:44,400

et navigait dans cette expédition à travers l'Univers.

147

00:10:45,280 --> 00:10:50,160

Vers la nébuleuse d'Orion, maintenant connue comme étant une pouponnière d'étoiles.

148

00:10:50,280 --> 00:10:55,920

Pour continuer vers la mystérieuse nébuleuse du Crabe, les vestiges d'une explosion de supernova.

149

00:10:55,960 --> 00:10:57,920

Et la nébuleuse du Tourbillon?

150

00:10:57,960 --> 00:11:02,560

Le comte de Rosse fut le premier à noter sa majestueuse forme en spirales.

151

00:11:02,640 --> 00:11:08,400

Une galaxie comme la nôtre, avec un système complexe de nuages sombres de poussière et de gaz brillant

152

00:11:08,520 --> 00:11:12,400

des milliards d'étoiles, et qui sait

153

00:11:12,520 --> 00:11:16,560

peut-être même des planètes comme la Terre.

154

00:11:18,920 --> 00:11:24,920

Le télescope était devenu notre vaisseau pour explorer l'Univers.

155

00:11:29,720 --> 00:11:34,080

## 2. Plus grand, c'est mieux

156

00:11:36,080 --> 00:11:38,480

La nuit, vos yeux s'adaptent à l'obscurité.

157

00:11:38,560 --> 00:11:42,640

Vos pupilles s'agrandissent afin de laisser entrer plus de lumière dans vos yeux.

158

00:11:42,720 --> 00:11:47,880

Ce qui fait que vous pouvez voir des objets et des étoiles moins lumineuses.

159

00:11:47,960 --> 00:11:51,720

Maintenant, imaginez que vous ayez des pupilles larges d'un mètre.

160

00:11:51,800 --> 00:11:55,960

Vous auriez l'air plutôt étrange mais vous auriez une vision surhumaine!

161

00:11:56,000 --> 00:11:59,400

Et c'est exactement ce que les lunettes astronomiques et les télescopes font pour vous.

162

00:12:01,880 --> 00:12:04,640

Ces instruments sont comme des entonnoirs.

163

00:12:04,720 --> 00:12:10,240

La lentille ou le miroir principal capte la lumière des étoiles et la concentre vers votre oeil.

164

00:12:13,080 --> 00:12:17,800

Plus la lentille ou le miroir est large, plus vous pouvez voir des objets très peu brillants.

165

00:12:17,880 --> 00:12:20,720

Ainsi, la grandeur du miroir ou de la lentille est très importante.

166

00:12:20,800 --> 00:12:23,400

Alors, quel est le plus gros instrument que l'on puisse construire?

167

00:12:23,480 --> 00:12:26,400

En fait, pas très gros si c'est une lentille astronomique.

168

00:12:29,480 --> 00:12:32,720

La lumière des étoiles doit passer à travers la lentille principale.

169

00:12:32,800 --> 00:12:36,080

Donc vous ne pouvez la supporter que par ses côtés.

170

00:12:36,160 --> 00:12:41,880

Si vous construisez une lentille trop grande et qu'elle devient trop lourde, elle va se

déformer sous son propre poids.

171

00:12:41,960 --> 00:12:45,640

Ce qui rendrait l'image floue.

172

00:12:47,400 --> 00:12:54,320

La plus grande lunette astronomique de l'histoire a été terminée en 1897, à l'observatoire de Yerkes, près de Chicago.

173

00:12:54,400 --> 00:12:57,480

Sa lentille principale faisait un peu plus d'un mètre de large.

174

00:12:57,560 --> 00:13:02,080

Mais son tube avait une longueur impressionnante de 18 mètres.

175

00:13:02,160 --> 00:13:08,720

Avec Yerkes, les limites supérieures pour les lunettes astronomiques avaient été atteintes.

176

00:13:08,800 --> 00:13:10,880

Vous voulez des instruments plus grands?

177

00:13:10,960 --> 00:13:12,800

Pensez aux miroirs.

178

00:13:17,080 --> 00:13:23,080

Dans un télescope réflecteur, la lumière est réfléchi sur le miroir au lieu de passer à travers une lentille.

179

00:13:23,160 --> 00:13:29,400

Cela signifie qu'il est possible de faire un miroir beaucoup plus mince qu'une lentille et de le supporter par derrière.

180

00:13:29,480 --> 00:13:34,640

Vous pouvez donc construire des miroirs qui sont beaucoup plus grands que des lentilles.

181

00:13:35,640 --> 00:13:39,720

Les grands miroirs sont apparus en Californie il y a un siècle.

182

00:13:39,800 --> 00:13:44,880

À cette époque, le Mont Wilson était un pic éloigné dans les régions sauvages des montagnes San Gabriel.

183

00:13:44,960 --> 00:13:49,080

Le ciel était dégagé et les nuits étaient noires.

184

00:13:49,160 --> 00:13:53,640

Ici, George Ellery Hale a construit un télescope de 1,5 mètre en premier.

185

00:13:53,720 --> 00:13:58,400

Il était plus petit que le Léviathan du Comte Rosse, mais de bien meilleure qualité.

186

00:13:58,480 --> 00:14:02,160

Et à un meilleur emplacement.

187

00:14:02,240 --> 00:14:07,640

Hale réussit à convaincre John Hooker, un homme d'affaires de la région, à financer un instrument de 2,5 mètres.

188

00:14:07,720 --> 00:14:12,560

Des tonnes de verre et d'acier riveté furent remorquées jusqu'en haut du Mont Wilson.

189

00:14:12,640 --> 00:14:16,000

La construction du télescope Hooker fut terminée en 1917.

190

00:14:16,080 --> 00:14:20,240

Il restera le plus grand télescope au monde pendant 30 ans.

191

00:14:20,320 --> 00:14:25,400

Une grosse pièce d'artillerie cosmique, prête à attaquer l'Univers!

192

00:14:28,480 --> 00:14:31,080

Et l'attaque fut belle!

193

00:14:31,160 --> 00:14:34,240

Avec la grandeur incroyable de ce télescope sont venus

194

00:14:34,280 --> 00:14:37,240

des changements majeurs dans la façon dont les images étaient vues.

195

00:14:37,280 --> 00:14:40,800

Les astronomes n'avaient plus à regarder à travers l'oculaire de ce nouveau géant.

196

00:14:40,880 --> 00:14:45,960

À la place, la lumière était captée sur des plaques photographiques pendant des heures.

197

00:14:46,000 --> 00:14:50,800

Jamais personne n'avait réussi à voir si loin dans le cosmos.

198

00:14:50,880 --> 00:14:55,160

Des nébuleuses spirales regorgeaient d'étoiles individuelles.

199

00:14:55,240 --> 00:14:59,560

Se pourrait-il qu'elles soient des systèmes stellaires comme notre propre Voie Lactée?

200

00:14:59,640 --> 00:15:03,800

Dans la nébuleuse d'Andromède, Edwin Hubble découvrit un type d'étoile particulier

201

00:15:03,880 --> 00:15:07,400

qui varie en luminosité avec une précision de métronome.

202

00:15:07,480 --> 00:15:11,720

À partir de ses observations, Hubble fut capable d'estimer la distance à Andromède:

203

00:15:11,800 --> 00:15:15,960

presque un million d'années-lumière.

204

00:15:16,080 --> 00:15:22,720

Les nébuleuses spirales, comme Andromède, étaient clairement des galaxies entières.

205

00:15:24,480 --> 00:15:27,320

Mais ce n'était pas la seule découverte incroyable.

206

00:15:27,400 --> 00:15:32,000

La plupart de ces galaxies s'éloignent de la Voie Lactée.

207

00:15:32,080 --> 00:15:37,640

Au Mont Wilson, Hubble découvrit que les galaxies peu éloignées s'éloignaient à petites vitesses,

208

00:15:37,640 --> 00:15:42,480

alors que les galaxies les plus éloignées s'éloignaient de nous beaucoup plus rapidement.

209

00:15:42,560 --> 00:15:43,720

La conclusion?

210

00:15:43,800 --> 00:15:46,560

L'Univers est en expansion.

211

00:15:46,640 --> 00:15:53,400

Le télescope Hooker venait de donner aux scientifiques la découverte astronomique la plus importante du 20ème siècle.

212

00:15:56,080 --> 00:16:00,640

Grâce au télescope, nous avons réussi à retracer l'histoire de notre Univers.

213

00:16:00,720 --> 00:16:04,880

Il y a un peu moins de 14 milliards d'années, l'Univers est né

214

00:16:04,960 --> 00:16:09,240

dans une explosion gigantesque du temps et de l'espace, de la matière et de l'énergie, appelée

215

00:16:09,280 --> 00:16:11,560

le Big Bang.

216

00:16:11,640 --> 00:16:17,480

Des petites ondulations quantiques se sont développés en régions plus denses dans cette infusion primordiale.

217

00:16:17,560 --> 00:16:20,160

À partir de celles-ci, les galaxies se sont condensées.

218

00:16:20,240 --> 00:16:23,800

Avec une variété impressionnante de formes et de grosseurs.

219

00:16:26,560 --> 00:16:30,400

La fusion nucléaire au coeur des étoiles a produit de nouveaux atomes.

220

00:16:30,480 --> 00:16:34,880

Le carbone, l'oxygène, le fer, l'or.

221

00:16:34,960 --> 00:16:39,640

Les explosions de supernovas ont retourné ces éléments lourds dans l'espace.

222

00:16:39,720 --> 00:16:43,080

La matière brute pour la formation de nouvelles étoiles.

223

00:16:43,160 --> 00:16:44,800

Et des planètes!

224

00:16:46,880 --> 00:16:54,880

Un jour, quelque part, d'une façon quelconque, des molécules organiques simples ont évolué en organismes vivants.

225

00:16:54,960 --> 00:17:00,560

La vie est un miracle dans un Univers en constante évolution.

226

00:17:00,640 --> 00:17:02,880

Nous sommes faits de poussières d'étoiles.

227

00:17:02,960 --> 00:17:07,000

C'est une vision incroyable et une histoire merveilleuse.

228

00:17:07,080 --> 00:17:11,160

Qui nous ont été livrées par les observations astronomiques.

229

00:17:11,240 --> 00:17:15,640

Imaginez: sans les télescopes, nous ne connaîtrions que six planètes

230

00:17:15,720 --> 00:17:18,160

une lune et quelques milliers d'étoiles.

231

00:17:18,240 --> 00:17:22,400

L'astronomie serait encore dans son enfance.

232

00:17:23,640 --> 00:17:27,480

Comme des trésors cachés, les confins de l'Univers ont interpellé

233

00:17:27,560 --> 00:17:30,000

les aventuriers de tous les temps.

234

00:17:30,080 --> 00:17:35,480

Les princes et les dirigeants, politiciens ou industriels, ainsi que les hommes de science

235

00:17:35,560 --> 00:17:40,240

ont senti l'attraction des régions inexplorées, et dans leur quête

236

00:17:40,280 --> 00:17:45,400

de meilleurs instruments, la sphère des explorations s'est rapidement élargie.

237

00:17:59,800 --> 00:18:02,640

George Ellery Hale avait un dernier rêve:

238

00:18:02,720 --> 00:18:06,960

construire un télescope deux fois plus grand que celui qui détenait déjà le record.

239

00:18:07,000 --> 00:18:10,880

Voici la légende de l'astronomie du 20ème siècle.

240

00:18:10,960 --> 00:18:15,880

Le télescope Hale de cinq mètres, au Mont Palomar.

241

00:18:15,960 --> 00:18:20,560

Plus de cinq cents tonnes de parties mobiles, balancées de façon tellement précise

242

00:18:20,640 --> 00:18:24,640

que son mouvement est aussi gracieux qu'une ballerine.

243

00:18:24,720 --> 00:18:30,240

Son miroir de 40 tonnes permet de voir des étoiles 40 millions de fois moins brillantes que celles visibles à l'oeil nu.

244

00:18:30,280 --> 00:18:35,240

Complété en 1948, le télescope Hale nous a livré des images inégalées des planètes

245

00:18:35,280 --> 00:18:38,800

d'amas d'étoiles, de nébuleuses et de galaxies.

246



00:18:41,080 --> 00:18:44,960  
La géante Jupiter, avec ses nombreux satellites.

247  
00:18:45,080 --> 00:18:49,080  
La flamboyante nébuleuse de la Flamme.

248  
00:18:49,160 --> 00:18:54,240  
Des filaments de gaz dans la nébuleuse d'Orion.

249  
00:18:59,880 --> 00:19:02,080  
Mais nous était-il possible de viser encore plus grand?

250  
00:19:02,160 --> 00:19:06,240  
Eh bien, les astronomes soviétiques ont essayé vers la fin des années 1970.

251  
00:19:06,280 --> 00:19:10,640  
Perché dans les montagnes Caucase, le grand télescope azimutal de Zelenchouck a été construit

252  
00:19:10,720 --> 00:19:14,880  
avec un miroir de six mètres de diamètre.

253  
00:19:14,960 --> 00:19:17,640  
Mais il n'a jamais complètement répondu aux attentes.

254  
00:19:17,720 --> 00:19:21,720  
Il était simplement trop gros, trop cher et trop difficile à opérer.

255  
00:19:21,800 --> 00:19:24,960  
Alors est-ce que les constructeurs de télescope ont abandonné la partie?

256  
00:19:25,080 --> 00:19:28,480  
Ont-ils eu à abandonner leurs rêves d'instruments encore plus grands?

257  
00:19:28,560 --> 00:19:31,960  
Est-ce que l'histoire des télescopes avait atteint une fin prématurée?

258  
00:19:32,080 --> 00:19:33,400  
Bien sûr que non.

259  
00:19:33,480 --> 00:19:36,480  
Aujourd'hui, nous avons des télescopes fonctionnels de 10 mètres de large.

260  
00:19:36,560 --> 00:19:39,160  
Et des gens travaillent sur des projets encore plus gros.

261  
00:19:39,240 --> 00:19:40,720  
Quelle a été la solution?

262

00:19:40,800 --> 00:19:42,640

Les nouvelles technologies.

263

00:19:44,000 --> 00:19:48,760

3. La technologie à la rescousse

264

00:19:48,960 --> 00:19:52,800

Tout comme les voitures modernes ne ressemblent plus au modèle T de Ford

265

00:19:52,880 --> 00:19:56,280

les télescopes d'aujourd'hui sont radicalement différents de leur prédécesseurs

266

00:19:56,360 --> 00:19:58,680

comme le télescope Hale de 5 mètres.

267

00:19:58,760 --> 00:20:01,880

Premièrement, leurs montures sont beaucoup plus petites.

268

00:20:01,960 --> 00:20:05,840

La monture classique est une monture équatoriale, où un des axes de rotation

269

00:20:05,920 --> 00:20:09,720

est toujours parallèle à l'axe de rotation de la Terre.

270

00:20:09,800 --> 00:20:13,480

Pour pouvoir suivre le mouvement du ciel, le télescope avait simplement

271

00:20:13,560 --> 00:20:18,200

à tourner autour de cet axe à la même vitesse que la Terre dans sa rotation.

272

00:20:18,280 --> 00:20:21,160

Facile, mais cela prend beaucoup de place.

273

00:20:21,240 --> 00:20:26,040

La monture moderne, altazimutale, est beaucoup plus compacte.

274

00:20:26,080 --> 00:20:30,440

Avec une monture de ce type, le télescope est pointé un peu comme un canon.

275

00:20:30,480 --> 00:20:35,240

Vous choisissez la direction et la hauteur, et c'est parti.

276

00:20:35,320 --> 00:20:38,640

Le problème est alors de suivre le mouvement du ciel.

277

00:20:38,720 --> 00:20:44,240

Le télescope doit constamment tourner autour de deux axes, et ce à des vitesses qui varient.

278

00:20:44,320 --> 00:20:50,720

C'est devenu possible de le faire une fois que les télescopes ont commencé à être contrôlés par ordinateurs.

279

00:20:50,800 --> 00:20:52,840

Une monture plus petite coûte moins cher à construire.

280

00:20:52,920 --> 00:20:57,520

De plus, la structure peut entrer dans un dôme plus petit, ce qui réduit les coûts encore plus

281

00:20:57,600 --> 00:21:00,320

tout en améliorant la qualité des images.

282

00:21:00,400 --> 00:21:03,800

Prenons en exemple les télescopes jumeaux Keck à Hawaï.

283

00:21:03,880 --> 00:21:06,600

Bien que leurs miroirs de 10 mètres soient deux fois plus grand que le miroir

284

00:21:06,680 --> 00:21:10,440

du télescope Hale, ils rentrent dans des dômes plus petits

285

00:21:10,520 --> 00:21:13,240

que celui sur le Mont Palomar.

286

00:21:15,080 --> 00:21:17,440

Les miroirs des télescopes ont aussi évolué.

287

00:21:17,520 --> 00:21:19,120

Avant, ils étaient épais et lourds.

288

00:21:19,200 --> 00:21:21,840

Ils sont maintenant minces et légers.

289

00:21:21,920 --> 00:21:26,800

Les structures des miroirs de plusieurs mètres de large sont moulés dans des fours rotatifs géants.

290

00:21:26,880 --> 00:21:30,320

Et ils ont moins de 20 centimètres d'épaisseur.

291

00:21:30,400 --> 00:21:32,960

Une structure complexe de supports permet d'éviter que le miroir mince

292

00:21:33,080 --> 00:21:35,200  
ne se brise sous son propre poids.

293  
00:21:35,280 --> 00:21:39,120  
Des pistons contrôlés par ordinateurs permettent aussi au miroir de conserver

294  
00:21:39,200 --> 00:21:40,840  
sa forme parfaite.

295  
00:21:43,400 --> 00:21:45,520  
Ce système s'appelle l'optique active.

296  
00:21:45,600 --> 00:21:49,840  
L'idée est de compenser et de corriger les déformations du miroir principal

297  
00:21:49,920 --> 00:21:54,560  
qui seraient causées par la gravité, le vent ou les changements de température.

298  
00:21:54,640 --> 00:21:58,240  
Un miroir mince est aussi beaucoup moins pesant.

299  
00:21:58,320 --> 00:22:01,440  
Cela signifie que toute la structure le supportant, incluant la monture

300  
00:22:01,560 --> 00:22:03,440  
peut être plus simple et légère.

301  
00:22:03,520 --> 00:22:05,560  
Et moins chère!

302  
00:22:05,640 --> 00:22:08,360  
Voici le New Technology Telescope (télescope des nouvelles technologies), de 3,6 mètres,

303  
00:22:08,440 --> 00:22:11,760  
construit par les astronomes européens vers la fin des années 1980.

304  
00:22:11,840 --> 00:22:14,840  
Il a servi de banc de test pour plusieurs nouvelles technologies

305  
00:22:14,920 --> 00:22:16,120  
dans la construction de télescopes.

306  
00:22:16,200 --> 00:22:20,960  
Même son dôme n'avait rien en commun avec les dômes traditionnels.

307  
00:22:21,080 --> 00:22:24,240  
Le New Technology Telescope a été un franc succès.

308

00:22:24,320 --> 00:22:27,280

Il était donc temps de franchir la limite des six mètres.

309

00:22:27,600 --> 00:22:31,400

Les observatoires de Mauna Kea reposent sur un des sites les plus élevés dans le Pacifique

310

00:22:31,480 --> 00:22:34,960

4200 mètres au-dessus du niveau de la mer.

311

00:22:36,960 --> 00:22:41,120

Sur les plages d'Hawaii, les touristes profitent du soleil et des vagues.

312

00:22:41,200 --> 00:22:44,520

Mais beaucoup plus haut, les astronomes font face à des températures froides

313

00:22:44,600 --> 00:22:51,160

et au mal de l'altitude dans leur quête pour résoudre les mystères de l'Univers.

314

00:22:51,240 --> 00:22:54,120

Les télescopes Keck sont parmi les plus grands dans le monde.

315

00:22:54,200 --> 00:22:59,120

Leurs miroirs font 10 mètres de large et sont très minces.

316

00:22:59,200 --> 00:23:04,040

Assemblés comme des planchers de salles de bain, ils sont composés de 36 segments hexagonaux,

317

00:23:04,120 --> 00:23:07,480

chacun étant contrôlé avec une précision au nanomètre.

318

00:23:07,560 --> 00:23:11,200

Ce sont de vrais géants, dévoués à observer le ciel.

319

00:23:11,280 --> 00:23:14,120

Les cathédrales de la science.

320

00:23:14,200 --> 00:23:16,600

La nuit tombe sur Mauna Kea.

321

00:23:16,680 --> 00:23:21,720

Les télescopes Keck commencent à capter les images provenant des confins du cosmos.

322

00:23:21,800 --> 00:23:24,520

Leurs miroirs jumeaux s'unissent afin d'être plus larges

323

00:23:24,600 --> 00:23:27,440

que tous les télescopes précédents.

324

00:23:27,520 --> 00:23:30,360

Quelle sera la cible ce soir?

325

00:23:34,680 --> 00:23:39,520

Une paire de galaxies en collision, à des milliards d'années-lumière d'ici?

326

00:23:39,600 --> 00:23:45,320

Une étoile mourante, transformant son dernier souffle en une nébuleuse planétaire?

327

00:23:45,400 --> 00:23:51,040

Ou peut-être une planète extrasolaire qui pourrait abriter la vie?

328

00:23:51,120 --> 00:23:55,920

Sur Cerro Paranal dans le désert chilien d'Atacama- la région la plus sèche sur Terre -

329

00:23:55,960 --> 00:24:00,040

nous retrouvons la plus grande machine astronomique jamais construite.

330

00:24:00,120 --> 00:24:03,560

le télescope européen Very Large Telescope (télescope très grand).

331

00:24:16,200 --> 00:24:19,520

Le VLT est réellement quatre télescopes en un.

332

00:24:19,600 --> 00:24:22,760

Chacun ayant un miroir de 8,2 mètres.

333

00:24:22,840 --> 00:24:24,120

Antu.

334

00:24:24,200 --> 00:24:25,240

Kueyen.

335

00:24:25,320 --> 00:24:26,320

Melipal.

336

00:24:26,400 --> 00:24:27,760

Yepun.

337

00:24:27,840 --> 00:24:33,440

Les noms d'origine autochtone Mapuche pour le Soleil, la Lune, la Croix du Sud et Vénus.

338

00:24:33,520 --> 00:24:37,800

Les miroirs géants ont été moulés en Allemagne, polis en France, envoyés au Chili

339

00:24:37,880 --> 00:24:41,240  
puis tranquillement transportés dans le désert.

340  
00:24:41,320 --> 00:24:44,960  
Au coucher du soleil, les dômes d'ouvrent.

341  
00:24:45,040 --> 00:24:48,560  
La lumière des étoiles se répand sur les miroirs du VLT.

342  
00:24:49,280 --> 00:24:52,080  
De nouvelles découvertes sont faites.

343  
00:24:55,920 --> 00:24:58,160  
Un laser transperce le ciel étoilé.

344  
00:24:58,240 --> 00:25:00,680  
Il projette une étoile artificielle dans notre atmosphère

345  
00:25:00,760 --> 00:25:03,840  
à 90 kilomètres au-dessus de nos têtes.

346  
00:25:03,920 --> 00:25:06,920  
Des détecteurs de fronts d'onde mesurent comment l'image de l'étoile est déformée

347  
00:25:06,960 --> 00:25:09,120  
par la turbulence de notre atmosphère.

348  
00:25:09,200 --> 00:25:12,960  
Puis, des ordinateurs rapides disent à un miroir flexible comment il doit

349  
00:25:13,040 --> 00:25:15,800  
se déformer afin de corriger cette distorsion.

350  
00:25:15,880 --> 00:25:18,960  
En fait, il enlève le scintillement des étoiles.

351  
00:25:19,040 --> 00:25:22,600  
Ceci s'appelle l'optique adaptative et c'est un tour de magie impressionnant

352  
00:25:22,680 --> 00:25:24,320  
de l'astronomie moderne.

353  
00:25:24,400 --> 00:25:28,840  
Sans cela, notre vue de l'Univers serait toujours floue à cause de notre atmosphère.

354  
00:25:28,920 --> 00:25:32,880  
Mais avec l'optique adaptative, nos images sont extrêmement nettes.

355

00:25:35,480 --> 00:25:39,480

L'autre pièce de magie optique s'appelle l'interférométrie.

356

00:25:39,560 --> 00:25:43,360

L'idée est de prendre la lumière provenant de deux télescopes et de

357

00:25:43,440 --> 00:25:46,640

l'amener au même point, tout en préservant

358

00:25:46,720 --> 00:25:49,320

les déphasages entre les ondes de lumière.

359

00:25:49,400 --> 00:25:53,160

Si cela est fait avec assez de précision, les deux télescopes

360

00:25:53,240 --> 00:25:56,600

agissent comme s'ils étaient un seul grand miroir

361

00:25:56,680 --> 00:25:59,920

aussi large que la distance entre eux.

362

00:25:59,960 --> 00:26:04,040

En pratique, l'interférométrie donne au télescope une vision d'aigle.

363

00:26:04,120 --> 00:26:07,600

Elle permet aux télescopes plus petits de révéler des niveaux de détails

364

00:26:07,680 --> 00:26:12,440

qui seraient normalement visibles seulement avec un télescope beaucoup plus grand.

365

00:26:12,520 --> 00:26:15,600

Les télescopes jumeaux Keck sur le Mauna Kea travaillent régulièrement ensemble

366

00:26:15,680 --> 00:26:17,520

en tant qu'interféromètre.

367

00:26:17,600 --> 00:26:21,440

Dans le cas du VLT, les quatre télescopes peuvent travailler ensemble.

368

00:26:21,520 --> 00:26:24,760

De plus, plusieurs petits télescopes auxiliaires peuvent aussi

369

00:26:24,840 --> 00:26:28,880

se joindre à eux afin de rendre la vue encore plus nette.

370

00:26:29,840 --> 00:26:33,400

Plusieurs autres grands télescopes se retrouvent partout sur le globe.



371

00:26:33,480 --> 00:26:37,480

Subaru et Gemini Nord sur le Mauna Kea.

372

00:26:37,560 --> 00:26:42,240

Gemini Sud et les télescopes Magellan au Chili.

373

00:26:42,320 --> 00:26:46,280

Le Large Binocular Telescope en Arizona.

374

00:26:48,200 --> 00:26:50,800

Ils sont construits aux meilleurs endroits possibles.

375

00:26:50,840 --> 00:26:53,720

En altitude et sans humidité, avec un ciel dégagé et noir.

376

00:26:53,840 --> 00:26:56,640

Leurs yeux sont aussi grands que de grandes piscines.

377

00:26:56,760 --> 00:27:00,400

Tous équipés d'optique adaptative afin d'annuler

378

00:27:00,440 --> 00:27:02,080

les effets déformants de notre atmosphère.

379

00:27:02,200 --> 00:27:05,960

Et parfois ils peuvent avoir la résolution d'un géant virtuel

380

00:27:06,040 --> 00:27:08,640

grâce à l'interférométrie.

381

00:27:09,680 --> 00:27:11,800

Voici ce qu'ils nous ont montré.

382

00:27:11,920 --> 00:27:13,400

Des planètes.

383

00:27:16,600 --> 00:27:18,240

Des nébuleuses.

384

00:27:19,360 --> 00:27:23,960

Les grandeurs réelles - et les formes écrasées - de quelques étoiles.

385

00:27:23,960 --> 00:27:27,160

Une planète froide orbitant une naine brune.

386

00:27:27,200 --> 00:27:31,480

Et des étoiles géantes tourbillonnant autour du centre de notre galaxie la Voie Lactée,

387

00:27:31,600 --> 00:27:36,720

leurs mouvements dictés par la gravité d'un trou noir supermassif.

388

00:27:36,840 --> 00:27:40,400

Nous en avons parcouru du chemin depuis l'époque de Galilée.

389

00:27:40,000 --> 00:27:44,760

4. De l'argent au silicium

390

00:27:45,840 --> 00:27:49,000

Il y a 400 ans, quand Galilée voulait partager avec les autres ce qu'il

391

00:27:49,120 --> 00:27:53,000

voyait à travers sa lunette, il devait dessiner ses observations.

392

00:27:53,120 --> 00:27:56,240

La surface trouée de la Lune.

393

00:27:56,360 --> 00:28:00,400

La danse des satellites joviens.

394

00:28:00,520 --> 00:28:02,160

Les taches solaires.

395

00:28:02,280 --> 00:28:04,160

Où les étoiles dans Orion.

396

00:28:04,280 --> 00:28:06,720

Il prit ses dessins et les publia dans un petit livre

397

00:28:06,760 --> 00:28:08,400

Le Messenger Étoilé.

398

00:28:08,440 --> 00:28:10,800

C'était sa seule façon de partager ses découvertes

399

00:28:10,920 --> 00:28:12,400

avec les autres.

400

00:28:12,440 --> 00:28:16,640

Pendant plus de deux siècles, les astronomes devaient aussi être des artistes.

401

00:28:16,760 --> 00:28:19,000

En observant à travers les oculaires, ils faisaient des dessins détaillés

402

00:28:19,120 --> 00:28:20,960  
de ce qu'ils voyaient.

403  
00:28:21,040 --> 00:28:23,080  
Le paysage austère de la Lune.

404  
00:28:23,200 --> 00:28:25,960  
Une tempête dans l'atmosphère de Jupiter.

405  
00:28:26,040 --> 00:28:29,000  
Le voile délicat formé de gaz dans une nébuleuse lointaine.

406  
00:28:29,120 --> 00:28:32,320  
Et parfois, ils interprétaient trop ce qu'ils voyaient.

407  
00:28:32,440 --> 00:28:36,560  
Des détails linéaires sur la surface de Mars étaient considérés comme étant des canaux

408  
00:28:36,680 --> 00:28:39,880  
suggérant que de la vie civilisée existait à la surface de la planète rouge.

409  
00:28:39,960 --> 00:28:43,480  
Maintenant, nous savons que ces canaux étaient une illusion optique.

410  
00:28:43,600 --> 00:28:47,160  
Les astronomes avaient besoin de pouvoir enregistrer de façon objective

411  
00:28:47,280 --> 00:28:51,480  
la lumière que leurs instruments captaient sans que cette information passe

412  
00:28:51,520 --> 00:28:54,480  
par leur cerveau ni leur crayon.

413  
00:28:54,600 --> 00:28:57,400  
La solution était la photographie.

414  
00:28:58,760 --> 00:29:01,160  
Le premier daguerréotype de la Lune.

415  
00:29:01,200 --> 00:29:03,880  
Il a été fait en 1840 par Henry Draper.

416  
00:29:03,920 --> 00:29:07,240  
La photographie existait depuis moins de 15 ans, mais les astronomes

417  
00:29:07,360 --> 00:29:10,880  
avaient déjà compris ses possibilités révolutionnaires.

418

00:29:10,920 --> 00:29:13,080

Comment la photographie fonctionnait-elle?

419

00:29:13,120 --> 00:29:17,160

Eh bien, l'émulsion sensible d'une plaque photographique contient

420

00:29:17,280 --> 00:29:19,400

des petits grains d'halogénure d'argent. .

421

00:29:19,440 --> 00:29:22,160

Si on les expose à la lumière, ils deviennent foncés.

422

00:29:22,200 --> 00:29:24,800

Le résultat était donc une image négative du ciel

423

00:29:24,920 --> 00:29:28,080

avec des étoiles foncées sur un ciel blanc.

424

00:29:28,200 --> 00:29:31,560

Mais le véritable avantage était qu'une plaque photographique pouvait être

425

00:29:31,680 --> 00:29:33,960

exposée pendant plusieurs heures.

426

00:29:34,040 --> 00:29:36,720

Quand vous regardez le ciel la nuit

427

00:29:36,760 --> 00:29:39,640

et que vos yeux se sont adaptés à l'obscurité, vous ne voyez pas plus d'étoiles

428

00:29:39,680 --> 00:29:42,320

si vous regardez plus longtemps.

429

00:29:42,440 --> 00:29:45,240

Mais c'est exactement ce que la plaque photographique fait pour vous.

430

00:29:45,360 --> 00:29:48,480

Vous pouvez collecter et additionner la lumière pendant des heures.

431

00:29:48,600 --> 00:29:52,880

Donc un temps d'exposition plus long permet de voir plus d'étoiles.

432

00:29:52,920 --> 00:29:54,160

Et plus.

433

00:29:54,200 --> 00:29:55,240

Et plus.

434

00:29:55,360 --> 00:29:57,320

Et encore.

435

00:29:58,360 --> 00:30:02,000

Dans les années 1950, le télescope Schmidt de l'observatoire Palomar

436

00:30:02,120 --> 00:30:05,160

a été utilisé pour complètement photographier le ciel boréal.

437

00:30:05,280 --> 00:30:10,080

Près de 2000 plaques photographiques, chacune exposée pendant près d'une heure.

438

00:30:10,120 --> 00:30:12,960

Un coffre à trésors de découvertes.

439

00:30:12,960 --> 00:30:17,080

La photographie a changé l'observation astronomique en une vraie science.

440

00:30:17,200 --> 00:30:21,480

Objective, mesurable et reproductible.

441

00:30:21,600 --> 00:30:23,240

Mais l'argent des plaques photographiques prenait du temps.

442

00:30:23,280 --> 00:30:25,480

Il fallait être patient.

443

00:30:27,120 --> 00:30:29,880

La révolution numérique a tout changé.

444

00:30:29,920 --> 00:30:31,640

Le silicium a remplacé l'argent.

445

00:30:31,760 --> 00:30:34,480

Les pixels ont remplacé les grains.

446

00:30:36,360 --> 00:30:40,000

Même les appareils photo de tous les jours n'utilisent plus de films.

447

00:30:40,120 --> 00:30:43,560

À la place, les images sont enregistrées sur une puce sensible à la lumière:

448

00:30:43,600 --> 00:30:47,800

un détecteur à couplage de charge ou CCD (acronyme de charged coupled device).

449

00:30:47,920 --> 00:30:51,560

Les caméras CCD professionnelles sont extrêmement efficaces.

450

00:30:51,680 --> 00:30:54,640

Et pour les rendre encore plus sensibles à la lumière, il faut les refroidir

451

00:30:54,680 --> 00:30:57,960

avec de l'azote liquide jusqu'à une température bien en dessous du point de congélation de l'eau.

452

00:30:58,040 --> 00:31:00,720

Presque chaque photon est enregistré.

453

00:31:00,760 --> 00:31:05,640

Ce qui fait que les temps d'exposition peuvent être beaucoup moins longs.

454

00:31:05,760 --> 00:31:09,480

Ce que l'étude de relevé du ciel de l'observatoire Palomar réussissait à faire en une heure

455

00:31:09,600 --> 00:31:13,160

une caméra CCD pourrait maintenant l'effectuer en quelques minutes.

456

00:31:13,200 --> 00:31:15,560

Et en utilisant un télescope plus petit.

457

00:31:15,600 --> 00:31:18,080

La révolution du silicium n'est pas terminée.

458

00:31:18,200 --> 00:31:21,080

Les astronomes ont construit des caméras CCD énormes avec

459

00:31:21,200 --> 00:31:23,560

des centaines de millions de pixels.

460

00:31:23,600 --> 00:31:26,320

Et le meilleur est encore à venir.

461

00:31:28,120 --> 00:31:32,560

Le plus grand avantage des images numériques est qu'elles sont justement numériques.

462

00:31:32,600 --> 00:31:35,800

Elles sont prêtes à être analysées avec des ordinateurs.

463

00:31:35,840 --> 00:31:38,800

Les astronomes utilisent des logiciels spécialisés pour analyser leurs

464

00:31:38,840 --> 00:31:40,880

observations du ciel.

465

00:31:40,880 --> 00:31:45,080

En changeant le contraste, il est possible de découvrir les détails cachés

466

00:31:45,200 --> 00:31:47,640

des nébuleuses ou des galaxies.

467

00:31:47,760 --> 00:31:51,240

Le codage de couleurs permet de faire ressortir des structures qui

468

00:31:51,280 --> 00:31:53,640

autrement seraient difficiles à voir.

469

00:31:53,680 --> 00:31:57,880

De plus, en combinant plusieurs images du même objet,

470

00:31:57,920 --> 00:32:00,400

prises à travers différents filtres de couleurs, il est possible

471

00:32:00,520 --> 00:32:04,320

de créer des images si spectaculaires que la limite

472

00:32:04,440 --> 00:32:06,720

entre science et art devient difficile à définir.

473

00:32:06,840 --> 00:32:09,880

Vous aussi vous pouvez profiter de l'astronomie numérique.

474

00:32:09,960 --> 00:32:13,960

Il n'a jamais été aussi facile de dénicher et d'apprécier

475

00:32:13,960 --> 00:32:15,800

des images époustouflantes du cosmos.

476

00:32:15,920 --> 00:32:20,080

Les photos de l'Univers sont toujours disponibles à un clic de souris!

477

00:32:20,680 --> 00:32:24,160

Des télescopes robotiques, équipés avec des détecteurs électroniques,

478

00:32:24,280 --> 00:32:27,800

surveillent actuellement le ciel.

479

00:32:27,920 --> 00:32:30,880

Le télescope Sloan, au Nouveau-Mexique, a déjà photographié

480

00:32:30,960 --> 00:32:34,000

et catalogué plus de cent millions d'objets célestes

481

00:32:34,120 --> 00:32:38,160

et mesuré les distances à un million de galaxies, et même découvert

482

00:32:38,280 --> 00:32:41,480

cent mille nouveaux quasars.

483

00:32:41,520 --> 00:32:44,000

Mais une étude de relevé du ciel n'est pas assez.

484

00:32:44,120 --> 00:32:47,400

L'Univers est constamment en changement.

485

00:32:47,520 --> 00:32:51,240

Des comètes de glaces et de poussières viennent et repartent, laissant derrière elles

486

00:32:51,280 --> 00:32:53,640

des débris dispersés.

487

00:32:53,760 --> 00:32:56,720

Des astéroïdes se déplacent rapidement.

488

00:32:56,840 --> 00:33:00,560

Des exoplanètes lointaines orbitent autour de leurs étoiles en bloquant

489

00:33:00,680 --> 00:33:02,880

temporairement la lumière de cette étoile.

490

00:33:02,960 --> 00:33:08,800

Des supernovas explosent, pendant qu'ailleurs de nouvelles étoiles naissent.

491

00:33:08,840 --> 00:33:17,960

Des pulsars rayonnent, des sursauts gamma détonnent des trous noirs se forment.

492

00:33:18,040 --> 00:33:21,720

Pour bien suivre ces événements majeurs de la Nature, les astronomes

493

00:33:21,840 --> 00:33:25,240

voudraient photographier le ciel entier à chaque année.

494

00:33:25,360 --> 00:33:26,840

Ou à chaque mois.

495

00:33:26,920 --> 00:33:28,640

Ou bien deux fois par semaine.

496



00:33:28,680 --> 00:33:33,800

Du moins, c'est le but ambitieux du télescope Large Synoptic Survey.

497

00:33:33,920 --> 00:33:39,400

Prévu pour être fonctionnel en 2015, ce télescope avec sa caméra de trois gigapixels ouvrira

498

00:33:39,440 --> 00:33:42,080

une fenêtre en direct sur l'Univers.

499

00:33:42,200 --> 00:33:45,960

Les rêves des astronomes seraient plus qu'exaucés

500

00:33:46,040 --> 00:33:51,080

Ce télescope pourra photographier pratiquement tout le ciel toutes les trois nuits.

501

00:33:56,000 --> 00:34:00,760

5. Voir l'invisible

502

00:34:02,360 --> 00:34:05,080

Quand vous écoutez votre musique préférée, vos oreilles captent

503

00:34:05,160 --> 00:34:08,800

une étendue assez large de fréquences, des grondements profonds de la basse

504

00:34:08,920 --> 00:34:12,120

jusqu'aux vibrations les plus aiguës.

505

00:34:12,200 --> 00:34:14,960

Maintenant imaginez que vos oreilles soient sensibles seulement à un

506

00:34:15,360 --> 00:34:16,920

intervalle limité de fréquences.

507

00:34:16,960 --> 00:34:19,520

Il vous manquerait beaucoup de belles choses!

508

00:34:19,600 --> 00:34:23,000

C'est essentiellement la situation dans laquelle les astronomes se trouvent.

509

00:34:23,080 --> 00:34:26,160

Nos yeux sont seulement sensibles à une bande très étroite

510

00:34:26,240 --> 00:34:29,000

des fréquences de lumière: la lumière visible.

511

00:34:29,080 --> 00:34:31,560

Mais nous sommes complètement aveugles à toutes les autres formes

512

00:34:31,640 --> 00:34:33,600

de rayonnement électromagnétique.

513

00:34:33,680 --> 00:34:36,640

Pourtant, plusieurs objets dans l'Univers émettent

514

00:34:36,720 --> 00:34:39,960

des rayonnements dans les autres régions du spectre électromagnétique.

515

00:34:40,040 --> 00:34:43,760

Par exemple, dans les années 1930, il fut découvert par accident

516

00:34:43,840 --> 00:34:47,240

que des ondes radio nous arrivaient des profondeurs de l'espace.

517

00:34:47,320 --> 00:34:49,960

Certaines de ces ondes ont les mêmes fréquences que

518

00:34:50,040 --> 00:34:53,160

votre station de radio préférée, mais elles sont plus faibles et bien sûr

519

00:34:53,240 --> 00:34:55,280

il n'y a rien à écouter.

520

00:34:56,520 --> 00:34:59,960

Pour se "brancher" sur la radio Univers, il faut une sorte

521

00:35:00,040 --> 00:35:02,560

de récepteur: un radiotélescope.

522

00:35:02,680 --> 00:35:06,960

Pour toutes les longueurs d'onde, sauf les plus longues, un radiotélescope est simplement une antenne.

523

00:35:07,040 --> 00:35:10,080

Un peu comme le miroir principal d'un télescope optique.

524

00:35:10,200 --> 00:35:14,400

Mais comme les ondes radio sont beaucoup plus longues que les ondes de lumière visible

525

00:35:14,440 --> 00:35:17,240

la surface de l'antenne n'a pas à être aussi lisse

526

00:35:17,360 --> 00:35:19,000

que la surface d'un miroir.

527

00:35:19,120 --> 00:35:21,640

Et c'est la raison pourquoi il est beaucoup plus facile de construire

528

00:35:21,680 --> 00:35:26,800

un énorme radiotélescope que de construire un grand télescope optique.

529

00:35:26,840 --> 00:35:30,960

Aussi, il est beaucoup plus facile de faire de l'interférométrie avec les longueurs d'onde radio.

530

00:35:30,960 --> 00:35:34,080

Ce qui consiste à augmenter le niveau de détails visibles

531

00:35:34,120 --> 00:35:37,960

en combinant la lumière de deux télescopes séparés, comme s'ils

532

00:35:38,040 --> 00:35:41,560

faisaient partie de la même antenne géante.

533

00:35:41,600 --> 00:35:44,640

Par exemple, le Very Large Array au Nouveau-Mexique consiste en

534

00:35:44,680 --> 00:35:49,720

27 antennes séparées, chacune mesurant 25 mètres de large.

535

00:35:49,760 --> 00:35:52,960

Chaque antenne peut être bougée indépendamment, et dans

536

00:35:53,040 --> 00:35:56,400

sa configuration la plus étendue, le réseau d'antennes crée une

537

00:35:56,520 --> 00:36:00,800

antenne virtuelle de 36 kilomètres de large.

538

00:36:00,920 --> 00:36:03,560

Alors à quoi ressemble l'Univers en ondes radio?

539

00:36:03,680 --> 00:36:08,000

Eh bien, pour commencer, notre Soleil brille très fortement dans les longueurs d'onde radio.

540

00:36:08,120 --> 00:36:10,720

Ainsi que le centre de notre Galaxie la Voie Lactée.

541

00:36:10,760 --> 00:36:12,400

Mais il y a plus.

542

00:36:12,520 --> 00:36:16,480

Les pulsars sont des cadavres stellaires très denses qui émettent des ondes radio

543

00:36:16,520 --> 00:36:18,640

seulement dans un faisceau très étroit.

544

00:36:18,680 --> 00:36:21,800

En plus, ils font plusieurs centaines de

545

00:36:21,840 --> 00:36:23,720

tours par seconde.

546

00:36:23,760 --> 00:36:27,800

Alors en fait, un pulsar ressemble à un phare radio.

547

00:36:27,920 --> 00:36:31,320

Et ce que nous voyons d'eux est une séquence très régulière et rapide

548

00:36:31,360 --> 00:36:34,320

de pulsations radio très brèves.

549

00:36:34,440 --> 00:36:36,640

D'où leur nom.

550

00:36:36,680 --> 00:36:39,320

La source d'ondes radio connue sous le nom de Cassiopée A est en fait

551

00:36:39,440 --> 00:36:43,640

les vestiges d'une supernova qui a explosé au 17ème siècle.

552

00:36:43,680 --> 00:36:48,240

Centaure A, Cygne A et Vierge A sont toutes des galaxies géantes qui

553

00:36:48,280 --> 00:36:50,640

émettent d'énormes quantités d'ondes radio.

554

00:36:50,680 --> 00:36:55,960

Chaque galaxie est alimentée par un trou noir massif en son centre.

555

00:36:56,040 --> 00:37:00,000

Certains de ces quasars et radiogalaxies sont si puissants que

556

00:37:00,120 --> 00:37:05,320

leurs signaux peuvent encore être détectés à 10 milliards d'années-lumière de distance.

557

00:37:05,360 --> 00:37:08,880

Il y a aussi un faible murmure dans les longueurs d'onde radio plus courtes

558

00:37:08,960 --> 00:37:11,320  
qui remplit l'Univers entier.

559

00:37:11,360 --> 00:37:14,160  
Ce murmure est connu sous le nom de rayonnement de fond cosmologique

560

00:37:14,200 --> 00:37:16,400  
et c'est en fait l'écho du Big Bang.

561

00:37:16,440 --> 00:37:20,560  
Les lueurs des débuts chauds de l'Univers.

562

00:37:22,120 --> 00:37:26,400  
Chacune des parties du spectre a son histoire à raconter.

563

00:37:26,440 --> 00:37:29,960  
Aux longueurs d'onde millimétriques et submillimétriques, les astronomes étudient

564

00:37:29,960 --> 00:37:33,080  
la formation des galaxies au début de l'Univers, ainsi que l'origine

565

00:37:33,200 --> 00:37:37,240  
des étoiles et des planètes dans notre propre Voie Lactée.

566

00:37:37,280 --> 00:37:41,400  
Mais une bonne partie de cette radiation est bloquée par la vapeur d'eau dans notre atmosphère.

567

00:37:41,520 --> 00:37:44,400  
Pour l'observer, il faut aller en altitude dans des endroits secs.

568

00:37:44,440 --> 00:37:47,320  
Au Llano de Chajnantor, par exemple.

569

00:37:47,440 --> 00:37:50,960  
À cinq kilomètres au-dessus du niveau de la mer, ce plateau surréaliste

570

00:37:50,960 --> 00:37:53,960  
dans le nord du Chili est le site de construction de ALMA:

571

00:37:54,040 --> 00:37:56,880  
le Atacama Large Millimeter Array (le vaste réseau d'antennes millimétriques d'Atacama).

572

00:37:56,920 --> 00:38:01,880  
Quand il sera terminé en 2014, ALMA sera le plus grand

573

00:38:01,920 --> 00:38:04,320  
observatoire astronomique jamais construit.

574

00:38:04,840 --> 00:38:09,960

64 antennes, chacune pesant 100 tonnes, travailleront à l'unisson.

575

00:38:09,960 --> 00:38:13,880

Des camions géants les disperseront sur une surface aussi large que Londres

576

00:38:13,960 --> 00:38:16,800

afin d'augmenter les détails de l'image, ou bien les rapprocheront pour offrir

577

00:38:16,880 --> 00:38:19,000

un champ de vision plus large.

578

00:38:19,120 --> 00:38:23,240

Chaque déplacement se fera avec une précision au millimètre.

579

00:38:24,680 --> 00:38:28,160

Plusieurs objets dans l'Univers brillent dans l'infrarouge.

580

00:38:28,280 --> 00:38:31,960

Découverte par William Herschel, le rayonnement infrarouge est souvent appelé

581

00:38:32,040 --> 00:38:36,720

"rayonnement thermique" car il est émis par tous les objets relativement chauds

582

00:38:36,760 --> 00:38:39,080

incluant les humains.

583

00:38:41,840 --> 00:38:45,240

Vous êtes peut-être plus familiers du rayonnement thermique que vous ne le pensez.

584

00:38:45,360 --> 00:38:48,240

Sur Terre, ce rayonnement est utilisé

585

00:38:48,360 --> 00:38:51,160

pour les lunettes et caméras permettant la vision nocturne.

586

00:38:51,280 --> 00:38:55,160

Mais pour détecter les faibles lueurs infrarouges des objets lointains, les astronomes

587

00:38:55,280 --> 00:38:58,960

ont besoin de détecteurs très sensibles qui sont refroidis à seulement

588

00:38:59,040 --> 00:39:04,000

quelques degrés au-dessus du zéro absolu, afin d'éliminer leur propre rayonnement thermique.

589

00:39:06,920 --> 00:39:11,720

Aujourd'hui, la plupart des grands télescopes optiques sont aussi équipés de caméras infrarouges.

590

00:39:11,760 --> 00:39:15,320

Elles permettent de voir directement à travers un nuage de poussière cosmique, révélant

591

00:39:15,440 --> 00:39:20,240

les nouvelles étoiles à l'intérieur, ce qui était impossible à voir en optique.

592

00:39:20,280 --> 00:39:25,080

Par exemple, prenez cette image optique de la célèbre pouponnière d'étoiles dans Orion.

593

00:39:25,200 --> 00:39:27,400

Mais regardez comment elle est différente quand elle est vue à travers les yeux

594

00:39:27,520 --> 00:39:30,080

d'une caméra infrarouge!

595

00:39:30,200 --> 00:39:33,320

Être capable de voir dans l'infrarouge est aussi très utile lorsque nous étudions

596

00:39:33,360 --> 00:39:35,960

les galaxies les plus lointaines.

597

00:39:35,960 --> 00:39:41,000

Les nouvelles étoiles dans une galaxie jeune brillent beaucoup dans l'ultraviolet.

598

00:39:41,120 --> 00:39:45,000

Mais cette lumière ultraviolette a eu à voyager pendant des milliards d'années à travers

599

00:39:45,120 --> 00:39:46,640

l'Univers en expansion.

600

00:39:46,760 --> 00:39:50,560

Cette expansion étire les ondes de lumière, ce qui fait que lorsque nous les recevons

601

00:39:50,600 --> 00:39:55,240

elles ont été décalées jusqu'à l'infrarouge proche.

602

00:39:56,600 --> 00:40:00,240

Cet instrument élégant est le télescope MAGIC sur La Palma.

603

00:40:00,360 --> 00:40:02,960

Il étudie le ciel, à la recherche de rayons gamma

604

00:40:02,960 --> 00:40:06,800

les rayonnements les plus énergétiques dans la Nature.

605

00:40:08,360 --> 00:40:10,960

Heureusement pour nous, les rayons gamma mortels sont bloqués

606

00:40:10,960 --> 00:40:12,320

par l'atmosphère de la Terre.

607

00:40:12,360 --> 00:40:16,000

Mais ils laissent leurs traces afin que les astronomes puissent les étudier.

608

00:40:16,120 --> 00:40:19,000

Après avoir frappé l'atmosphère, ils produisent une cascade

609

00:40:19,120 --> 00:40:20,640

de particules énergétiques.

610

00:40:20,760 --> 00:40:25,320

Celles-ci, à leur tour, causent une faible lueur que MAGIC peut détecter.

611

00:40:26,920 --> 00:40:30,640

Et voici l'Observatoire Pierre Auger en Argentine.

612

00:40:30,680 --> 00:40:33,080

Il ne ressemble même pas à un télescope.

613

00:40:33,120 --> 00:40:38,960

Pierre Auger consiste en 1600 détecteurs, dispersés sur plus de 3000

614

00:40:38,960 --> 00:40:40,240

kilomètres carrés.

615

00:40:40,360 --> 00:40:44,560

Ils captent les chutes de particules des rayons cosmiques provenant des supernovas lointaines

616

00:40:44,600 --> 00:40:46,480

et de trous noirs.

617

00:40:47,680 --> 00:40:52,400

Et quoi penser des détecteurs de neutrinos, construits dans des mines profondes ou sous

618

00:40:52,520 --> 00:40:55,720

la surface des océans ou encore dans la glace Antarctique?

619

00:40:55,840 --> 00:40:57,880

Peut-on les appeler des télescopes?

620



00:40:57,960 --> 00:40:59,400  
Eh bien, pourquoi pas?

621  
00:40:59,520 --> 00:41:03,800  
Après tout, ils observent l'Univers, même s'ils ne collectent pas de données provenant

622  
00:41:03,840 --> 00:41:06,080  
du spectre électromagnétique.

623  
00:41:06,120 --> 00:41:09,880  
Les neutrinos sont des particules élusives qui sont produites dans le Soleil

624  
00:41:09,960 --> 00:41:12,240  
et lors des explosions de supernova.

625  
00:41:12,360 --> 00:41:15,800  
Ils ont aussi été produits lors du Big Bang.

626  
00:41:15,920 --> 00:41:20,640  
Différents des autres particules élémentaires, les neutrinos peuvent passer à travers

627  
00:41:20,680 --> 00:41:25,640  
la matière ordinaire, voyager à une vitesse proche de la vitesse de la lumière et ils n'ont pas de charge électrique.

628  
00:41:25,760 --> 00:41:30,240  
Bien que ces particules soient difficiles à étudier, elles sont abondantes.

629  
00:41:30,280 --> 00:41:34,160  
À chaque seconde, plus de 50 billions de neutrinos-électron provenant du Soleil

630  
00:41:34,200 --> 00:41:36,560  
passent à travers vous.

631  
00:41:36,680 --> 00:41:40,800  
Finalement, les astronomes et les physiciens travaillent ensemble pour construire

632  
00:41:40,920 --> 00:41:42,640  
des détecteurs d'ondes gravitationnelles.

633  
00:41:42,680 --> 00:41:46,640  
Ces "téléscopes" n'observent pas de rayonnement électromagnétique et n'attrapent pas de particules.

634  
00:41:46,680 --> 00:41:51,240  
À la place, ils mesurent des ondulations minuscules dans la structure même de l'espace-temps -

635

00:41:51,280 --> 00:41:56,960  
un concept prédit par la théorie de la relativité d'Albert Einstein.

636  
00:41:57,040 --> 00:42:01,160  
Avec une variété impressionnante d'instruments, les astronomes ont ouvert

637  
00:42:01,200 --> 00:42:06,960  
le spectre complet des rayonnements électromagnétiques et ont même pu s'aventurer plus loin encore.

638  
00:42:07,040 --> 00:42:11,240  
Mais certaines observations ne peuvent tout simplement pas être faites à partir de la surface de la Terre.

639  
00:42:11,280 --> 00:42:12,800  
La solution?

640  
00:42:12,920 --> 00:42:15,240  
Les télescopes spatiaux.

641  
00:42:22,000 --> 00:42:26,560  
6. Au-delà de la Terre

642  
00:42:28,560 --> 00:42:30,400  
Le télescope spatial Hubble.

643  
00:42:30,480 --> 00:42:33,360  
C'est de loin le télescope le plus célèbre de l'histoire.

644  
00:42:33,440 --> 00:42:34,800  
Et avec raison.

645  
00:42:34,880 --> 00:42:38,560  
Hubble a révolutionné de nombreux domaines en astronomie.

646  
00:42:38,640 --> 00:42:42,040  
Selon les standards modernes, le miroir de Hubble est en fait assez petit.

647  
00:42:42,120 --> 00:42:45,040  
Il mesure seulement 2,4 mètres de diamètre.

648  
00:42:45,120 --> 00:42:48,640  
Mais sa localisation est littéralement hors de ce monde.

649  
00:42:48,720 --> 00:42:52,360  
Loin au-dessus des effets perturbateurs de l'atmosphère, il a une vue

650  
00:42:52,440 --> 00:42:54,600

exceptionnellement claire de l'Univers.

651

00:42:54,680 --> 00:42:59,360

Et en plus, Hubble peut voir la lumière ultraviolette et infrarouge proche.

652

00:42:59,440 --> 00:43:02,480

Cette lumière ne peut être vue par les télescopes sur Terre car

653

00:43:02,560 --> 00:43:05,880

elle est bloquée par l'atmosphère.

654

00:43:05,960 --> 00:43:09,880

Des caméras et des spectrographes, certains aussi grands qu'une cabine téléphonique

655

00:43:09,960 --> 00:43:14,600

dissèquent et enregistrent la lumière provenant du cosmos.

656

00:43:14,680 --> 00:43:19,320

Tout comme les télescopes terrestres, Hubble a régulièrement besoin d'une mise à jour.

657

00:43:19,400 --> 00:43:22,760

Des astronautes effectuent une sortie spatiale afin de réaliser une mission de service.

658

00:43:22,840 --> 00:43:24,440

Les parties brisées sont réparées.

659

00:43:24,520 --> 00:43:27,000

Et les vieux instruments sont remplacés par

660

00:43:27,080 --> 00:43:29,800

des nouveaux instruments pourvus d'une technologie de pointe.

661

00:43:29,880 --> 00:43:33,280

Hubble est devenu le grand centre de l'observation astronomique.

662

00:43:33,360 --> 00:43:37,240

Et il a transformé notre compréhension du cosmos.

663

00:43:39,840 --> 00:43:44,800

Avec sa vision perçante, Hubble a observé les changements saisonniers sur Mars

664

00:43:45,920 --> 00:43:48,800

un impact de fragments de comètes sur Jupiter

665

00:43:50,520 --> 00:43:53,880

une vue de côté des anneaux de Saturne

666

00:43:56,920 --> 00:44:00,400  
et même la surface de la petite Pluton.

667  
00:44:00,480 --> 00:44:06,320  
Il a révélé le cycle de vie des étoiles, de leurs naissances et premiers jours

668  
00:44:06,600 --> 00:44:12,560  
dans une pouponnière de nuages remplis de poussière, jusqu'à leurs derniers moments:

669  
00:44:12,640 --> 00:44:17,800  
de la nébuleuse délicate, soufflée doucement dans l'espace par les étoiles mourantes

670  
00:44:17,920 --> 00:44:24,960  
jusqu'aux explosions titanesques de supernovas qui surpassent en luminosité leur propre galaxie.

671  
00:44:25,040 --> 00:44:28,960  
Loin dans la nébuleuse d'Orion, Hubble a même vu les lieux de formation de

672  
00:44:29,040 --> 00:44:34,080  
nouveaux systèmes solaires: des disques de poussière autour de nouvelles étoiles qui très bientôt

673  
00:44:34,120 --> 00:44:36,080  
se condenseront pour former des planètes.

674  
00:44:36,200 --> 00:44:40,320  
Le télescope spatial a étudié des milliers d'étoiles individuelles dans les amas globulaires,

675  
00:44:40,440 --> 00:44:45,960  
les plus vieilles familles d'étoiles de l'Univers.

676  
00:44:46,040 --> 00:44:48,320  
Et bien sûr, des galaxies.

677  
00:44:48,440 --> 00:44:51,960  
Jamais auparavant les astronomes avaient vu autant de détails.

678  
00:44:51,960 --> 00:44:58,800  
Des spirales majestueuses, des nuages de poussières, des collisions violentes.

679  
00:45:01,040 --> 00:45:05,480  
Des poses extrêmement longues sur des régions apparemment vides du ciel ont même révélé

680  
00:45:05,520 --> 00:45:10,080  
des milliers de galaxies à des milliards d'années-lumière.

681

00:45:10,120 --> 00:45:13,960

Des photons qui ont été émis lorsque l'Univers était encore jeune.

682

00:45:14,040 --> 00:45:18,400

Une fenêtre sur le passé lointain, permettant un nouveau regard sur

683

00:45:18,440 --> 00:45:21,560

le cosmos en constante évolution.

684

00:45:22,200 --> 00:45:24,880

Hubble n'est pas le seul télescope dans l'espace.

685

00:45:24,920 --> 00:45:29,800

Voici le télescope spatial Spitzer de la NASA, lancé en août 2003.

686

00:45:29,920 --> 00:45:33,720

D'une certaine façon, c'est l'équivalent de Hubble mais pour l'infrarouge.

687

00:45:33,760 --> 00:45:37,960

Spitzer a un miroir de seulement 85 centimètres de diamètre.

688

00:45:37,960 --> 00:45:41,080

Mais le télescope se cache derrière un bouclier thermique qui

689

00:45:41,200 --> 00:45:42,480

le protège du Soleil.

690

00:45:42,520 --> 00:45:47,160

Et ses détecteurs sont placés dans un conteneur rempli d'hélium liquide.

691

00:45:47,200 --> 00:45:50,080

Ici, les détecteurs sont refroidis jusqu'à une température de

692

00:45:50,200 --> 00:45:51,800

quelques degrés au-dessus du zéro absolu.

693

00:45:51,920 --> 00:45:55,560

Ce qui les rend très, très sensibles.

694

00:45:55,680 --> 00:45:58,720

Spitzer a révélé un Univers poussiéreux.

695

00:45:58,760 --> 00:46:02,560

Des nuages de poussières foncés et opaques brillent dans l'infrarouge lorsqu'ils sont chauffés

696

00:46:02,680 --> 00:46:04,560

de l'intérieur.

697

00:46:04,600 --> 00:46:08,720

Des ondes de choc provenant de collisions de galaxies emportent de la poussière dans des anneaux

698

00:46:08,760 --> 00:46:13,480

et autres structures qui deviennent de nouveaux sites pour la formation d'étoiles.

699

00:46:15,520 --> 00:46:19,080

De la poussière est aussi produite lors de la mort d'une étoile.

700

00:46:19,200 --> 00:46:23,080

Spitzer a trouvé que les nébuleuses planétaires et les vestiges de supernova sont remplis

701

00:46:23,200 --> 00:46:28,320

de particules de poussière, les briques nécessaires pour la formation de future planètes.

702

00:46:28,440 --> 00:46:32,080

À d'autres longueurs d'onde infrarouges, Spitzer peut aussi voir directement à travers un nuage

703

00:46:32,200 --> 00:46:37,720

de poussière, permettant d'observer les étoiles dissimulées à l'intérieur.

704

00:46:37,840 --> 00:46:40,960

Finalement, les spectrographes du télescope spatial ont étudié

705

00:46:40,960 --> 00:46:44,880

les atmosphères de planètes extrasolaires - des géantes gazeuses comme Jupiter

706

00:46:44,920 --> 00:46:48,880

proches de leur étoile et tournant très rapidement autour d'elle, en quelques jours seulement.

707

00:46:50,680 --> 00:46:52,880

Et les rayons X et gamma?

708

00:46:52,920 --> 00:46:55,560

Eh bien, ils sont complètement bloqués par l'atmosphère de la Terre.

709

00:46:55,680 --> 00:46:59,160

Alors sans un télescope spatial, les astronomes seraient complètement aveugles

710

00:46:59,200 --> 00:47:02,080

à ces formes de rayonnement très énergétique.

711

00:47:03,680 --> 00:47:07,080

Les télescopes à rayons X et à rayons gamma révèlent l'Univers chaud,

712

00:47:07,120 --> 00:47:11,800

énergétique et violent des amas de galaxies, trous noirs

713

00:47:11,840 --> 00:47:16,080

explosions de supernovas et collisions de galaxies.

714

00:47:18,760 --> 00:47:20,840

Par contre, ils sont très difficiles à construire.

715

00:47:20,920 --> 00:47:24,440

La radiation énergétique passe directement à travers un miroir conventionnel.

716

00:47:24,520 --> 00:47:29,680

Les rayons X peuvent seulement être focalisés avec des miroirs emboîtés faits en or pur.

717

00:47:29,760 --> 00:47:33,120

Et les rayons gamma sont étudiés avec des caméras à sténopé très sophistiquées

718

00:47:33,200 --> 00:47:36,560

ou avec des scintillateurs qui émettent de brèves impulsions lumineuses

719

00:47:36,640 --> 00:47:39,680

quand ils sont frappés par un photon de rayonnement gamma.

720

00:47:40,960 --> 00:47:45,120

Dans les années 1990, la NASA a utilisé l'observatoire Compton à rayons gamma.

721

00:47:45,200 --> 00:47:48,280

À l'époque, il était le satellite le plus grand et le plus massif

722

00:47:48,360 --> 00:47:49,880

à avoir été envoyé dans l'espace.

723

00:47:49,960 --> 00:47:53,120

Un véritable laboratoire de physique volant dans l'espace.

724

00:47:53,200 --> 00:47:56,480

En 2008, GLAST a succédé à Compton:

725

00:47:56,560 --> 00:48:00,520

Le Gamma Ray Large Area Space Telescope (le télescope gamma à grand champ).

726

00:48:00,600 --> 00:48:04,120

Il va tout étudier dans l'Univers des hautes énergies, de la matière

727

00:48:04,200 --> 00:48:06,520

sombre jusqu'aux pulsars.

728

00:48:08,440 --> 00:48:12,360

Pendant ce temps, les astronomes ont deux télescopes à rayons X dans l'espace.

729

00:48:12,440 --> 00:48:17,400

L'observatoire Chandra de la NASA et l'observatoire XMM-Newton de l'ESA, l'Agence spatiale européenne

730

00:48:17,480 --> 00:48:21,480

étudient actuellement les régions les plus chaudes de l'Univers.

731

00:48:23,960 --> 00:48:27,680

Voici à quoi ressemble le ciel avec une vision à rayons X.

732

00:48:27,760 --> 00:48:32,160

Les structures étendues sont des nuages de gaz, chauffés à des millions de degrés par

733

00:48:32,240 --> 00:48:35,680

les ondes de choc dans les vestiges de supernova.

734

00:48:35,760 --> 00:48:39,960

Les points brillants sont des étoiles binaires à rayons X: des étoiles à neutrons ou bien

735

00:48:39,960 --> 00:48:43,640

des trous noirs qui aspirent la matière de leur étoile voisine.

736

00:48:43,720 --> 00:48:47,280

Ce gaz chaud émet des rayons X.

737

00:48:47,360 --> 00:48:51,560

De la même façon, les télescopes à rayons X révèlent les trous noirs supermassifs

738

00:48:51,640 --> 00:48:53,760

au coeur des galaxies lointaines.

739

00:48:53,840 --> 00:48:57,800

La matière qui s'approche du centre en tournant devient assez chaude pour briller en rayons X

740

00:48:57,880 --> 00:49:02,160

juste avant de plonger hors de la vue dans le trou noir.

741

00:49:02,240 --> 00:49:06,840

Du gaz ténu mais très chaud remplit aussi l'espace entre les galaxies

742

00:49:06,920 --> 00:49:08,320

d'un amas.



743

00:49:08,400 --> 00:49:12,240

Parfois ce gaz est secoué et encore plus réchauffé

744

00:49:12,320 --> 00:49:16,480

par des collisions et des fusions entre amas de galaxies.

745

00:49:16,560 --> 00:49:20,760

Les sursauts gamma sont encore plus passionnants:

746

00:49:20,840 --> 00:49:22,600

ils sont les événements les plus énergétiques dans l'Univers.

747

00:49:22,680 --> 00:49:26,920

Ce sont les explosions finales et catastrophiques d'étoiles

748

00:49:26,960 --> 00:49:28,760

très massives et tournant très rapidement sur elles-mêmes.

749

00:49:28,840 --> 00:49:32,760

En moins d'une seconde, ils libèrent plus d'énergie que le Soleil

750

00:49:32,840 --> 00:49:35,760

en 10 milliards d'années.

751

00:49:38,200 --> 00:49:42,160

Hubble, Spitzer, Chandra, XMM-Newton et GLAST

752

00:49:42,240 --> 00:49:44,600

sont tous des géants versatiles.

753

00:49:44,680 --> 00:49:47,640

Mais certains télescopes spatiaux sont beaucoup plus petits et ont

754

00:49:47,720 --> 00:49:49,240

des missions beaucoup plus précises.

755

00:49:49,320 --> 00:49:51,280

Prenons COROT, par exemple.

756

00:49:51,360 --> 00:49:54,880

Ce satellite français est consacré à la sismologie des étoiles et à l'étude

757

00:49:54,960 --> 00:49:56,880

de planètes extrasolaires.

758

00:49:56,960 --> 00:50:01,240

Ou bien le satellite Swift de la NASA, un observatoire de rayons X et rayons gamma

759

00:50:01,320 --> 00:50:05,720

conçu pour résoudre les mystères des sursauts gamma.

760

00:50:05,800 --> 00:50:10,160

Et il y a aussi WMAP, le "Wilkinson Microwave Anisotropy Probe".

761

00:50:10,240 --> 00:50:13,840

En seulement deux ans dans l'espace, il a déjà cartographié le

762

00:50:13,920 --> 00:50:17,280

rayonnement de fond cosmologique avec des détails sans précédent.

763

00:50:17,360 --> 00:50:21,200

WMAP a donné aux cosmologues la meilleure vue jusqu'à présent d'une des phases les plus

764

00:50:21,280 --> 00:50:26,680

précoces de l'Univers, il y a plus de 13 milliards d'années.

765

00:50:26,760 --> 00:50:29,640

Ouvrir la frontière spatiale a été un des développements les plus passionnants

766

00:50:29,720 --> 00:50:32,240

dans l'histoire du télescope.

767

00:50:32,320 --> 00:50:34,760

Qu'est-ce qui suivra?

768

00:50:37,800 --> 00:50:40,680

7. Et après?

769

00:50:42,680 --> 00:50:45,480

En Arizona, le premier miroir pour le

770

00:50:45,560 --> 00:50:47,400

"Giant Magellan Telescope" (télescope géant Magellan) a été moulé.

771

00:50:47,480 --> 00:50:50,680

Cet instrument énorme sera construit à

772

00:50:50,760 --> 00:50:52,360

l'observatoire Las Campanas au Chili.

773

00:50:52,440 --> 00:50:56,040

Ses sept miroirs, chacun plus de 8 mètres de large

774

00:50:56,120 --> 00:50:59,200  
seront disposés comme une fleur.

775  
00:50:59,280 --> 00:51:02,200  
Et ensemble, ils collecteront plus de quatre fois la

776  
00:51:02,280 --> 00:51:05,799  
quantité de lumière que les télescopes actuels peuvent capter.

777  
00:51:05,880 --> 00:51:10,240  
Le projet californien "Thirty Meter Telescope" (télescope de trente mètres), prévu pour 2015

778  
00:51:10,320 --> 00:51:13,080  
ressemble plus à une version géante de Keck.

779  
00:51:13,160 --> 00:51:16,360  
Des centaines de segments individuels formeront un énorme miroir

780  
00:51:16,440 --> 00:51:20,520  
aussi haut qu'un édifice de six étages.

781  
00:51:20,600 --> 00:51:25,320  
En Europe, les plans sont prêts pour un "European Extremely Large Telescope" (télescope européen extrêmement large).

782  
00:51:25,799 --> 00:51:29,160  
Avec ses 42 mètres de diamètre, son miroir sera aussi large

783  
00:51:29,240 --> 00:51:32,640  
qu'une piscine olympique - deux fois la surface du

784  
00:51:32,720 --> 00:51:34,840  
télescope de trente mètres.

785  
00:51:34,920 --> 00:51:39,400  
Ces monstres du futur, optimisés pour observer dans l'infrarouge, seront

786  
00:51:39,480 --> 00:51:44,160  
tous équipés d'instruments très sensibles et de systèmes d'optique adaptative.

787  
00:51:44,240 --> 00:51:46,840  
Ils devraient révéler les premières générations de galaxies

788  
00:51:46,920 --> 00:51:50,120  
et d'étoiles dans l'histoire de l'Univers.

789  
00:51:50,200 --> 00:51:53,120

De plus, ils nous donneront peut-être la première vraie image

790

00:51:53,200 --> 00:51:56,160

d'une planète dans un autre système solaire.

791

00:51:56,240 --> 00:52:00,000

Pour les radioastronomes, 42 mètres, ce n'est rien.

792

00:52:00,080 --> 00:52:02,720

Ils connectent plusieurs petits instruments pour synthétiser

793

00:52:02,799 --> 00:52:05,080

une récepteur beaucoup plus grand.

794

00:52:05,160 --> 00:52:08,799

Aux Pays-Bas, le "Low Frequency Array" (réseau à basse fréquence), ou LOFAR

795

00:52:08,880 --> 00:52:10,520

est en construction.

796

00:52:10,600 --> 00:52:15,840

Des fibres optiques connecteront les 30 000 antennes à un superordinateur central.

797

00:52:15,920 --> 00:52:19,440

Le nouveau modèle n'inclut pas de partie mobile, mais il peut observer

798

00:52:19,520 --> 00:52:22,840

dans huit directions simultanément.

799

00:52:22,920 --> 00:52:26,120

La technologie de LOFAR sera probablement réutilisée dans le

800

00:52:26,200 --> 00:52:28,600

"Square Kilometre Array" (réseau d'un kilomètre carré), un projet qui est maintenant en haut de la liste

801

00:52:28,680 --> 00:52:30,560

des souhaits des radioastronomes.

802

00:52:30,640 --> 00:52:34,640

Ce réseau international sera construit en Australie ou en Afrique du Sud.

803

00:52:34,720 --> 00:52:38,560

De grandes antennes et de petits récepteurs seront réunis pour fournir

804

00:52:38,640 --> 00:52:42,920

des détails incroyables dans le ciel radio.

805

00:52:43,000 --> 00:52:46,720

Et avec une surface collectrice d'un kilomètre carré, ce

806

00:52:46,799 --> 00:52:50,440

nouveau réseau sera de loin l'instrument le plus sensible

807

00:52:50,520 --> 00:52:52,920

jamais construit en radioastronomie.

808

00:52:53,000 --> 00:52:58,040

Des galaxies en évolution, de puissants quasars, des pulsars qui clignotent.

809

00:52:58,160 --> 00:53:01,799

Aucune source d'ondes radio ne sera à l'abri des yeux du

810

00:53:01,880 --> 00:53:04,760

Square Kilometre Array.

811

00:53:04,799 --> 00:53:08,280

Cet instrument va même guetter d'éventuels signaux radio en provenance

812

00:53:08,360 --> 00:53:11,840

de civilisations extraterrestres.

813

00:53:11,920 --> 00:53:15,160

Et les télescopes spatiaux?

814

00:53:15,240 --> 00:53:19,040

Eh bien, après sa cinquième et dernière mission de service, le télescope spatial

815

00:53:19,120 --> 00:53:24,480

Hubble sera actif jusqu'en 2013 environ.

816

00:53:24,560 --> 00:53:28,720

À ce moment-là, son successeur sera envoyé dans l'espace.

817

00:53:30,760 --> 00:53:34,720

Voici le télescope spatial James Webb, un observatoire spatial infrarouge

818

00:53:34,799 --> 00:53:40,480

nommé d'après le nom d'un ancien administrateur de la NASA.

819

00:53:40,560 --> 00:53:44,840

Une fois dans l'espace, son miroir segmenté de 6,5 mètres

820

00:53:44,920 --> 00:53:48,480

se déploiera comme une fleur et sera sept fois plus sensible

821

00:53:48,560 --> 00:53:51,360  
que Hubble.

822

00:53:51,440 --> 00:53:54,520  
Un énorme parasol gardera les parties optiques et les instruments

823

00:53:54,600 --> 00:53:57,960  
à basse température dans l'ombre de façon permanente, leur permettant de fonctionner à

824

00:53:58,040 --> 00:54:03,000  
la température extrême de -233 degrés Celsius.

825

00:54:04,200 --> 00:54:07,880  
Le télescope spatial James Webb ne sera pas en orbite autour de la Terre.

826

00:54:07,960 --> 00:54:11,640  
À la place, il sera stationné à 1,5 million de kilomètres de

827

00:54:11,720 --> 00:54:15,880  
notre planète, dans une grande orbite autour du Soleil.

828

00:54:15,960 --> 00:54:19,080  
Il y a un demi-siècle, le télescope Hale sur la montagne Palomar

829

00:54:19,160 --> 00:54:20,960  
était le plus grand télescope de l'histoire.

830

00:54:21,000 --> 00:54:25,120  
Maintenant, un télescope encore plus gros volera dans les profondeurs de l'espace.

831

00:54:25,160 --> 00:54:29,440  
Nous pouvons seulement spéculer sur les découvertes excitantes qu'il fera.

832

00:54:29,520 --> 00:54:31,680  
Restez branchés pour connaître la suite!

833

00:54:32,160 --> 00:54:34,880  
Pendant ce temps, des ingénieurs créatifs inventent constamment

834

00:54:34,960 --> 00:54:37,720  
des nouveaux modèles de télescopes.

835

00:54:37,799 --> 00:54:42,040  
Au Canada, les scientifiques ont construit un télescope à miroir liquide.

836

00:54:42,120 --> 00:54:45,200

Dans ce type de télescope, la lumière des étoiles est réfléchi non pas par

837

00:54:45,280 --> 00:54:49,360

un miroir solide, mais bien par la surface courbée d'un réservoir

838

00:54:49,440 --> 00:54:52,600

de mercure liquide en rotation.

839

00:54:52,680 --> 00:54:56,360

À cause de leur conception, les télescopes à mercure ne peuvent qu'observer directement vers le haut,

840

00:54:56,440 --> 00:54:59,120

mais l'avantage est qu'ils sont moins chers et

841

00:54:59,200 --> 00:55:01,360

plus faciles à construire.

842

00:55:01,440 --> 00:55:04,440

Les radioastronomes veulent installer un réseau de petites antennes similaires à LOFAR

843

00:55:04,520 --> 00:55:07,360

sur la Lune, aussi loin que possible des

844

00:55:07,440 --> 00:55:10,880

sources d'interférence terrestre.

845

00:55:10,960 --> 00:55:13,520

Qui sait, un jour il y aura peut-être un gros télescope optique

846

00:55:13,600 --> 00:55:16,360

sur la face cachée de la Lune.

847

00:55:16,440 --> 00:55:19,360

Et en utilisant des télescopes spatiaux et des disques d'occultation, les astronomes travaillant avec les rayons X

848

00:55:19,440 --> 00:55:21,960

espèrent améliorer de beaucoup leur vision du ciel

849

00:55:22,040 --> 00:55:23,040

dans les années à venir.

850

00:55:23,120 --> 00:55:25,720

Ils réussiront peut-être à photographier le rebord

851

00:55:25,799 --> 00:55:27,760

d'un trou noir.

852

00:55:29,560 --> 00:55:32,560

Un jour, le télescope réussira peut-être à répondre à une des questions

853

00:55:32,640 --> 00:55:38,840

les plus importantes de l'humanité: sommes-nous seuls dans l'Univers?

854

00:55:42,480 --> 00:55:45,800

Nous savons qu'il existe d'autres systèmes solaires là-haut.

855

00:55:45,920 --> 00:55:48,280

Nous soupçonnons qu'il y a même des planètes comme la Terre, avec

856

00:55:48,400 --> 00:55:50,200

de l'eau liquide.

857

00:55:50,320 --> 00:55:51,200

Mais

858

00:55:51,320 --> 00:55:53,440

y a-t-il de la vie?

859

00:55:54,320 --> 00:55:58,120

Trouver des planètes extrasolaires comme la Terre s'avère difficile.

860

00:55:58,240 --> 00:56:00,680

Elles sont souvent cachées dans la lumière intense

861

00:56:00,720 --> 00:56:03,960

de leur étoile.

862

00:56:04,920 --> 00:56:08,040

Les interféromètres qui seront envoyés dans la noirceur de l'espace

863

00:56:08,160 --> 00:56:10,760

pourront peut-être apporter de nouvelles réponses.

864

00:56:10,799 --> 00:56:13,520

La NASA considère actuellement un projet appelé

865

00:56:13,560 --> 00:56:16,120

le "Terrestrial Planet Finder" (détecteur de planètes terrestres).

866

00:56:16,240 --> 00:56:20,680

Et en Europe, les scientifiques modélisent le "Darwin Array" (réseau Darwin).

867

00:56:20,799 --> 00:56:24,360



Six télescopes spatiaux orbitant le Soleil en formation.

868

00:56:24,480 --> 00:56:28,520

Des lasers contrôlent leurs distances relatives avec une précision d'un nanomètre.

869

00:56:28,560 --> 00:56:32,200

Ensemble, ils ont un pouvoir de résolution incroyable, en annulant

870

00:56:32,240 --> 00:56:36,040

la lumière éblouissante des étoiles afin que les scientifiques puissent voir

871

00:56:36,160 --> 00:56:39,800

des planètes comme la Terre autour de d'autres étoiles.

872

00:56:40,640 --> 00:56:44,880

Ensuite les astronomes pourront étudier la lumière réfléchiée par la planète.

873

00:56:45,000 --> 00:56:49,960

Cette lumière porte les empreintes spectroscopiques de l'atmosphère de la planète.

874

00:56:50,000 --> 00:56:53,280

Qui sait, dans 15 ans nous pourrions peut-être détecter les signatures

875

00:56:53,320 --> 00:56:55,600

de l'oxygène, du méthane et de l'ozone.

876

00:56:55,720 --> 00:56:58,800

Les indices de la vie.

877

00:57:01,000 --> 00:57:03,520

L'Univers est rempli de surprises.

878

00:57:03,640 --> 00:57:05,960

Le ciel ne cessera jamais de nous impressionner.

879

00:57:06,080 --> 00:57:08,960

Il n'est pas étonnant que des centaines de milliers d'astronomes amateurs

880

00:57:09,000 --> 00:57:11,520

de partout sur la planète sortent à chaque nuit dégagée pour s'émerveiller

881

00:57:11,640 --> 00:57:13,200

devant le cosmos.

882

00:57:13,240 --> 00:57:15,520

Leurs télescopes sont bien meilleurs que les instruments

883

00:57:15,640 --> 00:57:16,960  
utilisés par Galilée.

884  
00:57:17,000 --> 00:57:20,600  
Leurs images numériques surpassent même les images photographiques prises

885  
00:57:20,640 --> 00:57:23,760  
par les professionnels il y a quelques décennies.

886  
00:57:23,880 --> 00:57:27,200  
La quête des astronomes pour comprendre le cosmos, leur exploration de l'Univers

887  
00:57:27,240 --> 00:57:30,760  
avec le télescope, a seulement 400 ans.

888  
00:57:30,799 --> 00:57:35,040  
Il reste encore beaucoup de territoires inexplorés là-haut.

889  
00:57:35,560 --> 00:57:38,880  
Nous avons énormément avancé depuis que Galilée a commencé à explorer le ciel

890  
00:57:39,000 --> 00:57:42,200  
avec sa lunette il y a quatre siècles.

891  
00:57:42,240 --> 00:57:45,440  
Aujourd'hui, nous observons toujours le ciel avec des télescopes

892  
00:57:45,480 --> 00:57:50,800  
non seulement sur la Terre mais aussi dans les régions éloignées de l'espace.

893  
00:57:50,920 --> 00:57:54,520  
La force de l'humanité réside dans cette ingéniosité

894  
00:57:54,640 --> 00:57:57,680  
et créativité sans limites.

895  
00:57:57,799 --> 00:58:00,360  
Nous commençons à peine à répondre à quelques-unes des

896  
00:58:00,400 --> 00:58:02,440  
plus grandes questions jamais imaginées.

897  
00:58:02,480 --> 00:58:05,120  
Nous avons déjà découvert plus de 300 exoplanètes autour de d'autres étoiles dans

898  
00:58:05,160 --> 00:58:09,200  
notre propre Voie Lactée et localisé des molécules organiques sur des exoplanètes

899

00:58:09,240 --> 00:58:12,760

orbitant autour d'étoiles lointaines.

900

00:58:12,799 --> 00:58:17,440

Ces découvertes incroyables peuvent sembler être le zénith de l'exploration humaine,

901

00:58:17,520 --> 00:58:21,520

mais le meilleur est sans doute à venir.

902

00:58:21,640 --> 00:58:24,440

Vous pouvez aussi vous joindre aux découvertes.

903

00:58:24,480 --> 00:58:29,200

Regardez le ciel et émerveillez-vous.