

VOYAGE DANS L'ESPACE

Épisode

137

L'espace réduit à échelle humaine



Le balado et les fascicules

Depuis janvier 2018, Claude Lafleur et Mathieu Rancourt produisent un balado consacré à l'exploration de l'espace. Intitulé *Voyage dans l'espace*, il est diffusé sur la plateforme soundcloud.com. Chaque épisode vous fait parcourir une dimension particulière, qu'il s'agisse de l'exploration d'une planète, de la recherche de vie dans l'Univers ou de l'aventure des astronautes et de ceux et celles qui rêvent d'espace, de cosmologie, etc.

Pour la plupart des balados, nous préparons un exposé détaillé; il peut s'agir d'une conversation entre l'animateur de *Voyage dans l'espace* (à l'origine Mathieu et à présent Florent Meunier), et Claude, le passionné d'astronautique, ou d'une entrevue avec un spécialiste (souvent un astronome).

Ces exposés sont publiés sous forme de fascicules, comme celui-ci. Notez que le texte qui suit n'est pas un verbatim de l'émission, mais plutôt une autre version; le balado et ce fascicule se complètent l'un et l'autre.

Tous les fascicules sont offerts aux abonnés du balado *Voyage dans l'espace*, abonnement au coût de 5\$/mois, via la plateforme patreon.com.

L'équipe de *Voyage dans l'espace* se compose de: **Claude Lafleur**, journaliste scientifique qui suit au quotidien depuis plus de 50 ans les péripéties de l'exploration spatiale; **Florent Meunier**, ingénieur de son, **Laurent Runigo**, infirmier et **Dylan Bergeron**, préposé.

En couverture



Et si on mettait notre galaxie à l'échelle de la France, ça donnerait quoi?

L'équipe de *Voyage dans l'espace*:

Claude Lafleur, contenu
Florent Meunier, animation et montage
Laurent Runigo, médias sociaux

Amis et collaborateurs :

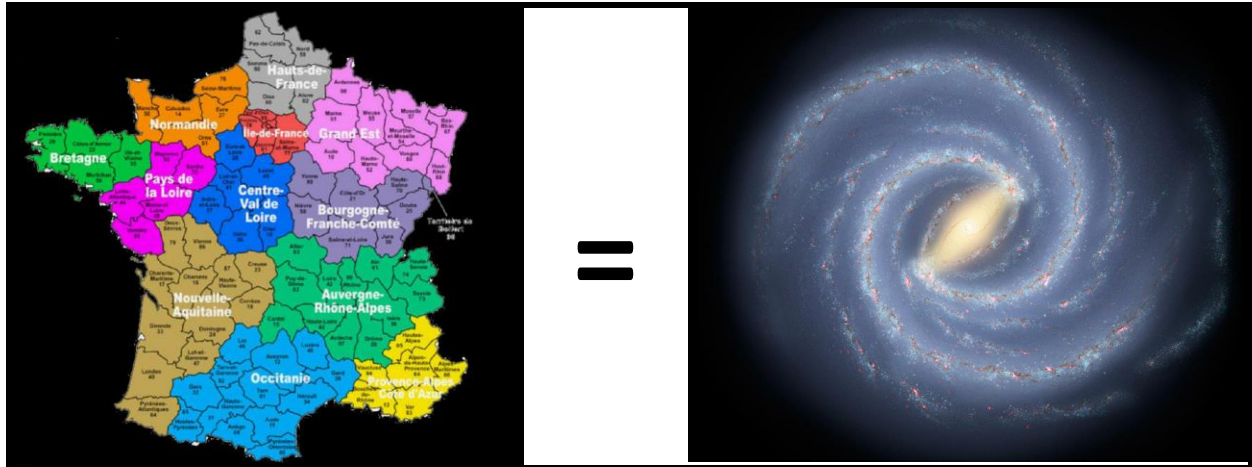
Mathieu Rancourt
Jean-Pierre Lessard
Frédéric Baril
Yann Rousère
Brice Rousère
Laurent Fieux

L'équipe des fascicules:

Rédaction: Claude Lafleur
Couverture: Dylan Baillargeon
Illustrations: NASA, Florent Meunier, Dylan Baillargeon

© Copyright, Claude Lafleur, 2023
ISBN 978-2-925384-23-6 (pdf)
ISBN 978-2-925384-24-3 (kindle)

Dépôt légal:
Bibliothèque nationale du Québec, 2024
Bibliothèque nationale du Canada, 2024



Et si on assimilait la taille de notre galaxie à celle de la France, quelle place occuperait-on dans cet univers?

L'espace réduit à échelle humaine

[Écoutez](#) le balado 137, *L'espace réduit à échelle humaine* diffusé le 21 juillet 2024. Texte de Claude Lafleur et de Laurent Fieux. Illustrations spéciales de Florent Meunier et Dylan Baillargeon.

Dans ce fascicule, nous tenterons de rendre l'Univers à échelle humaine, c'est-à-dire de rendre compréhensible les grands nombres, les chiffres astronomiques qu'on emploie souvent pour décrire l'Univers.

L'idée de ce balado est venue de l'un de nos auditeurs, Laurent Fieux, qui un jour nous a écrit pour nous proposer d'assimiler la taille de notre galaxie à celle de la France. Si donc la Voie lactée mesurait 1000 kilomètres de diamètre — au lieu des 100 000 années-lumière qu'elle fait en réalité —, quelle serait la taille du Système solaire à cette échelle? Laurent nous indiqua alors que celui-ci serait de la taille... d'une pièce de monnaie!

Partant de là, Laurent et Claude se sont mis à imaginer toute sorte d'échelles de comparaisons. Par exemple, à l'échelle de la France, à quelle distance se trouverait la plus proche étoile de nous? Toujours à cette échelle, à quelle distance se trouverait la galaxie voisine d'Andromède? Etc.

C'est alors que leurs cerveaux se sont mis à bouillir pour trouver une foule d'autres comparaisons de taille, de distance, d'espace, etc. Et c'est le fruit de ce bouillonnement que nous vous proposons.

Ce fascicule présente les données des différentes analogies que nous avons exposées dans le Balado 137.

Les comparaisons que nous vous proposons sont étonnantes, souvent même renversantes. Nous espérons que vous aurez plaisir à les imaginer... et à les partager entre amis et en famille ... autour d'un bon feu de camp!

Mais commençons par présenter l'idéateur de ce balado, Laurent Fieux. Celui-ci est avant tout un fidèle auditeur de *Voya-*



Laurent et son fiston Léon.

ge dans l'espace qui se passionne pour l'astronomie depuis son enfance.

Laurent est hydrogéologue et physicien de formation, alors que les aléas de la vie l'ont emmené vers le monde de l'informatique.

Laurent se décrit comme un passionné d'astronomie. «J'ai "rencontré" ma passion pour l'astronomie quand j'avais 14 ans, dit-il, et depuis, dès qu'on me parle d'Espace, je retrouve mes 14 ans. À présent, il s'agit d'une passion que je partage avec mon fils Léon, 9 ans. L'un des grands bonheurs de ma vie est de passer des nuits entières avec mon fils en été à contempler le ciel... de Bordeaux.»

L'idée de ce balado lui est venue dans la foulée d'une analogie que nous avons quelques fois présentée dans nos balados. Il s'agit de l'analogie visant à marquer la différence entre mille, million et milliard. Nous avons ainsi posé la question «Sans faire de calculs, juste à l'œil, à combien de minutes, d'heures, de jours ou d'années correspond mille secondes, un million de secondes et un milliard de secondes?»

Et la réponse est:

- 1000 secondes = un quart d'heure
- 1 million de secondes = deux semaines
- 1 milliard de secondes = 32 ans.

Cette analogie permet avant tout de constater la différence énorme qui existe entre un million et un milliard – d'années, d'argent, de kilomètres, d'années-lumière, etc. – ce qu'on ne perçoit généralement pas, car notre sens commun n'est pas fait pour comparer l'incomparable!

Mille, million, milliard de siècles

Une autre analogie du même type qu'on pourrait énoncer est la différence entre mille, million et milliard... de siècles.

Or, mille ans = 10 siècles

1 million d'années = 10 000 siècles

Et 1 milliard d'années = 10 millions de siècles!

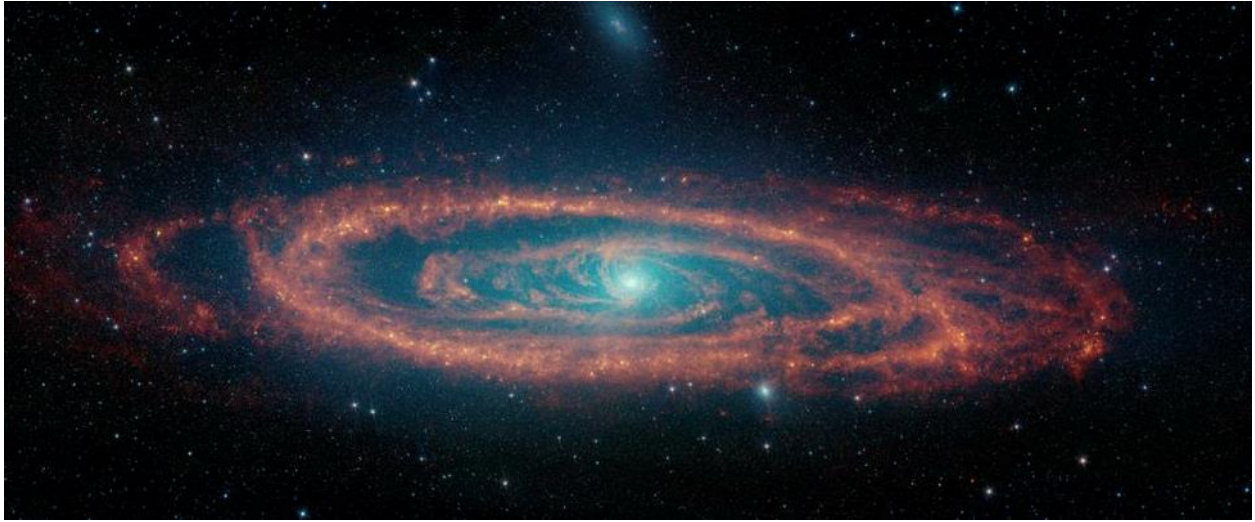
C'est ainsi que l'homo sapiens, c'est-à-dire nous, étant sur Terre depuis environ 300 000 ans, cela ne fait donc que 3000 siècles seulement qu'on est là!

Et si on imagine qu'il reste encore à la Terre 4 milliards d'années avant qu'elle ne soit pulvérisée par l'«explosion» du Soleil, c'est dire qu'il nous reste *40 millions* de siècles de présence sur Terre! Il nous reste donc pas mal de temps, nous qui ne sommes ici que depuis *3 mille* siècles.

Bien entendu, dans le domaine spatial, les chiffres dépassent souvent notre entendement – c'est-à-dire qu'il est souvent difficile d'imaginer à quoi correspond les nombres qu'on nous propose.

Par exemple, la plus proche étoile de nous se trouve à 4,2 années-lumière, c'est-à-dire à 40 mille milliards de kilomètres.

Notre galaxie est une «pizza» qui mesure 100 000 années-lumière de diamètre,



La galaxie d'Andromède, notre plus proche voisine, se trouve à 2,5 millions d'années-lumière de nous.

Mais épargnons-nous combien cela fait de milliers de milliards de kilomètres!

Et la plus proche galaxie se trouve à 2,5 millions d'années-lumière...

On dit aussi que notre galaxie se compose de 200 à 400 milliards d'étoiles et qu'il y aurait quelque chose comme deux mille milliards de galaxies! Difficile d'envisager de tels nombres.

Comment donc appréhender des nom-

bres aussi gigantesques? Comment se rendre compte des proportions inimaginables de l'Univers?

Utilisons pour ce faire ce que nous appellerons des analogies: tout en gardant des proportions à peu près exactes (seuls les ordres de grandeur nous intéressent ici), nous allons compresser le réel et le ramener à des mesures accessibles à notre imagination.

1 – Le Système solaire

Pour commencer, avant de nous aventurer loin dans l'Univers, réduisons notre petit coin d'Univers – le Système solaire – à notre échelle.

Posons que la Terre est un raisin de 1 centimètre de diamètre – ce qui n'est pas beaucoup. La Lune correspond alors à un petit pois qui graviterait à 30 centimètres de ce raisin.

Le Soleil serait alors un ballon de plage de 1 mètre de diamètre qu'on placerait à 150 mètres du raisin. 150 mètres, c'est approximativement la taille d'un pâté de maison dans une ville moyenne.



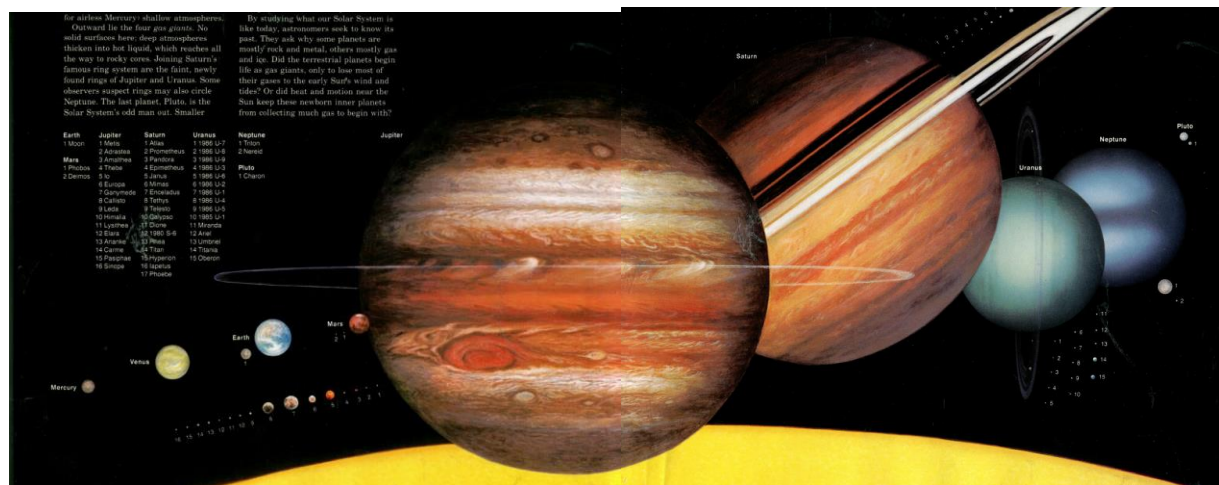
Si la Terre est un raisin, la Lune est un petit pois... et le Soleil un ballon de plage.

Jupiter serait alors une orange placée à 750 mètres du Soleil... soit à, disons, 5 pâtés de maison de là!

Quant à la planète la plus éloignée du Système Solaire, Neptune, ce serait un

kiwi placé à 4.3 kilomètres du Soleil, soit à 30 pâtés de maison.

N'oublions pas non plus Pluton, qui serait un pépin de raisin distant de quelques 6 km du Soleil (40 pâtés de maison).



Autre image comparant la taille du Soleil (en bas) avec les planètes du Système solaire.

Rappelons-nous, au passage, qu'il a fallu neuf années à la sonde New Horizons, lancée en 2006, pour parvenir jusqu'à Pluton.

À cette échelle, pourtant très réduite, l'étoile la plus proche, Proxima du Centaure, se trouverait à 40 000 kilomètres.

Une telle distance nous propulse hors de la Terre pour nous emmener dans l'espace! Or, 40 000 km, c'est davantage que la distance de l'orbite géostationnaire (36 000 kilomètres) sur laquelle on stationne nos satellites de communication. Et c'est un peu plus de 1/10^e de la distance Terre-Lune.

Toujours à cette échelle, le diamètre de notre galaxie serait quasiment de 1 milliard de kilomètres. Soit plus que la distance Soleil-Jupiter dans notre Système solaire. Et rappelez-vous: à cette échelle, la Terre est un raisin situé à seulement 150 mètres du Soleil.

Pour terminer avec cette analogie, disons que la galaxie la plus proche, Andro-

mède, se situerait à... 23 milliards de kilomètres, soit quatre fois plus loin que se trouve Pluton dans la réalité.

Si donc il nous a fallu neuf années pour franchir la distance Terre Pluton — qui se trouve pourtant, selon notre échelle réduite, à seulement 6 kilomètres du Soleil, imaginez devoir franchir 23 milliards de kilomètres pour parvenir à la plus proche galaxie.

Déjà là, des distances qui se mesurent en milliards de kilomètres étant proprement inimaginables, nous devons changer à nouveau d'échelle pour nous rendre compte des proportions dans le monde des galaxies.

Imaginons donc que le Système solaire tout entier aurait la taille d'une orange. Mais même là, notre galaxie aurait la taille d'une crêpe de... 21 000 kilomètres de diamètre!

Imaginons maintenant que la Voie Lactée elle-même n'est qu'une crêpe de 30

centimètres de diamètre. À cette échelle, la galaxie la plus proche, Andromède, serait une autre crêpe placée à 7 mètres.

Voilà qui montre à quel point les espaces intergalactiques sont énormes.

En effet, car là, on parle de la galaxie la plus proche de nous – qui ne se trouve

en réalité qu'à 2,5 millions d'années-lumière. Imaginez maintenant où se trouveraient les milliards d'autres «crêpes» qui peuplent l'Univers et qui se trouvent à des centaines, voire à des milliards d'années-lumière!

Proprement *inimaginable*!

2 – Notre galaxie à l'échelle de la France

Nous en venons maintenant à l'analogie qui est à l'origine de ce balado: si on assimilait la taille de notre galaxie à celle de la France.

On sait que la France a plus ou moins la forme d'un hexagone d'environ 1000 kilomètres de diamètre. Quant à notre galaxie, elle mesure 100 000 années-lumière de diamètre.

Rappelons qu'une année-lumière, c'est la distance que franchit un photon de lumière en une année à la vitesse de 300 000 kilomètres à la seconde. Une année-lumière égale 10 mille milliards de kilomètres. Imaginez maintenant combien font 100 000 années-lumière!



Notre galaxie juxtaposée sur une carte de la France.

Par ailleurs, on peut considérer que la taille du Système solaire fait une cinquantaine de fois la distance Terre-Soleil.

Rappelons qu'en astronomie, la distance Terre-Soleil est une unité de mesure standard, qu'on appelle l'*unité astronomique* et qui correspond à 150 millions de kilomètres.

La dimension du Système solaire qu'on prend en compte ici va quelque peu au-delà de l'orbite de Pluton. Il s'agit du Système solaire qui nous est familier et qu'on

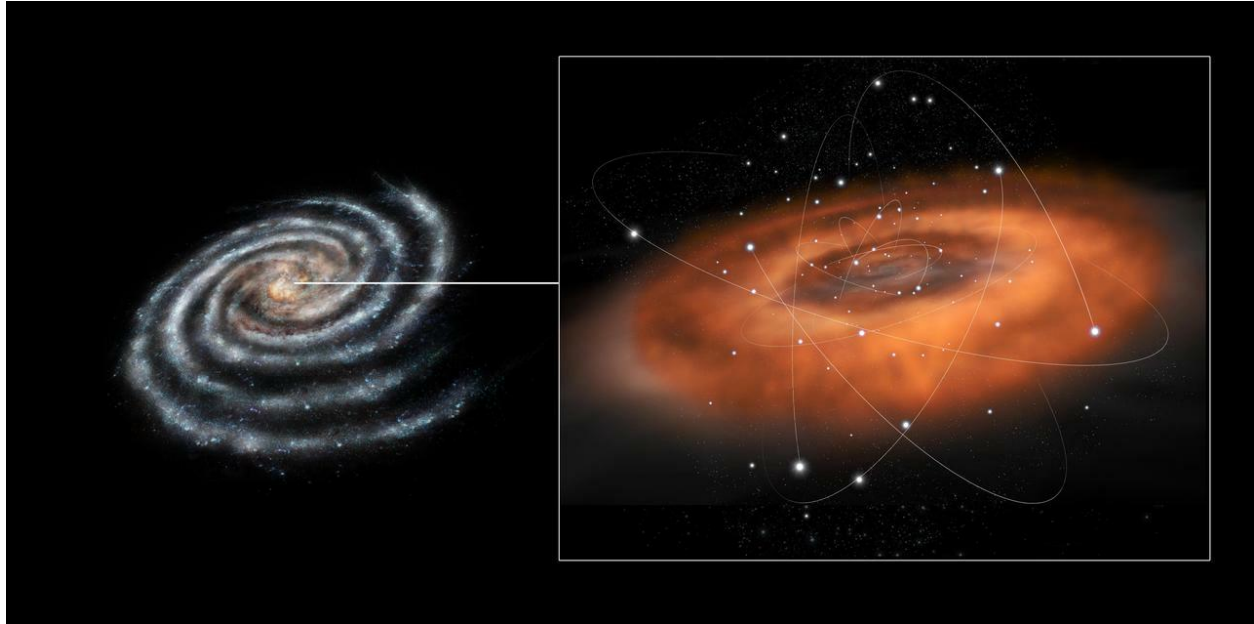
explore depuis une soixantaine d'années. (On pourrait aussi considérer que la taille du Système solaire s'étend bien au-delà de ce que les astronomes appellent la Ceinture de Kuiper et même jusqu'au Nuage de Oort, mais là, on entre en territoire inconnu.)

Bref, retenons que le Système solaire qui nous est familier correspond, à l'échelle de notre analogie, à une pièce de

monnaie... une pièce de monnaie située quelque part sur le territoire français.

C'est dire que le Système solaire que nous explorons à l'aide de sondes spatiales ... est une *infime* parcelle de notre galaxie.

On sait que notre galaxie, la Voie lactée, a la forme aplatie d'une pizza et qu'au centre de cette «pizza» se trouve une très grande concentration d'étoiles et même un trou noir.



Notre galaxie, dont le centre est constitué d'une grande densité d'étoiles et au cœur de laquelle se trouve un gigantesque trou noir.

Nous savons aussi que le Système solaire se situe à 28 000 années-lumière du centre de la galaxie.

Dans notre analogie, on peut poser que le centre de la France est la ville de Bourges.

Notre pièce de monnaie se trouve par conséquent à 260 kilomètres de Bourges, soit par exemple dans la ville de Laval. (Pas Laval au Québec!)

En ce qui concerne le Québec, 1000 kilomètres représentent un peu plus que la distance Montréal-Gaspé (en Gaspésie). On pourrait donc situer le centre de la galaxie quelque part dans Charlevoix et la position du Système solaire par rapport à ce centre dans la ville de Québec.

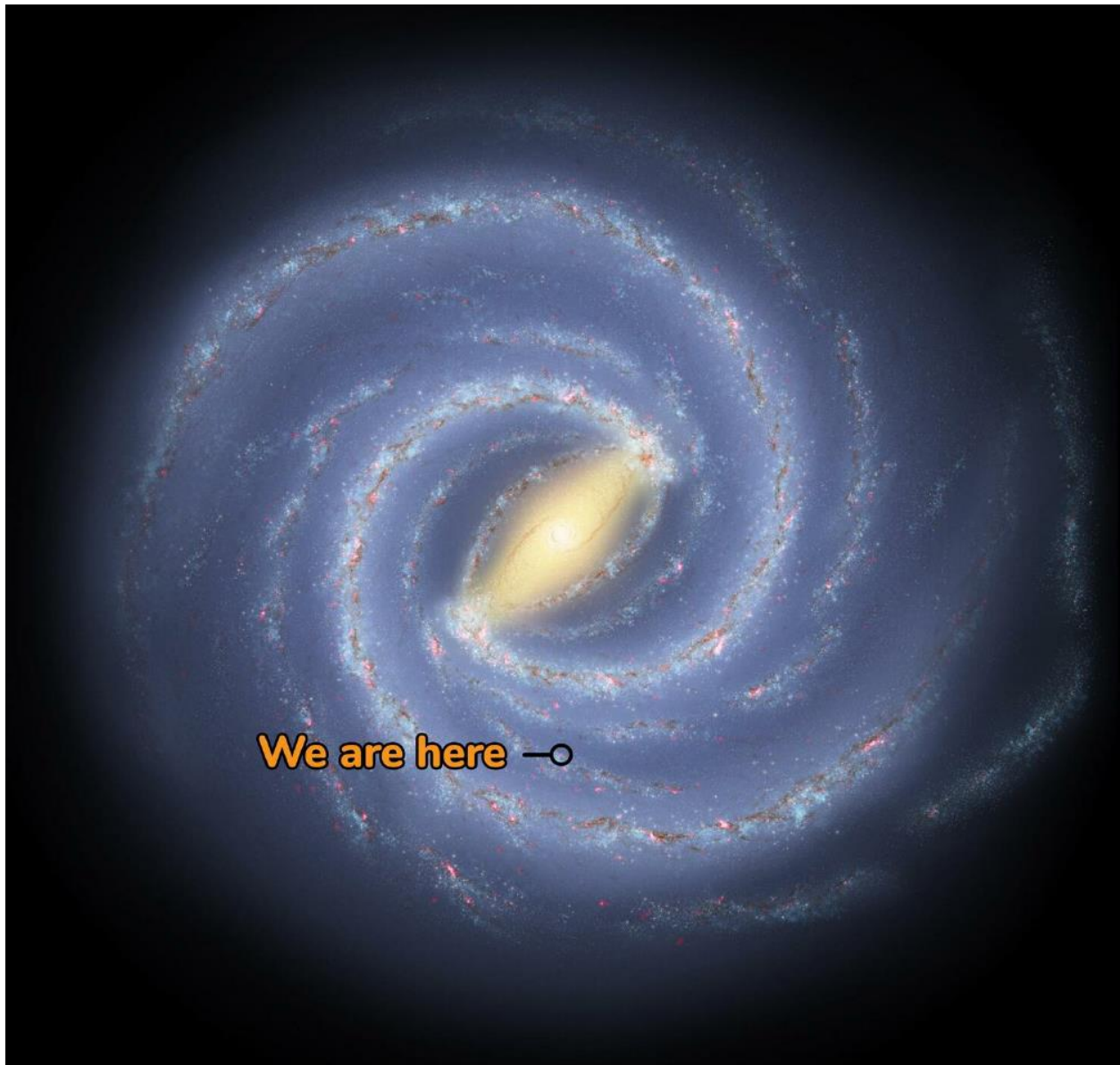
Bien entendu, il s'agit là d'approximations... histoire de nous donner une idée des distances dont on parle.

Une autre approximation qu'on pourrait faire serait de considérer que les milliards d'étoiles que compte la galaxie seraient comme autant de grains de sable éparpillés un peu partout sur le territoire de la France (ou du Québec).

On sait aussi que les distances séparant chaque étoile se compte en années-lumière.

À l'échelle de la France, cela signifie que des dizaines de mètres sépareraient chacun des grains de sable.

Imaginez donc, un territoire aussi vaste que la France parsemé de 200 à 400 milliards de grains de sable; chacun d'eux est distant les uns des autres de plusieurs dizaines de mètres. C'est dire à quel point notre galaxie est à la fois vaste... et vide!



Cette splendide illustration de notre galaxie nous donne une fausse image de la réalité. En réalité, les milliers de petits points blancs qui représentent des milliards d'étoiles et qui constituent les majestueux bras de la galaxie sont infiniment plus petits que représentés ici. Si on représentait les étoiles à leur taille réelle, on verrait que la galaxie est essentiellement composée de vide avec des amas de matière très dense (les étoiles) mais infiniment petits.

Bien entendu, en réalité, il y aurait plusieurs nuances à apporter. Par exemple, les étoiles ne sont pas réparties plus ou moins uniformément à travers la galaxie. Elles forment plutôt de majestueux bras en forme de spirale.

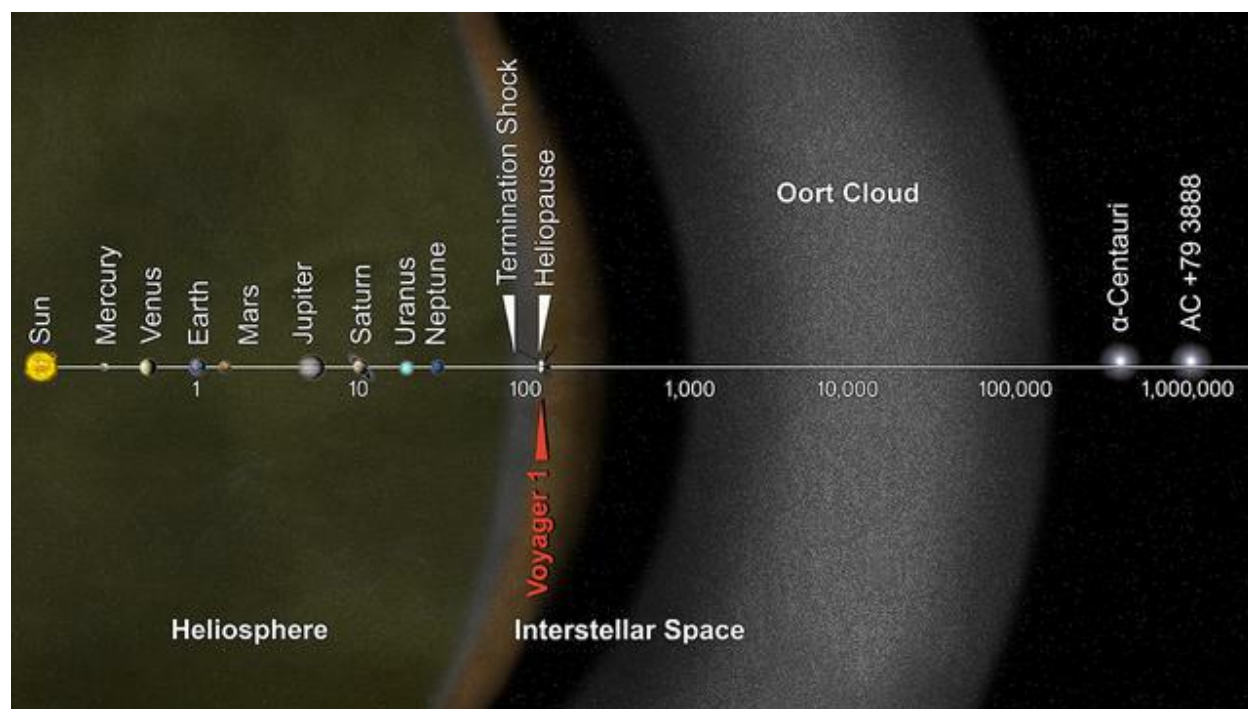
Ajoutons aussi que les étoiles se tiennent souvent par deux, par trois ou plus, pour former des *systèmes stellaires* à

étoiles multiples. C'est le cas notamment du système stellaire Alpha du Centaure, formé de trois étoiles. C'est notre plus proche voisine, à 4,3 années-lumière, soit à 43 mètres de notre pièce de monnaie.

Cette analogie vise simplement à nous faire prendre conscience des distances considérables qui séparent les étoiles, Nous illustrons ainsi le fait que s'il n'est

déjà pas facile d'explorer notre petite pièce de monnaie qu'est le Système solaire, imaginez rendre visite aux autres

«pièces de monnaie» situées à des dizaines, voire à des centaines de mètres de nous!



Illustration, sur une échelle logarithmique, des distances au sein du Système solaire, puis jusqu'aux étoiles les plus proches.

3 – Jongler avec des nombres astronomiques

Nous venons d'énoncer que notre galaxie compte de 200 à 400 milliards d'étoiles. On estime par ailleurs que l'Univers pourrait être constitué de deux mille milliards de galaxies... chacune comptant des milliards ou des centaines de milliards d'étoiles. Comment comprendre ce que représentent de tels nombres... des nombres véritablement astronomiques?!

Pour y parvenir, nous vous proposons quelques analogies pour tenter de voir à quoi correspond ces gros nombres.

Imaginons par exemple qu'une équipe audacieuse d'astronomes entreprendrait d'observer chacune des étoiles de notre galaxie en n'y consacrant qu'une seconde à observer chaque étoile.

Or, déjà là, 200 milliards de secondes correspond à 6338 années. Si donc on entreprenait ce projet aujourd'hui, on ne le

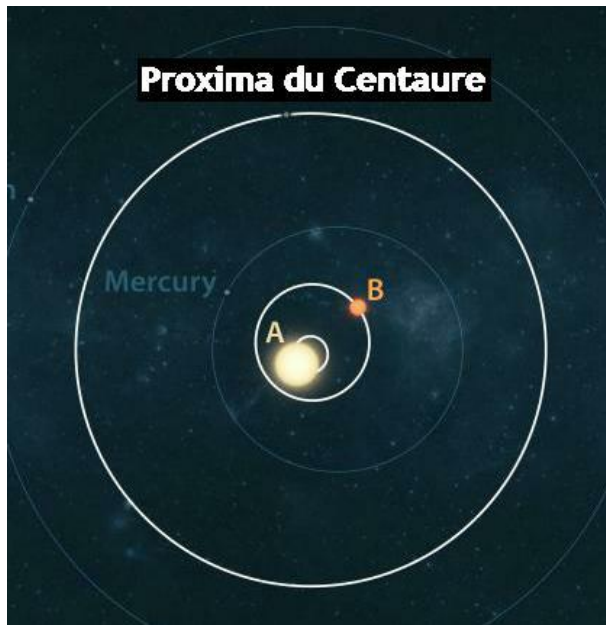
complèterait qu'en l'an 8362. Il faudrait plus de 250 générations d'astronomes pour mener à bien ce projet!

Une autre équipe pourrait tenter un projet encore plus audacieux: observer chacune des deux mille milliards de galaxies en n'y consacrant qu'une seconde par galaxie. Dans ce cas, ce projet prendrait... dix fois plus de temps. Il serait terminé en l'an 65 404.

Ajoutons que depuis une trentaine d'années, nous avons développé la capacité de repérer des planètes autour des autres étoiles de notre galaxie – ce qu'on appelle des exoplanètes.

Or, l'une des découvertes significatives qu'on a faites, c'est que les exoplanètes sont abondantes. D'après nos connaissances actuelles, il semble que la majorité des étoiles en possède, et souvent même plus d'une planète – à l'instar de notre Soleil avec son cortège de planètes.

Si on prend l'exemple du système stellaire voisin, Alpha du Centaure, on a déjà repéré quatre exoplanètes probables circulant autour de deux des trois étoiles de ce système stellaire.



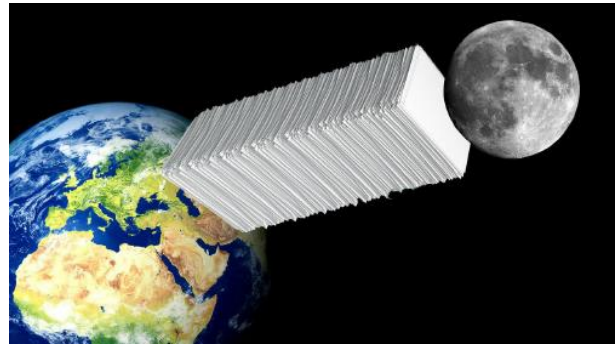
Anatomie du système stellaire Alpha du centaure: deux étoiles (A et B) gravitent l'une près de l'autre, tandis qu'une troisième (C) circule à grande distance des deux autres.

C'est dire le nombre effarant d'exoplanètes qui existent probablement. Pour le moment, on n'en a repéré que quelques milliers, mais il y en a sûrement des milliards, et seulement dans notre galaxie! Multiplions ce nombre par 2000 milliards. Vertige absolu assuré!

D'où la tâche véritablement astronomique qui attend les astronomes qui s'y consacrent. Et d'où la tâche tout aussi complexe qui nous attend pour s'y retrouver et pour nommer (adéquatement) chacune de ces exoplanètes.

Il y a, d'autre part, une toute autre analogie amusante qu'on peut dresser: celle de se rendre sur la Lune simplement en pliant une feuille de papier!

Eh oui, nul besoin d'une grosse fusée pour atteindre la Lune, il suffit de plier une feuille de papier une quarantaine de fois et le tour est joué!



Plions une feuille de papier une quarantaine de fois pour parvenir jusqu'à la Lune!

Prenez donc une feuille de papier dont l'épaisseur est de 0,1 millimètre. Pliez-la en deux. La feuille mesure à présent 0,2 millimètres d'épaisseur.

Pliez-la encore en deux. Elle mesure 0,4 millimètres

Et ainsi de suite...

Or, voilà qu'au bout de quatorze pliures, votre feuille dépassera une épaisseur de un mètre et demi.

Puis, au bout de 24 pliures, elle fera déjà plus d'un kilomètre d'épaisseur, la hauteur d'une belle montagne.

Au bout de 36 pliures, votre feuille atteindra près de 7 kilomètres, soit pratiquement la hauteur du mont Everest!

Et finalement, à la 41^e pliure, vous serez rendus à 220 000 kilomètres

d'épaisseur. Vous serez alors presque au deux-tiers de la distance Terre-Lune, tandis qu'à la 42^e pliure, vous l'aurez largement dépassée! (La Lune se trouve, en moyenne, à 384 000 kilomètres de la Terre.)

Incroyable, n'est-ce pas? Contemplez donc le tableau ci-dessous. C'est ce qu'on appelle un bel exemple de progression logarithmique.

Qu'arrive-t-il lorsqu'on plie une feuille 42 fois?

Feuille	0,1 mm
1 ^e pliure	0,2 mm
2 ^e pliure	0,4 mm
3 ^e pliure	0,8 mm
4 ^e pliure	1,6 mm
5 ^e pliure	3,2 mm
6 ^e pliure	6,4 mm
7 ^e pliure	1,3 cm
8 ^e pliure	2,6 cm
9 ^e pliure	5,1 cm
10 ^e pliure	10,2 cm
11 ^e pliure	20,5 cm
12 ^e pliure	41,0 cm
13 ^e pliure	82,0 cm
14 ^e pliure	1,6 m
15 ^e pliure	3,3 m
16 ^e pliure	6,6 m
17 ^e pliure	13,1 m
18 ^e pliure	26,2 m
19 ^e pliure	52,4 m
20 ^e pliure	105 m
21 ^e pliure	210 m
22 ^e pliure	419 m
23 ^e pliure	839 m
24 ^e pliure	1,7 km
25 ^e pliure	3,4 km
26 ^e pliure	6,7 km
27 ^e pliure	13,4 km
28 ^e pliure	26,9 km
29 ^e pliure	53,7 km
30 ^e pliure	107 km
31 ^e pliure	215 km

32 ^e pliure	430 km
33 ^e pliure	859 km
34 ^e pliure	1 718 km
35 ^e pliure	3 436 km
36 ^e pliure	6 872 km
37 ^e pliure	13 744 km
38 ^e pliure	27 488 km
39 ^e pliure	54 976 km
40 ^e pliure	109 951 km
41 ^e pliure	219 902 km
La lune	384 400 km
42 ^e pliure	439 805 km

Le hic, toutefois, c'est qu'il est tout simplement physiquement impossible de plier une quarantaine de fois une simple feuille de papier, si grande soit-elle. Amusez-vous à en plier une. Disons, une douzaine de fois...

10 fois «pile» sans tricher

Il y a en revanche une expérience assez amusante qu'on peut réaliser: trouver quelqu'un qui, sans tricher d'aucune façon, parvient à lancer une pièce de monnaie dix fois de suite et obtenir la même face.

Pour ce faire, c'est simple: rassemblez un groupe de 1000 personnes. À chacune d'elles, vous remettez une pièce de monnaie «non truquée» et vous leur demandez de tirer à pile ou face.

Normalement, si personne ne triche, vous obtiendrez environ 500 personnes qui auront tiré, disons, face.

Vous demandez à ces 500 personnes de lancer une deuxième fois leur pièce. Normalement, vous obtiendrez environ 250 personnes qui auront obtenu une deuxième face.

Vous demandez à ces 250 personnes de tirer une troisième fois. Normalement, vous obtiendrez environ 125 personnes qui auront obtenu une troisième face consécutive.

Vous leur demanderez une quatrième fois, puis à celles restantes une cinquième fois et ainsi de suite.

Or, au dixième lancer de la pièce, si tout s'est bien passé, vous n'aurez plus que deux personnes et, normalement, l'une d'elles obtiendra une dixième face consécutive!

Ce petit jeu illustre le fait que, même un événement qui nous paraît assez rare — obtenir dix fois «face» sans tricherie — peut assez facilement se produire.

C'est dire aussi que si un événement quelconque n'a «qu'une chance sur un million» de se produire, il risque fort d'arriver lorsqu'il y a «un million» de cas. Étonnant, n'est-ce pas?

Ainsi, si un jour, vous vous trouvez en présence d'un événement dont vous estimez qu'il n'a qu'«une chance sur un mil-

Quand 1000 personnes tirent à pile ou face

Au départ	1000 personnes
1 ^e lancer	±500 faces
2 ^e lancer	±250 faces
3 ^e lancer	±125 faces
4 ^e lancer	±62 faces
5 ^e lancer	±31 faces
6 ^e lancer	±15 ou 16 faces
7 ^e lancer	±7 ou 8 faces
8 ^e lancer	±3 ou 4 faces
9 ^e lancer	±2 faces
10 ^e lancer	±1 face

lion» de se produire — par exemple, une rencontre fortuite — eh bien, puisqu'il y a 68 millions de Français et 9 millions de Québécois, les chances sont bonnes pour que cet événement se réalise assez souvent.

4 — L'espace à l'échelle d'un globe terrestre

Une autre analogie qui illustre les dimensions du proche espace, c'est celle qu'on peut faire à l'aide d'un globe terrestre.

En effet, vous avez probablement chez vous, ou dans une salle de classe, un globe terrestre. Normalement, ce globe mesure 30 centimètres de diamètre. Il représente notre planète, dont le diamètre réel est de 12 750 kilomètres.

Il est intéressant d'utiliser un globe terrestre, qui nous est familier, pour représenter notre place dans l'Univers.

À cette échelle, la Lune équivaldrait à une tomate de 8 centimètres de diamètre. Cette tomate devrait alors être placée à 9 mètres de notre globe terrestre. Toujours à cette échelle,



À l'échelle d'un globe terrestre de 30 cm, la Lune est une tomate de 8 cm... et le Soleil un édifice de 11 étages.



le Soleil serait une sphère de 33 mètres de diamètre, l'équivalent d'un édifice de 11 étages situé à 3½ km de notre globe.

Ajoutons que l'atmosphère terrestre ne fait que quelques dizaines de kilomètres d'épaisseur, disons au maximum une centaine de kilomètres. Ajoutons aussi que la Station spatiale internationale circule autour de la Terre à 400 km d'altitude.

Or, à l'échelle de notre globe terrestre, le cent kilomètres d'épaisseur de l'atmosphère ne représente que 2 millimètres, alors que la Station spatiale navigue qu'à 8 millimètres de notre globe!

C'est dire que nos astronautes qui se rendent dans l'espace ne vont pas bien loin...

Une boule de billard imparfaite

Une autre analogie toute aussi surprenante. Comme nous venons de le dire, la Terre a un diamètre de 12 750 km. La plus haute montagne sur notre planète, le Mont Everest, mesure 9 kilomètres de haut, tandis que la plus grande profondeur que l'on connaisse dans les océans — la Fosse des Mariannes — fait 11 kilomètres de profondeur.

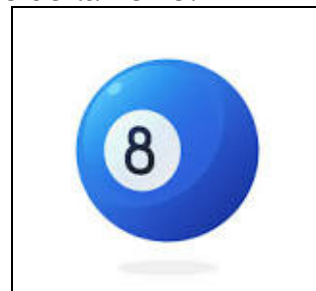
On pourrait donc dire, *grosso modo*, que la Terre est une sphère de 12 750 km

avec un relief maximal de plus ou moins 10 km. Ce qui est extraordinairement peu. En effet, 10 kilomètres ne représentent que 0,08% du diamètre de la Terre.

Autrement dit, si on réduisait la Terre à la taille d'une boule de billard, celle-ci serait plus lisse que la plus parfaite des boules de billard qu'on fabrique. Quoi qu'on pense, donc, la surface terrestre n'est vraiment pas rugueuse. Bien au contraire, elle est dénuée de relief, elle est extrêmement lisse.

Toutefois, la Terre n'est pas une sphère parfaite, loin de là. D'une part, elle est aplatie aux pôles et légèrement bombée à l'équateur. En outre, son hémisphère sud est un peu plus gros que son hémisphère nord. La Terre a une très légère forme de poire. C'est loin d'être une belle boule de billard, si lisse soit-elle!

Notons que ces difformations ne se voient pas, même sur les meilleures photos de la Terre, car elles sont minuscules en regard du diamètre de notre planète.



5 – L'histoire de l'Univers en une année

On considère que l'Univers est apparu à la suite du Big Bang il y a 13,8 milliards d'années et que la Terre et le Système solaire se sont formés il y a 4,5 milliards d'années. La vie serait apparue sur Terre environ un demi-milliard d'années plus tard, tandis que les premiers humanoïdes (les «hommes préhistoriques») ne sont apparus qu'il n'y a que quelques millions d'années seulement. Et notre espèce ne remonte qu'à 300 000 ans. Entre-temps, les dinosaures ont régné sur Terre durant 175 millions d'années, pour disparaître il y a 65 millions d'années.

Tout ça, c'est si vite dit!

Il est cependant difficile de se représenter clairement ce que signifie ce laps de temps — toujours notre difficulté à différencier mille, million et milliard d'années. Un truc simple pour mettre en lumière le temps qui s'est écoulé consiste à

condenser l'histoire de l'Univers en une année.

Si donc on imagine qu'au tout début de l'année, le 1^{er} janvier à minuit, survient le Big Bang. La Terre et le Système solaire n'apparaîtront alors qu'au début du mois de... septembre!

On pourrait dire que les «huit premiers mois» de l'existence de l'Univers font l'objet des études menées actuellement à l'aide du télescope spatial Webb. D'où l'intérêt des travaux que mènent actuellement les astronomes. On a tant à apprendre du passé et de l'évolution de l'Univers.

Chose assez intéressante, la vie apparaît assez rapidement sur Terre, dès la mi-septembre. Par contre, son développement prendra énormément de temps.

Ainsi, les premières cellules (avec noyau) n'apparaissent qu'à la mi-novembre, les premiers poissons vers le 20 décembre, et les premiers arbres et premiers reptiles vers le 23 décembre.

Les dinosaures apparaissent sur Terre à Noël. Et les tout premiers mammifères (de petites «souris») le lendemain. Notons que nous descendons directement de ces «souris»; ce sont nos très lointaines ancêtres.

Les dinosaures ont régné sur Terre durant 175 millions d'années, ce qui équivaut à 3½ jours dans notre calendrier. Ils disparaissent en effet le 30 décembre. Ce n'est que 24 heures plus tard — donc le 31 décembre — qu'apparaissent les premiers primates.

Puis, vers 18 h. apparaissent les premiers hominidés - nos lointains ancêtres. Et ce n'est que dans les quatre dernières minutes de la dernière journée de l'année qu'apparaît notre espèce.

Le tableau dans les pages suivantes donne toutes ces dates et bien d'autres afin de dresser un portrait plus complet de l'évolution de l'Univers et de la vie sur Terre.

Pour donner quelques moments clés de l'humanité, soulignons la très importante invention de l'écriture, il y a environ cinq

mille ans. Il s'agit en effet d'une innovation cruciale, puisque l'écriture sépare la préhistoire de l'Histoire. C'est-à-dire que l'Histoire commence au moment où on possède des traces écrites de ce qu'on pensait et de ce qui se passait alors.

Un passé si lointain... mais si proche

Il y a aussi la domestication du feu, qui nous a permis de faire cuire nos aliments (facilitant la digestion des viandes), l'apparition des pratiques de l'agriculture, qui nous permet de produire notre nourriture (plutôt que de la chasser et la cueillir... au gré du bon vouloir de «Dame Nature»), la formation des villes et des civilisations, etc.

Tous ces progrès remarquables sont arrivés dans les *dernières secondes* de l'année! Pourtant, pour nous, cela semble des événements fort lointains alors qu'à l'échelle de notre calendrier, ils se produisent vraiment dans les dernières secondes.

Et voilà qu'on arrive à l'ère industrielle — la création des machines — il y a environ 200 ans seulement. Là, on en est dans les dernières fractions de seconde de la dernière seconde de l'année!

La découverte de l'électricité, dans les années 1800, a marqué un progrès fulgurant. De même l'invention des machines à moteur: train, navire, automobile, avion — les moyens de transport modernes. De l'éclairage des rues et de l'eau courante (aqueduc et toilette). Des journaux, du téléphone, de la radio, du cinéma, de la télé...

Tous des progrès et inventions qui remontent à moins de deux siècles! Et deux siècles sur 13,8 milliards d'années, ça ne représente que deux dixièmes de seconde!

L'évolution de l'Univers et de la vie en une année

	Étapes	Date	Échelle d'une année
•	Le Big Bang, début de l'Univers	13,8 milliards	1 ^{er} janvier à 0h00
•	S'enchaîne rapidement la création des premières particules (proton, neutron et électron) qui se combineront pour former les premiers atomes d'hydrogène.	Entre 13,8 et 13,5 milliards	Du 1 ^{er} au 8 janvier
•	L'«âge des ténèbres»	Vers 13,5 milliards	Vers le 8 janvier
•	Formation des premières étoiles et galaxies	12 milliards	17 février
•	Formation de notre galaxie, la Voie lactée	10 milliards	10 avril
•	Formation du Système solaire et de la Terre	4,5 milliards	2 septembre
•	Un astre géant, Théia, frappe la Terre et donne naissance à la Lune.	4,3 milliards	7 septembre
•	La Terre ravagée par une terrible tempête d'astéroïdes, apportant d'énorme quantité d'eau et les ingrédients de la vie (du carbone et protéines primitives).	3,9 milliards	19 septembre
•	Les océans deviennent un bouillon de culture: apparition d'une vie très primitive sur Terre (des bactéries unicellulaires).	3,8 milliards	21 septembre
•	Apparition des premières formes de vies multi-cellulaires: les stromatolithes qui produisent de l'énergie par photosynthèse. Ces stromatolithes libèrent de l'oxygène.	3,5 milliards	29 septembre
•	Durant plus de deux milliards d'années, les stromatolithes enrichissent d'oxygène l'atmosphère, transformant celle-ci.		
•	Invention du sexe par les organismes.	2,6 milliards	22 octobre
•	Premières cellules avec noyau	2,1 milliards	5 novembre
•	Abondance d'oxygène dans l'atmosphère terrestre.	1,3 milliard	26 novembre
•	Intense volcanisme qui enrichit l'atmosphère de CO ₂ qui, mélangé à l'eau, crée des pluies acides.	750 millions	10 décembre
•	Les températures se mettent à descendre, dans les -60° ; la Terre devient une immense «boule de neige», la plus longue période glaciaire que connaîtra la Terre. Une couche de glace de trois kilomètres recouvre la planète, durant 50 millions d'années.	650 millions	13 décembre
•	Des volcans percent la glace et dégagent du CO ₂ en quantité, faisant augmenter les températures et fondre la glace. Par la suite, l'atmosphère se remplit à nouveau d'oxygène.		
•	L'atmosphère est tempérée, comme par un beau jour d'été; la vie reprend de plus bel.		
•	La vie forme des organismes multi-cellulaires; apparition des premières plantes sous-marines. De multiples organismes, de plus en plus complexes, font leur apparition au fond des mers.	540 millions	16 décembre
•	Premiers poissons et vertébrés	500 millions	17 décembre
•	Formation de la couche d'ozone qui protège la vie contre les radiations mortelles du Soleil. Sans cette couche, la vie hors des océans serait impossible.	460 millions	18 décembre
•	Les plantes envahissent la terre ferme	440 millions	19 décembre

• Premiers insectes	390 millions	Du 20 décembre Au 29 décembre
• Les premières créatures marines sortent de l'eau pour conquérir la terre ferme.	375 millions	
• La vie commence à s'installer sur la terre ferme	360 millions	
• Premiers arbres et premiers reptiles	350 millions	
• Les premiers dinosaures	280 millions	
• Gigantesque période volcanique qui balaie la planète et qui génère la première extinction de masse; la vie sur la terre ferme disparaît, la vie dans les océans est gravement affectée; 95% de toutes les espèces disparaissent.	250 millions	
• Apparition des premiers mammifères	225 millions	
• La vie réapparaît: les dinosaures	200 millions	
• Premiers oiseaux	180 millions	
• Formation des continents que nous connaissons	180 millions	
• Premières plantes à fleurs	130 millions	
• Grande extinction marine et terrestre, incluant les dinosaures et prolifération des mammifères.	65 millions	Dans la matinée du 30 décembre
• Apparition des premiers humanoïdes (Homo habilis)	2.8 millions	
• Domestication du feu	400 000 ans	
• Apparition de l'Homo sapiens	300 000 ans	
• Invention de la roue	6000 ans	
• Invention de l'écriture	5000 ans	
• Révolution industrielle	225 ans	
• Début de l'exploration spatiale	67 ans	
• Premier homme sur la Lune	55 ans	
• Lancement du Télescope Hubble	34 ans	
• Début du balado <i>Voyage dans l'Espace</i>	7 ans	Sur les 12 coups de minuit!

6 – Deux autres visions étonnantes de la réalité

Depuis le début de ce balado, nous avons parlé des dimensions époustouflantes de l'Univers. Mais on peut également s'intéresser à l'infiniment petit, pour se rendre compte que les distances sont toutes aussi inimaginables. Prenons l'exemple de l'atome d'hydrogène, le plus simple de tous, car il n'est formé que d'un proton et d'un électron. Imaginons que le noyau de cet atome (le proton) aurait la taille d'une tête d'épingle que l'on placerait au centre d'un terrain de football. À cette échelle, l'électron, qui est 2000 fois plus petit que le proton, se déplacerait dans le volume qu'occupent les estrades qui entourent le terrain de foot. C'est

dire à quel point la matière est essentiellement faite de vide.

On retrouve donc autant de vide dans l'infiniment petit que dans l'infiniment grand. Nous vivons dans un monde rempli... de vide!

Dans le même esprit, soulignons que, si on prend en compte toute la matière qui constitue le Système solaire — donc: le Soleil, les planètes, les astéroïdes, les comètes, les satellites naturels, la poussière et le gaz —, il faut savoir que 99,85% de cette matière se trouve concentrée dans le Soleil. Le Soleil à lui seul englobe 99,85% de toute la matière du Système solaire. Le 0,15% restant se retrouve dans

les planètes, les astéroïdes, les comètes, les satellites naturels, la poussière et le gaz. Et, bien entendu, la Terre ne compte que pour une très petite fraction de ce 0,15% de matière résiduelle, puisqu'une grande part de celle-ci est accaparée par Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. En fait, en termes de masse, la Terre ne

représente que 1/1100^e de celle des quatre principales planètes (voir tableau ci-dessous).

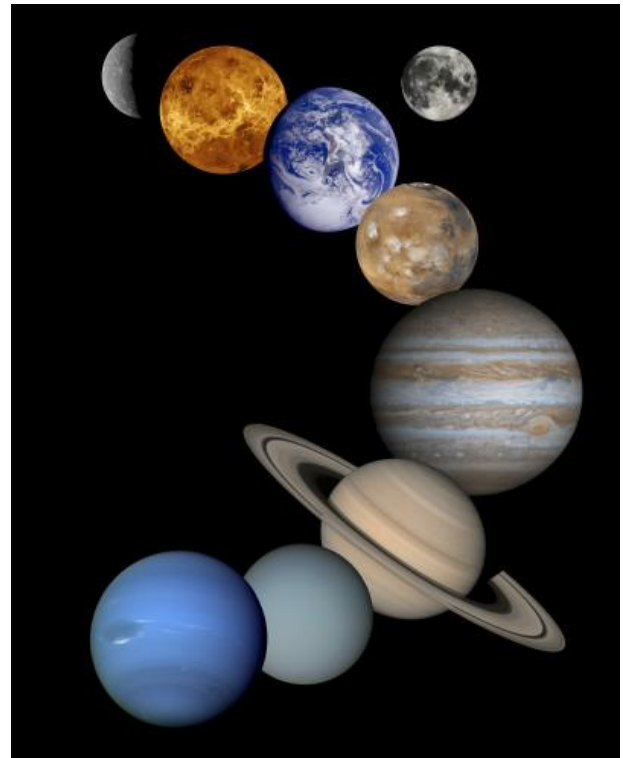
C'est dire à quel point notre planète ne compte pas pour grand-chose à l'échelle du Système solaire. Imaginez maintenant ce qu'elle représente à l'échelle de la galaxie... et de l'Univers tout entier!

Répartition de la matière composant le Système solaire

Le Soleil	99,85 %
Les planètes	0,135 %
Les comètes	0,01 %
Satellites naturels	0,00005 %
Les petites planètes	0,0000002 %
Les météoroïdes	0,0000001 %
La matière interplanétaire	0,0000001 %

Masse des principales planètes

Jupiter	$1,898\ 6 \times 10^{27}$ kg (317,8 Terres)
Saturne	$5,684\ 6 \times 10^{26}$ kg (95,152 Terres)
Uranus	$8,681\ 0 \times 10^{25}$ kg (14,536 Terres)
Neptune	$1,024\ 3 \times 10^{26}$ kg (17,147 Terres)
Terre	$5,973\ 6 \times 10^{24}$ kg (1/1100 ^e des quatre principales planètes)



Notre Système solaire: quatre planètes rocheuses (en haut), plus la Lune, et quatre géantes gazeuses.

Conclusion: de l'infini complexité à notre croyance

Ce que l'on peut retirer de tout ceci, nous semble-t-il, serait que l'appréciation de l'Univers que nous faisons est le fruit du labeur de notre cerveau. Or, celui-ci n'est qu'une infime parcelle de l'Univers! Les scientifiques considèrent néanmoins qu'il pourrait s'agir de l'objet le plus complexe de l'Univers.

Pourtant, si minuscule soit-il, notre cerveau est capable d'appréhender l'Univers dans son entièreté. Et lorsqu'il se bute à ses limites, il conçoit des instruments — dont des

télescopes — pour voir encore plus loin. Voilà qui est tout à fait fascinant.

Le troisième infini

Et si on a parlé de l'infiniment grand (les distances dans l'Univers), de même que de l'infiniment petit (avec l'atome d'hydrogène), ajoutons à cela un troisième type d'infini.

C'est ainsi que le célèbre biologiste et généticien Albert Jacquard parlait de l'infiniment complexe, à savoir: de l'organisation

chimique de la vie. C'est ainsi, par exemple, que le moindre des moustiques est infiniment plus complexe que le plus puissant de nos ordinateurs ou de tout autre appareil ultraperfectionné que nous avons inventé.

L'infiniment grand, l'infiniment petit et l'infiniment complexe, voilà qui ouvrent de belles perspectives de réflexions, n'est-ce pas?

Et pourtant, on se croit...

Il est par ailleurs déconcertant de constater que, de tout temps, on se croit au centre de l'Univers. Comme nous l'avons relaté dans des balados précédents, on a eu durant longtemps de bonnes raisons de se croire le centre de l'Univers. Aujourd'hui encore, lorsqu'on regarde le firmament, l'impression que nous

avons: c'est que tout tourne autour de nous. Pourtant, nous *savons* que ce n'est pas le cas. Néanmoins, nous avons toujours l'impression que, d'une façon ou d'une autre, on doit être au centre de l'Univers, c'est-à-dire au centre des préoccupations divines, si on a des croyances religieuses, ou le centre de l'Univers en termes astrologiques, si on croit en l'influence des astres sur nos vies.

Mais lorsqu'on regarde objectivement les choses, on constate aisément qu'on est si infime en regard de l'Univers pour s'imaginer être au centre de l'attention de dieux ou des astres. Pourtant, à l'évidence, on se croit tout de même d'une manière ou d'une autre au centre de l'Univers, alors que nos connaissances nous indiquent clairement que ce ne peut être le cas.

Mais voilà, se croire le centre de l'Univers, c'est plus fort que nous! ●

Les balados de *Voyage dans l'espace*

2018

Balado 1, [*Destination Mars*](#), diffusé le 4 février 2018.

Balado 2, [*La Lune au temps d'Apollo*](#), diffusé le 18 février 2018.

Balado 3, [*Sommes-nous seuls dans l'Univers?*](#), diffusé le 4 mars 2018.

Balado 4, [*A quoi sert d'explorer le Système solaire?*](#), diffusé le 18 mars 2018.

Balado 5, [*Satellites militaires, la face cachée du spatial*](#), diffusé le 1^{er} avril 2018.

Balado 6, [*TESS : à la recherche des terres du voisinage*](#), diffusé le 15 avril 2018.

Balado 7, [*Planètes et exoplanètes*](#), diffusé le 29 avril 2018.

Balado 8, [*Voyage, voyage dans l'espace*](#), diffusé le 13 mai 2018.

Balado 9, [*Déchets spatiaux*](#), diffusé le 27 mai 2018.

Balado 10, [*Homme dans l'espace*](#), diffusé le 10 juin 2018.

Balado 11, [*La Voie lactée, notre terrain de jeu*](#), diffusé le 24 juin 2018 ([Fascicule 11](#)).

Balado 12, [*Espace 2068, les 50 prochaines*](#), diffusé le 8 juillet 2018 ([Fascicule 12](#)).

Balado 13, [*Le jeu des dates*](#), diffusé le 22 juillet 2018 ([Fascicule 13](#)).

Balado 14, [*Pluton, la reine des petites planètes*](#), diffusé le 5 août 2018 ([Fascicule 14](#)).

Balado 15, [*12 hommes sur la Lune, 1^{ère} partie*](#), diffusé le 26 août 2018 ([Fascicule 15](#)).

Balado 16, [*12 hommes sur la Lune, 2^{ème} partie*](#), diffusé le 9 septembre 2018 ([Fascicule 16](#)).

Balado 17, [*Vivre à bord de la Station spatiale*](#), diffusé le 23 septembre 2018 ([Fascicule 17](#)).

Balado 18, [*Un automne planétaire*](#), diffusé le 7 octobre 2018 ([Fascicule 18](#)).

Balado 19, [*Les extraterrestres nous ressemblent-ils?*](#), diffusé le 21 octobre 2018 ([Fascicule 19](#)).

Balado 20, [*Voyage dans l'espace au cinéma*](#), diffusé le 4 novembre 2018 ([Fascicule 20](#)).

Balado 21, [*Quelles traces laisserons-nous dans l'espace?*](#), diffusé le 18 novembre 2018 ([Fascicule 21](#)).

Balado 22, [*Mystères planétaires*](#), diffusé le 2 décembre 2018 ([Fascicule 22](#)).

Balado 23, [*Noël 1968*](#), diffusé le 16 décembre 2018 ([Fascicule 23](#)).

2019

Balado 24, [*Demain la Lune*](#), diffusé le 10 février 2019 ([Fascicule 24](#)).

Balado 25, [*À quoi sert l'espace?*](#), diffusé le 24 février 2019 ([Fascicule 25](#)).

Balado 26, [*Alexeï Leonov*](#), diffusé le 10 mars 2019 ([Fascicule 26](#)).

Balado 27, [*Parlons de... capsules spatiales*](#), diffusé le 24 mars 2019 ([Fascicule 27](#)).

Balado 28, [*Viking, la fascinante découverte de la vie sur Mars*](#), diffusé le 7 avril 2019 ([Fascicule 28](#)).

Balado 29, [*La Grande peur de 1910*](#), diffusé le 5 mai 2019 ([Fascicule 29](#)).

Balado 30, [*Vingt ans d'exploration spatiale: les astéroïdes*](#), diffusé le 19 mai 2019 ([Fascicule 30](#)).

Balado 31, [*Des idées pas comme les autres*](#), diffusé le 2 juin 2019 ([Fascicule 31](#)).

Balado 32, [*Préludes à Apollo 11*](#), diffusé le 16 juin 2019 ([Fascicule 32](#)).

Balado 33, [*Astronomie 101*](#), diffusé le 30 juin 2019.

Balado 34, [*Apollo 11: dans les coulisses de l'histoire*](#), diffusé le 14 juillet 2019 ([Fascicule 34](#)).

Balado 35, [*Notre Univers époustouflant #1*](#), diffusé le 28 juillet 2019 ([Fascicule 35](#)).

Balado 35, [*Notre Univers époustouflant #2*](#), diffusé le 11 août 2019 ([Fascicule 35](#)).

Balado 36, [*Robert Lamontagne: le métier d'astronome*](#), diffusé le 25 août 2019.

Balado 37, [*Les surprises de l'été 2019*](#), diffusé le 8 septembre 2019 ([Fascicule 37](#)).

Balado 38, [*Pourquoi Mars nous obsède-t-elle autant?*](#), diffusé le 6 octobre 2019 ([Fascicule 38](#)).

Balado 39, [*Où en serons-nous en 2044?*](#), diffusé le 3 novembre 2019 ([Fascicule 39](#)).

Balado 40, [*L'astronomie par l'image*](#), diffusé le 1^{er} décembre 2019 ([Fascicule 40](#)).

2020

Balado 41, [*La Lune, cette inconnue*](#), diffusé le 5 janvier 2020 ([Fascicule 41](#)).

Balado 42, [*La grande aventure des Voyager #1*](#), diffusé le 2 février 2020 ([Fascicule 42](#)).

Balado 43, [*La grande aventure des Voyager #2*](#), diffusé le 1^{er} mars 2020 ([Fascicule 43](#)).

Balado 44, [*Matière et énergie «noires»*](#), diffusé le 5 avril 2020 ([Fascicule 44](#)).

Balado 45, [*Voyage dans le Système solaire*](#), diffusé le 3 mai 2020.

Balado 46, [Et si ça c'était passé autrement...](#), diffusé le 7 juin 2020 ([Fascicule 46](#)).

Balado 47, [A l'assaut de la planète Mars](#), diffusé le 5 juillet 2020 ([Fascicule 47](#)).

Balado 48, [Exoplanètes, de nouvelles planètes incroyables](#), diffusé le 2 août 2020 ([Fascicule 48](#)).

Balado 49, [La grande aventure des Voyager #3](#), diffusé le 6 septembre 2020 ([Fascicule 49](#)).

Balado 50, [Le 50e balado: bilan et perspectives](#), diffusé le 4 octobre 2020.

Balado 51, [Prochains lancements d'astronautes... et de touristes](#), diffusé le 18 octobre 2020.

Balado 52, [Les galaxies: aux frontières de la cosmologie](#), diffusé le 1^{er} novembre 2020 ([Fascicule 52](#)).

Balado 53, [Le Système solaire n'est plus ce qu'il était...](#), diffusé le 15 novembre 2020 ([Fascicule 53](#)).

Balado 54, [Le métier d'astronaute](#), diffusé le 6 décembre 2020 ([Fascicule 54](#)).

Balado 55, [L'étrange monde des étoiles](#), diffusé le 20 décembre 2020 ([Fascicule 55](#)).

2021

Balado 56, [Le monde méconnu des étoiles](#), diffusé le 17 janvier 2021 ([Fascicule 56](#)).

Balado 57, [Les faits saillants de 2020 et de 2021](#), diffusé le 7 février 2021.

Balado 58, [Georges Lemaître: le père du Big Bang](#), diffusé le 21 février 2021 ([Fascicule 58](#)).

Balado 59, [Vie et mort du Soleil](#), diffusé le 7 mars 2021 ([Fascicule 59](#)).

Balado 60, [Paul Houde, chasseur d'éclipses](#), diffusé le 21 mars 2021 ([Fascicule 60](#)).

Balado 61, [Pourquoi le futur n'est jamais comme on l'imagine?](#), diffusé le 4 avril 2021 ([Fascicule 61](#)).

Balado 62, [Dans les secrets de la cosmonautique soviétique](#), diffusé le 18 avril 2021 ([Fascicule 62](#)).

Balado 63, [L'ultime destin du Soleil: un trou noir?](#), diffusé le 2 mai 2021 ([Fascicule 63](#)).

Balado 64, [Qu'est-ce que ce serait que de vivre sur Mars?](#), diffusé le 16 mai 2021 ([Fascicule 64](#)).

Balado 65, [Carte blanche](#), diffusé le 6 juin 2021.

Balado 66, [Dormir en apesanteur](#), diffusé le 20 juin 2021 ([Fascicule 66](#)).

Balado 67, [Les trous noirs, de la fiction à la réalité](#), diffusé le 9 juillet 2021 ([Fascicule 67](#)).

Balado 68, [Le tourisme spatial: la nouvelle course à l'espace](#), diffusé le 18 juillet 2021 ([Fascicule 68](#)).

Balado 69, [Ciel nocturne](#), diffusé le 1^{er} août 2021.

Balado 70, [A-t-on déjà repéré des extraterrestres?](#), diffusé le 5 septembre 2021 ([Fascicule 70](#)).

Balado 71, [Artemis: le rêve du retour sur la Lune](#), diffusé le 19 septembre 2021 ([Fascicule 71](#)).

Balado 72, [Espace 101](#), diffusé le 2021.

Balado 73, [La Lune et Mars: pourquoi est-ce si long?](#), diffusé le 17 octobre 2021 ([Fascicule 73](#)).

Balado 74, [Un petit pas pour l'homme](#), diffusé le 7 novembre 2021.

Balado 75, [Mystères vénusiens](#), diffusé le 21 novembre 2021 ([Fascicule 75](#)).

Balado 76, [Questions de nos auditeurs](#), diffusé le 5 décembre 2021.

Balado 77, [Le télescope spatial Webb](#), diffusé le 19 décembre 2021 ([Fascicule 77](#)).

2022

Balado 78, [Bilan 2021, perspectives 2022](#), diffusé le 2 janvier 2022 ([Fascicule 78](#)).

Balado 79, [Big Bang 101](#), diffusé le 16 janvier 2022 ([Fascicule 79](#)).

Balado 80, [Notre place dans l'Univers 2500 ans d'histoire](#), diffusé le 6 février 2022 ([Fascicule 80](#)).

Balado 81, [Les lunes du Système solaire](#), diffusé le 20 février 2022.

Balado 82, [La Relativité](#), diffusé le 6 mars 2022 ([Fascicule 82](#)).

Balado 83, [La Navette spatiale 1^{ère} partie](#), diffusé le 20 mars 2022.

Balado 84, [La Navette spatiale, 2^{ème} partie](#), diffusé le 3 avril 2022.

Balado 85, [Le fantôme des grosses fusées](#), diffusé le 17 avril 2022 ([Fascicule 85](#)).

Balado 86, [Les soucoupes volantes existent-elles?](#), diffusé le 1er mai 2022 ([Fascicule 86](#)).

Balado 87, [L'année 1972, 1^{ère} partie](#), diffusé le 15 mai 2022 ([Fascicule 87](#)).

Balado 89, [Sagittarius A*: comprendre ce que l'on voit](#), diffusé le 29 mai 2022 ([Fascicule 89](#)).

Balado 88, [L'année 1972, 2^{ème} partie](#), diffusé le 19 juin 2022 ([Fascicule 88](#)).

Balado 90, [L'actualité commentée](#), diffusé le 3 juillet 2022 ([Fascicule 90](#)).

Balado 91, [L'astrophotographie](#), diffusé le 17 juillet 2022 ([Fascicule 91](#)).

Balado 92, [Les mystères de nos origines](#), diffusé le 21 août 2022 ([Fascicule 92](#)).

Balado 94, [Spécial Artemis 1](#), diffusé le 2022.

Balado 93, [Homme ou robot?](#), diffusé le 18 septembre 2022 ([Fascicule 94](#)).

Balado 95, [Destins d'astronaute... des années 1960](#), diffusé le 2 octobre 2022 ([Fascicule 95](#)).

Balado 96, [Destins d'astronaute... d'aujourd'hui](#), diffusé le 16 octobre 2022 ([Fascicule 96](#)).

Balado 97, [L'année spatiale 1962, 1^e partie](#), diffusé le 6 novembre 2022 ([Fascicule 97](#)).

Balado 98, [L'année spatiale 1962, 2^e partie](#), diffusé le 20 novembre 2022 ([Fascicule 98](#)).

Balado 99, [L'astrologie, une croyance passée date](#), diffusé le 4 décembre 2022 ([Fascicule 99](#)).

Balado 100, [Le Centième balado](#), diffusé le 18 décembre 2022.

2023

Balado 101, [En temps réel, l'alunissage d'Apollo 11](#), diffusé le 8 janvier 2023.

Balado 102, [L'actualité 2022 commentée: homme dans l'espace](#), diffusé le 22 janvier 2023 ([Fascicule 102](#)).

Balado 103, [L'actualité commentée: l'exploration du Système solaire, 1^{ère} partie](#), diffusé le 5 février 2023 ([Fascicule 103](#)).

Balado 104, [L'actualité commentée: l'exploration du Système solaire, 2^{ème} partie](#), diffusé le 19 février 2023 ([Fascicule 104](#)).

Balado 105, [Webb, les premiers pas...](#), diffusé le 5 mars 2023 ([Fascicule 105](#)).

Balado 106, [Wernher von Braun, l'époque allemande](#), diffusé le 19 mars 2023 ([Fascicule 106](#)).

Balado 107, [Wernher von Braun, l'époque américaine](#), diffusé le 2 avril 2023 ([Fascicule 107](#)).

Balado 108, [La reconquête de la Lune](#), diffusé le 16 avril 2023 ([Fascicule 108](#)).

Balado 109, [Nous cache-t-on des choses?](#), diffusé le 7 mai 2023 ([Fascicule 109](#)).

Balado 110, [La recherche de vie dans notre galaxie](#), diffusé le 21 mai 2023 ([Fascicule 110](#)).

Balado 111, [Saliout-Skylab, l'ultime course à l'espace](#), diffusé le 4 juin 2023 ([Fascicule 111](#)).

Balado 112, [Que penser de tous ces beaux rêves d'espace?](#), diffusé le 18 juin 2023 ([Fascicule 112](#)).

Balado 113, [Qu'advient-il de tout ce qu'on lance dans l'espace?](#), diffusé le 2 juillet 2023 ([Fascicule 113](#)).

Balado 114, [L'astronomie participative](#), diffusé le 16 juillet 2023 ([Fascicule 114](#)).

Balado 115, [Un certain regard sur l'actualité](#), diffusé le 20 août 2023 ([Fascicule 115](#)).

Balado 116, [Que voit-on depuis l'espace?](#), diffusé le 3 septembre 2023 ([Fascicule 116](#)).

Balado 117, [Planètes: des plus petites aux plus gigantesques](#), diffusé le 17 septembre 2023 ([Fascicule 117](#)).

Balado 118, [Les objets «bizarres» du Système solaire](#), diffusé le 1^{er} octobre 2023 ([Fascicule 118](#)).

Balado 119, [Introduction au programme spatial chinois](#), diffusé le 15 octobre 2023 ([Fascicule 119](#)).

Balado 120, [Des Chinois sur la Lune?](#), diffusé le 6 novembre 2023 ([Fascicule 120](#)).

Balado 121, [Cosmologie, des concepts hallucinants...](#), diffusé le 20 novembre 2023 ([Fascicule 121](#)).

Balado 122, [Les objets bizarres de notre Univers](#), diffusé le 3 décembre 2023 ([Fascicule 122](#)).

Balado 123, [La science en marche, 1^e partie](#), diffusé le 17 décembre 2023 ([Fascicule 123](#)).

2024

Balado 124, [La science en marche, 2^e partie](#), diffusé le 7 janvier 2024 ([Fascicule 123](#)).

Balado 125, [Comment nomme-t-on les astres du firmament?](#), diffusé le 21 janvier 2024 ([Fascicule 125](#)).

Balado 126, [Actualité: stations orbitales et tourisme spatial](#), diffusé le 4 février 2024 ([Fascicule 126](#)).

Balado 127, [Actualité: l'année du retour à la Lune](#), diffusé le 18 février 2024 ([Fascicule 127](#)).

Balado 128, [Sergueï Korolev, comment tout a commencé](#), diffusé le 2024 ([Fascicule 128](#)).

Balado 129, [Sergueï Korolev: triomphes et misères...](#), diffusé le 17 mars 2024 ([Fascicule 129](#)).

Balado 130, [1924, l'année où l'Univers a «éclaté»](#), diffusé le 7 avril 2024.

Balado 132, [Éclipse solaire: l'expérience d'une vie](#), diffusé le 21 avril 2024

Balado 131, [Vingt découvertes qui changent tout](#), diffusé le 5 mai 2024 ([Fascicule 131](#)).

Balado 133, Musées aérospatiaux, des idées de vacances?, diffusé le 19 mai 2024.

Balado 134, [Des exoplanètes aussi méconnues qu'abondantes](#), diffusé le 2 juin 2024.

Balado 135, [Les grands de l'espace](#), diffusé le 16 juin 2024. (Fascicule 135)

Balado 136, L'astrophysicien Olivier Hennandez: d'Hubert Reeves au Planétarium de Montréal, diffusé le 7 juillet 2024.

Balado 137, L'espace à échelle humaine, diffusé le 21 juillet 2024. (Fascicule 137)