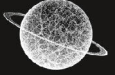


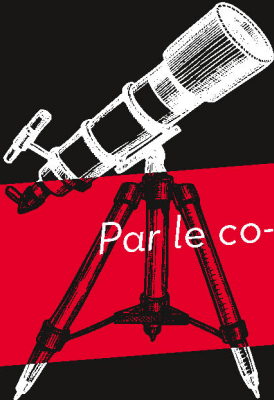
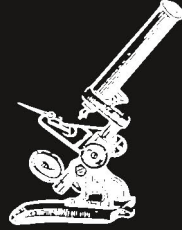
Théo Drieu



34



petits
et grands
secrets
de l'univers



Par le co-créateur de la chaîne youtube
Balade mentale



Belin:

Big Bang,
Naissance de l'univers

Âge des ténèbres

Rayonnement fossile

Le code de la propriété intellectuelle n'autorise que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » [article L. 122-5] ; il autorise également les courtes citations effectuées dans un but d'exemple ou d'illustration. En revanche « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » [article L. 122-4]. La loi 95-4 du 3 janvier 1994 a confié au C.F.C. (Centre français de l'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grand-Augustins, 75006 Paris), l'exclusivité de la gestion du droit de reprographie. Toute photocopie d'œuvres protégées, exécutée sans son accord préalable, constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Dépôt légal : mai 2021

© Belin Éditeur/Humensis, 2021
170 bis, boulevard du Montparnasse, 75680 Paris cedex 14
ISBN : 978-2-410-01739-7

Théo Drieu

34

petits
et **grands**
secrets
de **l'univers**

Belin:

Les premières étoiles s'allument

Sommaire



Introduction	6
Tout le temps qui s'est écoulé	8
L'infiniment grand : vers l'infini et au-delà	52
Les traces de notre passage sur la Lune	70
Voyageurs immobiles	76
Les grandes vitesses du minuscule	84
Comment envoyer ce livre dans le futur ?	88
Voyager vite pour ne plus avoir besoin d'attendre	100
Les chances d'être en vie	104
Ce livre est impossible à toucher	110
Immensément minuscule	114
Ce livre est une passoire	129
Pendant que vous lisez, le Soleil, lui, est au régime	131
Le nombre de vos squelettes	134
Des milliards de fois plus vieux qu'ils n'en ont l'air	147
La recette de la vie	166
Qu'est-ce que je vais bien pouvoir faire de vous ?	176

Un petit conte de faits	186
La puissance qui est en vous	190
La vitesse de la lumière dans le noir total de vos yeux	198
Les couleurs de vos nuits blanches	202
Pourriez-vous lire ce livre dans le noir?	206
Aussi vieux qu'il soit possible d'aller	223
Votre cœur est-il un compte à rebours?	231
Ils vécutent enfants et firent beaucoup d'heureux	238
Des éclairs plein la tête	246
La vitesse d'une pensée	252
Le cafard qui court sans le savoir	259
La lumière qui éternue	261
Œil pour œil, on finira tous aveugles	263
Le son des livres dans vos têtes	269
Nez à nez avec les odeurs	272
Tout existe déjà	285
Message aux générations à venir	298
En direction de l'éternité	312
Sources par chapitres	336
Remerciements	351

Introduction

*« Le monde ne mourra jamais
par manque de merveilles
mais uniquement par manque
d'émerveillement. »*



Gilbert Keith Chesterton

Aussi loin que je puisse me souvenir, j'ai toujours été accompagné de six fidèles amis à qui je dois l'ensemble de ce que j'ai appris. On peut les appeler Quand, Où, Quoi, Comment, Pourquoi et Qui. Ils font, je pense, partie des ingrédients essentiels de l'augmentation du goût de la vie. Et à force de les mettre à toutes les sauces, j'ai été fasciné par ce que l'homme (le terme d'« homme » embrasse évidemment aussi les femmes) est capable d'apprendre sur le monde qui l'entoure.

Je me suis plongé dans la science et ses outils qui nous permettent de partiellement lever le voile sur les mystères du cosmos, des lois qui le gouvernent, de la matière, de la vie, du temps qui passe et de nos origines. J'ai vu la science comme une méthode permettant de prendre de la hauteur et un peu de recul pour faire de la magie sans les mensonges. Mais aussi une arme de réflexion et de distraction massive. Avec délice, j'y ai trouvé une partie des réponses que je cherchais, ainsi que bon nombre de questions vertigineuses que je ne m'étais jamais posées. Et lorsqu'on m'a proposé d'écrire un livre sur le sujet, je n'ai pas su lequel choisir. N'étant spécialiste de rien, ayant toujours préféré savoir un petit peu de tout plutôt que tout d'un petit peu, j'ai donc décidé d'assumer ces centres d'intérêt disparates et bariolés.

Quand le monde a-t-il commencé? D'où venons-nous? De quoi les choses sont-elles faites? Comment fonctionne l'intérieur de ma tête et celui d'une étoile, d'une planète?

Il en ressort, maladroitement retranscrite dans cet ouvrage, une sélection de découvertes et d'événements s'étalant dans l'espace et dans le temps. Ces histoires, qu'elles aient lieu là, maintenant en vous dans l'infiniment petit, au cœur de la matière, ou qu'elles soient situées à des millions d'années-lumière dans des ailleurs hallucinants, concentrent toutes, subjectivement lové en elles, un zeste de sublime parfois entremêlé d'une sensation diffuse d'absurdité.

Dans tous les cas, si vous n'avez pas peur des douces cacophonies de la nature, si vous considérez que consacrer quelques heures de votre vie aux milliers de phénomènes tapis en creux dans une milliseconde, comme aux distances temporelles effarantes qui nous précèdent, n'est pas du temps perdu alors ce livre est fait pour vous. Mais gardez en tête qu'en tournant ces pages, vous allez vraisemblablement perdre l'esprit car la réalité peut parfois dépasser la fiction comme si, dans le fond, la nature avait plus d'imagination que les plus délurés de nos contes de fées, souvent dépassés par ces contes de faits.

Tout le temps qui s'est écoulé

« Le passé,
c'est l'éternité morte. »



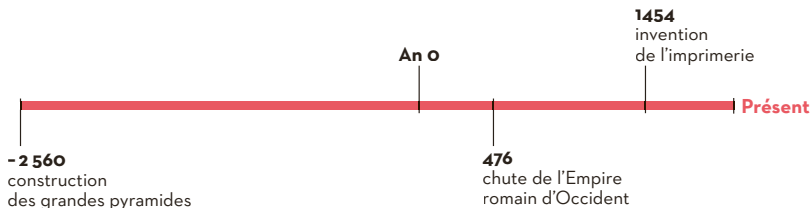
Alexandre Dumas

Ce livre concentre beaucoup d'histoires mais puisqu'il faut bien commencer quelque part, autant prendre ce moment.

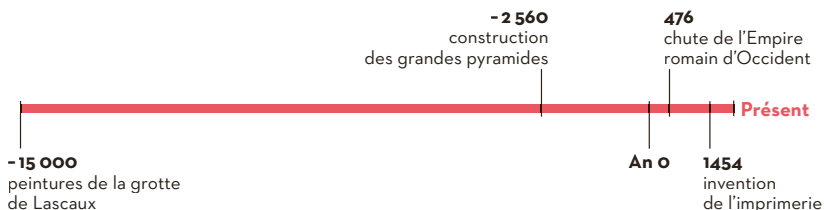
Vous lisez là, dans votre présent. Maintenant tentez de vous représenter à quelle distance de vous se situe votre premier baiser? Est-il plus proche de l'an 2000 ou de l'invention d'internet (1983)?

En 1515, c'est Marignan, oui mais avant? À quand remonte la maîtrise du feu par les premiers hommes? À quelle distance temporelle ces premières flammes se situent-elles par rapport à nous et à l'extinction des dinosaures ou à la formation de notre Soleil?

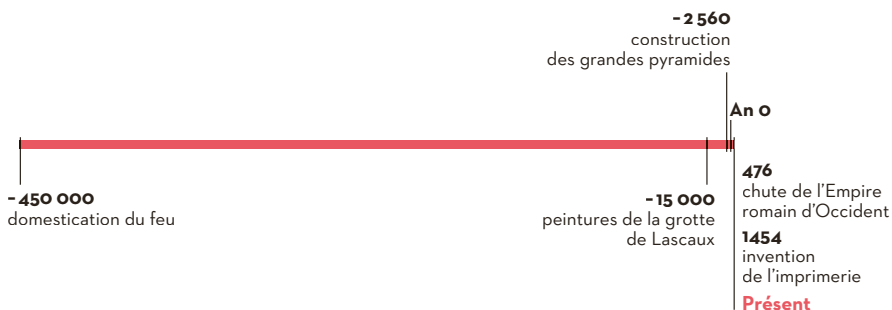
Quand on n'a pas la mémoire des dates, on en est souvent réduit à résumer toutes ces durées en se disant: ces événements se sont déroulés il y a très longtemps, les plus lointains d'entre eux remontent à la nuit des temps. C'est pourquoi, quand on souhaite se représenter les distances temporelles parfois monstrueuses qui nous séparent d'événements passés, on peut faire appel à des frises chronologiques. En utilisant ces lignes temporelles, on parvient alors à se situer et à mettre ces événements en perspective les uns par rapport aux autres.



Ainsi peut-on rendre compte du fait que les Romains qui vivaient en l'an 400 sont, dans le temps, plus proches de nous que la construction des grandes pyramides ne l'était d'eux. Et ces monuments sont eux-mêmes trois fois plus près de notre présent que des peintures de la grotte de Lascaux, réalisées en - 15 000 approximativement.



Quant à la domestication du feu par les premiers hommes, elle se situe près de trente fois plus loin de notre présent que ne le sont les peintures de Lascaux.



La maîtrise de ces premières flammes est, elle-même, cent cinquante fois plus proche de nous que de l'extinction des dinosaures (-66 millions d'années) qui, à l'échelle de la frise précédente, se situerait à 150 pages de là!

Continuons notre petit jeu, en représentant les 13,8 milliards d'années d'existence de notre univers, cette fois-ci compressées le long d'une ligne temporelle courant de la première à la dernière page de cet ouvrage; laquelle correspondrait à notre présent. Sur celle-ci, chaque ligne traversant deux pages équivaut à 78,4 millions d'années, chaque centimètre représente une durée de 2,6 millions d'années, et la longueur de ce trait - , cette toute petite ligne de temps, correspond sur notre frise à 260 millénaires. Dès lors, on peut avoir une vision générale de tout le temps qui s'est écoulé depuis que le monde est monde, et vous n'avez plus qu'à faire défiler les pages pour traverser la grande Histoire.

Malheureusement, bien qu'une telle frise ait le talent de nous vriller l'arrière du crâne, en plaçant en perspective les durées délirantes qui nous séparent d'événements situés dans des passés si lointains, elle présente aussi un défaut majeur. Cette représentation rend difficilement compte des distances temporelles qui séparent des événements *relativement* rapprochés les uns des autres. Songez que, placée sur la frise qui court tout le long de cet ouvrage, la distance qui sépare notre présent de la construction des grandes pyramides tiendrait dans un tiers d'un dixième de millimètre.

Nous voici confrontés à l'impossibilité de distinguer à l'œil nu notre présent d'événements s'étant déroulés il y a plus de 5000 ans! En réalité, même à l'aide de ces lignes temporelles, on en vient

rapidement à perdre le fil. L'immensité des durées qui nous précèdent crée des frises chronologiques trop longues pour être appréhendées d'un seul regard.

Heureusement pour nous, il existe un moyen astucieux permettant de percer les secrets du temps plié ; il prend la forme d'un étrange et ingénieux calendrier cosmique imaginé en 1977 par le génialissime Carl Sagan. Le principe de ce calendrier est de compresser tout le temps qui s'est écoulé, les 13,8 milliards d'années d'existence de notre univers, jusqu'à les faire tenir, non pas sur une ligne temporelle, mais dans une seule de nos années ! Ainsi, dans ce calendrier cosmique, chaque mois représente 1,15 milliards d'années ; chaque jour 37,8 millions d'années ; chaque heure 1,6 million d'années, chaque minute 26 millénaires et chaque seconde 438 ans ! Sur ce calendrier, la naissance de notre univers – le Big Bang – se situe le 1^{er} janvier à minuit et notre présent se trouve au soir du 31 décembre, à 23 h 59 min 59,999999999 s. Dès lors, il est possible de mettre en perspective des durées de temps monstrueuses et surtout de rendre compte des distances temporelles qui séparent les événements les uns des autres. Pour s'en convaincre, partons revivre, dans les grandes lignes, l'année cosmique qui vient de s'écouler.

1^{er} janvier à 00 h 00

Tout commence ici par le Big Bang. Soyons honnête, pour se faire une toute petite idée de ce qu'a pu être le Big Bang, le mieux est encore de mettre à la poubelle le bon sens, votre cerveau, les concepts de début et de fin et la poubelle elle-même, tout en vous

Il serait tentant de se représenter l'univers en expansion comme une sorte de point suspendu dans un vide obscur et sans bord, mais il n'y a pas « d'autour » autour de l'univers en expansion, pas d'extérieur. On ne peut pas admirer le Big Bang depuis un poste d'observation éloigné, il n'existe aucun endroit où se retirer. L'univers n'est pas en expansion dans un vide plus grand que lui; le seul espace qui existe est celui qu'il crée en se dilatant. Le Big Bang n'est pas quelque chose qui s'est passé à l'intérieur de l'univers car le truc qui fit BANG est l'univers lui-même! En une fraction de seconde, il a posé de bonnes bases: matière, énergie, espace et temps et quatre forces fondamentales; quatre fantastiques pour les gouverner tous. Ce sont les quatre chefs d'orchestre qui fixent les règles du jeu et sont responsables de tous les phénomènes qu'on observe dans la nature. La première à se déployer est la gravité, à 10^{43} secondes dans la réalité et 10^{32} °C. Dotée d'un pouvoir d'attraction sur la matière, elle est une force qui déforme, tend, tire et étire les ficelles du tissu de l'espace-temps. C'est elle qui fait que plus les courbes sont prononcées plus le temps passe lentement; elle explique comment deux corps s'attirent, mais pas pourquoi les gens tombent amoureux. Puis vient l'interaction forte, à 10^{35} secondes dans la réalité et 10^{27} °C, qui assure la cohésion des noyaux atomiques et cimente la matière, suivie de près par l'électromagnétisme à 10^{12} secondes dans la réalité et 10^{15} °C qui pilote la lumière, l'électricité, le magnétisme, les réactions chimiques et enfin l'interaction faible, qui se cache derrière la radioactivité et permettra entre autres aux étoiles de briller.

Pendant ces premiers millièmes de secondes, l'univers est alors une soupe primitive infernale. Les particules élémentaires qui s'y déplacent ont des vitesses proches de celle de la lumière : un simple électron peut contenir autant d'énergie qu'un TGV lancé à grande vitesse et la matière y prend la forme d'une purée uniforme, qui baigne dans du rayonnement et sans structure d'aucune sorte. Si, du début, vous n'avez pas tout compris, c'est qu'en fin de compte vous êtes sain d'esprit. Car perdre ses repères est toujours le prix à payer pour s'être aventuré dans des temps aussi reculés.

À cette époque, pour d'hypothétiques yeux humains, il n'y aurait rien à voir. L'univers est alors si dense, qu'il empêche toute lueur de passer. Les rayons lumineux y sont sans arrêt absorbés, réémis, réabsorbés par un brouillard incandescent et opaque. L'espace continue à se dilater au point que, quand la température passe sous la barre des 2700 °C, noyaux atomiques et électrons se combinent. Nous venons de passer le premier quart d'heure du calendrier cosmique, *380 000 ans dans la réalité*. Nous sommes le 1^{er} janvier à 00 h 15 et toute la lumière du monde peut enfin circuler.

1^{er} janvier à 00 h 15

Partout en même temps, l'univers en entier passe presque instantanément, d'opaque à transparent. Produisant un flash d'une intensité considérable, il se retrouve baigné d'une lueur orangée qui va doucement se fatiguer et refroidir. Les vestiges de cette lumière fatiguée par 13,8 milliards d'années de voyage dans l'espace sont encore aujourd'hui visibles dans le ciel sous la forme du rayonnement fossile :

un infime murmure radio qui baigne le ciel tout entier et qu'on peut capter quelle que soit la direction qu'on observe. Si vous disposez d'un vieux poste de télévision cathodique, vous pouvez même en apercevoir les effets. Sur un canal où il « neige », environ 1 % des perturbations qu'on voit danser à l'écran sont dues à ce rayonnement qui vient créer du bourdonnement parasite. La prochaine fois que vous trouvez qu'il n'y a rien à la télé, rappelez-vous qu'il existe une chaîne qui diffuse la naissance de l'univers ! L'espace qui continue son expansion étire progressivement les longueurs d'onde qui vont passer par le rouge avant de sortir du domaine du visible. En à peine quelques secondes à l'échelle du calendrier, dans cet univers sans étoile, les ténèbres font leur retour. Elles vont régner pendant trois jours, *100 millions d'années dans la réalité.*

3 janvier

D'immenses nuages de gaz s'effondrent maintenant sur eux-mêmes, ils vont, dans la foulée, allumer les toutes premières étoiles qui sortent l'univers de l'obscurité. La matière aux grandes échelles commence à se structurer et, d'ici une dizaine de jours, les nuages de gaz et les premières étoiles vont se regrouper pour former les premières galaxies.

13 janvier

Voilà que l'univers se dote de milliards de structures galactiques, chacune d'entre elles contenant suffisamment de gaz et de poussière

pour allumer des centaines de milliards d'étoiles. Pourtant, notre Soleil, tout comme la galaxie dans laquelle nous sommes – la Voie lactée – n'existe pas encore. Pour voir cette dernière se former, il va falloir patienter jusqu'au...

15 mars

Notre galaxie commence à être modelée. Elle ne ressemble alors en rien à ce qu'elle est aujourd'hui. Comme la quasi-totalité des jeunes galaxies, elle héberge à cette époque en son centre un trou noir supermassif et très actif : un quasar. Celui-ci, théâtre de gigantesques jets de matière et de rayonnement, ne restera tout au plus actif que quelques heures, voire quelques jours à l'échelle du calendrier. Puis, lors des deux mois qui suivent, dans un ballet de nuages de gaz qui s'entremêlent, s'influencent et se perturbent, notre galaxie va en incorporer de plus petites. Sous l'action de la force centrifuge, les ensembles de gaz qui la constituent commencent à se regrouper et l'ensemble s'aplatit pour prendre lentement la forme d'un disque. Nous sommes maintenant...

Mi-mai

La Voie lactée s'est dotée de la forme spiralée qu'on lui connaît. C'est dans son plan que se concentre désormais la formation des nouvelles étoiles. Parmi les centaines de milliards d'astres qui s'y trouvent, aucun n'est encore notre Soleil. Pendant trois mois et demi à l'échelle du calendrier, des étoiles naissent, vivent ; d'autres

meurent et explosent en éjectant leurs matières; des nébuleuses se déchirent, des nuages de gaz interstellaires s'effondrent sur eux-mêmes, et l'un d'entre eux commence à former notre Système solaire... Nous sommes au soir du...

31 août

Dans le second bras spiralé d'une galaxie parmi tant d'autres, un immense nuage de gaz moléculaire et de poussière éparpillé dans un volume de plusieurs années-lumière de diamètre commence à se contracter sous l'effet de son propre poids. Notre Système solaire est en train de naître. S'effondrant sur elles-mêmes, les nappes de gaz accélèrent et l'ensemble se met à tourner. En l'espace de quelques heures, *1 à 10 millions d'années dans la réalité*, sous l'effet combiné de la gravité et de la rotation, la majorité de la matière va s'accumuler au centre dans une bulle de gaz en condensation. Au centre du système, la contraction gravitationnelle a fait monter la pression et la température. Les atomes y entrent en collision de plus en plus fortement et, lorsque dans ce brasier agité le thermomètre atteint deux millions de degrés, des noyaux d'hydrogène, *plus précisément de deutérium*, vont occasionnellement se mettre à fusionner, créant ainsi une source d'énergie interne qui s'oppose à la contraction. Profondément enfouie derrière un voile de gaz opaque qu'elle éclaire faiblement depuis l'intérieur, une étoile banale – et exceptionnelle car c'est la nôtre – vient de s'allumer.

Parallèlement, une partie de la matière s'est étalée sur un plan pour y former un disque protoplanétaire. Ici, dans ce milieu

turbulent, se trouve toute la matière qui va donner naissance aux futures planètes du système. De minuscules grains de poussière coagulent et grossissent au gré des collisions. Ils sont les points de départ des mondes à venir. En quelques minutes du calendrier, *quelques millénaires dans la réalité*, certains d'entre eux deviennent des blocs de l'ordre du kilomètre. Se croisant sur des orbites fortement instables, ils fusionnent, se percutent les uns avec les autres, s'agrégeant en corps de plus en plus gros, et finissent par former des planétésimaux.

Ces embryons de planètes, de taille comparable à la Lune, commencent à nettoyer leurs orbites en les débarrassant lentement des poussières qui s'y trouvent et, ce faisant, ils continuent à prendre de l'ampleur. D'ici quelques heures, il ne restera dans la partie interne du système qu'une petite douzaine de protoplanètes.

1^{er} septembre

Au centre du système qui porte son nom, trône maintenant une étoile qui a changé de carburant. Le Roi-Soleil est devenu une étoile stable, entrée dans sa séquence principale et dont le moteur thermonucléaire ronronne à l'hydrogène. Une journée aura été nécessaire, à l'astre naissant pour aspirer à lui la quasi-totalité des gaz alentours. La chaleur et les vents solaires qu'il produit agissent désormais tels des chasse-neiges sur les gaz et les poussières environnantes qui, repoussés en périphérie, vont alimenter la formation des géantes gazeuses. Sur les trajectoires des orbites encore imparfaitement nettoyées ne restent plus que des blocs

Remerciements

Un merci tout particulier à :

- vous qui êtes arrivé jusqu'ici et avez passé quelques heures – j'espère qu'elles étaient agréables – à donner vie à mes mots en les transformant en une petite voix qui résonne actuellement dans votre tête ;*
- à la nature de m'avoir permis d'exister et de raconter ses histoires ;*
- à celles et ceux qui les ont découvertes, en se demandant pourquoi et comment les choses sont ce qu'elles sont ;*
- à Maxou, alias Maxime Labat, grand curieux jusqu'au vice à qui j'ai emprunté nombre de délicieuses formules dans le premier chapitre de cet ouvrage et qui, par moment, sévit avec talent – et avec sa plume – sur la chaîne Balade Mentale ;*
- à Samu et Guigui, mes amusantes muses qui savent mieux que personne ouvrir des portes vers l'absurde à coup de « t'imagines si » des plus logiques ;*
- à Thibaud le plus nietzschéen des humains, qui a su secouer la fourmière qui grouille dans ma tête ;*
- à Manon, Delphine et Salomé pour leurs cerveaux qui carburent à l'énergie endiablée et qui, pourtant, ne comprennent souvent rien à ce que je raconte en m'obligeant à me questionner sur le sens de mes digressions ;*
- à mon papa, pour son talent, ses dessins de mondes imaginaires tout droit sortis du bout de ses doigts ;*
- et, enfin, à ma maman qui a toujours en tête des questions surprenantes, sur le fonctionnement et le sens du monde, auxquelles je n'ai bien souvent absolument aucune réponse.*

Conception graphique et maquette : Pauline Agopian

Crédits couverture : télescope : pikepicture/iStockphoto ; planètes : mari/Adobe Stock ;
pictos : amorroz/Adobe Stock ; cellules : Marina Lahereva/Adobe Stock ;
microscope : Rawpixel.com/Adobe Stock

Crédits : p. 65 : NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) and the HUDF Team ;
p. 76-77 : pouces : Pronick/Adobe Stock ;
p.149 : tableau périodique des éléments : MicroOne/Adobe Stock

Premiers cétacés

Apparition
des premiers Hominidés

Apparition de
l'Homme moderne

Ancêtres de tous
les grands singes

Apparition des premiers
Australopithèques