

L'Univers expliqué à mes petits-enfants

Hubert Reeves

L'Univers expliqué
à mes petits-enfants

Éditions du Seuil

ISBN 978-2-02-103830-9

© ÉDITIONS DU SEUIL, JANVIER 2011

Le Code de la propriété intellectuelle interdit les copies ou reproductions destinées à une utilisation collective. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite par quelque procédé que ce soit, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants cause, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

www.seuil.com

Extrait de la publication

Prélude

Le titre de ce livre me rappelle *L'Art d'être grand-père* de Victor Hugo. Dans un monde où les couples n'ont plus la solidité d'antan, les grands-parents sont devenus des repères importants, d'autant qu'ils accompagnent en général plus longtemps la vie de leurs petits-enfants.

Je dédie ce livre à mes petits-enfants. En commençant à l'écrire, j'ai pris conscience de la valeur symbolique que je pouvais lui donner : celle d'un testament spirituel.

Que voudrais-je raconter à mes petits-enfants de l'histoire de ce grand Univers qu'ils continueront à habiter après moi ? Comment les aider à transmettre à leur tour ces connaissances ?

J'ai choisi de m'adresser à des enfants d'un âge voisin de quatorze ans. Et aussi, bien sûr, à tous ceux qui veulent en savoir plus sur notre cosmos et sur son histoire.

Le livre est né de conversations avec l'une de mes petites-filles, certains soirs d'été. Notre

dialogue se passe sous le ciel étoilé, que nous contemplons confortablement étendus sur des chaises longues. Tout au long de cette rédaction, je me suis senti revivre ces soirées de mois d'août avec mes enfants qui me bombardaient de questions pendant que nous attendions les étoiles filantes.

La contemplation de la voûte céleste et le sentiment de notre présence parmi les astres provoquent un désir partagé d'en savoir plus sur ce mystérieux cosmos que nous habitons.

Il sera ici question de science, ce qui n'exclut pas la poésie.

Une soirée d'observation

– *Grand-papa, quand j'ai dit à mes amis que nous allions écrire ensemble ce livre sur l'Univers, ils m'ont posé des tas de questions à te transmettre.*

– Par exemple ?

– *Quelle est la dimension de l'Univers ? Qu'est-ce qu'il y avait avant le Big Bang ? Est-ce qu'il y aura une fin du monde ? Ça va se passer comment ? Et puis : Y a-t-il d'autres planètes habitées ? Crois-tu aux extra-terrestres ? Mes amis me disent aussi que dans tes livres tu fais beaucoup de comparaisons culinaires. Ils me parlent du potage aux lettres et du pudding aux raisins que ta mère préparait.*

– Nous allons parler de tout cela. Grâce aux sciences, et en particulier à l'astronomie, nous comprenons maintenant beaucoup de choses. Mais il y a des quantités de questions qui restent sans réponses. Beaucoup d'énigmes non résolues. Je vais t'en faire part pour que tu n'aies pas l'impression

que nous savons tout. Notre Univers reste encore profondément mystérieux... Étends-toi bien sur ton transat et ferme les yeux. Respire profondément. Porte ton attention sur toutes les parties de ton corps : tes pieds, tes mains, tes doigts... Tes yeux, tes oreilles, ton nez. Tu y es ?

– *Oui, je sens tout mon corps.*

– Pour chacun d'entre nous, l'Univers commence par ça : ce que tu sens, ce qui te permet de voir, d'écouter, de percevoir à la fois ton monde intérieur et le monde extérieur. Tu fais partie de l'Univers et c'est par ton corps et ton esprit que nous allons l'explorer. Ouvre les yeux maintenant. C'est la nuit, le ciel est clair. Il y a des étoiles partout, des brillantes et d'autres très faibles, à peine visibles à l'œil nu. Il y a la Terre qui nous porte, le Soleil qui nous éclaire le jour et la pâle Lune.

L'Univers c'est tout cela. Tout, tout, tout.

Mais pour commencer, dis-moi, quel âge as-tu ?

– *J'aurai bientôt quatorze ans.*

– Où étais-tu il y a vingt ans ?

– *Mais je n'existais pas, grand-papa.*

– Bien sûr ! Moi j'existais, pas toi. Puis il y a eu un évènement extraordinaire, tu es née, tu es venue au monde, tu as commencé à exister. Tu es entrée dans l'Univers. Avant, tu n'y étais pas.

Je ne parle pas du jour de ta naissance qui est maintenant la date de ton anniversaire. Je parle du moment, environ neuf mois auparavant, où ton père et ta mère t'ont conçue en faisant l'amour. Ce jour est pour toi bien plus important que celui de ton anniversaire. Ce jour-là, tu es apparue sur une petite planète, la Terre, qui tourne autour du Soleil, qui lui-même tourne autour du centre de notre Galaxie, la Voie lactée, une des innombrables galaxies de notre Univers. Cela s'est passé dans le ventre de ta mère. Des millions de petites cellules avec une longue queue (les spermatozoïdes) ont été injectées par ton père. Les voilà engagées dans une course de vitesse. Elles se dirigent précipitamment vers l'ovule qui attend et qui sera l'autre moitié de toi. Quelle ardeur dans la compétition ! De tous ces prétendants, un seul nous importe ici, celui qui gagnera la course. Il va pénétrer dans l'ovule et le fertiliser. Les autres vont mourir. Et toi, tu viens d'entrer dans l'existence grâce à ces deux cellules qui, en s'unissant, sont devenues toi. Tu es maintenant une habitante du cosmos. C'est à ce moment que tu commences à vivre la longue aventure de ta vie. Pendant les neuf mois qui suivent, le petit ovule fertilisé devient un embryon, puis, ensuite, un fœtus. Les cellules de ton corps se mettent en place pour te permettre de vivre et de connaître le monde dans lequel tu es entrée le jour de ta naissance, quand tu es sortie

du ventre de ta mère. Plus tard, tu as ouvert les yeux, tu as regardé le monde, et tu t'es préparée à me poser des questions comme celle-ci : « Grand-papa, c'est quoi l'Univers ? »

Mais déjà, je vais te donner une information étonnante : s'il n'y avait pas eu, bien avant ta naissance, des étoiles dans le ciel, tu n'existerais pas, tu ne serais pas née. Ni moi, d'ailleurs... Et nous ne serions pas ici en train de parler.

– Je ne peux pas imaginer que les étoiles si lointaines dans le ciel ont quelque chose à voir avec mon existence. C'est merveilleux ! Comment peux-tu savoir ça ?

– Nous allons y venir. Mais avant, je vais t'expliquer beaucoup de choses.

À quelle distance sont les étoiles ?

– Je ne regarderai plus jamais les étoiles de la même façon. Mais je n'arrive pas à savoir si elles sont proches ou lointaines. Explique-moi, comment peut-on connaître, par exemple, la distance entre la Terre et le Soleil ?

– Nous allons commencer par nous intéresser à notre Soleil. Ce soir, nous allons à notre observatoire pour le voir se coucher. Cette grosse boule lumineuse qui descend lentement vers l'horizon, c'est une étoile comme celles que nous voyons la nuit. Mais les autres étoiles sont si loin qu'elles nous paraissent bien peu lumineuses en comparaison. Parmi toutes les étoiles du ciel, nous avons la chance d'en avoir une tout près de nous !

– Oui, mais à quelle distance ?

– Évidemment, il est plus loin que les montagnes derrière lesquelles il va se coucher.

– *Beaucoup plus loin ?*

– Les hommes se sont posé cette question pendant très longtemps avant de trouver la réponse. Certains disaient qu'il était très loin, d'autres qu'il était tout près. On raconte qu'un prisonnier, nommé Icare, et son père avaient projeté de s'enfuir en s'élevant dans le ciel grâce à deux ailes fixées dans le dos avec de la cire. Mais Icare commit une imprudence fatale en s'approchant du Soleil : la cire fondit et il se noya dans l'océan.

– *Alors comment peut-on mesurer ces distances ?*

– Il y a plusieurs méthodes. En voici une qui sert par exemple pour la Lune et le Système solaire. Rappelle-toi nos promenades dans les montagnes, l'été dernier. Nous nous amusions à crier pour écouter l'écho de nos voix. Selon la distance, il nous revenait après un temps plus ou moins long. Le son (notre cri) voyage vite : trois cents mètres par seconde. Si l'écho parvient après deux secondes (– une – deux), tu sais que la falaise est à trois cents mètres (une seconde pour l'aller, une seconde pour le retour). Pour mesurer les distances dans le Système solaire, on utilise la même méthode, pas avec le son comme pour l'écho en montagne, mais avec la lumière.

– *Il y a des échos de lumière ?*

– Oui, comme il y a des échos de son. Mais bien plus rapides : la lumière va mille fois plus vite

que le son. Aujourd'hui, pour mesurer la distance de la Lune, on envoie un rayon radar (une sorte de lumière) vers sa surface. L'écho revient de la Lune en deux secondes (une pour aller, une pour revenir). La Lune est à une seconde-lumière.

Pour aller au Soleil, la lumière met huit minutes. On dit que le Soleil est à huit minutes-lumière. Il y a quelquefois de gros orages qui éclatent à la surface du Soleil. Des éclairs embrasent sa surface. Mais on ne les voit que huit minutes plus tard. Quand nous les observons sur la Terre, nous savons qu'ils ont eu lieu huit minutes plus tôt. Pourquoi ? Parce que la lumière de ces éclairs a dû parcourir la distance entre le Soleil et nous.

– Cela veut dire que le Soleil que nous observons ce soir est le Soleil tel qu'il était il y a huit minutes ? Comment est-il maintenant ? A-t-il changé en huit minutes ?

– Pour le savoir, il nous faut attendre... huit minutes. En fait, nous sommes juste à bonne distance de notre étoile. Plus loin, il ferait très froid et nous ne pourrions pas vivre. Plus près, il ferait trop chaud et l'eau de l'océan s'évaporerait. Sans eau liquide, il n'y aurait pas de vie non plus. C'est parce que notre Terre est à une bonne distance du Soleil que la vie a pu s'y développer et que nous y vivons confortablement.

Attendons maintenant la nuit. Le Soleil est

couché. Les étoiles apparaissent dans le ciel. Leur lumière a voyagé longtemps avant de nous arriver sur la Terre. Certaines des étoiles que nous voyons sont situées à des dizaines, des centaines, et même à des milliers d'années-lumière. Par exemple, l'étoile Polaire, celle qui nous indique le Nord, est à quatre cent trente années-lumière. Pour nous arriver aujourd'hui, sa lumière est partie de l'étoile autour de l'année 1580.

– *Et les trois étoiles que tu appelais les Rois Mages, dans la constellation d'Orion, elles sont à quelles distances ?*

– Leur lumière a voyagé pendant mille cinq cents ans avant d'entrer dans nos yeux. Elle est partie vers la fin de l'Empire romain, voyageant pendant tout le Moyen Âge, la Renaissance et les époques récentes, elle filait à travers l'espace et nous arrive enfin... Bien sûr, nous ne pourrions pas mesurer leurs distances parcourues par la méthode des échos. Il faudrait attendre trois mille ans pour l'aller-retour ! On utilise d'autres méthodes. Tu pourras les lire dans les ouvrages d'astronomie.

Et maintenant, si tu regardes des images prises du cosmos avec de grands télescopes, tu vois une multitude de galaxies. Ici, les distances sont beaucoup plus grandes encore. La lumière de certaines d'entre elles a été émise bien avant la

naissance de la Terre et du Soleil. Elle voyage pratiquement depuis le début de l'Univers.

– *Comment peut-on savoir ce qu'elles sont devenues ? Peut-être qu'elles n'existent plus.*

– La question se pose. On pense que nombre d'entre elles ont été avalées par les plus grosses. Il y a beaucoup de cannibalisme chez les galaxies. Mais pour le vérifier directement, il faudrait patienter des milliards d'années. Retiens bien cette information : quand tu observes un astre lointain, tu le vois tel qu'il était dans un lointain passé et non pas tel qu'il est aujourd'hui. On peut résumer cela en disant : « Regarder loin, c'est regarder tôt. » Les astronomes ont à leur disposition une « machine à remonter le temps » dont rêveraient tous les historiens terrestres. Elle nous permet d'observer en direct le passé du cosmos. Par exemple, pour savoir comment était l'Univers au moment de la naissance du Soleil, il y a 4,5 milliards d'années, il suffit d'observer des astres qui sont à 4,5 milliards d'années-lumière de nous. C'est ce que les astronomes font aujourd'hui avec leurs puissants télescopes. Ainsi nous pouvons reconstituer l'histoire de l'Univers.

De quoi sont faites les étoiles ?

– Tu m’as dit que les étoiles sont très loin mais qu’elles ont joué un rôle important dans notre existence ici sur la Terre. Moi je ne vois que des petits points lumineux. Comment peut-on savoir de quoi elles sont faites ? Et comment ont-elles pu contribuer à notre vie ?

– Pour répondre à ta question, je vais revenir sur des notions qui te sont peut-être déjà familières. On va parler d’atomes et de lumière.

– Oui, j’ai appris des choses à ce sujet, mais je ne comprends pas très bien. Explique-moi et fais comme si je ne savais rien du tout.

– Entendu. On recommence à zéro. Regarde autour de toi. Tu perçois un grand nombre de substances différentes : la terre et les pierres qui forment le sol où tu marches, l’eau que tu bois, l’air que tu respires, ta nourriture – les fruits et les

légumes. Et aussi ton corps que tu sens. Une des plus grandes découvertes de la science a été de montrer que toutes ces substances, si nombreuses et si différentes, sont en fait des combinaisons de petites particules qu'on appelle les atomes. Ils portent des noms que tu connais : l'oxygène, le carbone, le fer, le chlore, le sodium, l'hydrogène, l'hélium, le plomb, l'or, etc. Il y en a environ une centaine ; je t'en donne quelques exemples : l'eau est composée d'hydrogène et d'oxygène, le sel de table de chlore et de sodium, les pierres sont surtout constituées d'oxygène, de silicium, de fer, de magnésium. Ton corps, c'est essentiellement de l'oxygène, du carbone, de l'azote, de l'hydrogène. L'air que tu respires, c'est surtout un mélange d'oxygène et d'azote. Cette idée – que les substances que nous percevons sont des combinaisons d'atomes – date déjà de plus de deux mille ans. Elle a été proposée par des philosophes grecs comme Démocrite et Lucrèce. Mais c'est au XVIII^e et XIX^e siècles que les chimistes ont pu démontrer sa validité.

– Tout ça, c'est sur la Terre. Est-ce pareil pour les étoiles et les planètes ? Comment savoir si le Soleil est fait d'atomes comme nous ? Il est si loin et les atomes sont si petits !

– Pour te répondre il faut maintenant que je te parle de la lumière et des couleurs. Commençons

avec les lampes fluorescentes utilisées dans les enseignes lumineuses de publicité. Il y a, bien sûr, le rouge de Coca-Cola qui est émis par des atomes d'hydrogène enfermés dans des tubes en verre. Il y a encore le jaune des lampes qui éclairent les tunnels routiers et qui contiennent du sodium, le violacé des lampes à vapeur de mercure.

– *Comment fait-on pour que ces atomes émettent de la lumière ?*

– Quand on donne de l'énergie à un atome, par exemple en lui envoyant de l'électricité, il s'en débarrasse en émettant de la lumière. Chaque variété d'atome émet une lumière composée de couleurs particulières. L'hydrogène s'illumine surtout en rouge, le sodium en jaune, le mercure en violacé. Ces couleurs constituent une sorte de signature qui permet de les reconnaître. Et cela où qu'ils soient : sur la Terre ou dans l'espace, et même aux confins de l'Univers.

– *Alors, c'est en observant les couleurs des étoiles qu'on peut connaître leur composition ? C'est génial ! Qui a eu cette idée ?*

– C'est un astronome allemand, Joseph von Fraunhofer, qui réalisa pour la première fois en 1811 l'analyse de la lumière du Soleil. On y a retrouvé la signature d'une grande variété d'atomes différents : de l'hydrogène, du calcium, etc. Donc le

Soleil est, comme nous, composé d'atomes. Ainsi en est-il des étoiles, des planètes et de tous les astres observés dans l'Univers. On y retrouve chaque atome que nous connaissons. Et seulement ceux que nous connaissons. On n'a pas observé dans le ciel de variétés d'atomes qui seraient inconnues sur la Terre. Tu entrevois l'importance de cette découverte ! Grâce aux couleurs des lumières que nous recevons dans nos télescopes, nous pouvons connaître la composition atomique de tout ce qui brille dans le ciel !

Pour la petite histoire, vers la même époque, un philosophe français, Auguste Comte, incluait dans une liste de découvertes selon lui impossibles la connaissance de la composition chimique du Soleil. Comme quoi, il ne faut jamais dire : « C'est impossible ! »

Le Seuil s'engage pour la protection de l'environnement

Ce livre a été imprimé chez un imprimeur labellisé Imprim'Vert, marque créée en partenariat avec l'Agence de l'Eau, l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) et l'UNIC (Union Nationale de l'Imprimerie et de la Communication).

La marque Imprim'Vert apporte trois garanties essentielles :

- la suppression totale de l'utilisation de produits toxiques ;
- la sécurisation des stockages de produits et de déchets dangereux ;
- la collecte et le traitement des produits dangereux.



RÉALISATION : PAO ÉDITIONS DU SEUIL
IMPRESSION : NORMANDIE ROTO S.A.S. À LONRAI
DÉPÔT LÉGAL : JANVIER 2011 N° 103830 (00000)

Imprimé en France

