

CHAPITRE I

Le Big Bang n'est pas une explosion, et
déjà ça dérange

Le Big Bang souffre d'un problème d'image. Pour beaucoup, il évoque une explosion primitive, une sorte de grenade cosmique jetée dans le néant, avec des galaxies propulsées comme des morceaux de ferraille lumineuse dans un espace déjà là. L'image est séduisante, spectaculaire, facile à vendre. Elle est aussi très mauvaise. L'univers n'a pas explosé dans l'espace comme une bombe dans un hangar. Selon le modèle cosmologique moderne, c'est l'espace lui-même qui s'est dilaté. Ce n'est pas un détail technique. C'est la différence entre un événement situé dans un décor et l'apparition dynamique du décor lui-même.

Le Big Bang ne désigne donc pas une explosion au sens ordinaire. Il désigne l'état ancien, extrêmement chaud et dense, à partir duquel l'univers observable a évolué. Quand les cosmologistes parlent du Big Bang, ils ne parlent pas d'un point brillant suspendu dans un vide extérieur, attendant gentiment de faire carrière dans les manuels scolaires. Ils parlent d'une phase où l'espace, le temps, l'énergie et la matière étaient dans des conditions si extrêmes que nos intuitions habituelles deviennent presque inutiles. Notre imagination cherche une scène, un centre, un extérieur, un avant. Le modèle, lui, nous oblige à penser autrement.

Cette difficulté explique une partie des malentendus. Nous avons l'habitude qu'une explosion ait un centre. Une bombe explose quelque part. Les débris partent dans toutes les directions depuis un point précis. Le Big Bang, lui, n'a pas de centre dans ce sens-là. Si l'univers s'étend, ce n'est pas parce que les galaxies traversent un espace fixe depuis un point d'origine commun. C'est parce que les distances entre les grandes structures cosmiques augmentent avec l'expansion de l'espace. À grande échelle, ce n'est pas seulement la matière qui bouge dans l'univers ; c'est la trame même de l'univers qui s'étire.

Une image classique permet de le comprendre, même si elle reste imparfaite. Imagine une surface parsemée de points, comme la surface d'un ballon que l'on gonfle. Les points s'éloignent les uns des autres, non parce qu'ils courent sur le ballon, mais parce que la surface elle-même se dilate. Aucun point n'est nécessairement le centre de l'expansion sur la surface. Tous peuvent voir les autres s'éloigner. L'univers n'est évidemment pas un ballon en caoutchouc, et toute analogie cosmologique finit par boiter avec élégance, mais celle-ci aide à saisir l'idée centrale : l'expansion n'est pas une fuite de matière dans un vide préexistant. Elle concerne la géométrie même de l'espace.

Le modèle du Big Bang s'est imposé parce qu'il ne repose pas seulement sur une belle idée. Une belle idée, en science, ne suffit pas. L'histoire humaine en a produit beaucoup, certaines magnifiques, certaines absurdes, certaines encore utilisées dans les réunions de famille. Le Big Bang est devenu le modèle dominant parce que plusieurs observations indépendantes convergent vers lui. Il explique l'expansion de l'univers, le rayonnement fossile qui baigne encore le cosmos, l'abondance des éléments légers formés dans les premières minutes, et la manière dont les grandes structures ont pu émerger progressivement.

La première grande pièce du puzzle est l'expansion cosmique. Au début du XXe siècle, les observations des galaxies ont montré qu'à grande échelle, elles semblaient s'éloigner les unes des autres. Plus une galaxie est lointaine, plus sa lumière est décalée vers le rouge. Ce décalage signifie que les longueurs d'onde de la lumière ont été étirées pendant leur trajet jusqu'à nous.

L'interprétation cosmologique dominante est que cet étirement est lié à l'expansion de l'espace lui-même. L'univers observable n'est donc pas statique. Il a une histoire dynamique. Il n'est pas une scène éternelle ; il est un processus.

Ce constat a bouleversé l'imaginaire scientifique. Pendant longtemps, l'idée d'un univers stable, immuable, existant de toute éternité, paraissait presque naturelle. Elle convenait à notre besoin d'ordre. Elle avait la politesse des choses fixes. Mais un univers en expansion raconte autre chose. Si les galaxies s'éloignent aujourd'hui, alors, en remontant le film cosmique, l'univers observable devait être plus dense, plus chaud, plus compact. Le Big Bang naît de ce raisonnement : non pas comme une fantaisie, mais comme la conséquence d'un univers dont l'espace se dilate.

La deuxième preuve majeure est le fond diffus cosmologique. Ce nom a l'élégance administrative d'un formulaire d'assurance, mais il désigne l'un des indices les plus fascinants de toute l'histoire scientifique. Le fond diffus cosmologique est un rayonnement très ancien, présent dans toutes les directions du ciel, vestige d'une époque où l'univers était encore chaud, dense et opaque. Pendant ses premières centaines de milliers d'années, l'univers était rempli d'un plasma dans lequel la lumière ne pouvait pas voyager librement. Les photons étaient sans cesse diffusés par les particules chargées. L'univers, si l'on peut dire, était lumineux mais aveugle.

Puis il s'est refroidi. Les électrons et les noyaux ont pu se combiner pour former des atomes neutres. La lumière a alors pu se propager librement. Ce rayonnement, étiré par l'expansion de l'univers pendant des milliards d'années, nous parvient aujourd'hui sous forme de micro-ondes très froides. Il constitue une sorte de photographie fossile de l'univers jeune, non pas au moment absolu du Big Bang, mais à une époque très ancienne où la matière et le rayonnement venaient de se découpler. Si l'on veut une relique cosmique, en voilà une qui a plus de tenue qu'une mèche de saint douteusement conservée dans une vitrine.

Ce rayonnement est remarquablement homogène, mais pas parfaitement. Ses infimes variations de température sont essentielles. Elles correspondent aux petites irrégularités initiales qui permettront plus tard à la matière de s'agréger, de former des nuages, des étoiles, des galaxies, puis des amas de galaxies. Sans ces minuscules différences, l'univers serait peut-être resté d'une uniformité stérile. Trop homogène, il n'aurait rien construit. Trop irrégulier, il se serait peut-être fragmenté autrement. Nous devons notre existence à une imperfection bien réglée. C'est vexant pour tous ceux qui rêvent d'un cosmos propre et symétrique.

La troisième grande confirmation du modèle concerne l'abondance des éléments légers. Dans les premières minutes de l'univers, les conditions étaient favorables à la formation de certains noyaux atomiques simples, notamment l'hydrogène, l'hélium et de petites quantités de lithium. Les proportions observées de ces éléments dans l'univers correspondent globalement aux prédictions issues du modèle du Big Bang. Ce point est décisif, parce qu'il montre que le modèle ne se contente pas de raconter une histoire générale. Il permet de faire des prédictions chiffrées sur la composition primitive du cosmos. Une théorie qui prédit

correctement quelque chose de mesurable devient immédiatement plus sérieuse qu'un joli conte avec des étoiles.

À partir de là, l'histoire se déploie. L'univers se refroidit. La matière s'organise sous l'effet de la gravitation. Les premières étoiles apparaissent, transforment les éléments légers en éléments plus lourds par fusion nucléaire, puis certaines meurent en dispersant dans l'espace les matériaux nécessaires à la formation de nouvelles générations d'étoiles, de planètes et, beaucoup plus tard, de chimies capables de devenir intéressantes. Le fer dans notre sang, le calcium dans nos os, le carbone de nos cellules ne sont pas des accessoires biologiques apparus par courtoisie terrestre. Ils viennent d'une histoire cosmique. Nous sommes composés de matière travaillée par les étoiles. C'est très beau. C'est aussi une manière élégante de rappeler que notre noblesse biologique repose sur des cadavres stellaires.

Le Big Bang permet donc de raconter une continuité impressionnante : d'un univers chaud et dense vers un univers structuré ; d'un plasma primordial vers les atomes ; des premières fluctuations vers les galaxies ; des étoiles vers les éléments lourds ; des éléments lourds vers les planètes ; des planètes vers la possibilité de la vie. Il ne raconte pas encore toute l'histoire de la vie, encore moins celle de la conscience, mais il fournit le théâtre physique sans lequel ces questions n'auraient même pas de scène. Avant de se demander pourquoi l'humain pense, il faut bien qu'il y ait de la matière, du temps, des étoiles, des mondes et des conditions suffisamment stables pour que l'étrangeté biologique fasse son travail.

Mais c'est ici qu'il faut être précis. Le Big Bang ne dit pas nécessairement : « Au commencement, il n'y avait rien, puis quelque chose est apparu. » Cette formulation est tentante, presque biblique dans son rythme, et donc immédiatement suspecte si elle se prétend scientifique. Le modèle du Big Bang décrit l'évolution de l'univers observable à partir d'un état extrêmement chaud et dense. Il ne prouve pas à lui seul que l'univers est sorti du néant absolu. Il ne répond pas automatiquement à la question de savoir pourquoi il existe quelque chose plutôt que rien. Il ne dit pas ce qu'est le « rien », ni même si le « rien » est une notion physique cohérente. Le néant, dans les conversations humaines, sert souvent de mot très profond pour désigner ce que nous ne savons pas formuler.

La distinction entre origine de l'univers observable et origine absolue de l'existence est donc capitale. L'univers observable correspond à la partie de l'univers dont la lumière a pu nous parvenir depuis le début de son histoire accessible. Il est limité par l'horizon cosmologique, par la vitesse de la lumière, par l'âge de l'univers et par l'expansion elle-même. Il ne représente pas forcément la totalité du réel. Ce que nous pouvons observer n'est pas nécessairement tout ce qui existe. C'est une leçon brutale, mais saine : notre champ de vision n'est pas une frontière ontologique.

Quand la cosmologie parle des premières phases de l'univers observable, elle travaille donc dans un cadre précis. Elle étudie ce qui peut être modélisé, mesuré, déduit, confronté aux observations. Elle remonte très loin, jusqu'à des époques où les conditions étaient si extrêmes que nos théories actuelles commencent à montrer leurs coutures. À mesure que l'on approche des tout premiers instants, la relativité générale et la physique quantique doivent être

articulées d'une manière que nous ne maîtrisons pas encore complètement. Le mur n'est pas seulement technique. Il est conceptuel. Nos outils fonctionnent très bien dans de nombreux domaines, mais aux limites extrêmes, ils ne s'emboîtent plus parfaitement.

C'est là que surgit la notion de singularité, souvent mal comprise. Dans certains modèles classiques, si l'on remonte l'expansion cosmique jusqu'au bout, on arrive à un état où la densité et la courbure deviennent infinies. Mais une singularité n'est pas forcément une chose physique réelle, posée quelque part comme une bille divine ultra-compacte. Elle peut aussi indiquer que nos équations cessent d'être capables de décrire correctement la situation. Autrement dit, la singularité peut être moins une réponse qu'un panneau indiquant : « Ici, notre modèle perd ses moyens. » Ce qui est déjà beaucoup plus honnête que de prétendre avoir vu l'origine absolue en haute définition.

Il faut alors résister à deux tentations opposées. La première consiste à transformer cette limite en preuve de Dieu. Puisque la science ne peut pas remonter au-delà d'un certain seuil, on y installe une volonté divine, un créateur, une intention. C'est confortable, rapide, et cela donne une belle impression d'ordre. Mais une ignorance scientifique n'est pas une preuve théologique. Un trou dans une explication n'est pas automatiquement un trône. L'histoire des idées est remplie de zones que l'on croyait réservées au divin et que la connaissance a progressivement reformulées autrement. Le mystère mérite mieux qu'une occupation précipitée.

La seconde tentation consiste à faire l'inverse : prétendre que parce que la science a déjà expliqué énormément de choses, elle a virtuellement tout expliqué. Là aussi, c'est une forme de foi, simplement mieux habillée pour les conférences. Dire « la science expliquera un jour » n'est pas une preuve ; c'est une confiance méthodologique. Elle peut être raisonnable, elle a souvent été féconde, mais elle reste différente d'un savoir établi. Le matérialisme arrogant et le spiritualisme pressé se ressemblent parfois plus qu'ils ne l'imaginent : tous deux détestent laisser une chaise vide.

Le Big Bang oblige donc à une posture plus difficile. Il faut reconnaître la puissance extraordinaire du modèle sans lui demander ce qu'il ne peut pas fournir. Il explique comment l'univers observable a évolué depuis un état très ancien, chaud et dense. Il éclaire la naissance des grandes structures cosmiques. Il donne un cadre solide à l'histoire physique dans laquelle la vie deviendra possible. Mais il ne supprime pas la question métaphysique de l'origine absolue. Il ne dit pas pourquoi les lois existent. Il ne dit pas pourquoi il y a un réel plutôt qu'aucun réel. Il ne dit pas si notre univers est unique, s'il est issu d'un état antérieur, s'il appartient à un ensemble plus vaste, ou si nos catégories mêmes deviennent absurdes lorsqu'on les pousse jusque-là.

On pourrait trouver cela frustrant. Ce l'est. Mais cette frustration est peut-être l'un des signes les plus sains de la pensée. Une théorie solide ne doit pas nous donner l'illusion de posséder le réel. Elle doit nous permettre de mieux voir ce que nous comprenons et ce qui nous échappe. En ce sens, le Big Bang n'a pas diminué le mystère. Il l'a rendu plus intelligent. Il a déplacé la question depuis les récits de création vers une cosmologie mathématisée, observable,

discutable. Il a remplacé certaines images anciennes par des données. Mais au bout du chemin, il laisse debout une interrogation qui ne se laisse pas facilement enfermer dans une équation : pourquoi y a-t-il quelque chose ?

Cette question, évidemment, agace les esprits pressés. Elle paraît inutile, trop vaste, peut-être mal posée. Peut-être l'est-elle. Peut-être que notre cerveau, façonné pour repérer des causes dans un environnement de prédateurs, de nourriture, de dangers et de partenaires sociaux, projette sur le cosmos une exigence qui ne lui convient pas. Peut-être que demander « pourquoi l'univers existe » revient à demander quelle est la couleur d'un nombre premier. Mais le fait que la question soit peut-être mal formée ne la rend pas insignifiante. Elle révèle une limite de notre pensée autant qu'une limite de notre savoir.

Et c'est précisément là que le Big Bang devient philosophiquement explosif, même s'il n'est pas une explosion. Il montre que l'univers a une histoire accessible, mais il ne ferme pas l'abîme de l'existence. Il donne des réponses puissantes, mais ces réponses dessinent une frontière plus nette autour de ce qui reste sans réponse. Il retire à certains récits anciens leur fonction explicative littérale, mais il ne retire pas à l'humain son besoin de sens. Il nous apprend que nous sommes les héritiers d'un cosmos en expansion, mais il ne nous dit pas si cette expansion signifie quelque chose.

Peut-être faut-il accepter cette tension au lieu de la résoudre trop vite. Le Big Bang n'est ni une preuve contre Dieu, ni une preuve pour Dieu. Il n'est ni la fin de la métaphysique, ni son triomphe. Il est un modèle scientifique d'une puissance rare, appliqué à l'histoire de l'univers observable. Ce qu'il laisse intact ne l'affaiblit pas. Au contraire, cela rappelle une règle que notre époque oublie facilement : une bonne explication n'est pas celle qui prétend tout englober, mais celle qui sait exactement jusqu'où elle peut aller.

Le commencement du monde, si l'expression a un sens, ne se laisse donc pas réduire à une image simple. Pas de pétard cosmique, pas de main géante appuyant sur un bouton, pas de néant transformé en matière comme dans un tour de magie métaphysique. À la place : un univers observable en expansion, un passé chaud et dense, un rayonnement fossile, des éléments légers, des fluctuations minuscules, des étoiles, des galaxies, puis des êtres assez fragiles pour mourir et assez insolents pour interroger l'origine de tout.

C'est déjà beaucoup.

Mais ce n'est pas encore le commencement absolu.

Et c'est dans cette différence que le vertige commence vraiment.