

ANOMALIES COSMIQUES

AURÉLIEN BARRAU

Anomalies cosmiques

La science face à l'étrange

DUNOD
POCHE

Direction artistique : Nicolas Wiel
Illustration de couverture : © Csatrf/Shutterstock
Mise en pages : Nord Compo

NOUS NOUS ENGAGEONS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT :



Nos livres sont imprimés sur des papiers certifiés pour réduire notre impact sur l'environnement.



Le format de nos ouvrages est pensé afin d'optimiser l'utilisation du papier.



Depuis plus de 30 ans, nous imprimons 70 % de nos livres en France et 25 % en Europe et nous mettons tout en œuvre pour augmenter cet engagement auprès des imprimeurs français.



Nous limitons l'utilisation du plastique sur nos ouvrages (film sur les couvertures et les livres).

© Dunod, 2022, 2024 pour l'édition poche
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-086259-7

Prologue

TOUTES LES THÉORIES SONT FAUSSES

La science est présentée à travers ses succès. Son histoire est celle des élaborations réussies. Sa structure même est assimilée dans notre inconscient à l'architecture de ses découvertes. Elle éblouit par sa faculté d'éclairage – comme en connivence avec la Vérité. Le fait est que les théories qui fonctionnent sont plus intéressantes à étudier et plus attrayantes à comprendre que celles qui se sont révélées erronées. L'histoire de la connaissance comme un cheminement presque effronté vers le Soleil de la raison ?

La situation, pourtant, s'avère un peu plus complexe et la dichotomie naïve entre le vrai et l'erreur n'est pas ici absolument tenable.

Littéralement parlant, toutes les théories sont fausses. Elles seront un jour remplacées par de meilleurs modèles qui, bien souvent, feront table rase des concepts passés et réécriront radicalement les fondements mêmes du réel ou de ce qui en tient lieu. Et comme de petites pépites – à la fois magnifiques et inquiétantes – qui guident vers ces révolutions : les anomalies.

Rien, jamais, ne permet d'anticiper leur advenue et moins encore leur devenir. Elles s'immiscent par effraction dans le paradigme. Elles grèvent l'édifice par fissures assumées. Il s'agit souvent d'étrangetés au destin terne : des ajustements anecdotiques ou des mesures plus précises les lissent et finissent par les éliminer. Elles n'auront alors été que de fades aspérités. Mais certaines demeurent, tiennent bon, s'entêtent et déclenchent des tempêtes. Ou, plus littéralement : des catastrophes.

Il ne sera pas ici beaucoup question de science établie. La science, par essence, a d'ailleurs toujours partie liée avec l'éphémère et le fragile. Elle est une pensée instable qui s'assume comme telle. Intrinsèquement crépusculaire. Il s'agira de découvrir, sans vision systématique ni visée taxinomique, loin de l'exhaustif et du méticuleux, quelques anicroches qui entachent notre compréhension du cosmos. Quelques pierres anguleuses où achoppent nos « modèles standards ».

À partir de ces problèmes aux retentissements multiples et aux conséquences incertaines, s'esquissent les prémices d'une nouvelle science qui reste pour l'essentiel à écrire. Il s'agit, avant tout, de savoir identifier l'anomalie non encore considérée comme telle. De faire corps avec l'inconfort et de cheminer en intranquilité.

DES PARADOXES DANS LE PARADIGME

La physique est une création sous contrainte.

Les règles y sont strictes : langage mathématique, adéquation avec l'expérience, assentiment des pairs... Il n'est pas question de dire n'importe quoi ! De toutes les sciences de la nature, la physique est peut-être la plus rigoureuse et la plus formelle. Les lois fondamentales du cosmos et la structure des constituants élémentaires de la matière s'y dévoilent subrepticement. Avec impudeur, parfois ; avec élégance, toujours. La physique ouvre des portes dérobées sur l'intime du réel. Elle n'en demeure pas moins une création. Les équations ne révèlent pas l'« en soi » du monde. Elles constituent plutôt une projection, culturellement située et historiquement connotée, sur celui-ci. Les dites « lois de la nature » sont, en réalité, des poèmes très humains, en dialogue chuchoté avec une altérité qui les dépasse.

La physique et ses anomalies

La physique permet de magnifiquement décrire l'essentiel des phénomènes qui nous entourent. Elle est précise et prédictive. Elle satisfait à des exigences

très scrupuleuses. Peut-être même dit-elle, en filigrane, quelque chose de profondément correct sur les rouages mystérieux d'un monde qui nous échappe encore. De l'histoire de l'Univers à la structure de l'atome, du comportement des grains de sable à la modélisation du climat, nos connaissances se sont décuplées en un peu plus d'un siècle.

Les théories qui fonctionnent, une fois admises par la communauté des spécialistes, forment ce qu'on nomme un « modèle standard ». Cela ne signifie pas qu'elles soient exemptes de défauts ou que leur origine soit parfaitement comprise ou contrôlée. Cela ne les rend pas non plus définitives et moins encore prouvées. Il s'agirait plutôt de marquer par ces mots la dimension assise et entérinée de telles propositions. Un modèle standard n'est plus une simple hypothèse parmi d'autres, il est le paradigme dans lequel la science d'une époque se déploie. Ce petit livre entend présenter les anomalies, c'est-à-dire ce qui échappe précisément à ces modèles acceptés. Leurs fissures, leurs incohérences, leurs incomplétudes. Si de telles anomalies peuvent effrayer par leur puissance déconstructrice, elles constituent également de précieux indices pour élaborer une inévitable « nouvelle physique ». Elles sont les germes des révolutions à venir, les signes encore indéchiffrables des concepts en gestation.

Les exemples historiques dans lesquels d'infimes difficultés ont donné lieu à d'immenses remaniements intellectuels ne manquent pas. Ces petites aberrations sont ce à partir de quoi s'esquissent les réécritures du réel. Loin de pouvoir être reléguées au rang de détails insignifiants, les anomalies constituent d'indispensables guides

pour lancer la pensée hors de son cheminement inertiel. Il est donc ici question de déambuler avec les difficultés qui, peut-être, ouvriront les nouveaux horizons de la science en devenir. Les problèmes sont de fascinantes invitations à inventer d'autres possibles, au-delà des ajustements à la marge. Ils sont les graines à partir desquelles des modes d'intellection non encore imaginés et de nouvelles strates de compréhension vont se déployer. Une théorie physique n'est pas qu'un ensemble d'équations : elle requiert une incontournable *interprétation* qui, loin de constituer une annexe secondaire, devient une dimension essentielle du cœur de l'édifice. Celle-ci est également sujette à réélaboration et les conséquences n'en sont pas moindres.

Les modèles standards constituent la charpente de notre voir-le-monde scientifique. Ils reposent, eux-mêmes, sur des théories cadres : la mécanique quantique, la relativité générale, la physique statistique et la théorie du chaos. Leurs sens et leurs structures, de manière un peu erratique, seront esquissés au chapitre suivant.

Un temps charnière

Notre temps est critique. Il l'est, à l'évidence, parce que la sixième extinction massive de la vie sur Terre a débuté. Catastrophe dont nous sommes les coupables et bientôt les victimes. Plus de la moitié des populations d'animaux sauvages ont été éradiquées en quelques décennies, plus de la moitié des insectes en quelques années, plus de la moitié des arbres en quelques millénaires. Un million d'espèces sont menacées d'extinction à court terme, l'ONU évoque une situation de « risque existentiel direct ». Pourtant, manifestement, rien n'y

fait : l'humanité occidentale ne souhaite pas revoir ses valeurs et choisit de sacrifier la Vie plutôt que de repenser sa manière d'habiter l'espace. C'est, pourrait-on dire, un méta-drame trop souvent rabattu sur les seules dimensions « pollution » ou « réchauffement climatique » alors qu'il relève, en réalité, d'une faillite axiologique radicale bien plus profonde et plus systémique. De gré ou de force, inévitablement, nous apprendrons très bientôt qu'on ne triche pas impunément avec les lois de la nature. Ni avec les forces ancestrales de nos cultures¹.

Critique, ce temps l'est encore par la suffisance qu'il exacerbe. Par son incapacité à recevoir l'altérité. Par son recours au mépris quand il faudrait l'écoute, par son appel à la tolérance quand il faudrait l'amour.

Mais une forme singulière de criticité se dessine également dans le domaine des sciences de la Nature. Aucune révolution majeure n'a eu lieu depuis plus de 100 ans. De grandes percées ont été évidemment réalisées. La précision de nos mesures comme la diversité de nos connaissances ont vertigineusement augmenté. Les progrès sont notables dans tous les domaines. Les prouesses technologiques fleurissent. Mais aucun changement cardinal n'est intervenu. L'ontologie – l'être en tant qu'être – du réel n'a pas été repensée. Peut-être manquons-nous d'audace ou, plus encore, d'insolence.

Peut-être devrions-nous, surtout, en parallèle de la réflexion scientifique usuelle, davantage remettre

1. En gardant en tête que la distinction Nature/Culture constitue sans doute l'une des inventions les plus nuisibles de la métaphysique. Voir les travaux de Philippe Descola.

en cause les manières de pratiquer la science. Cela vaut, évidemment, pour l'organisation économique-sociale de la recherche qui empire chaque année, empruntant au secteur privé ses pires dérives managériales. Le fantasme d'une « gestion par l'excellence », ancrée sur la culture de l'évaluation, est profondément antinomique avec la dynamique propre d'une pensée subtile et exploratrice. Les mises en garde, émanant des plus grands scientifiques de ce temps, dénonçant une vision structurellement orthogonale à la possibilité même d'une révolution majeure sont légion. La politique scientifique ne se soucie plus beaucoup de science : elle est construite pour répondre aux indicateurs arbitraires qu'elle invente elle-même afin de se convaincre de son efficacité... Le « droit à l'errance » qui constitue pourtant, en réalité, un devoir de rigueur et d'humilité, a été oublié. Supplanter, par exemple, au respect inconditionnel de la singularité, la généralisation d'indicateurs chiffrés de « bien-être au travail » est symptomatique d'un dévoiement du sens. D'une faillite.

Mais la réflexion nécessaire vaut avant tout au niveau des visées et des attentes. Les physiciens sont souvent obnubilés par la recherche d'une « sous-structure » qui dévoilerait la nature intime de la matière. Il s'agit incontestablement d'une quête légitime. Mais ni la relativité ni la mécanique quantique ne sont apparues parce qu'un substrat fut brisé en constituants élémentaires laissant apparaître de nouveaux fondements. L'imprévisible survient rarement quand il est naïvement recherché.

Le désir d'accéder aux très hautes énergies, c'est-à-dire à l'extrêmement petit, se manifeste aux niveaux

expérimentaux et théoriques. Dans le premier cas, il prend la forme du gigantisme des accélérateurs de particules, véritables microscopes géants. Dans le second cas, il se lit, en particulier, dans le développement de « théories de champ effectives ». Ces dernières tentent d'incorporer de façon générique tous les effets de haute énergie qui ne sont pas encore connus, ce qui constitue un véritable tour de force. L'approche est fructueuse. Mais le fait est qu'elles se révèlent relativement peu propices à l'émergence de véritables ruptures épistémologiques.

Sans doute, plus que de machines sensationnelles ou de découvertes mathématiques majeures, manquons-nous aujourd'hui d'anomalies ouvrant aux décrochements. Nous manquons d'étrange pour constructivement fissurer quelques édifices nécrosés. Mais nous manquons aussi de générosité et de porosité face à ces anicroches. Car, bien souvent, l'anomalie est déjà présente, déjà mesurée ou observée, mais non encore pensée ou acceptée comme telle. L'altérité, une fois de plus, inquiète.

Que faire des anomalies ?

Quand une anomalie se manifeste, il n'est pas évident de l'interpréter. Parfois, des bizarreries relativement similaires peuvent avoir des causes très différentes et des conséquences incommensurables.

Des incohérences avaient été observées, au XIX^e siècle, dans le déplacement de la planète Uranus. Sa trajectoire ne satisfaisait pas exactement à ce que prévoyaient les lois de Newton. En étudiant de près ce comportement, Urbain Le Verrier émit l'hypothèse très audacieuse de l'existence d'une nouvelle planète qui venait « perturber »

Uranus : Neptune. Les irrégularités comportementales d'Uranus – elle-même découverte 65 ans auparavant par William Herschel – semblaient devenir entièrement naturelles si la présence de ce nouveau corps céleste était postulée. En suivant cette démarche, Le Verrier est de plus parvenu à prédire la position probable de la nouvelle planète à 5 degrés près, ainsi que nombre de ses paramètres fondamentaux. Quelques semaines plus tard, Neptune était effectivement observée !

Mais les choses ne se passent pas toujours ainsi. La planète Mercure, par exemple, présentait elle aussi une anomalie orbitale. Son périhélie – point le plus proche du Soleil – se déplaçait avec le temps de façon légèrement anormale. Mettre ce phénomène en évidence fut une belle prouesse observationnelle, là encore due à Le Verrier. Mais cette fois, l'explication s'est avérée radicalement différente. Ce n'est pas un corps céleste inconnu qui se cachait derrière l'étonnante dérive : c'est l'architecture fondamentale de la théorie de la gravité qu'il fut nécessaire de revoir ! L'abandon de la gravitation universelle de Newton au profit de la relativité générale d'Einstein a effectivement permis de rendre compte du comportement apparemment étrange de Mercure. Ici, la loi était fautive.

Des anomalies comparables peuvent donc se résoudre par des inflexions radicalement différentes : découverte d'un nouvel astre dans un cas, changement drastique des règles dans un autre. À la manière de ce que Lucrèce nommait le *clinamen* – la déclinaison –, il s'agit de jouer avec une déviation initialement infinitésimale dont les effets peuvent se révéler immenses

et demeurent, en tout état de cause, presque toujours imprévisibles.

Il n'est pas impossible que l'histoire se répète. En 2017, des corps lointains de la ceinture de Kuiper – une sorte de « super ceinture d'astéroïdes » –, ont attiré l'attention des astronomes. Plus de 600 objets n'étaient pas exactement là où ils auraient dû se trouver. Il est tentant d'expliquer ce phénomène par la présence d'une nouvelle planète, dite « Planète X », dont la masse serait comprise entre celle de Mars et celle de la Terre et qui se situerait à une quarantaine d'unités astronomiques de notre planète. Les perturbations observées trouveraient ainsi une origine simple et convaincante. Peut-on, à ce stade, déjà clamer une « découverte » ? Pas encore. Beaucoup de doutes subsistent et la vraisemblance d'une hypothèse ne suffit pas à en établir la vérité. Pourtant, une observation « par défaut » peut être tout aussi convaincante qu'une vision directe. Une découverte, en physique, intervient lorsqu'une explication probante existe sans que des explications concurrentes crédibles ne se présentent. Nous n'avons presque jamais un accès « clair et incontestable » à l'objet considéré. L'évidence est un leurre.

La science n'est pas immédiate : elle est médiante et médiée. Les découvertes se font généralement « en creux » : moins par le dévoilement spectaculaire de la révélation supposée que par conclusion différentielle. La diffusion des particules alpha envoyées par Ernest Rutherford sur une mince feuille d'or pouvait par exemple s'expliquer par l'existence de petits noyaux atomiques chargés sans qu'aucune bonne alternative ne parvienne à en rendre compte. Elle a ainsi établi le modèle de l'atome sans que ces derniers ne soient

évidemment observés au sens usuel du terme – la vision ne jouit d'aucun primat en science et n'est d'ailleurs pas plus immédiate que les autres modes d'accès au réel. Arguer pour un modèle, c'est montrer qu'il fonctionne là où les concurrents font défaut.

Le fait de ne pas avoir à cacher ses difficultés constitue certainement l'une des dignités de la pensée scientifique. Il n'y a aucune honte à exhiber les anomalies. Elles ne font pas offense à la physique : tout au contraire, elles soulignent sa magnifique capacité à composer avec l'inouï et « l'invu ». Elles participent à l'élaboration d'une pensée structurellement instable et fière de se savoir exister dans un perpétuel inachèvement.

Incompréhensions

Les anomalies ne sont pas – en tout cas pas uniquement – des incompréhensions. Comprendre est une notion assez ambiguë. Elle signifie originellement « saisir avec » : elle comporte donc – ancrée en elle – l'idée d'un lien, d'une mise en relation, d'une connexion. Bien souvent, ce qui est nommé « compréhension » ne désigne en réalité que la traduction d'un phénomène en un autre, voire d'un langage en un autre. Est-il par exemple légitime de décréter que la chute des corps est *expliquée* par la loi de Newton² ? Que celle-ci nous permet de *comprendre* les mouvements planétaires ? En un sens évident, il s'agit vraisemblablement d'une assertion raisonnable. Mais cela soulève pourtant au moins

2. La réponse à cette question par Newton lui-même est parfaitement claire : la seule explication réelle est Dieu.

deux problèmes. D'abord, une équation différentielle constitue-t-elle, au-delà de sa capacité prédictive, une description de l'en-soi du réel plus juste qu'une simple observation ? Constitue-t-elle un accès à l'ontologie profonde du monde ? Rien n'est moins sûr. L'existence de cet « en-soi » ne va d'ailleurs pas d'elle-même. Pas plus que la possibilité d'une « observation » indépendante de tout cadre et de toute attente. Ensuite, se pose immédiatement une méta-question dans la quête de compréhension : pourquoi cette équation-là est-elle correcte et non pas une autre qui serait mathématiquement tout aussi légitime ? Quand bien même il y aurait donc explication, le besoin d'une explication de niveau supérieur surgirait immédiatement, probablement dans une récursion sans fin. Il est par conséquent sans aucun doute exagéré de considérer, au sens fort, que la gravitation universelle, énoncée par Newton, explique la chute des corps. Elle la met plutôt en résonance avec une construction élégante et cohérente qui éclaire autant qu'elle invente. Qui interroge autant qu'elle affirme.

Une erreur banale et dangereuse consiste d'ailleurs à supposer que les objets décrits par la science appartiennent, en droit, à la science. Ce n'est pas le cas. Il est parfois argué que la science touche la Vérité, plus que tout autre champ cognitif, parce que la chute des corps n'est manifestement pas une simple convention sociale. Certes. Mais le fait que les objets massifs tombent n'est pas, en tant que tel, d'essence scientifique ! Les animaux ignorent sans doute les lois de Newton mais n'ignorent pas le risque de choir dans un ravin. Il est important de ne pas confondre une projection discursive sur un phénomène avec le phénomène lui-même. Si tant est

que ce dernier puisse être pensé indépendamment de tout cadre d'appréhension, ce qui n'est pas même assuré : comme le rappelait Michel Foucault sur les pas de Friedrich Nietzsche, pour vraiment connaître les graminées, il ne suffit pas d'être biologiste, il faudrait aussi être ruminant.

Néanmoins, c'est incontestable, la loi de la gravitation universelle exprime quelque chose. Elle met en exergue une régularité. Elle participe à l'élaboration d'une construction cohérente et prédictive. Qu'elle ne permette pas une explication ultime, ni même peut-être partielle, ne constitue pas une anomalie. Par ce terme, il faut plutôt désigner une étrangeté qui échappe à la loi en tant que tel. Qui s'extrait de l'universalité attendue plus qu'elle ne se dérobe à une compréhension fantasmée.

Les fissures

La physique fonctionne remarquablement bien. Elle n'embrasse pas la totalité du réel : elle ne répond finalement à presque aucune des questions fondamentales qui traversent quotidiennement nos esprits. Mais, dans son champ propre d'application, son efficacité n'est plus à démontrer. Une sorte de logique « sérielle » des événements permet de faire émerger des invariances subsumées par des lois.

Pourtant, des anomalies. Presque partout : des modulations qui détonnent. Notre propre existence est une anomalie : les lois connues de la physique ne devraient pas autoriser ce « surplus de matière » dont nous sommes constitués ! Particules et antiparticules auraient dû s'annihiler dans l'Univers jeune. Nous ne devrions pas être là, défiant le connu par notre seule présence.

La rotation des galaxies n'est pas expliquée par les étoiles qui se trouvent en leur sein. Elles constituent la quasi-totalité de la masse « visible » mais demeurent incapables de rendre compte – loin s'en faut – des mouvements des corps célestes en périphérie des îlots d'univers qui les contiennent. L'essentiel de la matière est caché.

Des rayons cosmiques d'une énergie littéralement incroyable sont observés par de gigantesques réseaux de détecteurs. Leurs sources sont proches mais incomprises. De véritables monstres se terrent dans le bestiaire de l'astrophysicien.

L'expansion de l'Univers ne décélère pas, comme une vision naïve mais raisonnable de la gravitation le prévoit pourtant. Tout au contraire, le cosmos grandit de plus en plus rapidement et le « moteur » de cet étrange phénomène échappe à nos attentes.

Le vide ne se comporte pas comme il le devrait. Les innombrables processus quantiques qui le peuplent se dérobent à la gravité, en contradiction patente avec les fondements les plus profonds de la physique.

Les trous noirs mettent en défaut les préceptes de base de la théorie des champs comme ceux de la thermodynamique. En poussant les paradoxes à leur paroxysme, ils font vaciller la possibilité même d'une cohérence globale de la science de la Nature.

Certaines particules élémentaires présentent une masse qui semble être interdite par les lois admises de la physique des « hautes énergies ». De ce point de vue, le boson de Higgs lui-même n'exhibe pas du tout les caractéristiques attendues et l'écart est... gigantesque.

Le concept de Big Bang pose d'immenses problèmes et peut se révéler insensé tout autant pour ce

qui concerne l'émergence de singularités que pour l'état extraordinairement improbable qui se trouve associé aux instants qui l'ont suivi.

Au-delà des expériences et observations, nos théories s'auto-contredisent. Elles mènent souvent à des effondrements mathématiques qui les placent en porte-à-faux par rapport au cadre qui, pourtant, les rend possibles.

Ces anomalies, avec lesquelles ce petit essai entend cheminer, ne sont pas que des difficultés patentes. Elles sont aussi les pierres d'achoppement sur lesquelles prendre appui. Elles sont les latences qui font signes et permettent l'élaboration des nouvelles théories. La science est une succession de révolutions. Chaque nouveau modèle réécrit une page du palimpseste épistémique en changeant drastiquement la grammaire et la syntaxe. Parfois même la graphie ou les phonèmes.

L'histoire des sciences est certainement cumulative dans une acception naïve et factuelle, mais elle se révèle plus profondément disruptive dans sa dimension interprétative. Bien sûr, le nombre de « faits connus » augmente avec le temps. Bien sûr, la capacité prédictive des modèles s'améliore. Pourtant, chaque nouvelle description du monde étant, pourrait-on dire, infiniment différente de la précédente, il n'y a guère de sens à croire en un progrès fondamental. Comment pourrait-on se rapprocher d'une hypothétique vérité absolue alors même que chaque pas significatif constitue un redéploiement total du langage scientifique ?

De plus, les paradigmes – les agencements de modèles – relèvent souvent de finalités différentes. Il ne fait aucun doute que la théorie de Newton est meilleure