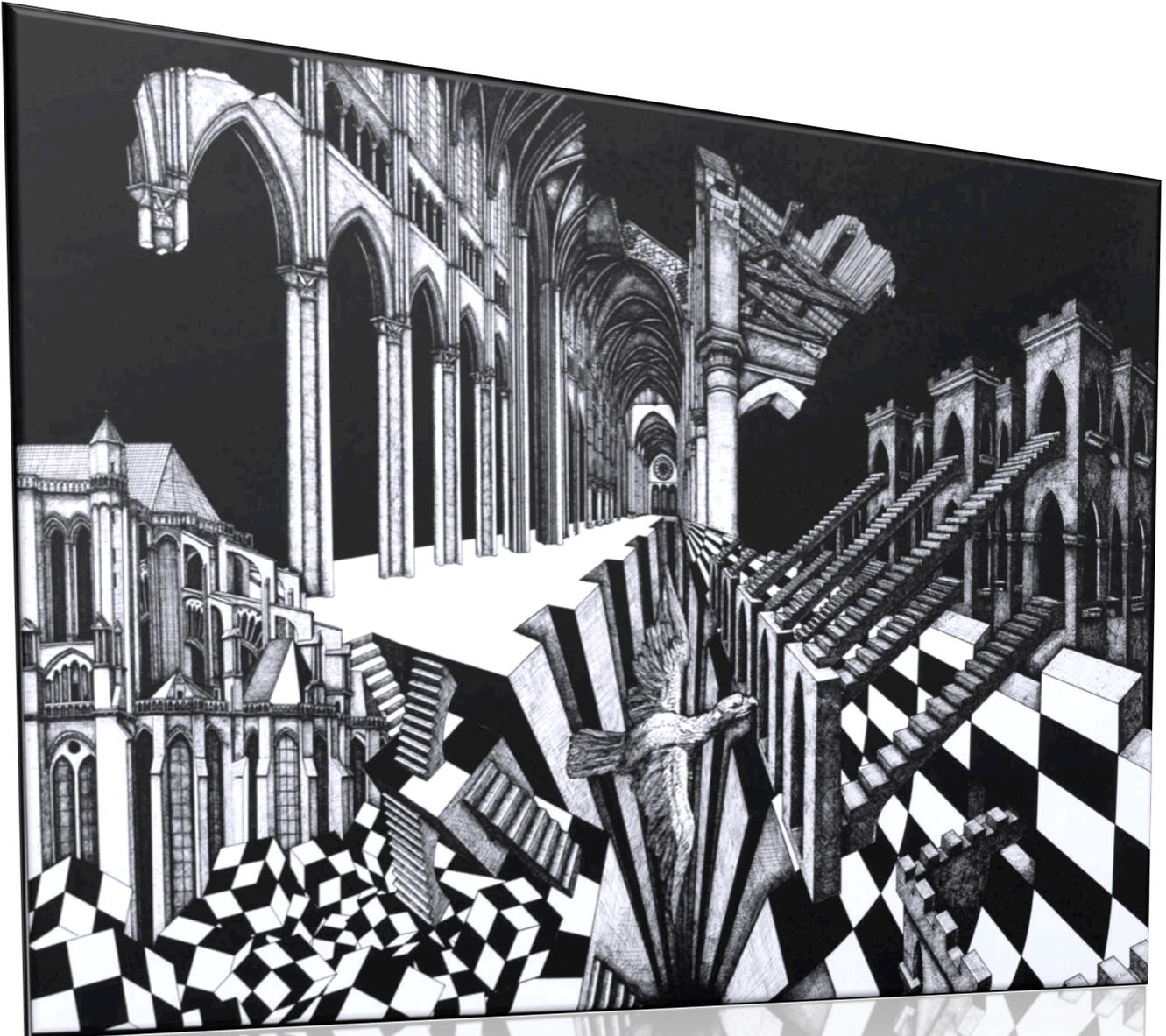


# DE LA LIBRE INVENTION

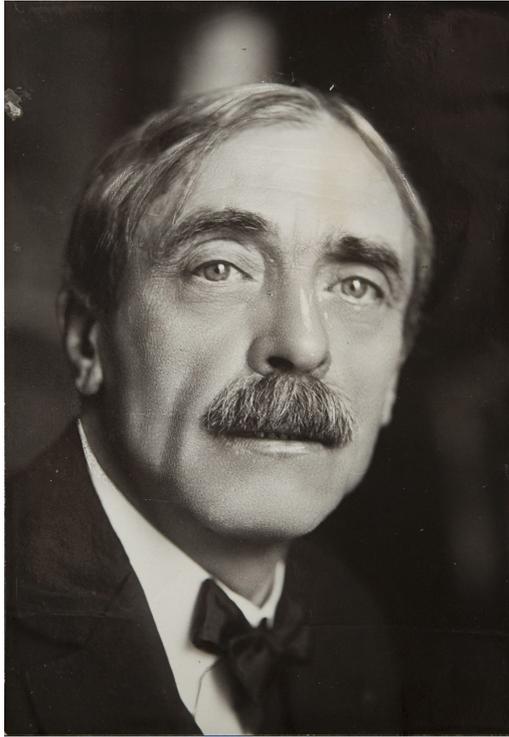
JEAN-PIERRE LUMINET



Au début du XX<sup>e</sup> siècle, le poète et philosophe Paul Valéry a écrit dans ses *Cahiers* « *Les événements sont l'écume des choses. Mais c'est la mer qui m'intéresse* ».

L'aphorisme est vertigineux. Il dit tout de ce que cherche le physicien sous la chair aride des équations. Ce que cherche aussi le poète sous la cape de velours de ses mots. Symbole de la profondeur, la mer est dépositaire de l'essentiel. Mais qu'est-ce que l'essentiel ? Pour le scientifique ordinaire, c'est la « réalité » du monde – si tant est que l'expression fasse sens. Mais pour le physicien théoricien, tout comme pour l'artiste et le créateur en général, la vraie réalité du monde n'est-elle pas plutôt la vie de l'esprit, elle qui s'écarte de toute sollicitation passagère liée aux événements extérieurs ?

Dans la pensée de Valéry, la profondeur de la vitalité marine est suffisamment riche pour accueillir les manifestations les plus ténues et les plus éphémères de l'expérience. « *Un petit fait d'écume, un événement candide sur l'obscur de la mer* », note-t-il encore. Le contraste entre la mer et l'écume exprime le décalage saisissant entre l'unité associée à la permanence et l'accident associé à l'évanescence. Dans d'autres contextes, comme celui de la physique théorique moderne où l'on tente d'unifier les lois de la gravitation et de la mécanique quantique, il traduit plutôt une complémentarité par laquelle les parties constituantes ne sont plus décalées, mais concordantes.



**Figure 1 : Portrait de Paul Valéry vers 1925.**  
Photo Henri Manuel.

Je prends pour exemple une brillante hypothèse avancée dans les années 1950 par le grand physicien américain John Wheeler. Les esprits les plus créatifs fonctionnent souvent par analogie. Wheeler imagine donc qu'au niveau microscopique, la géométrie même de l'espace-temps n'est pas fixe mais en perpétuel changement, agitée de fluctuations d'origine quantique. On peut la comparer à la surface d'une mer agitée. Vue de très haut, la mer paraît lisse. À plus basse altitude, on commence à percevoir des mouvements agitant sa surface, qui reste cependant continue. Mais, examinée de près, la mer est tumultueuse, fragmentée, discontinue. Des vagues s'élèvent, se brisent, projettent des gouttes d'eau qui se détachent et retombent.

De façon analogue, l'espace-temps paraîtrait lisse à notre échelle, mais scruté à un niveau ultramicroscopique, son « écume » deviendrait perceptible sous forme d'événements évanescents : des particules élémentaires, des

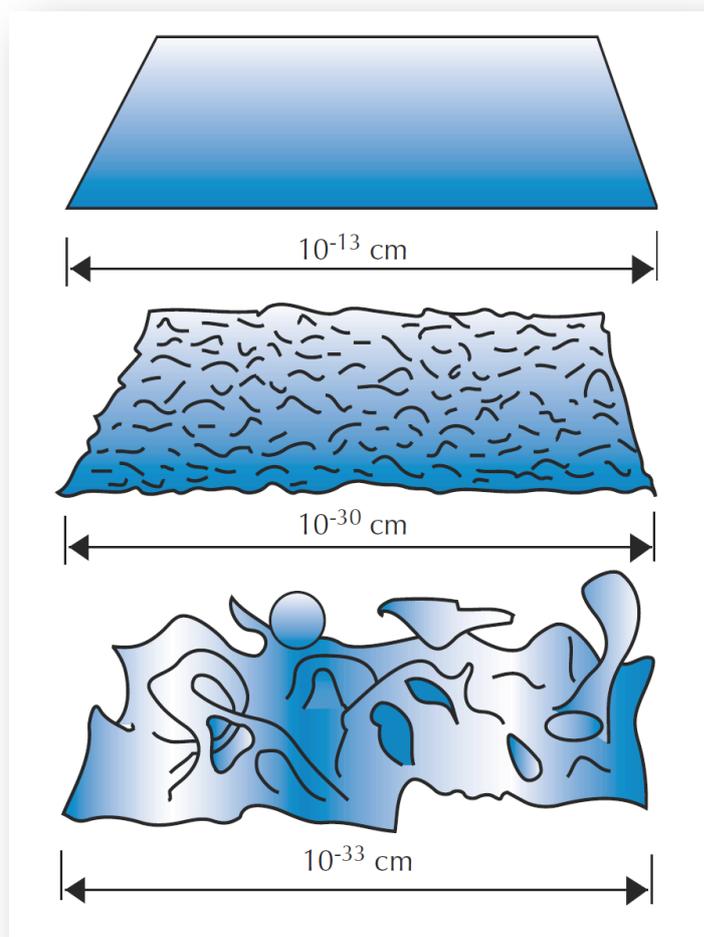
micro-trous de ver, voire des univers entiers. Tout comme la turbulence hydrodynamique fait naître des bulles par cavitation, la turbulence spatio-temporelle ferait surgir en permanence du vide quantique ce que nous prenons pour la réalité du monde.

Tout ceci est superbement poétique, mais n'implique pas pour autant que ce soit physiquement correct. Cinquante ans après sa formulation, le concept d'écume du vide quantique posé par Wheeler fait toujours débat ; d'autres approches de la « gravitation quantique » se sont développées (gravité à boucles, cordes, géométrie non commutative, etc.) proposant des visions différentes de l'espace-temps à son niveau le plus profond – la mer – et de ses manifestations à toutes les échelles de grandeur et d'énergie – l'écume\*.

Même si aucune d'entre elles n'a encore abouti à une description cohérente, ces diverses théories ont au moins le mérite de montrer combien l'investigation scientifique de la nature est une prodigieuse aventure de l'esprit. Déchiffrer les fragments de réel sous l'écume des astres, c'est se détacher des limites du visible, se déshabituer des représentations trompeuses, sans jamais oublier que la fécondité de l'approche scientifique est souterrainement irriguée par d'autres disciplines de l'esprit humain comme l'art, la poésie, la philosophie.

---

\* Jean-Pierre Luminet, *L'écume de l'espace-temps*, Odile Jacob, 2020.



**Figure 2 : Fichier Écume-Destin.** L'écume de l'espace-temps selon la conception de John Wheeler. La géométrie de l'espace-temps microscopique pourrait être en perpétuel changement, agitée de fluctuations quantiques à l'image d'une mer turbulente. Schéma extrait de J.-P. Luminet, *Le destin de l'univers*, Fayard 2006.

Ceci nous ramène à Paul Valéry. La prescience de son propos n'a pas lieu de nous étonner lorsqu'on connaît son parcours. Curieux de tout, Valéry s'intéressait notamment à la façon dont les grands scientifiques travaillaient mentalement. Lui-même fourmillait d'idées, et pour n'en laisser échapper aucune il noircissait à longueur de temps les pages de son carnet. Au cours des années 1920, il rencontra à plusieurs reprises Albert Einstein, qu'il

admirait, et réciproquement. Le facétieux père de la théorie de la relativité s'est souvenu plus tard d'un débat public au Collège de France en présence de Paul Valéry et du philosophe Henri Bergson : « *Au cours de la discussion, raconte-t-il, [Valéry] m'a demandé si je me levais la nuit pour noter une idée. Je lui ai répondu : "Mais, des idées, on n'en a qu'une ou deux dans sa vie" ».*

Lorsque ce fut au tour d'Einstein d'interroger un autre poète, Saint-John Perse, sur la façon dont il travaillait, l'explication qu'il reçut ne manqua pas de le satisfaire : « *Mais c'est la même chose pour le savant. Le mécanisme de la découverte n'est ni logique ni intellectuel. [...] Au départ, il y a un bond de l'imagination ».* Dans son discours de remise du prix Nobel de Littérature en 1960, Saint-John Perse a appelé cela le « mystère commun ».

Einstein a par la suite surenchéri sur le rôle primordial de l'imagination dans la créativité scientifique. A ce stade il est fascinant de constater le pari fait sur la liberté d'invention des concepts fondamentaux permettant d'interpréter le monde. Einstein estimait déjà que les principes d'une théorie globale ne pouvaient être extraits de l'expérience et de la seule méthode scientifique au sens strict du terme : « *Nous savons désormais que la science ne peut naître de la seule expérience immédiate et qu'il nous est impossible, lorsque nous en construisons l'édifice, de nous passer de l'invention libre, dont nous ne pouvons vérifier l'utilité qu'a posteriori, à la lumière de notre expérience.*

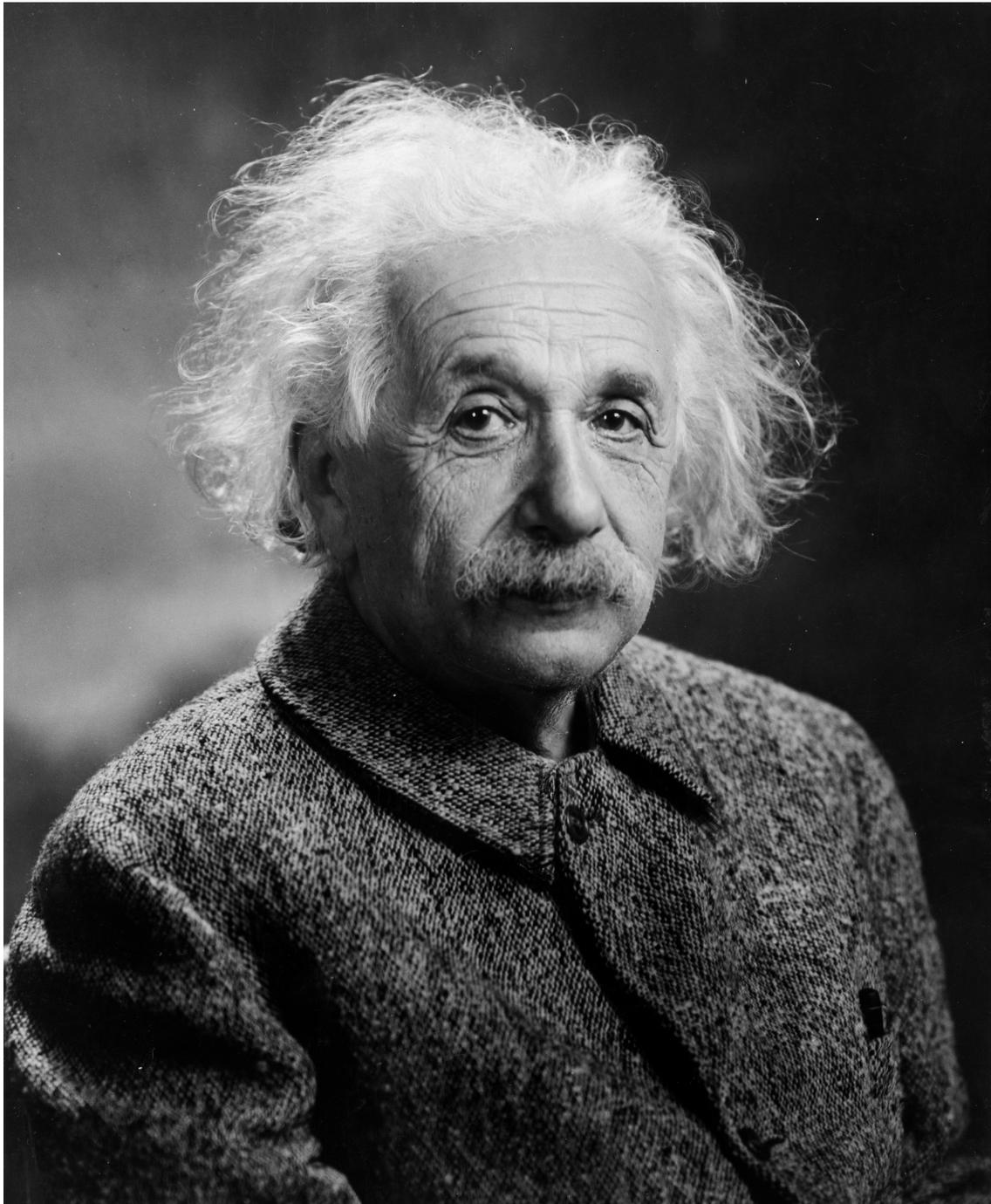


Figure 2 : Portrait d'Albert Einstein en 1947.

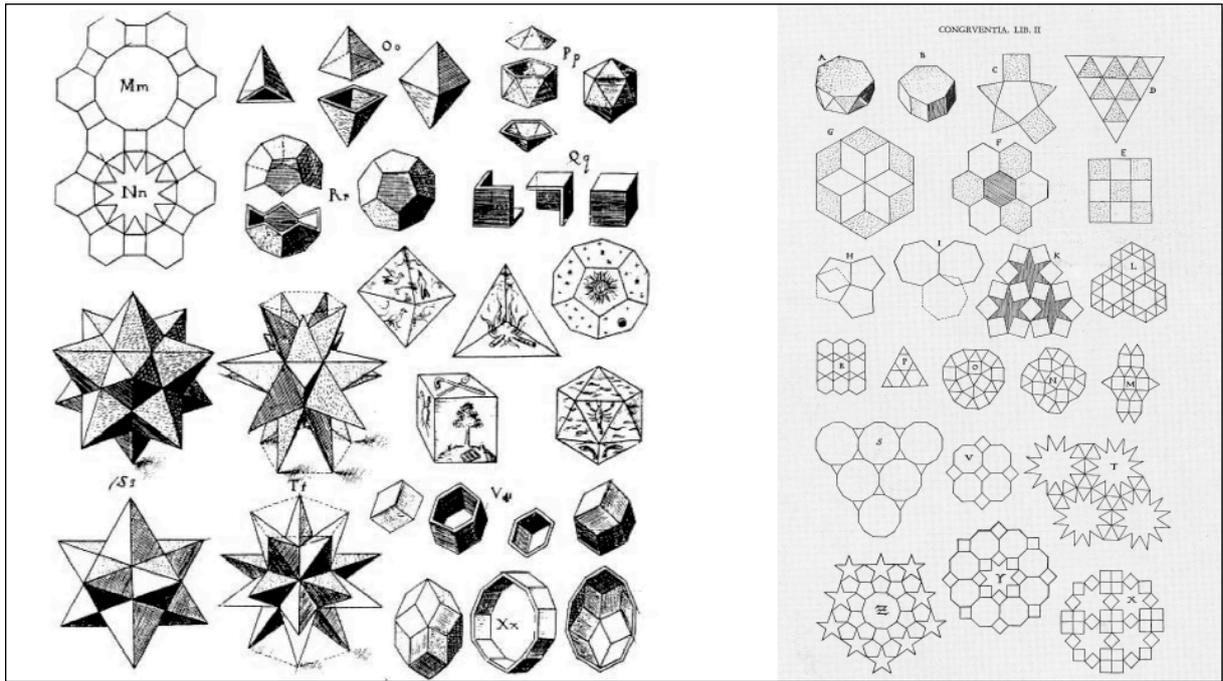
*Ma conviction est que nous sommes en mesure, grâce à une construction purement mathématique, de trouver les concepts, ainsi que les lois qui les relient, propres à nous ouvrir les portes de la compréhension des phénomènes naturels. »*

**Figure 3 : Saint-John Perse** photographié en 1960, l'année de son prix Nobel de littérature. Archives Nobel de l'Académie suédoise.



Prendre à bras le corps la question de l'énoncé poétique de Paul Valéry dans ses potentialités, mais aussi dans ses limites face au champ des équations qui échappent aux mots de l'ordinaire des jours, tel doit être le propos de la véritable culture scientifique, absolument contraire à la néfaste mode du jour consistant plutôt à accumuler des tableaux de chiffres, des formules, des codes et des statistiques trompeuses, et à en bourrer le crâne de jeunes apprentis désireux d'apprendre et de comprendre. La véritable culture scientifique fait le pari de rendre moins innommable le vertigineux mystère du monde qui nous entoure et nous fait. Acceptant son étrangeté, le public gagnera à cueillir quelques pierres durables, au moins le temps d'un mouvement d'univers. Comme l'écrivait en 1605 le grand Johannes Kepler à un confrère astronome, « *C'est ainsi que nous progressons, à tâtons, dans un rêve, pareils à des enfants sages mais immatures.* »

Au même titre que quelques autres grands novateurs de l'histoire des sciences et des idées, Kepler offre justement un modèle instructif sur la manière de penser le monde par opposition à la doxa.



**Figure 4 : Planches Kepler.** Kepler croyait que les polygones réguliers détenaient le secret de l'origine du cosmos. Partant de là il déduisit les « trois congruences les plus parfaites », à savoir les pavages de l'espace découlant de l'un des trois polygones réguliers (triangle, carré ou hexagone), et « neuf congruences parfaites » déduites d'une combinaison de deux ou trois d'entre elles, ainsi que d'un nombre indéterminé d'autres formes polygonales et étoilés. Planche extraite de *L'Harmonie du monde*, 1619.

En 1975, le philosophe Paul Feyerabend publiait « *Contre la méthode* », ouvrage dont la thèse principale, étayée par de nombreux exemples historiques, est que non seulement la méthode scientifique classique n'est pas la seule façon valide d'acquérir des connaissances, mais qu'appliquée trop strictement, elle bloque la créativité et l'innovation. La science est une entreprise essentiellement anarchiste, au sens où l'origine de nos idées pour la faire peuvent venir de partout, de l'art, de la littérature, de la poésie, de la philosophie, et même du mythe. L'anarchisme théorique est ainsi davantage humaniste et plus propre à encourager le progrès que les doctrines fondées sur la loi et l'ordre.

Je n'irai cependant pas jusqu'à approuver l'attitude extrême de certains disciples de Feyerabend, consistant à dire que « tout est bon », que « tout se vaut » et qui conduit au relativisme culturel absolu, qui mettrait par exemple sur le même plan de valeur une mélodie de Schubert et une chanson de Madonna. Comme en toute choses, la sagesse consiste à emprunter le juste chemin du milieu.

Mais chez les partisans de la méthode à l'exclusion de toute autre forme de pensée, pourquoi ignorer ou feindre d'ignorer que l'imagination créatrice des scientifiques fait indéniablement appel à des images mythiques ? Par exemple, les principes générateurs présents dans toutes les cultures – le Désir, l'Arbre, l'Œuf, l'Eau, le Vide, le Chaos – apparaissent clairement comme des *archétypes* de la pensée cosmogonique, à savoir des symboles primitifs et universels appartenant à l'inconscient collectif, pour reprendre la terminologie de Jung. Le terme d'archétype a d'ailleurs été utilisé pour la première fois par Kepler : « *Les traces de la géométrie sont imprimées dans le monde, comme si la géométrie était une sorte d'archétype du monde* », a-t-il écrit en 1606 dans son traité sur l'étoile nouvelle, *De stella nova*.

Certes, l'œuvre des grands créateurs dans le domaine de la physique fondamentale ne laisse que rarement apparaître l'arrière-plan philosophique qui la fonde. En première lecture, on est la plupart du temps tenté de conclure à un rationalisme extrême et à une position fondamentalement sceptique. En réalité, derrière l'esprit critique du physicien inventif se cache souvent un profond intérêt pour tout ce qui a trait aux régions obscures de la réalité et à celles de l'imaginaire humain, lesquelles se trouvent en apparence opposées au concept de la raison. L'œuvre de réflexion épistémologique d'un Wolfgang Pauli, par ailleurs l'un des pères de la

mécanique quantique, exerce le scepticisme envers le scepticisme même, afin de traquer la façon dont se construit la connaissance, avant qu'on en arrive à la compréhension rationnelle des choses.

L'influence des représentations archétypales sur la formation des théories scientifiques est indéniable. Comme on l'a vu avec les déclarations d'Albert Einstein, le physicien théoricien ne peut se satisfaire d'une vision purement empirique, selon laquelle on ne pourrait établir de lois naturelles qu'à partir d'un matériau expérimental soumis à un strict protocole. Il s'agit plutôt de s'interroger sur le rôle joué par les décisions que l'on prend dans le processus d'observation et quel est celui que joue l'intuition. Le pont qui relie le matériau expérimental initialement désordonné se situe dans certaines images originelles qui préexistent dans l'inconscient collectif.

Ces archétypes ne sont pas liés à des idées rationnellement formulées. Il s'agit plutôt de formes ou d'images à fort contenu émotionnel, que l'on ne saisit pas par la pensée. Le « cas Kepler », auquel Pauli a consacré un ouvrage, est à cet égard exemplaire. Pauli prend l'exemple de l'adoption par Kepler du système copernicien ; selon lui, le pouvoir de persuasion du système copernicien s'exerce avant tout chez Kepler grâce à la correspondance qu'il y trouve avec le symbole trinitaire, archétype de la pensée chrétienne.

Cette conception de la connaissance de la nature, selon laquelle l'ordre unitaire du cosmos n'est initialement pas formulable de façon rationnelle, renvoie pour l'essentiel à Platon et au néoplatonisme de Plotin et Proclus, mais avec une différence essentielle. Chez Platon, les images originelles sont immuables et existent indépendamment de la conscience

humaine (Platon utilise le terme d'« âme »). L'utilisation que fait Emmanuel Kant du concept de forme *a priori* de la sensibilité, appliquée au cadre géométrique, est tout autant critiquable : cela l'a conduit à soutenir que les postulats d'Euclide étaient inhérents à la pensée humaine. Or les archétypes de la psychologie ne sont pas figés, ils peuvent évoluer relativement à une situation donnée de la connaissance. Le cosmologiste cherche à décrire cette étendue indéfinie qu'est l'espace au moyen d'un modèle géométrique. Plusieurs modèles sont possibles : la description obtenue dépend notamment du degré de finesse avec lequel l'espace physique est analysé.

De fait, pendant longtemps, l'espace euclidien fut le seul espace connu des mathématiciens. En outre, l'être humain a une tendance instinctive à interpréter ses perceptions sensorielles dans le sens de la géométrie euclidienne. Il a été démontré que les canaux semi-circulaires de notre oreille interne, qui détectent les accélérations angulaires de la tête dans trois plans perpendiculaires, construisent un espace mental de structure localement euclidienne. Il a donc fallu un singulier travail intellectuel pour comprendre que les postulats de celle-ci ne sont pas les seuls possibles. Affirmer que l'espace possède dix dimensions plutôt que trois, qu'il est fini sans bord plutôt qu'infini, courbé plutôt que plat, multiconnexe plutôt que monoconnexe, etc., n'a rien d'évident, c'est même contre-intuitif ! En ce cas, l'idée doit nécessairement préexister à l'expérience sensible.

On doit donc bel et bien placer la libre invention au cœur du processus de la découverte. Comme l'écrivit le poète Novalis, « Il en va des théories comme de la pêche : seul celui qui lance risque d'attraper quelque chose » !

## ICONOGRAPHIE

- Tous les portraits présentés sont sous licence Wikicommons et appartiennent au domaine public.
- **Lithographie Espace-temps-matière** présentée en exergue. Dans cette lithographie de 1993 intitulée « *Espace, Temps, Matière* », j'ai voulu symboliser la nouvelle vision physique du monde issue de la relativité et de la mécanique quantique. La cathédrale délabrée traduit l'effritement du monde classique, statique et déterministe, au profit d'un monde relativiste, dynamique et probabilistique. Au fond, le big bang est l'origine singulière du monde. A droite, la matière s'organise progressivement en structures. A gauche, la flèche du temps désorganise irréversiblement les structures. Au centre, le tissu de l'espace-temps est crevé par le puits gravitationnel sans fond d'un trou noir. En bas, l'inconnu. Mais la physique de demain, tel un oiseau, sortira peut-être de la compréhension des interactions espace-temps-matière au fond d'un trou noir. Les deux infinis, celui du big bang et celui du trou noir, se conjuguent ainsi pour engendrer le monde. © J.-P. Luminet, 1993.