



LA RÉALITÉ ULTIME : ATOMES ET RELATIONS SUBSTANTIELLES

Miguel Espinoza

Université de Strasbourg

I do not profess to know what matter is in itself, and feel no confidence in the divination of those “esprits forts” who, leading a life of vice, thought the universe must be composed of nothing but dice and billiard-balls. I wait for the men of science to tell me what matter is, in so far as they can discover it, and am not at all surprised or troubled at the abstractness and vagueness of their ultimate conceptions: how should our notions of things so remote from the scale and scope of our senses be anything but schematic? But whatever matter may be, I call it matter boldly, as I call my acquaintances Smith and Jones without knowing their secrets: whatever it may be, it must present the aspects and undergo the motions of the gross objects that fill the world.

Jorge Santayana

Abstract: Ultimate reality: atoms and substantial chains.

Concerning the essence of ultimate reality, the history of ideas has handed down to us four natural philosophies: atomism, hylomorphism, electromagnetism and the mathematism of spacetime. In this essay I propose some thoughts on atomism, a doctrine which has given us a good deal of substantial scientific knowledge on nature. It is as if from the beginning of rational thought biological evolution has sown in man one of the essential intuitions to understand the world, i.e. that every object is a compound of ultimate elements. But I do not state that a system is a whole equal to the sum of its parts, and

that is why the truth of atomism is only partial and needs to be corrected and completed. Attention will be called to the fact that the main problem of an atomism aspiring to explain the natural hierarchy from ultimate components (emergentist atomism) is a lack of appreciation of the value of the relation among components. Now if there are ultimate components of the Universe, how should we imagine them or conceive of them so that natural systems be as they are? Finally I will set up a list of the properties the ultimate components of the Universe should have — if they exist — so that nature, natural hierarchy, be as it is.

Key words: Ultimate reality; Ancient atomism; Modern atomism, Monads; Category of relation; Substantial Chain (*Vinculum substantiale*); Natural hierarchy.

Introduction

L'élimination de la strate explicative de la science signifie l'amputation de sa partie la plus intéressante et tend à rabaisser l'humanité à l'animalité. Comment comprendre que depuis que la pensée rationnelle existe tant de générations aient consacré leur vie à expliquer le mécanisme du monde ? Il faudrait rendre compte de ce fait historique et psychologique. Et pour expliquer le mécanisme du monde il faut développer une ontologie. Les propositions atomistes examinées dans ce qui suit sont des constructions ontologiques en vue d'une explication ultime de la formation du monde.

Il existe en philosophie générale et en philosophie de la nature en particulier une convergence de points de vue et de raisonnements plus grande que celle qui est communément envisagée et finalement les grandes options sont peu nombreuses. En ce qui concerne la réalité ultime, l'histoire de la pensée nous a légué quatre philosophies naturelles : l'atomisme, l'hylémorphisme, l'électromagnétisme et le mathématisme de l'espacetemps. Cet essai est consacré à l'hypothèse atomiste, doctrine à laquelle nous devons une partie substantielle de la connaissance scientifique de la nature. Tout s'est passé comme si dès le début de la pensée rationnelle dans les différentes civilisations, et non seulement dans l'Antiquité Classique occidentale, l'évolution naturelle avait semé chez l'homme l'une des intuitions principales pour comprendre le monde, à savoir, que tout objet est composé d'éléments ultimes indivisibles. Ces éléments ont été conçus de différentes façons, d'où les visages multiples de l'atomisme: matérialiste, panpsychiste, mécaniste, émergentiste, organiciste, etc.

Mais cette reconnaissance de la valeur de l'atomisme ne signifie pas que les objets soient seulement un composé d'éléments où le tout serait égal à la somme de ses parties. C'est pourquoi la vérité de l'atomisme est seulement partielle et doit être complétée, mais l'histoire de la pensée a montré qu'il y a en lui une partie définitive de la vérité sur le monde. En effet, l'un des résultats ontologiques les plus significatifs de la physique et de la chimie est que les corps sont composés de parties de plus en plus petites en atteignant des grandeurs spatiales et temporelles extrêmement minuscules. En menant à la limite cette procédure analytique, il ne semble pas irrationnel de spéculer sur la possible existence de composants ultimes de l'Univers.

Rappelons que la physique relativiste et la physique des particules élémentaires ont révélé que la matière est capable de subir des transformations extrêmes. D'après la théorie de la relativité restreinte, la masse et l'énergie sont mutuellement transmutables. Ensuite la physique des particules élémentaires, grâce aux observations rendues possibles par les grands accélérateurs, montre, elle aussi, que le fond de la nature n'est pas fait d'entités irréductibles: il y prolifère des systèmes d'entités qui se transmutent rapidement. Il y a des particules susceptibles d'être créées à partir de l'énergie ou de disparaître en énergie. Ainsi, la physique récente nous fait penser que s'il y a des ultimes composants de l'Univers, ils ne sont pas des fragments indestructibles de matière, ils ne sont pas des substances au sens classique où les atomes ont été vus comme des substances.

Maintenant si ce qui disparaît dans la transformation d'une particule se trouve dans une autre particule, si la matière se transforme en énergie, alors il est pensable — bien que sur ce point les opinions des physiciens divergent — que de telles transformations soient possibles parce qu'il existe un substrat substantiel, une matière ou une énergie universelle, substrat qui reste invariant quoi qu'il arrive. Mais alors la question se pose à nouveau: cette matière ou énergie, est-elle de nature atomique? En considérant que le terrain est physicométaphysique, et étant donné que les limites de l'expérimentation ne sont pas les limites de la nature, il n'y a pas, et il n'y aura jamais, de vérification empirique décisive ni pour ni contre l'hypothèse selon laquelle il y a des composants ultimes de l'Univers de nature atomique.

Le problème principal que j'examine est le suivant: s'il y a des atomes, des composants ultimes de l'Univers, comment faut-il alors les imaginer ou les concevoir pour faire en sorte que les systèmes naturels, quel que soient leur niveau d'émergence, aient les propriétés et les

comportements qu'ils possèdent et manifestent? Je soulignerai que le principal défaut de l'atomisme émergentiste, c'est-à-dire, de l'atomisme qui aspire à expliquer la hiérarchie naturelle à partir de composants discrets et ultimes de l'Univers, est un manque d'appréciation de la valeur de la forme des choses, à savoir, de la relation entre les composants. Et je terminerai en dressant une liste plausible des propriétés que les atomes devraient avoir, s'ils existaient, pour que la nature, la hiérarchie naturelle, soit telle qu'elle est.

I. Principes de la tradition atomiste

Je définis l'atomisme par les cinq principes suivants, invariants pour toute doctrine atomiste. D'un point de vue atomiste, sans ces axiomes il faut abandonner tout espoir de compréhension du monde. Ils sont ontologiquement et logiquement liés entre eux :

Le premier principe de la tradition atomiste est un axiome ontologique: il affirme l'existence des composants ultimes discrets de l'Univers. Dans l'Antiquité Classique la raison a été donnée par Leucippe et Démocrite comme suit: le devenir des choses est inexplicable si on ne saisit pas la substance, i.e. l'invariant, l'identique et l'éternel derrière le variable, le divers et l'éphémère. Puisque que les sensations comme le rouge, le chaud et le sucré sont des états variables, elles ne sont pas substantielles. Ainsi, l'unique qualité substantielle de la matière qui restait aux premiers atomistes était l'occupation de l'espace, l'étendue. Or il est inconcevable que la matière étendue occupant l'espace soit divisible à l'infini car elle disparaîtrait, ce qui est absurde. Il s'ensuit nécessairement que toute chose est composée, finalement, par une multiplicité d'éléments ultimes — derrière eux il n'y a rien.

Le second principe est avant tout un axiome d'ordre rationnel qui implique une exigence ontologique: il s'agit de la conservation de la substance, l'idée que dans tout devenir quelque chose change mais quelque chose demeure malgré tout, car « rien ne sort de rien... ni ne va vers le néant » (Lucrèce). Ce qui demeure dans le devenir, quelle que soit sa nature, est toujours un ensemble de constituants ultimes arrangés d'une nouvelle manière. En effet, s'il y avait création et annihilation au sens strict, il n'y aurait pas d'ordre naturel, le principe de causalité serait inopérant, nous ne saurions pas à quoi nous attendre et toute connaissance deviendrait impossible.

Le troisième axiome de la tradition atomiste porte sur la formation et la cessation des systèmes: les composants ultimes s'unissent et se séparent maintes fois, des séparations qui expliquent aussi bien la dégradation ou la disparition des choses en tant qu'unités complexes (comme il arrive à l'homme au moment de sa mort), et de nouvelles unions qui signifient la formation de systèmes nouveaux qui peuvent être de plus en plus complexes, et, de ce fait, développer des propriétés et des comportements émergents qui obéissent à de nouvelles lois.

Le quatrième principe est un raisonnement d'une importance métaphysique telle, qu'il suffit à lui tout seul pour se rendre compte que l'atomisme ne peut être toute la vérité sur la réalité ultime qui entre dans la composition des systèmes naturels. Le voici: si les atomes, ultimes composants des choses, sont substantiels, alors il s'ensuit nécessairement que toute autre chose, tout ce qui est composé d'atomes, n'est qu'épiphénomène et non une véritable réalité.

Le cinquième et dernier principe stipule qu'il n'y a pas de devenir, pas de changement ni de mouvement d'aucune sorte sans déplacement d'atomes. Il s'agit, me semble-t-il, de la meilleure définition de l'atomisme mécaniste et matérialiste: on y affirme qu'absolument rien n'arrive, par exemple, aucune activité inorganique, vitale ou psychique sans déplacement atomique.

II. Les atomes des Anciens

Les historiens rapportent que l'essentiel de la doctrine atomiste a été imaginé bien avant l'Antiquité Classique grecque. Apparemment les premiers philosophes grecs l'auraient ramenée de l'Orient, en particulier de l'Inde, où la doctrine atomiste fait partie du corpus philosophique et religieux connu comme Vaiseshika.

L'atome des anciens constitue la première tentative de résolution de notre problème, la connaissance de la nature des composants ultimes de l'univers, s'ils existent. Dans la section précédente nous avons reconstruit le raisonnement qui a amené Leucippe et Démocrite à leur conception des atomes. La conclusion était que si l'on veut éviter la disparition dans le néant de quelque chose, alors la division à l'infini est impossible, elle doit s'arrêter nécessairement à des magnitudes ultimes, insécables, les atomes. Et Démocrite ajouta: «par convention le sucré, par convention l'amer, par convention le chaud, par convention le froid, par convention la

couleur: mais en réalité des atomes et du vide». ¹ Seules les qualités premières (d'ordre mathématique ou quantitatif) sont réelles, tandis que les qualités secondes, les sensations, sont des apparences qui doivent s'expliquer comme des épiphénomènes des combinaisons atomiques.

La tradition atomiste n'est pas la seule à postuler des éléments ultimes, on les retrouve aussi dans la tradition hylémorphique, dynamiciste et scolastique, mais contrairement à l'atomisme où les atomes sont universellement les mêmes — ils diffèrent seulement par leur forme et leur poids et non par leur nature — pour l'hylémorphisme toute classe d'êtres ou de choses se compose de minima différents ayant une étendue concrète et des parties ultimes différentes. La dimension des atomes est une autre spécificité de l'atomisme pur: ils seraient infiniment petits et se trouveraient au-delà de l'imaginable. Malgré cela, ils ont une forme, un poids et une extension réels.

C'est pour expliquer l'être et le devenir que Leucippe et Démocrite ont eu l'idée de rompre l'Être parménidien, et les petits morceaux sont les atomes. L'Être de Parménide est un et immuable, et l'objectif des paradoxes de Zénon, son disciple, était de montrer que le mouvement, le passage du temps, n'étaient que des illusions de la perception. Mais le mouvement, le changement, est évident, «il faudrait être un végétal pour le nier», dit Aristote en se moquant, et il écrit : «en effet, leurs prémisses [celles des éléates] sont fausses et leurs syllogismes erronés... Quant à nous, nous établissons comme principe que les êtres de la nature, en totalité ou en partie, sont en mouvement». ² L'éternité des atomes, leur caractère indestructible est un héritage de l'éternité de l'Être de Parménide. Depuis lors le mouvement, le changement, tout devenir, quel qu'il soit, a pu être imaginé comme une simple translation des atomes dans le vide. Dans le même état d'esprit, les premiers penseurs modernes abandonnent les principes internes pour expliquer le devenir, il n'y a ni cause formelle ni cause finale, ni prédominance de la qualité: l'explication se fait par figures et mouvement. Et, de tous les mouvements, c'est le déplacement d'un objet qui est le plus intelligible. Ceci explique pourquoi le mécanisme est le squelette métaphysique de la science, la base de nombreuses théories dans les sciences naturelles et pourquoi la mécanique rationnelle est leur modèle.

Nous avons vu la contribution éléate à l'atomistique. L'autre composante est pythagoricienne: l'idée que les choses sont des nombres, des collections d'unités ou de points, raison pour laquelle le monde est

¹ Mullach, *Fragmenta philosophorum graecorum*, Paris, 1860, p. 357 y s.

² Aristote, *Physique*, I, ch. 2, 185a 9 – 14.

mathématiquement connaissable. Ainsi, si nous nous représentons les *ogkoi* ou points étendus formant des figures comme on dispose les pièces du domino, alors l'idée que les choses sont des nombres résulte probablement moins choquante et permet de comprendre les transformations, comme celle d'un rectangle en un carré ou en un autre rectangle.³ Vient ensuite la généralisation: étant donné le vide infini et le mouvement des atomes, toute forme, toute métamorphose, toute désagrégation, toute nouvelle disposition est le résultat de combinaisons d'unités, d'atomes éternels et indéformables. C'est ainsi que l'explication mathématique du monde et l'atomisme commencèrent leur association, lien qui sera renforcé plus tard par la physique moderne jusqu'à la mathématisation de certains concepts, c'est-à-dire jusqu'à ne plus distinguer, dans les concepts en question, l'aspect physique de l'aspect formel.

A en croire les anciens atomistes, les seules propriétés des atomes sont leur insécabilité absolue, leur indéformabilité, leur éternité, leurs formes géométriques avec des crochets permettant leur union, leur mobilité et leur poids. Selon Démocrite les atomes ont donc une forme géométrique, hypothèse exceptionnelle dans la tradition atomiste qui imperméabilise l'atomisme démocritéen à la critique hylémorphique selon laquelle la faute la plus grave de l'atomisme est l'absence du concept de forme. J'aimerais faire remarquer que cette critique, généralement dirigée contre les diverses sortes de matérialisme, est pertinente, étant donné la valeur explicative des formes et des causes formelles.

Pour Leucippe et Démocrite le poids atomique n'était, semble-t-il, qu'une conséquence dérivée de la magnitude, en revanche pour Epicure c'était une propriété primitive. Voici des exemples de l'explication atomique de quelques objets ou événements: une surface lisse est une sorte de trame parfaite d'atomes triangulaires. L'eau coule parce que ses atomes sont ronds. Il y a des fruits acides parce qu'ils sont faits d'atomes pointus. La perception est un transit d'atomes allant d'un objet à un organisme qui les reçoit en fonction de la forme des atomes et de celle des orifices des appareils sensoriels. Malgré la naïveté de ces idées il y a en elles quelque chose de tout à fait appréciable pour la philosophie naturelle: le réalisme de l'atomisme et, en particulier, le réalisme de la perception. En effet, l'arrangement atomique n'est pas une construction de l'organisme et la perception n'est pas, ou pas seulement, l'extension

³ Voir, par exemple, Abel Rey, *La Science dans l'Antiquité. La maturité de la pensée scientifique en Grèce*, Albin Michel, Paris, 1939, pp. 393 – 419.

des propriétés de l'organisme sur les choses externes au sujet car ce sont les atomes qui s'intègrent au sujet: «pour qu'il y ait un phénomène, il faut que quelque chose pénètre dans notre œil... C'est comme si l'objet naturel pénétrait vraiment dans notre œil».⁴

Les anciens atomistes affrontaient deux problèmes principaux: d'un côté il fallait expliquer la formation de choses différentes à partir d'atomes identiques, et, d'un autre côté, ceux qui croyaient à la liberté humaine se trouvaient confrontés au problème additionnel de l'expliquer car il se trouve que la théorie atomiste de Leucippe et de Démocrite est déterministe: les atomes, lourds, tombent dans le vide de manière verticale et mutuellement parallèle. Mais si les atomes et les conglomerats atomiques ne se rencontrent pas, ne se croisent pas, la déformation et la formation d'êtres et d'objets nouveaux sont inexplicables, et si le mouvement est déterminé, la liberté humaine n'existe pas. Epicure a imaginé alors le *clinamen*: durant leur chute les atomes ont la capacité de se dévier sans cause interne ni externe, spontanément, et la déviation est par conséquent indéterminée. On voit que dès l'antiquité on a senti la nécessité d'ajouter une hypothèse ad hoc, arbitraire, pour rendre compte de la spontanéité et de la liberté. Mais attendu que l'arbitraire est irrationnel et incompatible avec la science, reconnaissons que s'il y a des systèmes libres ou spontanés, absolument dépourvus de cause, ils dépassent l'entendement et seront des irrationnels pour toujours.

La grande intuition atomique des anciens est surprenante car rien de ce que l'on voit ne la suggère. Selon l'atomisme, la diversité naturelle, les diverses phases de la matière (solide, liquide, gaz, etc.), ainsi que l'existence des divers niveaux d'organisation (matière vivante, matière sensible, matière de pensée), ne sont que des atomes unis de différentes façons. Dans les textes anciens dont *De la nature des choses* est une illustration éminente, on trouve des exemples comme celui-ci: l'herbe, matière végétale, provient de la terre, matière inanimée composée de cristaux. Ainsi de la matière inanimée surgit la matière animée. Puis l'agneau mange l'herbe et la matière inanimée, par l'intermédiaire de la matière animée, donne naissance à la matière sensible. Finalement l'homme mange l'agneau et la matière physicochimique et vivante se transforme en matière pensante.

La reconnaissance réaliste de la valeur scientifique de l'hypothèse atomiste contraste avec la critique négative d'un idéaliste comme Schopenhauer. Ce philosophe ne voit dans les atomes qu'infantilisme et

⁴ René Thom, *Paraboles et catastrophes*, Flammarion, Paris, 1983, p. 36.

erreur parce que, dit-il, toute recherche doit commencer dès l'intérieur du sujet (ego cartésien, a priori kantien) et non pas d'une façon réaliste à partir de la nature objective.⁵ Typiquement, les idéalistes confondent ce qui est premier dans l'ordre de la connaissance et ce qui est premier dans l'ordre de l'être. Dans ce contexte le problème est de savoir, encore une fois, quelles doivent être les propriétés des atomes pour qu'on puisse expliquer l'émergence de l'homme doué de subjectivité consciente.

III. Les atomes des modernes

Au Moyen Âge l'atomisme est tombé quasiment dans l'oubli. Les problèmes de philosophie naturelle se sont posés, en général, à l'intérieur de la tradition hylémorphique. Ce fut la doctrine minimiste qui l'a emporté: chaque être est composé de parties minimales au-delà desquelles l'être perd son essence. La combinaison des minima obéit à l'influence directrice de la forme, organisation qui, selon les circonstances et les parties en présence, permet de synthétiser les parties en un être nouveau. Les médiévaux ont préféré cette explication à celle de l'atomisme: les atomes peuvent se mélanger, mais, si on pouvait les observer, on les distinguerait toujours car ils s'agglomèrent en un tout dont les composants demeurent hétérogènes. Par contre, quand les parties d'espèces différentes réagissent de sorte qu'une nouvelle substance émerge, le résultat n'est pas un simple mélange d'éléments qui, tout en maintenant leur identité, demeurent hétérogènes, mais vraiment l'émergence d'une nouvelle substance homogène. C'est ce qui arrive, selon un exemple devenu classique, quand on combine l'hydrogène et l'oxygène dans les proportions et les conditions adéquates pour obtenir de l'eau. On considérait alors que l'atomisme, qui essayait de décrire la cohésion des atomes uniquement à travers leurs contacts, servait dans le meilleur des cas à expliquer les propriétés physiques mais pas les phénomènes chimiques ou biologiques.⁶

⁵ Arthur Schopenhauer, *Le Monde comme volonté et comme représentation*, Supplément au Livre Deuxième, XXIV «De la matière», éd; P.U.F., Paris, 1966.

⁶ Vide Albert Farges, *Matière et forme en présence des sciences modernes*, Libraires Berche et Tralin, Paris, 1908, ch. 2 «L'Atomisme», et Norma E. Emerton, *The Scientific Reinterpretation of Form*, Cornell University Press, Ithaca et Londres, 1984, ch. 3 «Mixture and Minima: The Beginnings of a Corpuscular Approach to Form».

A l'origine de la pensée moderne, certains scientifiques et philosophes se limitèrent souvent à copier, quasiment au pied de la lettre, les explications des premiers atomistes grecs. Pour les Anciens, nous l'avons déjà dit, comme pour les modernes antérieurs à Newton, les propriétés uniques des atomes étaient l'insécabilité absolue, l'indéformabilité, l'éternité, les formes géométriques avec les crochets qui permettent leur union, la mobilité et le poids. Newton ajouta l'impénétrabilité et soumit les corps à une force agissant mystérieusement à distance, la gravitation universelle. D'après lui, tout ce qui existe physiquement sont des corps composés d'atomes. La matière et la lumière sont corpusculaires. Les corps s'attirent et se heurtent parce qu'ils sont composés d'atomes impénétrables. Les atomes sont conçus comme de petits objets ultrasolides. (Aujourd'hui il faudrait ajouter que ces atomes étaient conçus comme *indestructibles* dans la mesure où la physique newtonienne n'est pas relativiste et par conséquent la masse ne peut se transformer en énergie). L'action par contact ou à distance est le seul comportement des corps dans l'espace et dans le temps. Le mouvement dans l'Univers n'est rien d'autre qu'une gigantesque partie de billard qui se déroule dans l'espace et dans le temps absolus, dans une sorte de cadre ou de théâtre qui pourrait exister même vide, sans corps ni matière, sans forces ni radiation. La métaphore de l'Univers vu comme une partie de billard avec des objets matériels inertes contraste, clairement, avec la vision biologique du monde d'Aristote. En un mot: en comparant le développement d'un oeuf au comportement d'une boule de billard on obtient une idée métaphorique des visions du monde d'Aristote et des physiciens et mathématiciens modernes.

L'Univers newtonien est parfaitement déterminé par des causes efficientes, par les mouvements des corps présidés par la loi de la gravitation universelle. Comme on sait, c'est l'Univers newtonien qui a servi de modèle au déterminisme de Laplace: si on connaît avec exactitude les conditions initiales de l'Univers et les lois de son évolution, en principe et grâce au calcul, tout est connaissable, i.e. calculable: le passé, le présent et le futur ; il ne peut exister aucune sorte de spontanéité ni de liberté, comme c'était le cas pour l'atomisme déterministe de Leucippe et Démocrite.⁷

Vers le milieu du XVIIIe siècle Boscović proposa une conception différente. Ses atomes ne sont pas des corpuscules comme les atomes newtoniens mais des points géométriques sans extension. Il explique la

⁷ Pierre Simon de Laplace, *Essai philosophique sur les probabilités*, Paris, 1814, ch. 1 «De la probabilité».

dynamique de l'Univers en concevant que chaque point inétendu est le centre d'une force unique dont le mode d'action varie selon la distance par rapport au point. Ainsi la même force peut être répulsive ou attractive, ce qui dépend du fait de s'approcher ou de s'éloigner du point. Après de nombreuses oscillations la force devient définitivement attractive et, selon la loi de Newton, elle diminue proportionnellement au carré de la distance. La conception des unités ultimes en tant que forces permit à Boscović d'éviter l'un des problèmes de l'atomisme précédent, à savoir, comment expliquer le devenir si les seules substances sont les atomes immuables. À partir de là, les théories qui postulent l'existence d'atomes comme des centres de force s'inspirent de Boscović. Mais, ses contemporains l'ont vu, la conception de ce physicien est difficilement acceptable. D'abord, on voit mal comment quelque chose d'inétendu, un point géométrique aux dimensions nulles, peut former des choses étendues; ensuite, on ne comprend pas comment une force capable d'une activité physique peut émaner d'un point géométrique; et finalement, on ne comprend pas non plus comment une force unique peut posséder des propriétés incompatibles comme l'attraction ou la répulsion car à partir d'une certaine limite elle passerait d'un mode à l'autre.

La conception de l'Univers, développée et affinée dans la physique mathématique par une longue liste de scientifiques, de Galilée et Descartes jusqu'à nos jours, a engendré la tradition scientifique la plus productive de l'humanité. Je pense ici à la connaissance objective du monde physique. A certains moments, on a élaboré des critiques antimécanistes, romantiques ou phénoménologiques qui n'ont pu constituer une science rivale et parallèle au mécanisme atomiste. (Par ailleurs, nous gardons l'espoir de nouveaux développements de la connaissance rénovant la tradition de l'intelligibilité de la forme, des développements différents du mécanisme atomique, mais ce n'est pas ici l'endroit indiqué pour la justification de cette idée).⁸ Parmi les nombreux éléments que nous ne pouvons oublier pour compléter ce cadre physicien, antérieur à 1900 et basé sur le comportement d'objets inanimés, nous devrions au moins mentionner la physique des fluides, les travaux de Maxwell sur l'électromagnétisme et la découverte de la constance de la lumière dans le vide. Ces travaux et données sont logiquement et empiriquement incompatibles avec la mécanique rationnelle newtonienne, et la solution de cette incompatibilité arrivera, comme on le

⁸ Vide M. Espinoza, «La forma, una causa olvidada», *Thémata. Revista de Filosofía*, 43: 157-173 (2010).

sait, un peu plus tard, avec le développement de la physique relativiste qui abandonnera les idées d'espace et de temps absolus.

En chimie et selon la loi de Proust, toute molécule contient, pour chaque substance élémentaire, un nombre entier d'atomes et par conséquent sa composition ne peut varier de façon continue mais seulement par des sauts discontinus qui correspondent à l'entrée ou à la sortie d'au moins un atome. «John Dalton supposa que chacune des *substances élémentaires* dont se composent les divers corps est formée par une *sorte déterminée* de particules toutes rigoureusement identiques (identiques une fois isolées, sinon exactement superposables à chaque instant), particules qui traversent, sans se laisser jamais subdiviser, les diverses transformations chimiques ou physiques que nous savons provoquer, et qui, insécables par ces moyens d'actions, peuvent donc être appelées des *atomes*, dans le sens étymologique».⁹

Continuons ces brefs rappels. Vers 1900 Planck, en travaillant sur le spectre de la radiation du corps noir, découvrit la notion de quanta ou atomes d'énergie. Par la suite Einstein, dans son étude de l'effet photoélectrique, démontra que la lumière est composée d'un certain type d'atomes, les photons, corrigeant l'idée qui prédominait au XIXe siècle que la lumière était une radiation continue, un phénomène ondulatoire divisible à l'infini.¹⁰ Mais les atomes de lumière ne sont pas les seuls à observer un double comportement, corpusculaire et ondulatoire, les électrons ou atomes de matière présentent, eux aussi, cette dualité de comportement, comme l'a démontré Louis de Broglie: les électrons, étudiés individuellement, ont un comportement aléatoire et imprévisible, mais quand ils traversent en grand nombre, par exemple, un cristal de nickel, il se produit alors une diffraction typique du comportement ondulatoire.

Aujourd'hui, la physique quantique ne choisit pas entre le continu et le discontinu, entre l'ondulatoire et le corpusculaire parce que les éléments ultimes de la physique sont ondulatoires et corpusculaires. Et la croyance en la solidité, ou en l'ultrasolidité des atomes fut abandonnée au début du XXe siècle quand Perrin, Rutherford et Bohr purent montrer la complexe structure planétaire interne des atomes. En conséquence, ce que l'on croyait connaître jusque là comme *atomes* ne sont plus des entités indivisibles mais composées d'un noyau et d'une série d'électrons planétaires répartis selon des lois strictes sur des niveaux

⁹ Jean Perrin, *Les Atomes*, 1913, éd. Flammarion, Paris, 1991, p. 44.

¹⁰ *Vide*, par exemple, Vasco Ronchi, *Histoire de la lumière*, Armand colin, Paris, 1956.

énergétiques successifs. Ce modèle planétaire s'avéra à son tour inadéquat quand la mécanique quantique obligea à abandonner la notion d'orbite électronique. Par exemple, dans l'atome d'hydrogène, le noyau est entouré d'un nuage continu d'électricité négative dont la charge totale est égale à celle d'un électron.¹¹

La théorie des cordes commença à se développer dès la fin des années 1960. Elle présente un intérêt non seulement physique mais philosophique car elle signifie un renouvellement de la tendance de la raison à exiger l'unité dans la multiplicité. On y essaye d'imaginer une forme unifiée permettant de concilier la dualité du comportement ondulatoire et corpusculaire des éléments physiques, on y cherche à représenter d'une façon unifiée les diverses forces ou interactions de la physique: la force gravitationnelle, la force électromagnétique, l'interaction faible et l'interaction forte. On s'attend, en particulier, à ce que la théorie des cordes se développe en une théorie quantique de la gravitation. Mais que sont ces cordes, ces nouveaux ultimes constituants de l'Univers? La mécanique quantique présuppose que les ultimes composants sont comme des points qui ont une dimension nulle, tandis que l'idée centrale de la théorie des cordes veut que ces composants ultimes soient des objets étendus unidimensionnels, extrêmement petits, peut-être de l'ordre de la longueur de Planck, et qui vibrent avec certaines fréquences spécifiques. Cela dit, chaque mode de vibration fait apparaître la corde comme un objet différent, par exemple comme électron ou photon. On conçoit les cordes comme des objets susceptibles de partition dont les parties peuvent se combiner et se recombiner, ce qui leur donnerait l'apparence d'objets qui émettent et qui absorbent d'autres particules, et c'est ainsi qu'émergeraient les interactions entre les particules. Les cordes seraient ainsi à la base d'une Théorie du Tout.¹²

Quant à l'émergence de systèmes de plus en plus complexes jusqu'au développement des systèmes ayant notre propre dimension, on reconnaît que les molécules se composent d'atomes, composés à leur tour de particules plus élémentaires. On reconnaît aussi que les atomes sont liés par des forces électromagnétiques et les noyaux par les interactions forte et faible. La théorie des particules élémentaires nous apprend tout cela. Et, pour se faire une idée de l'émergence de la structure de la matière à travers toutes ses phases ainsi que des phénomènes thermiques

¹¹ *Vide*, par exemple, Émile Borel, *L'Évolution de la mécanique*, Flammarion, Paris, 1943, et *Quantum Mechanics, The Feynman Lectures on Physics*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Massachusetts, 1964.

¹² *Vide*, par exemple, Roger Penrose, *The Road to Reality*, Jonathan Cape, Londres, 2004, ch. 31 «Supersymmetry, supra-dimensionality, and strings».

et magnétiques, on compte en physique, entre autres propriétés, sur les lois de la thermodynamique et de la mécanique statistique.

Il n'est plus possible de représenter les atomes comme des petites boules élémentaires, ni comme des systèmes solaires en miniature, et ils n'ont en général aucune figure représentable spatialement et visuellement (la récente théorie des cordes est peut-être une exception). Ce qui est atomique peut être calculé, mais la physique ne nous donne plus une image de l'Univers. De nombreux spécialistes nous demandent de ne voir dans la mécanique quantique qu'un formalisme *qui fonctionne*. Cette situation est lamentable au point de vue de l'intelligibilité de la nature car il ne faut pas oublier que, pour comprendre le monde, la théorie et le calcul n'ont de valeur que parce qu'ils sont un moyen de compréhension, et le sujet de la compréhension n'est ni une calculatrice ni un ordinateur mais un esprit humain avec les exigences qui lui sont propres. Une des fonctions principales du cerveau est de représenter notre entourage spatial pour nous orienter, et si quelque chose ne se laisse pas représenter spatialement, géométriquement, mécaniquement, alors cela sera difficile à comprendre.

IV. Monades

En dépit de toutes les sophistications introduites par la physique récente, la vision globale du monde basée sur un matérialisme de l'inanimé demeure la même: il s'agit encore d'un Univers composé exclusivement de propriétés physiques telles que la physique les décrit, propriétés qui ne sont pas aptes à construire la totalité de ce qui nous est révélé par l'expérience humaine – bien que, comme nous l'avons vu, les Anciens aient été conscients de la *scala naturæ* qui va de l'inanimé à l'animé et à la pensée. Dans la *Monadologie* de 1714, Leibniz écrit que nous devons reconnaître «que la *perception* et ce qui en dépend est *inexplicable par des raisons mécaniques*, c'est-à-dire par les figures et par les mouvements. Et, en feignant qu'il y ait une machine dont la structure fasse penser, sentir, avoir perception, on pourra la concevoir agrandie en conservant les mêmes proportions, en sorte qu'on y puisse entrer comme dans un moulin. Et cela posé, on ne trouvera en la visitant au-dedans que des pièces qui se poussent les unes les autres et jamais de quoi expliquer

une perception». ¹³ «Rien que des atomes et du vide», disait Démocrite. Je voudrais rappeler qu'aujourd'hui, en dépit de toute la connaissance mécaniciste de la sensation, on peut dire que nous n'avons pas d'explication scientifique de son aspect qualitatif. ¹⁴ Il est donc curieux que certaines personnes, prenant la partie pour le tout, affirment que tout est physique, au sens défini par la physique d'aujourd'hui.

La spécification «la physique d'aujourd'hui» n'est pas de trop car nul ne peut deviner quels seront les concepts et les pouvoirs de la physique de demain. Qui sait: les concepts de la physique du futur seront peut-être plus aptes à décrire la totalité de l'expérience humaine que les notions actuelles. On ne voit pas pourquoi les abstractions n'admettraient pas d'amélioration. Il est évident qu'un progrès dans cette direction présuppose une prise de conscience des problèmes difficiles qui se dressent sur la voie de l'explication des propriétés et du comportement de tous les systèmes à partir des composants ultimes du monde, et c'est à cette prise de conscience que cet essai voudrait contribuer.

Si tout n'est pas physique au sens où le physique est décrit par la physique actuelle, peut-être qu'alors tout est fait d'atomes de nature psychique: c'est ce qu'ont pensé dans le passé et pensent encore aujourd'hui une série de panpsychistes. Au début des *Principes de la Nature*, Leibniz dit que la nature est pleine de vie. On sait aujourd'hui que la découverte des virus-molécules par Stanley montre qu'il y a une continuité du biologique au chimique. Selon la nature inerte ou vivante de l'environnement, un virus peut se multiplier ou non. Un virus ne peut se multiplier que s'il utilise l'équipement enzymatique d'une cellule vivante. La controverse entre le caractère vivant ou inerte des virus est un sujet d'actualité qui se pose en même temps que la question: qu'est-ce que la vie? et dont la réponse évolue avec le progrès de la connaissance. ¹⁵

Il y a des degrés de conscience: les humains et les animaux sont évidemment attentifs et conscients quelques heures par jour, avec des moments de somnolence, comme quand nous nous laissons aller en voyageant en train, ou le soir avant de nous endormir; puis il y a le

¹³ G. W. Leibniz, *Les principes de la philosophie* dits *Monadologie*, paragraphe 17, in Leibniz, *Œuvres*, éditées par Lucy Prenant, Aubier Montaigne, Paris, 1972.

¹⁴ *Vide*, par exemple, Gerald M. Edelman, *Bright Air, Brilliant Fire: On the Matter of Mind*, Basic Books, 1992.

¹⁵ *Vide*, par exemple, Ver, por ejemplo, Erwin Schrödinger, *What is Life? & Mind and Matter*, éd. Cambridge University Press, 1967.

sommeil profond, l'inconscience. Reconnaissons (sans sourire ironique) qu'il doit tout de même y avoir potentiellement quelque chose d'approprié dans les électrons et dans les autres particules élémentaires qui leur permet d'arriver à créer des degrés différents de conscience dans le système nerveux central parce que le cerveau se compose d'assemblées de neurones, les assemblées de neurones se composent de neurones, les neurones de molécules, les molécules d'atomes et les atomes de particules encore plus élémentaires.

Leibniz commence la *Monadologie* en écrivant que «la monade n'est autre chose qu'une substance simple qui entre dans les composés».¹⁶ *Monade* signifie *unité*. Selon cette philosophie les monades sont les véritables atomes de la nature, les éléments de toutes choses. Les substances simples n'ont ni étendue ni figure. Elles sont malgré tout liées indissolublement à la matière, et l'impénétrabilité de la matière ainsi que l'étendue des corps émanent des monades-forces qui composent les objets. Si on va du plus concret au plus abstrait, il faudrait dire qu'il y a d'abord les monades qui composent les objets individuels concrets, et ces objets concrets sont spatiotemporels. L'espace et le temps ne sont donc pas des substances absolues comme le pensait Newton, mais des dimensions idéales, des relations dérivées d'objets concrets.

Conçue à l'image et ressemblance de la divinité et en analogie avec l'âme humaine, la monade a un principe d'unité intérieur d'ordre spirituel, nettement opposé aux atomes mécaniques. La monade est une force active primitive, une sorte d'entéléchie car elle a une perfection et une suffisance qui lui permettent d'être la source de ses actions internes. Toute l'activité de la monade dérive de sa propre loi et de son autonomie. On a vu que les atomes de Boscović sont aussi des forces, mais il s'agissait là de forces physiques, tandis que dans la monadologie leibnizienne il s'agit d'atomes psychiques.

Chaque monade est différente de toutes les autres et elle est soumise à un changement incessant qui provient de son intérieur même, comme nous le constatons tout au long de notre propre vie. Mais, comment est-ce possible que quelque chose de simple comme la monade, change? Leibniz répond: parce que la monade implique une multiplicité dans l'unité. Rappelons que dès l'antiquité, dès Pythagore, et en dépit de quelques changements ontologiques et sémantiques, c'est une constante que la monadologie est la science de l'unité dans la multiplicité. Dans la substance simple, sans parties, il y a malgré tout une multiplicité d'affections et de relations. Il arrive à chacun de nous par exemple que,

¹⁶ Leibniz, *Monadologie*, *op. cit.*, paragraphes 1 et 2.

tout en étant un, nous percevons et nous reflétons une multiplicité de choses et de propriétés. Et par analogie, on peut imaginer qu'il en est de même pour toutes les monades.

Leibniz postulait une sorte de «sympathie universelle», pour utiliser un terme des stoïciens, car tout ce qui se passe dans un endroit de l'Univers est ressenti partout dans l'Univers: «tout corps se ressent de tout ce qui se fait dans l'Univers; tellement que celui qui voit tout pourrait lire dans chacun ce qui se fait partout et même ce qui s'est fait ou se fera en remarquant dans le présent ce qui est éloigné, tant selon les temps que selon les lieux». Et toute matière est reliée car tout est plein.¹⁷ (Cette réflexion de Leibniz fait penser au déterminisme laplacien). Le corps de chaque monade reçoit donc à chaque instant de son existence tous les effets qui viennent de partout, ils reflètent tout ce qui a lieu dans l'Univers. Cependant, et ceci est curieux, contrairement à ce que l'on observe dans le déterminisme laplacien, les influences ne sont pas causales. Mais on ne comprend pas comment une influence ou un reflet existe sans être causal. Solution de Leibniz: ces correspondances sont le résultat de l'harmonie préétablie par la divinité. Mais une telle réponse ne peut satisfaire qu'un croyant. Il serait plus honnête d'admettre que l'on n'a pas compris, qu'on est arrivé à une impasse, ce qui oblige à modifier la théorie.

Les monades ne peuvent ni naître ni mourir naturellement: la divinité les crée d'une façon abrupte. Tout se passe comme si la divinité se multipliait, comme si elle engendrait de petites divinités. Elles sont éternelles, indestructibles. Chaque monade est une perspective de l'Univers, tandis que la divinité est en même temps toutes les perspectives, en nombre infini. L'Univers n'existe pas hors des monades. Comme toutes les perspectives naissent de la divinité, les problèmes de la philosophie, dans la philosophie leibnizienne sont, au fond, des problèmes de théologie. Les monades n'ont pas d'ouverture, elles sont impénétrables. Pour cette raison, rien d'externe ne peut les altérer. Cependant elles sont capables d'appétition et de perception, bien que tous les actes d'appétition et de perception ne soient pas conscients, et ceux qui le sont ne le sont pas avec le même degré de lucidité. Nous l'avons vu: la perception et ce qui en dépend ne peut être expliquée par des raisons mécaniques.¹⁸ La matière, la naissance, la mort, sont seulement des

¹⁷ Leibniz, *Ibid.*, paragraphe 61.

¹⁸ Leibniz, *Ibid.*, paragraphe 17. Le livre d'Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes*, Gallimard,

apparences, des phénomènes où les monades s'obscurcissent ou se clarifient. Ainsi le monde est une représentation, ce qui signifie que la monadologie de Leibniz est une cosmologie idéaliste. Mais, comment le monde peut-il être seulement un phénomène, une apparence ou une représentation? Comment comprendre qu'il y a une réalité dans nos perceptions? Comment expliquer des faits aussi évidents que la communication entre les personnes ou l'ordre causal du monde que nous connaissons tous? La réponse de Leibniz, que nous avons déjà vue en essayant d'expliquer l'existence d'influences non causales, est une fois de plus aussi catégorique qu'in vraisemblable: la concordance de nos perceptions, la réalité objective et indépendante sont le résultat d'une harmonie universelle entre tous les êtres, préétablie par la divinité.

Une autre critique dont la monade fait l'objet est que Leibniz essaya de la présenter à la fois comme un objet substantiel et comme une relation, comme si l'aspect substantiel, i.e. l'unité fermée, et l'aspect relationnel, i.e. la monade qui reflète tout, avaient la même importance. Mais cela est impossible car, attendu que dans la métaphysique de Leibniz seules les monades sont substantielles, il s'ensuit que les objets composés grâce aux relations entre les parties ne peuvent être que des caractéristiques à l'intérieur de chaque monade. Ainsi le *vinculum substantiale* ne peut être que phénomène.¹⁹ La relation entre les monades inétendues et la matière étendue est, elle aussi, un point de controverse. Selon Leibniz, les monades sont inétendues, cependant il faudrait reconnaître qu'elles sont aussi une matière étendue puisqu'elles sont partout et qu'il n'y a pas d'extension sans monades: il y a donc ici une autre incohérence sérieuse. Maintenant, l'unique façon de sauvegarder la cohérence consiste à dire que pour Leibniz, *primo*, la matière n'est que phénomène, une illusion, le résultat de l'impénétrabilité des monades, *secundo*, que le *vinculum substantiale* censé rendre compte de l'existence des objets composés est, lui aussi, phénomène.

V. La catégorie de relation (*vinculum substantiale*)

Primo, si l'on présuppose que les atomes substantiels sont des unités simples ultimes, alors tout objet a un statut ontologique différent de celui

Paris, 1970, contient une critique élaborée du mécanisme cartésien d'un point de vue leibnizien. *Vide* en particulier les chapitres VI et VII «Les fondements de la physique» et «Les principes de la physique».

¹⁹ *Vide*, par exemple, *The Leibniz-Des Bosses Correspondence*, tr. par B. C. Look et D. Rutherford, Yale University Press, New Haven et Londres, 2007.

de ses atomes composants. Il s'ensuit, en allant des objets aux unités composantes, que les propriétés des objets ne peuvent pas être transposées à leurs unités composantes ultimes. Or, par exemple, l'extension et la solidité, étant des propriétés des corps, elles ne peuvent pas caractériser les atomes: ceux-ci ne sont donc pas des unités étendues et corpusculaires, des infimes objets ultrasolides comme le pensait Newton. La physique contemporaine a abandonné ce genre de matérialisme atomiste car on pense aujourd'hui que les composants ultimes de l'Univers sont des unités d'énergie. Mais il s'agit tout de même d'unités ultimes, raison pour laquelle ce que l'on pourrait dire contre la transposition des propriétés des objets à leurs composants peut être itéré, à savoir, qu'il est impossible d'attribuer aux composants ultimes, quel que soit le contenu de ces unités, les propriétés typiques d'un objet.

Secundo, si l'on affirme que les propriétés des objets et celles de leurs composants ultimes ne sont pas les mêmes mais que, de toute façon, la substance matérielle est composée d'atomes, il s'ensuit une conséquence grave: les objets et leurs propriétés ne sont pas réelles; ils sont des fantômes subjectifs, des phénomènes, c'est-à-dire des inventions ou des constructions de nos sensations et de nos facultés intellectuelles. Seules les qualités premières seraient réelles (les propriétés quantitatives, mesurables, mathématisables), tandis que les objets et leurs qualités secondes (celles données à nos sensations) seraient des illusions. Ceci signifie une contribution décisive au dualisme de la matière et de l'esprit, situation que toute philosophie naturelle raisonnable évite.

Tertio, si le penseur atomiste reconnaît que les objets sont aussi réels que leurs unités composantes ultimes, alors il aboutit forcément à l'émergentisme des objets et de leurs propriétés, c'est-à-dire à la conviction selon laquelle les systèmes naturels sont plus que la somme de leurs parties, raison pour laquelle, à partir des atomes, il y a apparition de nouvelles propriétés, de nouveaux comportements et de nouvelles lois. Or tous ces résultats sont paradoxaux à l'intérieur d'une tradition atomiste réductionniste et antiholiste.

L'un de nos problèmes principaux est celui d'expliquer, comme nous l'avons dit dès le début, la formation de la hiérarchie naturelle. Mon idée est que si l'on veut avoir une chance d'y aboutir il faut admettre le statut substantiel des relations et non seulement celui des atomes, et c'est donc vers la relation que je me tourne maintenant.

Comment comprendre que le tout soit plus que la somme de ses parties? Il faut reconnaître que parmi les parties en tant que composants ultimes d'une chose on trouve aussi les relations entre les parties: les

parties interagissent. Un système est un tout composé de parties et de relations. La tradition atomiste a, le plus souvent, fait peu de cas des relations, la conséquence étant qu'actuellement, au moment de décrire les relations entre les composants d'un système, nos concepts sont pauvres ou inexistantes. La relation est un acte, il est causal et implique donc ce que l'acte parvient à faire. Les entités liées entre elles ont quelque chose en commun grâce à l'activité mutuelle de la relation. C'est parce que les entités ont quelque chose en commun que le tout qu'elles forment est plus que la somme de ses parties.

Un objet peut être vu de plusieurs points de vue et chaque aspect est informatif. L'une des perspectives consiste à se focaliser sur les propriétés essentielles de l'objet qui le distinguent des autres choses de son environnement. On présuppose que le système est un objet relativement fermé par des bords relativement nets qui définissent un intérieur et un extérieur. L'intérieur est composé d'éléments qui ont entre eux des relations internes. Ensuite le système, à travers son bord, interagit avec d'autres systèmes de son environnement avec lesquels il développe des relations externes. D'après ce tableau on considère que les objets ont une grande autonomie, que les relations externes, précisément parce qu'elles sont externes, ne sont pas internes, constitutives de l'être de l'objet. Elles s'arrêtent à la frontière de l'objet, et à partir de là, une fois que la collision a eu lieu, le système, à lui tout seul, fait le reste: il se construit à sa façon.

Tout autre est l'idée que l'on obtient d'un système si celui-ci est étudié au point de vue de la relation, de l'interaction. Ici la localisation ponctuelle du système dans l'espace et dans le temps, son insensibilité ou incompatibilité avec les autres objets de l'environnement, tendent à disparaître. Si la composante essentielle est la relation, alors un système est un ensemble ou un nœud de relations, la frontière du système devient floue, ce qui efface la distinction nette entre l'interne et l'externe. Ceci signifie que les relations modifient le noyau même des systèmes, et si le noyau est modifié par les relations, alors le système se trouve là où sont les relations, aussi étendu et déplié qu'elles. Ainsi tout système, tel un être vivant, est capable de représenter son environnement. L'importance accordée à la relation, à l'interaction et par conséquent à l'ouverture de tous les systèmes, la prise de conscience de l'absence de démarcation stricte entre l'interne et l'externe, tout cela signifie se rendre compte qu'entre l'inorganique et le vivant il y a une continuité plus serrée que l'on ne pense communément. Le réel, en general, semble avoir plus de propriétés typiques de la matière vivante que celles qui lui sont

attribuées. S'il n'y a pas de distinction nette entre l'interne et l'externe, alors les unités ultimes naissent, se développent et meurent en contact intime et substantiel avec l'environnement. Penser, par exemple, au lien substantiel qui existe entre un quantum d'électricité et son environnement, le champ électromagnétique.

En somme, il y a des raisons de plusieurs sortes pour souligner l'importance de la relation, mais en philosophie naturelle la raison principale est celle-ci: sans un concept adéquat de relation, sont incompréhensibles aussi bien la hiérarchie naturelle que le fait que les choses soient plus que la somme de leurs parties. C'est donc la compréhension de la relation *sui generis* entre atomes qui peut expliquer que quelques-uns forment telle ou telle molécule; c'est la compréhension de la relation *sui generis* entre molécules qui peut expliquer que quelques-unes forment telle ou telle macromolécule et ainsi de suite jusqu'aux strates les plus élevées de la hiérarchie naturelle.

Le pouvoir causal des relations explique que chaque composant et chaque niveau impose sa forme aux composants et aux niveaux contigus: ainsi la strate biologique, composée d'éléments biologiques, a une influence causale sur le niveau psychique lequel, à son tour, impose son ordre à la strate biologique. Cela oblige à reconnaître que les composants ultimes, les atomes, pris sans les relations, ne sont pas les *parties* stricto sensu de tout ce qui existe: ce qui est réellement partie d'une chose, quelle qu'elle soit, ce sont *les atomes et les relations* entre eux qui forment le niveau contigu inférieur de l'objet considéré. Ainsi les parties d'une cellule ne sont pas les molécules mais les molécules et leurs relations.

Jusqu'ici la science a été capable d'élaborer une connaissance, généralement satisfaisante, des mécanismes explicatifs de ce qui se passe à l'intérieur de chaque niveau de la hiérarchie naturelle, mais les spécialistes reconnaissent que les rapports entre les strates restent obscurs. Penser, par exemple, au problème de la relation entre l'inorganique et la matière vivante, ou à celui du rapport entre le cérébral et le conscient. Voici ma thèse: étant donné qu'on n'a pas reconnu l'importance des relations, on ne possède pas les concepts adéquats pour les décrire et encore moins pour les expliquer.

Tout système naturel concret a une structure, une disposition spatiale de ses composants. La disposition est une série de relations. La structure, étant un arrangement spatial, admet une description algébricogéométrique. Il s'ensuit qu'au moins en partie les mathématiques sont utiles pour comprendre la nature des relations. Étant donné que la structure d'un système est son squelette, plus abstrait

que l'objet en chair et en os, et étant donné que la description algébrico-géométrique de la structure est encore plus abstraite et universelle que la structure complète, il suit que les mathématiques sont le squelette du squelette du système réel, naturel, concret. C'est pourquoi la connaissance algébrico-géométrique d'une structure est nécessaire mais non suffisante pour connaître les relations d'un système naturel concret. Plus le contenu des relations est riche et complexe et moins la description mathématique du système sera suffisante.

Mais le problème le plus sérieux n'est pas l'insuffisance épistémologique qui vient d'être signalée, c'est le statut ontologique de la structure algébrico-géométrique et son rapport avec les parties mises en relation. Car ou bien la structure mathématique émane des parties – mais alors cette émanation, si elle existe, est mystérieuse –, ou bien la structure mathématique ne dérive pas des parties composantes – et alors on ne comprend pas l'union entre ce qui est algébrico-géométrique et les parties composantes. Voici un point important: il est à remarquer que la façon mathématique de structurer la matière est un problème très difficile pour la tradition matérialiste et atomiste car si l'on pense comme Nicolas de Cues et Galilée que la matière est mathématique, alors il s'ensuit une contradiction: les atomes, tout comme l'étendue géométrique, devraient être divisibles à l'infini. La situation est moins difficile pour l'hylémorphisme parce que selon cette doctrine il n'y a pas de matière sans forme. La matière, seule, n'est pas substantielle; toute substance est matière formée, et la forme ou structure algébrico-géométrique est séparable de la matière seulement dans l'intellect mais non pas en réalité. Par contre, dans la tradition atomiste, la structure mathématique ainsi que la force que nous verrons bientôt, en tant que liens entre les éléments qui forment un tout, ont été acceptées le plus souvent seulement pour des raisons pragmatiques et positivistes: elles sont calculables et utiles pour la prévision des phénomènes, mais leur conception reste inintelligible.

La nature est intelligente, elle abonde en structures optimales ou suboptimales, optimisation qui assure la stabilité des fonctions des systèmes. C'est au moment de décrire et d'expliquer les relations des formes optimales ou quasi-optimales que les mathématiques sont particulièrement pertinentes et, en ce sens, l'étude mathématique des systèmes est un programme de recherche valable et intéressant. Mais le panmathématisme, la réduction du réel aux aspects mathématiques de la structure, n'a pas été prouvé, et si l'on prétend qu'il sera prouvé à l'avenir, l'idée est vide, car à l'avenir on peut prêter ce que l'on veut.

Naturellement, à part la structure mathématique il y a la matière-énergie et ses énigmes, la sensation, les qualités secondes et les valeurs.

Une autre relation paradigmatique entre les composants d'un tout est la force. Elle éveille la méfiance car non seulement elle a une origine anthropomorphique mais, de plus, c'est un inobservable, une qualité occulte, métaphysique. Et la seule raison pour laquelle elle a été admise depuis le XVII^e siècle et jusqu'à l'avènement de la physique relativiste c'est parce que ses effets sont mesurables et exprimables quantitativement. Autrement la douane physique ne l'aurait pas laissée entrer. Mais les physiciens, à travers les siècles, ont été satisfaits de pouvoir réduire le nombre de forces jusqu'à les faire disparaître. Rappelons que pour les Anciens la trajectoire d'une pierre lancée en l'air s'explique par l'action de deux forces: une, violente, lui imprime le mouvement vers le haut, l'autre, naturelle, l'attire vers le bas. Du temps où la gravitation newtonienne n'avait pas encore été imaginée on considérait que les mouvements des astres résultaient de l'action combinée d'une force attractive et d'une force tangentielle. Ensuite d'après la physique newtonienne, tout mouvement s'explique par une force unique, la gravitation universelle. En physique relativiste, la gravitation en tant que force disparaît et on y stipule que tout mouvement se déploie en suivant les rails de la courbure de l'espace-temps. Finalement, en physique quantique on essaie d'abandonner le terme «force» en le remplaçant par «interaction». Ce n'est pas tout car la force semble persister dans le concept de champ, notion ultime de la physique. On y combine la physique du continu, la force, et la physique du discontinu, les particules. Du point de vue de la physique classique, le champ électromagnétique est continu et se propage de manière ondulatoire, tandis que du point de vue de la théorie quantique des champs ceux-ci sont composés de particules. Bien que ce mélange de continu et de discontinu obscurcisse la notion de champ, il a tout de même le mérite de reconnaître le rôle fondamental des connexions entre les particules.

Les vitalistes ont introduit la notion de force vitale, mais elle a été traitée de pseudoscientifique parce qu'elle n'a pas d'effets mesurables et parce qu'elle ne rend pas possible la prévision de faits quantitativement vérifiables. Y a-t-il des forces ou des énergies psychiques? Leur statut est le même que celui des supposées forces vitales. Ce genre de liens substantiels a été victime de l'exigence de quantité et de prévision empirique. Si quelque chose peut être compté alors il existe, autrement il n'existe pas. Si la conclusion d'un raisonnement est une prévision

quantitativement exacte, alors le raisonnement est explicatif, autrement il n'explique pas. Je ne dis pas qu'il y ait des forces vitales et psychiques, mais, *primo*, on ne voit pas pourquoi il faudrait continuer à répéter, avec les initiateurs de la physicomathématique moderne, la thèse métaphysique selon laquelle seules les qualités premières sont naturelles, physiques, réelles. Ceci est faux si nous reconnaissons, en toute objectivité, les différentes propriétés des choses révélées par la hiérarchie naturelle. *Secundo*, ce serait prétentieux et déraisonnable que de supposer que nous sommes déjà en possession de toutes les forces et énergies de l'Univers. En effet il est très probable que les énigmes persistentes soient dues à notre ignorance de quelques formes de force ou d'énergie. Ce qui s'impose alors est qu'au lieu de nous précipiter à condamner les liens substantiels parce qu'ils ne sont pas mesurables ou parce qu'ils sont métaphysiques, on étudie, au contraire, leur plausibilité. Pour ce faire il y a des pistes intéressantes dans l'histoire de la philosophie de la nature, y compris dans la philosophie contemporaine. J'ai mentionné la monadologie leibnizienne, et en ce qui concerne les contributions de nos contemporains, j'ai à l'esprit les entités actuelles whiteheadiennes et l'ontologie thomienne des saillances et prégnances.

J'ai dit que pour comprendre les êtres de la hiérarchie naturelle l'ontologie doit inclure les atomes et les liens substantiels particulièrement visibles chez les êtres vivants. Les liens substantiels peuvent se concevoir comme une connexion qui favorise l'accommodation mutuelle des particules, atomes ou molécules, raison pour laquelle, par exemple, l'être vivant est un être harmonieux. Après le Moyen Âge, l'importance des liens substantiels a été reprise, comme nous l'avons vu, par les monades liebniziennes et, plus récemment, par les entités actuelles whiteheadiennes et par l'ontologie thomienne des formes saillantes et prégnantes. Ces ontologies ont la capacité, appréciable si l'on veut comprendre que le tout est plus que la somme de ses parties, de ne pas rendre les parties indifférentes aux autres parties de leur environnement, mais nous devons laisser leur évaluation pour un autre essai.

VI. Une conception des atomes

Le moment est venu de présenter une synthèse des propriétés que devraient posséder les derniers composants de l'Univers, s'ils existent, afin que leurs combinaisons permettent aux diverses sortes de systèmes

naturels d'avoir la richesse d'aspects et de comportements que notre expérience révèle. Dans cette synthèse je tiens compte, en premier lieu, de ce que la physique récente nous apprend. Deuxièmement je considère certaines exigences rationnelles déterminées par la façon dont l'atomisme, une tradition éminemment rationaliste, conçoit la raison: recherche d'unité derrière la multiplicité, d'identité derrière la diversité et de réduction de la complexité. Troisièmement et surtout, la liste qui suit est une synthèse d'un certain nombre de propriétés importantes dont les atomes devraient être doués pour que la hiérarchie naturelle soit telle qu'elle est. Tous les éléments de cette liste ne sont pas explicitement justifiés par les discussions précédentes, mais tous sont compatibles avec les conclusions partielles auxquelles nous sommes arrivés.

(I) Le premier point est une objection signalée par Aristote concernant le réel et notre façon de le représenter. Nous avons vu au début de cet essai que d'après les premiers atomistes, il est inconcevable que la matière occupant l'espace soit, en effet, divisible à l'infini car elle disparaîtrait, ce qui est absurde. De là ils ont conclu que toute chose est composée, finalement, par une multiplicité d'atomes. Or tout ce qui est réel est étendu et l'extension est une grandeur divisible à l'infini. Ainsi, les atomes étant réels, ils sont étendus et, par conséquent, divisibles à l'infini: contradiction. La seule issue que je vois consiste à imaginer que tout ce qui est mathématiquement, intellectuellement divisible à l'infini ne l'est pas en réalité. Autrement dit, toute propriété de nos systèmes de symboles n'est pas une image correcte du réel. Il s'ensuit que les atomes seraient des entités remarquables en ce que, étant réels et étendus, ne seraient pas divisibles.

(II) Les ultimes composants de l'Univers devraient être simples car, s'ils étaient complexes, alors leurs composants, à condition de ne pas être eux-mêmes, à leur tour, complexes, seraient les vrais composants ultimes de l'Univers.

(III) S'il y a des atomes d'un même type à l'origine de toute chose qui se combinent formant ainsi des systèmes différents, alors les atomes devraient être capables de changement intérieur (passage de la puissance à l'acte).

(IV) Les ultimes composants de l'Univers devraient être faits d'une matière-énergie qui ait, intrinsèquement, la possibilité de former les différents genres de matière que l'on connaît: inorganique, vivante, psychique. Car en effet, si les atomes étaient matériels dans le sens physicochimique de «matière», alors l'atomisme matérialiste serait incapable d'expliquer le vivant et le psychique. Et si les atomes étaient

psychiques, alors l'atomisme spiritualiste ne pourrait rendre compte de la matière étendue.

(V) Il est visible, depuis au moins le niveau atomique, que le tout est plus que la somme de ses parties. Étant donné que c'est le pouvoir causal des liens substantiels qui explique que le tout soit plus que la somme de ses parties, les composants ultimes ne pourraient être fermés, insensibles à leur environnement. Ils devraient être capables d'appliquer une influence causale sur les autres particules et de subir leur influence causale. La sensibilité à l'environnement qui permet à la strate supérieure d'un système le contrôle de la strate inférieure réduit de façon drastique les degrés de liberté des particules de la strate inférieure, et inversement, cette sensibilité permet à la strate inférieure contrôler et réduire les degrés de liberté des parties de la strate supérieure.

(VI) Les ultimes composants de l'Univers entretiennent des relations causales complexes et d'ordres différents car autrement on ne comprendrait pas comment ces unités pourraient faire partie de systèmes émergents. Point de système organisé sans ordre et hiérarchie et, par conséquent, sans subordination d'éléments à une structure ou cause formelle, à un principe organisateur.

(VII) Les particules ultimes, si elles existent, sont toujours nécessairement en état de devenir. Tout d'abord pour une raison intrinsèque: tout ce qui existe devient. Ensuite parce que la sensibilité des particules à un environnement en devenir exigerait d'elles le devenir. Il est impossible d'être sensible au devenir ou de l'expliquer tout en restant immuable.

(VIII) Cette sensibilité, ces liens substantiels, feraient que le bord des composants ultimes ne soient pas une barrière infranchissable pour les relations externes mais une frontière ouverte permettant à la particule de se modifier en conséquence du pouvoir causal de la relation, bord qui permet à la particule, à son tour, d'agir causalement sur son environnement. Les atomes ne sauraient être des éléments fermés, indifférents à leur environnement.

Finalement, y a-t-il dans la nature des composants ultimes? L'idée selon laquelle il y a une réalité ultime plaît à la raison mais il n'y a pas moyen de vérifier son essence, atomique ou non, car les limites de la nature ne sont ni ceux de nos concepts ni ceux de l'expérimentation.

Bibliographie

- Aristote, *Physique*, éd. Les Belles Lettres, Paris, 1990.
- Ruđer Josip Bošković, *A Theory of Natural Philosophy*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1966.
- John Dalton, 1808, *A New System of Chemical Philosophy*, S. Russell, Manchester, éd. Citadel Press, New York, 1964.
- Norma Emerton, *The Scientific Reinterpretation of Form*, Cornell University Press, Ithaca, 1984.
- Miguel Espinoza, *Théorie de l'intelligibilité*, 2a éd., Ellipses, Paris, 1998.
- Miguel Espinoza, *Théorie du déterminisme causal*, L'Hamattan, Paris, 2006.
- Ivor Leclerc, *The Nature of Physical Existence*, Allen and Unwin, Londres; Humanities Press, Nueva York, 1972.
- G. W. Leibniz, *La Monadologie*, 1714, éd. Aubier Montaigne, Paris, 1972.
- Christoph Lüthy, John E. Murdoch and William R. Newman (éds), *Late Medieval and Early Modern Corpuscular Matter Theories*, Brill, Leiden, 2001.
- Émile Meyerson, *Identité et réalité*, 1908, éd. Vrin, Paris, 1951.
- Isaac Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 1687, éd. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, Londres, 1999.
- Jean Perrin, *Les atomes*, 1913, éd. Flammarion, Paris, 1991.
- Abel Rey, *La maturité de la pensée scientifique en Grèce*, Albin Michel, Paris, 1939.
- C.C.W. Taylor, *The Atomists: Leucippus and Democritus. Fragments, A Text and Translation with Commentary*, University of Toronto Press, Toronto, 1999.
- René Thom, *Esquisse d'une sémiophysique*, Inter Éditions, Paris, 1988.
- Andrew G. Van Melsen, *From Atomos to Atom*, Dusquesne University Press, Pittsburgh, 1952.
- Alfred North Whitehead, *Process and Reality*, Macmillan Publishing Co., New York, 1929.

* * *