

## Vers une réhabilitation du déterminisme

par António Gião

La physique théorique a pris à juste titre une position dominante et en quelque sorte régulatrice vis-à-vis des autres sciences et de la philosophie elle-même, du moins de la philosophie que mérite son nom par le souci de l'objectivité et le refus de baser quoi que ce soit sur des mirages psychologiques. Par son but idéal, qui est selon nous la recherche d'un être mathématique dont les propriétés puissent être mises en correspondance avec les propriétés de l'Univers considéré comme autonome, la physique théorique doit tendre nécessairement, si un tel être existe, vers un déterminisme strict. C'est du moins la conclusion qui se dégage de l'analyse dont nous exposons les grandes lignes dans cet article, où nous nous astreignons à ne pas utiliser explicitement le symbolisme mathématique.

1. Q'est-ce qu'un être mathématique, ou plutôt que sont les êtres mathématiques qui interviennent dans la physique? Ce sont des ensembles d'éléments abstraits irréductibles mais non pas indépendants, c'est-à-dire reliés entre eux par une loi ou propriété leur conférant un caractère synthétique ou d'unité. Exister, pour ces êtres mathématiques, c'est précisément posséder un tel caractère d'unité. L'être mathématique qui doit décrire l'Univers, que la physique théorique recherche inlassablement, dont elle admet l'existence ne serait-ce qu'implicitement ou inconsciemment comme une base inébranlable assurant la possibilité de constructions fragmentaires et provisoires, est donc la réalisation, l'épanouissement mathématique d'une loi, d'une propriété qui doit se vérifier partout. Considérons alors l'Univers physique. Il se compose visiblement de deux parties: une partie géométrique, l'espace-temps ou contenant, et une partie physique proprement dite, le contenu de l'espace-temps (matière, électricité, rayonnements, etc). Supposons qu'il est possible d'envisager l'Univers comme un être complètement autonome et auto-déterminé, en prenant cette affirmation comme un postulat sans chercher ici à la justifier par des considérations à caractère philosophique et métaphysique. La loi d'un tel être lui est essentiellement intrinsèque et ne peut consister qu'en une relation bilatérale déterminant complètement l'une par l'autre les deux parties qui le composent, c'est-à-dire le contenant et le contenu.

Si cette relation est d'essence mathématique, comme il est naturel ou même nécessaire de le penser, alors il existe un être mathématique dont les propriétés peuvent être mises en correspondance avec les propriétés de l'Univers et cet être mathématique mérite vraiment le nom d'être mathématique non-arbitraire, c'est-à-dire complètement auto-déterminé.

Le point important de cette idée est qu'il est possible, comme nous l'avons montré ailleurs (1), de l'exprimer rigoureusement par un système d'équations formant ce qu'on appelle en physique théorique un système d'équations du Champ, car ce sont elles qui décrivent les champs de force essentiels de l'Univers (la gravitation et l'électromagnétisme). Voulant éviter tout développement mathématique dans cette étude, je ne peux évidemment pas expliciter ces équations, mais il est cependant nécessaire de dire qu'elles satisfont à trois conditions essentielles dans toute théorie unitaire:

1.° — leur point de départ n'est pas un choix arbitraire d'une fonction formée ad hoc pour qu'un traitement mathématique approprié conduise aux lois classiques de la physique.

2.° — elles déterminent l'espace-temps considéré en tant qu'être géométrique doué d'une structure interne et d'une forme.

3.° — enfin, elles peuvent être reliées à une Mécanique ondulatoire, condition indispensable pour que soit possible la synthèse des phénomènes macrophysiques et microphysiques.

Ajoutons que l'existence même de l'espace-temps, avec le nombre de dimensions et les autres propriétés évidentes qu'on lui connaît, n'est pas posée a priori mais au contraire déduite de l'expression mathématique de l'idée d'être mathématique non-arbitraire.

(1) Les lecteurs qu'intéresse le développement mathématique de ces idées trouveront ce développement dans les mémoires suivants de l'auteur: *Portugaliae Physica*, vol. 2, 1946, pp. 1-98; *Portugaliae Mathematica*, vol. 5, 1946, pp. 145-192; *Ibid.*, vol. 6, 1947, pp. 67-114; *Ibid.*, vol. 7, 1948, pp. 1-44; *Bol. Soc. Port. Matem. (A)*, 1947, pp. 29-40. *Journ. d. Phys. et Rad.*, 10, 1949, pp. 240-249; *Phys. Rev.*, 76, 1949, pp. 764-768. On peut aussi consulter plusieurs Notes publiées depuis 1947 aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*.

2. Comment cette idée permet-elle de traiter le problème du déterminisme, qui nous occupe plus spécialement ici ? Et tout d'abord que signifie l'affirmation, souvent exprimée par la science depuis une vingtaine d'années, que les phénomènes microphysiques révèlent un indéterminisme essentiel de l'Univers ? Elle signifie que les nombres qui interviennent dans la représentation de ces phénomènes sont de nature probabiliste, qu'ils ne peuvent exprimer que les probabilités pour que les événements aient lieu en tel ou tel endroit et à tel ou tel moment. A première vue, la notion d'être mathématique non-arbitraire, à laquelle nous attachons une signification cosmologique fondamentale, semble admettre la possibilité d'un indéterminisme essentiel, semble ne pas permettre de décider entre déterminisme et indéterminisme. On pourrait croire en effet que l'expression mathématique de cette notion peut comporter des éléments de nature probabiliste déterminant seulement les probabilités des événements. Mais remarquons d'abord qu'une distribution de nombres ne peut être considérée comme représentant les probabilités des événements ayant lieu dans un système isolé comme l'Univers que si elle peut être soumise à une opération que l'on appelle la normalisation, et qui traduit simplement le fait que les probabilités considérées dans leur ensemble et non plus localement perdent évidemment leur caractère de probabilités pour devenir simplement la certitude de rencontrer tous les événements dont se compose le système. Remarquons ensuite que dans l'expression de l'idée d'être mathématique non-arbitraire aucun élément ne peut comporter des paramètres arbitraires, ce qui les rend évidemment inaptes à subir l'opération de normalisation et donc à représenter des probabilités. Celles-ci n'apparaissent qu'à partir du moment où, cessant d'étudier l'Univers tel qu'il est véritablement, on crée par la pensée des univers fictifs différant plus ou moins de l'Univers réel par une configuration non réalisée et non réalisable, c'est-à-dire virtuelle, des entités élémentaires qui le composent. L'enchaînement de ces configurations virtuelles et sans réalité physique ne peut satisfaire intrinsèquement à aucune loi ; si néanmoins on lui en impose une, ce qu'on gagne ainsi apparemment en ordre dans ces mondes virtuels on le perd en désordre dans la signification des êtres mathématiques qui doivent les représenter et qui deviennent alors des probabilités. C'est ainsi, croyons-nous, qu'opère la microphysique quantique.

Nous sommes donc convaincus que la notion de probabilité n'est pas applicable quand on envisage la physique à un point de vue cosmologique (où il ne peut être question de configurations virtuelles), et

qu'elle doit céder la place à une notion déterministe. Quelle est cette notion ? Considérons des entités résidant dans l'espace et dans le temps. Abstraction faite de leurs propriétés « superficielles », que reste-t-il ? Uniquement leur présence. Il est clair que l'on peut définir une intensité de la présence des entités en chaque point de l'espace-temps et nous avons d'ailleurs montré (1) que toutes les fonctions qui interviennent dans l'expression de l'idée d'être mathématique non-arbitraire peuvent être formées avec l'intensité de présence des entités élémentaires de l'Univers (particules élémentaires). Elles ont donc une nature déterministe.

3. On voit par ce qui précède que s'il existe un être mathématique représentant l'Univers considéré comme autonome, on est conduit à admettre un déterminisme strict. Toute la question déterminisme-indéterminisme, si controversée, est donc à notre avis suspendue à une hypothèse d'existence. La physique théorique admet, croyons-nous, cette existence, mais peut-être est-ce là une illusion ; peut-être la physique sera-t-elle condamnée pour toujours à ne faire que des constructions sans justification vraiment profonde quel que soit leur degré de complication. Il n'y a en effet rien d'absurde à admettre a priori que la mathématique n'est qu'un aspect de l'Univers, évidemment important, mais qui n'épuise pas sa réalité. Cependant pour toute une grande famille d'esprits dont l'importance est visible à chaque époque de l'histoire de la philosophie, il est impossible de penser que l'Univers ne soit pas autonome. Alors apparaît immédiatement la primauté essentielle du mathématique, puisque la loi d'un être autonome ne peut consister, comme nous l'avons dit, qu'en une relation entre deux parties le composant et que toute relation est, en tant que telle, mathématique. Nous croyons donc qu'il est possible de franchir un nouveau pas dans le problème du déterminisme en affirmant que sa solution dépend uniquement du caractère autonome ou non autonome de l'Univers. Au fond, le problème du déterminisme n'est que le problème de l'immanence ou de la transcendance de la loi de l'Univers. Si la loi de l'Univers lui est immanente, il est un être autonome et d'essence mathématique et il y a déterminisme. Par contre, si la loi de l'Univers lui est transcendante, il peut y avoir déterminisme ou indéterminisme.

4. On peut se demander quelle est la raison principale qui a conduit à l'introduction de l'indéterminisme dans la physique moderne. Il nous semble qu'il faut la chercher dans le fait que la microphysique ne se place jamais au point de vue cosmologique qu'exige

l'idée d'être mathématique non-arbitraire. Par une séparation arbitraire et illégitime entre observateur et système observé, entre sujet et objet, la physique moderne considère comme essentiellement indéterminées les réactions entre l'observateur et le système observé, d'où l'apparition d'incertitudes jugées essentiellement conformes à la nature des choses, car dans cette conception l'observation est un acte libre, en quelque sorte miraculeux, ajouté du dehors à l'Univers physique. Par contre, au point de vue cosmologique qui correspond à l'idée d'être mathématique non-arbitraire, aucune séparation entre sujet et objet n'est permise, ces deux termes perdent leur signification et l'observation d'une grandeur devient une propriété du monde comme toutes les autres propriétés, se réalisant chaque fois qu'en un point de l'espace-temps sont satisfaites certaines conditions mathématiques. Ceci revient en somme à réintroduire l'observateur dans l'Univers physique, en lui faisant perdre la situation fautive, surnaturelle pourrait-on dire, où la physique indéterministe le place. Dans une physique véritablement fondamentale il n'y a qu'un seul système: c'est l'Univers physique dans son ensemble, y compris tous ses observateurs. Entre ce qu'on appelle vulgairement le sujet et l'objet il n'y a pour cette physique qu'une différence d'intensité, ou plutôt de fréquence ou de densité des observations de l'ensemble des propriétés physiques. Partout l'Univers s'observe lui-même mais en général seulement en des points rares et clairsemés de l'espace-temps, sauf précisément en quelques domaines où le nuage des points d'observation est tellement dense qu'il en devient une sorte de jet continu. C'est là que l'Univers se perçoit et prend conscience de lui-même, d'une manière particulièrement intense, comme chez les animaux supérieurs et chez l'homme à l'état de veille. En somme, pour la physique à caractère cosmologique il n'y a qu'un seul observateur, qui est l'ensemble de l'Univers.

5. Il n'est pas inutile de remarquer que des circonstances étrangères à la science physique semblent avoir créé un climat favorable à l'apparition d'un courant d'idées indéterministes. Depuis l'assaut du pragmatisme contre le déterminisme mécaniciste de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, bientôt suivi par l'exaltation romantique de l'acte libre élevée à une hauteur cosmique dans le bergsonisme, depuis enfin les crises nostalgiques de plusieurs écoles « philosophiques » et littéraires vers une soi disant liberté bâtie sur les « lois contingentes » on a vu la Physique oublier progressivement le but idéal que nous avons rappelé au début de cet article: la recherche d'un être mathé-

matique capable de représenter l'Univers physique.

Le désir de sauvegarder une « loi morale » jugée inséparable de l'indéterminisme de l'acte libre, le besoin très général de considérer la destinée humaine comme autonome et la tendance, tout aussi répandue, à n'accorder une « dignité » et un « intérêt » prééminents qu'à une loi de l'Univers qui lui soit transcendante, ont exercé, à chaque époque, une énorme pression sur les esprits. À l'heure actuelle de nombreux physiciens en subissent les effets, et cela se traduit par la conception de l'observateur libre surajouté au monde dont il ne retire que des données probabilistes, ou bien par l'idée que la réalité profonde transcende l'espace-temps.

Cet état de choses ne saurait être changé, comme nous l'avons dit, que par la réintégration entière de l'homme dans l'Univers spatio-temporel, plus exactement par la cessation du désir d'une partie importante de l'humanité pensante de se placer chimériquement hors de l'espace et du temps. Un tel « retour à l'espace », qui s'accompagne nécessairement de la réhabilitation du déterminisme, ne comporte pas, bien au contraire, une perte de « dignité » et d'« intérêt » de l'Univers. Pour nous, qui admettons que l'existence mathématique devient physique quand elle est non-arbitraire, c'est-à-dire auto-déterminée, il est immensément intéressant de constater cette « incarnation » du nombre. Mais il y a plus: la loi de l'Univers considéré comme autonome, tout en lui étant intrinsèque, peut cependant en un certain sens être considérée comme un opérateur agissant sur une « matière première » mathématique amorphe pour construire avec elle l'être mathématique non-arbitraire. Alors, de même que cet être possède à la fois, parce qu'il est le non-arbitraire, l'existence mathématique et l'existence physique, il n'est pas absurde d'admettre parallèlement que l'opérateur d'essence mathématique qui est la loi de l'Univers déterminant complètement l'un par l'autre son contenant et son contenu puisse posséder aussi à la fois l'existence mathématique et une autre existence que nous qualifions de métaphysique, faute de savoir véritablement la qualifier. L'imagination et le cœur humains ont donné à cette existence des noms multiples, mais ne serait-elle pas avant tout cet « éclat superessentielle » dont parle si souvent le grand Denys l'Aréopagite ?

Quoi qu'il en soit, et pour conclure, nous pensons que les pages précédentes sont suffisantes pour montrer que l'introduction d'un point de vue véritablement cosmologique dans la science doit conduire à la conception d'un Univers déterministe d'essence mathématique mais cependant parfaitement compatible avec toutes les aspirations de l'esprit humain.