

Quelques considérations à propos de l'imaginaire scientifique (I)

Horia CHIRIAC¹, Vlad ENACHE²

¹*Gh.Asachi" Technical University, Social Sciences Department, Blvd. D. Mangeron,
No. 67, 700029, Iasi, Romania,
E-mail: horlachiriac@yahoo.com*

²*"A.I.Cuza" University, Faculty of Physics, Department of Theoretical Physics, Blvd.
Carol No.1, 700506, Iasi, Romania
E-mail: vladanea@yahoo.com*

Abrégé

Notre travail met en évidence l'importance de l'imaginaire scientifique dans la science contemporaine. La culture occidentale a toujours manifesté une attitude assez méfiante à l'égard de l'imagination humaine. C'est pourquoi elle a très tard accepté l'idée que cette dernière joue un rôle important et en essence positif dans la cognition. L'analyse de quelques moments historiques dans l'évolution de l'imaginaire descriptif pourrait ainsi contribuer à ouvrir une nouvelle perspective concernant le rôle de l'image et de l'imagination dans la science contemporaine.

Abstract

This article focuses on the scientific imaginary and its relevance in contemporary science. The long history of reserved attitudes toward human imagination is a main feature of Western thought. Therefore, it is no surprise that in this cultural area, the idea that imagination plays a prominent and positive part in human knowledge was accepted quite late. The analysis of some important historical moments in the evolution of descriptive imaginary can reveal a new perspective on the function of the image and of the imagination in contemporary science.

Dans le langage quotidien, nous avons souvent l'habitude d'opposer l'imaginaire au réel. Nous utilisons très facilement cette distinction pour accuser, par exemple, une personne quelconque de nous induire en erreur à propos d'un certain sujet, nous racontant des choses imaginaires à propos d'informations "réelles". La civilisation européenne, dans son

ensemble, considère avec assez de scepticisme tout excès imaginatif de l'individu, ce dernier pouvant être accusé même de déséquilibres mentaux, surtout si nous constatons que l'imaginaire s'interpose de manière excessive entre sa conscience et le réel. D'ailleurs, l'Europe a mis beaucoup de temps pour chasser l'imaginaire religieux et mythique de la relation conscience-nature.¹ Ce processus a eu lieu au fur et à mesure et coïncide avec l'apparition des premiers éléments de la pensée moderne.

Pour certains, ce processus a coïncidé avec une désacralisation du monde et, implicitement, avec un appauvrissement de ses significations spirituelles. Par exemple, l'un de ceux qui regrettent la "distanciation des phantasmes" est Ioan Petru Culianu. Il déplore avant tout la perte de la capacité, chez l'homme moderne, de maîtriser ses propres phantasmes ou encore ses propres processus imaginatifs, ce qui ne le rend que plus facile à manipuler.² Nous allons voir pourtant que les processus imaginatifs propres à l'homme contemporain sont loin d'avoir diminué leur importance, y compris dans le plan de la culture scientifique. Par rapport à la Renaissance pourtant, ce qui a changé se réfère particulièrement à la naturalisation de l'imagination humaine, phénomène initié par George Santayana³.

D'autre part, nombre d'historiens de la philosophie et de la religion pensent que les Européens ont de quoi être fiers par rapport au processus de raffinement des distinctions visant les différents types de l'imaginaire et leurs implications dans la connaissance⁴. Ce processus a eu lieu surtout dans l'espace européen et a rendu ainsi possible la naissance de la méthodologie scientifique moderne. D'autres cultures, non moins raffinées que celle européenne, ont manqué à maintes

¹ Ian, G. Barbour, *Religion and Science*, Harper Collins Publishers, San Francisco, 1990, p. 24.

² Ioan Petru, Culianu, *Eros și magie în Renaștere – 1484*, [*Eros et magie pendant la Renaissance*], Ed. Nemira, Bucuresti, 1994, p. 19.

³ John Herman, Randall, *George Santayana Naturalizing the Imagination*, *The Journal of Philosophy*, Vol. 51, No. 2 (Jan. 21, 1954), pp. 50-52.

⁴ Jacqueline, Russ, *Aventura gândirii europene*, [*L'aventure de la pensée européenne*], L'Institut Européen, Iasi, 2002, p. 43.

reprises l'invention de la science expérimentale, tout d'abord parce que leur éthos populaire n'était pas du tout favorable à la distinction entre réel et imaginaire.

“Surtout au cas de l'Inde, un piège important au changement était justement le fait que les gens simples hésitaient en général à faire une distinction nette entre les produits de la pensée, d'une part, et la réalité, d'autre part, comme nous pouvons le constater en Purâna, biographies, etc. Par conséquent, il leur manquait tout type de concept rationnel du monde objectif, naturel, pour saisir la réalité.”⁵

Observons ici que, de manière tout à fait remarquable, pour conférer des pouvoirs constructifs à la fantaisie humaine dans sa connaissance du monde, il est nécessaire justement de reconnaître le caractère fictif de l'imaginaire, tandis que nous reconnaissons à la fiction son caractère explicatif, provisoire-évolutif. Ce qui manquait à la plupart des cultures orientales, par exemple, c'était donc justement la capacité de reconnaître explicitement le caractère fictionnel des produits de l'imaginaire et de distinguer, en même temps, entre *produits de la conscience et plan du réel ontique*. Ne pouvant pas ainsi sortir du magma des produits de l'imaginaire mythique, ces cultures n'ont pu non plus développer une méthodologie qui décrive de manière efficace le monde selon des critères pragmatiques⁶, ni réaliser une distinction entre fictions à caractère descriptif visant le monde et fictions à caractère onirique-fantastique; ils n'ont pu donc circonscrire le domaine de ce que nous allons appeler dans notre travail *imaginaire descriptif*. Dans l'espace de la culture européenne cependant, l'« espace » des descriptions du monde a été « lieu » de compétitions acerbes entre les constructions fictives à caractère mythique et celles à caractère logico-structural. Alors que, à la fin du XVIIe siècle, les fictions appartenant à la deuxième catégorie se sont montrées plus efficaces,

⁵ Hajime, Nakamura, *Orient și Occident: o istorie comparată a ideilor, [Orient et Occident: une histoire comparée des idées]*, Ed. Humanitas, Bucuresti, 1997, p. 536.

⁶ Jean-Louis, Bodinier; Jean, Breteau, *Fundamentele culturale ale lumii occidentale [Les fondements culturels du monde occidental]*, L'Institut Européen, Bucuresti, 2000, p. 77.

l'imaginaire fantastique a été peu à peu remplacé par celui descriptif.

La géométrisation de la nature, c'est-à-dire le refus du cosmos fermé des scolastiques différencié qualitativement et l'image d'un univers infini et uniforme, représente " la révolution la plus importante que l'esprit humain ait entreprise depuis l'invention du « cosmos » par les Grecs. C'est une révolution si profonde et avec des conséquences si amples que, durant des siècles, les gens (avec de rares exceptions, comme Pascal), n'ont pas pu vraiment saisir son sens et ses effets; même aujourd'hui, elle est encore sous-estimée ou mal comprise".⁷ Ne se contentant pas du simple remplacement des théories périmées, "Galilée et même ceux qui lui ont suivi, ont décidé de s'engager dans le remodelage de l'esprit humain même, quoiqu'ils aient réalisé la nécessité, pour un tel "projet", des efforts significatifs et soutenus. Pour construire la Physique d'une manière tout à fait nouvelle, il leur a fallu élaborer "un nouveau concept de la connaissance, un nouveau concept de la science, et même remplacer un point de vue très naturel (car de bon sens) par un autre, tout à fait différent".⁸ Ces démarches ne sont pas restées inaperçues, car elles ont fini par bouleverser la plupart des gens de différentes spécialisations, des hommes de science jusqu'aux écrivains de tous genres, les uns approuvant sans réserves, les autres repoussant la nouvelle orientation. Ces attitudes contrastantes illustrent tout autre chose qu'une "ambiguïté" ou une ambivalence de la révolution galiléo-newtonienne.

Au début du XVIIe siècle, pendant quelques décennies, la physique de Descartes était considérée la seule valable et enseignée en tant que telle dans bien des écoles de l'Europe. Ainsi, pour avoir eu à se heurter à une opposition dure, la physique s'est imposée très péniblement dans le monde. La première victoire devant la science antique a été obtenue, comme nous le savons, par Newton. Promouvant le concept d'action à distance, introduit par la théorie de la gravitation - concept incompréhensible et contradictoire à première vue,

⁷ A. Koyré, "Galilée et Platon". *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, Gallimard, 1973.

⁸ A. Koyré, "Galilée et Platon". *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, Gallimard, 1973.

Newton ne réhabilitait-il pas ainsi l'une des qualités occultes que ses contemporains avaient condamnée auparavant? Cela tiendrait du domaine du surnaturel, disait Leibniz, (...) que les objets s'attirent mutuellement à distance sans un intermédiaire quelconque"⁹; et il continue: "... Nous voilà embarrassés par des attractions que nous pouvons expliquer seulement en faisant référence aux miracles ou recourant aux absurdités (c'est-à-dire aux qualités occultes des scolastiques), qui nous sont présentées sous le nom de forces, mais qui nous renvoient de nouveau dans les ténèbres."¹⁰ Cette opposition n'a cependant duré trop longtemps, grâce au fonctionnement impeccable du système newtonien, à l'aide duquel nous pouvions dorénavant prévoir, avec une précision impossible auparavant, divers phénomènes astronomiques ou l'amplitude et l'évolution des marées. A Voltaire de conclure: "Ce n'est qu'après 1730", écrit le philosophe, grand adversaire de la physique de Descartes," lorsque la géométrie et la philosophie expérimentale ont commencé à gagner de plus en plus du terrain, que la France s'est enfin libérée de cette philosophie chimérique"¹¹; le cartésianisme a ainsi quitté la scène d'abord en Angleterre puis, finalement, en France.

"Il a fallu plus d'un siècle, disait Maupertuis, pour familiariser les académies de l'Europe avec l'idée de l'attraction, qui s'obstinait à rester isolée sur son île et si, par hasard, elle affrontait les vagues et gagnait la rive, était regardée comme le bâtard d'un monstre proscrit. Nous craignons tant qu'elle ne revienne, que nous soupçonnions tout ce qui semblait en avoir la moindre liaison. Nous étions si contents d'être parvenus à expliquer la nature en l'imaginant comme un mécanisme, que nous rejetions sans discernement le vrai mécanisme qui nous s'offrait".¹² Ce qui ne veut pas dire pourtant que l'attraction, devenue assez vite une notion banale, a été pour autant mieux comprise. En 1687, 50 ans après la parution du traité *Philosophiae naturalis principia*

⁹ R. Ariew (Ed.), *G. W. Leibniz et Samuel Clarke : Correspondance*, Hackett, 2000.

¹⁰ Ibidem.

¹¹ E. Brehier, *Histoire de la philosophie*, Vol. II, Paris, PUF, 1981.

¹² E. Brehier, *Histoire de la philosophie*, Vol. II, Paris, PUF, 1981.

mathematica, la mécanique de Newton s'était répandue dans toute l'Europe. Les mathématiciens et les physiciens les plus prestigieux de l'époque, tels que Maupertuis, qui a eu une importante contribution à la diffusion de l'esprit newtonien en France, Clairaut, d'Alembert, Euler, Lagrange, Laplace et d'autres, se sont appliqués à réaliser très vite de nouveaux moyens et méthodes — en spécial le calcul des perturbations — qui ont ainsi assuré le succès de la nouvelle mécanique. A la fin du XVIIIe siècle, par le travail *Mécanique céleste* de Laplace, la science newtonienne semblait atteindre la perfection. Laplace affirme d'ailleurs avec fierté que dans son livre *Système du monde* "tous les problèmes astronomiques trouvaient leur solution".¹³ En 1846, la théorie de la gravitation a reçu une confirmation spectaculaire avec l'astronome Le Verrier, qui s'en est servi pour déduire, en partant des irrégularités de la trajectoire d'Uranus, la présence d'une nouvelle planète inconnue jusqu'à ce moment (Neptune), découverte ensuite par voie empirique. Même aujourd'hui, surclassée par la relativité et la mécanique quantique, la mécanique de Newton reste encore valable par les mêmes principes qui ont assuré son succès.

La science de Newton représente encore aujourd'hui un modèle de réussite exemplaire", disait Prigogine. "Les concepts de dynamique qu'elle a introduits constituent une acquisition définitive, qui ne saura être ignorée par la science, n'importe comment évoluera-t-elle dans l'avenir."¹⁴

Puisque les structures imaginaires qui ont habillé l'interrogation humaine concernant la nature ont toujours pendulé entre conscient et inconscient¹⁵, entre rationnel et irrationnel, entre culturel et individuel, la recherche implique dans leur cas une perspective très large sur l'interaction entre la conscience humaine (au sens large du terme, qui implique aussi la rationalité) et l'environnement. L'inventaire des disciplines qui pourraient être invoquées pour aborder la

¹³ A. Koyré, "La signification et l'importance de la synthèse newtonienne". *Etudes newtoniennes*, Paris, Gallimard, 1968.

¹⁴ Ilya Prigogine et Isabell Stengers, Noua alianță. *Metamorfoza științei [La nouvelle alliance. La métamorphose de la science]*, Bucuresti, 1984, p. 24.

¹⁵ Alain, Besançon, *Imaginea interzisă [L'image interdite]*, Ed. Humanitas, Bucuresti, 1994, p. 24.

problématique susnommée est, lui aussi, extrêmement riche, allant de l'anthropologie structurale¹⁶ de Lévi-Strauss jusqu'à la neurophysiologie moderne.

Il est lieu ici d'offrir un exemple, pour illustrer la différence entre les critères comptant dans les processus de construction des scénarios imaginatifs de type fantastique et, respectivement, de type descriptif. Si nous faisons référence à la figure mythique du dragon, figure rencontrée dans des espaces culturels tout à fait différents, il est intéressant d'observer l'accent mis sur l'image de la tête du dragon, et moins sur son corps. Ce dernier peut même présenter des disproportions considérables par rapport à la tête. Plus exactement, l'une des plus répandues est celle entre l'étendue des ailes et la dimension de la tête. Les ailes sont soit trop courtes, soit trop nombreuses, soit d'une forme dont la portance ne permettrait en aucun cas à la créature de se déprendre du sol. Cependant, le problème de la portance des ailes du dragon ne semble pas du tout embrouiller le scénario mythique. En conclusion, la concaténation des représentations mythiques se déroule selon d'autres critères que ceux descriptifs (qui mettent l'accent sur la réflexion structural-logique du réel) – par exemple, selon le critère de la signification moralisatrice du discours mythique.¹⁷

Pour garder les termes de la comparaison, la situation est bien différente dans le cas de la représentation graphique d'un ptérodactyle dans un musée de paléontologie.¹⁸ *Le critère de concaténation descriptive des représentations* domine ici. Il n'est pas réduit à leur combinaison logique dans un système où les relations entre les parties composantes seraient isomorphes aux relations entre les composantes de l'objet réel, décelables et assignables causalement par la conscience. Puisque "concaténation" signifie habituellement "rapprochement", nous voulons préciser que ce que nous

¹⁶ Claude, Lévi-Strauss, *Antropologia Structurală [L'anthropologie structurale]*, Ed. Politique, Bucaresti, 1978, p. 335.

¹⁷ Victor, Kernbach, *Miturile esențiale [Les Mythes fondamentaux]*, Ed. Scientifique et Encyclopédique, Bucaresti, 1978, p. 6.

¹⁸ Dan, Apostol, *Dintr-o lume dispărută [Un monde disparu]*, Ed. Barricade, Bucaresti, 1993, p. 152

entendons par concaténation descriptive ne se réduit pas à un simple rapprochement de concepts, dans le cadre d'une théorie scientifique. Le critère de concaténation descriptive suppose que tout concept ayant des prétentions descriptives d'une théorie s'accorde dans le mosaïque conceptuel de la théorie respective, d'une manière qui ne laisse pas d'"espaces libres" dans le tableau du réel que celle-ci aspire de construire. Cela suppose une certaine rigueur des relations logiques établies entre le respectif concept et d'autres concepts importants de la théorie ; cette rigueur se reflète directement dans la manière de se configurer du concept introduit. Nous avons ici l'un des traits essentiels du discours scientifique, qui le différencie des autres types de discours. Par exemple, nous ne pouvons concevoir l'induction électromagnétique n'importe comment. Il faut faire ainsi que le concept respectif soit compatible avec les concepts de champ, de potentiel, d'énergie, etc. Mais, comme nous allons le voir par la suite, la pensée humaine doit dépasser les limites de la spécificité logique pour pouvoir représenter le réel de manière efficace. C'est le cas des hypothèses telles que celle quantique de Planck, relativiste de Einstein ou bien complémentariste de Bohr.

Lié à cet aspect, nous pensons qu'il est intéressant de discuter un peu à propos de la spécificité logique du niveau cognitif de la conscience humaine. La discussion est l'une des plus vieilles dans l'histoire de la philosophie, mais la question est restée la même. Existe-t-il une logique minimale commune à toutes les gens? Non seulement les adeptes du logicisme ont répondu affirmativement à cette question. La philosophie kantienne de l'apriorisme toute entière a adhéré à une telle position. De nos jours, après la contribution de la philosophie de l'esprit à ce problème, nous pourrions considérer qu'une logique minimale présente chez toutes les gens serait une de type booléen. Cela n'exclut pourtant pas la possibilité que, quelque part dans l'Univers, vivent des créatures intelligentes qui aient un autre type de logique comme "software minimal", les faisant manipuler de manière différente les représentations descriptives de la nature.

Pour l'homme, la présence d'une spécificité logique au niveau cognitif de la conscience implique une manipulation spécifique des représentations descriptives, leur

concaténation spécifique au cadre des théories descriptives, et une construction spécifique des représentations dans les limites des rigueurs assurant l'intelligibilité humaine de la concaténation. D'autre part, comme l'a bien montré chez nous Ilie Pârvu¹⁹, l'apparition des diverses logiques ne menace aucunement l'unité de la pensée humaine, mais fait partie de l'enrichissement des méthodes utilisées pour une signification descriptive efficace du réel. D'ailleurs, la nécessité d'éviter la confusion entre le problème de l'unicité de la pensée humaine et le problème de l'unicité logique, alors que nous faisons référence au pluralisme logique, a été soulignée aussi par Grigore Moisil²⁰. Mais, tout comme la naissance des géométries non-euclidiennes, elle représente justement une preuve de la capacité que la conscience humaine a, d'élaborer de nouvelles stratégies conceptuelles pour accéder à de tels niveaux du réel, où la structuration sensorielle des représentations n'est plus d'un grand secours.

Comme le montre certaines recherches de la psychologie cognitive²¹, les ingrédients primaires de tout concept humain sont les sensations les plus simples. Cela ne doit pas surprendre pour autant, du moment où la conscience humaine a évolué, se trouvant en contact permanent avec le milieu naturel, par l'intermédiaire des sensations. Comme le montre Cornelius Castoriadis, la perception humaine est structurée de manière imaginative²², les recherches récentes sur le cerveau venant confirmer cette thèse. Dans ce contexte, l'association des concepts abstraits et des sensations primaires aide le cerveau à manipuler et à mieux différencier les concepts. Mais l'évolution de la science a imposé également une évolution des

¹⁹ Ilie, Parvu, *Structuri și modele logice în fizica contemporană [Structures et modèles logiques dans la physique contemporaine]*, in *Annales de l'Université Bucaresti*, serie *Sciences Sociales*, 1967, p. 82.

²⁰ Grigore, Moisil, *Pluralismul logic [Le pluralisme logique]*, *Essais vieux et nouveaux de logique non classique*, Ed. Stiintifica, 1965, p. 82.

²¹ Gilles, Fauconnier; Mark, Tuner, *The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities*, Perseus book Group; New York, 2002, p. 279.

²² Cornelius, Castoriadis, *Radical Imagination and the Social Instituting Imaginary (1994)*, in Curtis, David Ames (editor), *The Castoriadis Reader*, Blackwell Publishers, New York, 1997, p. 321.

représentations²³. De qualitatives-sensorielles, elles sont devenues quantitatives-structurales. Même leur visualité²⁴ a changé devenant, à son tour, conventionnel-structurale.

Pendant l'Antiquité et le Moyen Age, la physique avait pour objet ce qu'Aristote appelait le monde sublunaire, un monde des événements peuplé de créatures qui bougeaient sans cesse. C'était justement cette caractéristique spécifique qui l'opposait à la métaphysique, science des êtres suprasensibles. A la différence de la métaphysique, la physique moderne, même si elle prétend n'accepter que les données offertes par l'expérience et les sens, s'est levée contre la sensation. Pour Galilée et ceux qui lui ont suivi, "la réalité physique n'est pas perçue par les sens, mais par la raison"²⁵. "Galilée, tout comme Descartes un peu plus tard, (...) a été obligé de renoncer à la perception par les sens comme source de connaissance et de déclarer que l'intellect est a priori le seul moyen de percevoir la réalité"²⁶. Pour Galilée et Newton il n'existe qu'un seul type de mouvement, c'est le passage d'un lieu à l'autre. La première loi de la mécanique newtonienne est le principe de l'inertie, que Newton énonçait ainsi: "Tout corps garde son état de repos ou de mouvement rectiligne et uniforme, tant qu'une force n'agit pas sur lui, l'obligeant modifier son état"²⁷.

Le principe de l'inertie, sur lequel s'appuie en quelque sorte toute physique, affirme, paradoxalement, l'existence d'un mouvement rectiligne et uniforme éternel. Mais c'est ce que nous n'avons jamais rencontré ni nous ne le rencontrerons dans le monde réel. Les mouvements que nous percevons sont soit accélérés, soit ralentis, le seul mouvement tant soit peu régulier (mais non rectiligne) étant celui de la voûte céleste. "La physique de Galilée", disait Koyré dans une phrase

²³ Mel, Thompson, *Philosophy of Science*, Mc Graw-Hill Ryerson Ltd., Chicago, 2001, p.42.

²⁴ Par la *visualité* d'une représentation nous comprenons sa capacité d'aider l'homme de science à visualiser un certain processus physique décrit par la théorie scientifique où apparaît la représentation.

²⁵ A. Koyré, *Etudes galiléennes*, Paris, Hermann, 1966.

²⁶ A. Koyré, "Galilée et Platon". *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, Gallimard, 1973.

²⁷ Isaac Newton, *Les principes mathématiques de la philosophie naturelle*, University of California Press, Ltd. London, England, 1934 .

mémorable, "explique ce qui existe par quelque chose qui n'existe pas. Descartes et Newton sont allés encore plus loin : leur physique explique ce qui n'existe pas par quelque chose qui ne peut pas exister"²⁸. Selon Newton, le mouvement rectiligne et uniforme ne peut pas exister, puisque tout corps subit toujours l'action d'un autre corps. Par conséquent, sa trajectoire ne peut pas être rectiligne, mais nécessairement déviée. Pour qu'un mouvement parfaitement uniforme puisse exister, il faudrait que l'univers ne contienne qu'un seul corps, ce qui est, de manière évidente, exclus²⁹. Cet exemple met très bien en évidence la rupture existant entre la physique et le monde concret.

La physique a affirmé sa méfiance envers les sens dès le début de la période galiléo-newtonienne, et s'est constituée dans une science des anti-sens. Elle a essayé et essaie encore de découvrir des relations "intelligibles" entre objets eux aussi "intelligibles". Ses entités ne sont jamais issues de l'expérience concrète, elles sont des corps abstraits se déplaçant dans un univers abstrait. "Ceux-ci ne sont pas les objets de notre expérience habituelle", dit Koyré,³⁰ mais des objets abstraits, les particules et les atomes du système newtonien qui constitue le fondement des relations mathématiques établies par la science³⁰".

Ce passage vers l'abstrait mathématique et l'éloignement du sensoriel intuitif a mis en évidence également un autre aspect, très intéressant, de la représentation. Il s'agit de la distinction entre le processus physique objectif et sa réflexion dans la conscience qui l'observe. Richard Feynman, l'un des physiciens ayant une contribution remarquable à l'évolution de la théorie quantique (ne rappelons ici que les histoires de Feynman) a offert un exemple très inspiré, celui de l'écroulement d'un arbre dans une forêt. Le processus physique de la coupure du tronc produit des perturbations de l'air à fréquence sonore. Cependant, faute d'une conscience qui perçoive les perturbations, nous ne pouvons pas encore parler du son de l'effondrement de l'arbre.

²⁸ A. Koyré, *Etudes galiléennes*, Paris, Hermann, 1966.

²⁹ Ibidem.

³⁰ Ibidem.

Le sens de l'évolution historique des représentations scientifiques, allant du sensoriel vers le structural, a coïncidé avec leur translation de la description du phénomène physique, reflétée du point de vue sensoriel dans la conscience humaine, vers la description du phénomène physique objectif, signifié pourtant de manière préférentielle par la raison humaine, car appliquant à ce processus des catégories logiques spécifiquement humaines. La prétention d'objectivité structurale des représentations est également une prétention de réflexion de ce qui existe et non de ce qui est perçu ou compris par la conscience humaine. C'est la raison pour laquelle nous proposons dans ce travail l'utilisation d'une distinction entre le plan du réel ontique (1), le plan de la réalité intelligible comme description des structures du plan ontique, susceptibles d'être perçues par la conscience humaine (2) et enfin le plan de la conscience humaine, où les représentations et les concepts qui leur correspondent sont "vécus" de manière cognitive par la conscience, tandis que la réalité comme description du réel peut acquérir un sens (3). Cette discussion est d'ailleurs loin d'être close; il suffit de nous rapporter au problème de la mesure dans l'interprétation de Niels Bohr, dans laquelle la compréhension des phénomènes au niveau quantique ou la compréhension du niveau quantique même sont totalement exclues, seules les manifestations du niveau quantique mesurables de manière classique étant signifiées. Heureusement, le concept de décohérence a aidé les théoriciens contemporains à dépasser ces difficultés³¹. Néanmoins, le problème de l'intelligence des processus quantiques et la modification de leurs états à cette occasion reste un sujet ouvert.

Revenons cependant au structuralisme et au conventionnalisme explicites des représentations de la physique contemporaine. Même avec le risque d'anticiper un peu, nous pensons qu'un exemple dans ce sens serait bien à propos. Le cas de la simulation sur l'ordinateur des perturbations d'un champ magnétique est extrêmement suggestif. Chaque point de l'écran reçoit une couleur, la

³¹ B. H. Bransden ; C. J. Joachain, *Introduction dans la mécanique quantique*, Ed. Tehnică, Bucaresti, 1995, p. 176.

variation de couleur marquant des modifications de paramètres du champ dans ce point précis. Evidemment, la représentation est schématique, puisque dans chaque point du champ nous avons six valeurs simultanées des six paramètres du champ, la couleur attribuée à un point étant seulement une question de convention graphique. En essence, la représentation reflète le caractère dynamique et la structure spatio-temporelle du phénomène physique décrit, ce qui nous donne le droit de l'appeler « représentation structurale », caractérisée par une visualité non sensorielle. Cela parce qu'un paramètre tel que l'intensité du champ magnétique n'a aucun correspondant sensoriel naturel³², et l'interprétation utilisée lui attribue de manière conventionnelle la couleur, justement pour amener dans la proximité des limites sensorielles humaines le phénomène de la perturbation du champ magnétique et pour permettre en même temps à la conscience humaine de localiser de point de vue spatial ce phénomène.

Dans un autre ordre d'idées, si les limites spécifiques de la sensorialité humaine ont leur mot à dire dans la structuration des concepts scientifiques, nous pouvons alors considérer que la réalité scientifique est une description du réel vu par la conscience humaine, dans un double sens. Tout d'abord, le mérite des théories scientifiques modernes est celui d'amener, à l'aide des appareils construits sur leur base, une série d'aspects de la nature perceptibles par la conscience humaine, dans la proximité des limites sensorielles de celle-ci. Tous les appareils utilisés en physique sont conçus en tenant compte justement de cette spécificité, des microscopes jusqu'aux sondes spatiales. En deuxième lieu, même la structure conceptuelle de la nature sous la forme d'une réalité descriptive intelligible reste tributaire au spécifique de la sensorialité humaine, mais aussi au spécifique de la logique minimale de type booléen. Dans cette perspective, nous pouvons penser qu'une hypothétique "physique des poissons" serait, dans bien des aspects, très différente de l'une élaborée par l'homme – bien sûr, dans la situation où les poissons

³² Richard, P. Feynman ; B. Robert, Leighton ; Matthew, Sands, *The Feynman Lectures on Physics*, vol. III, Addison Wesley Publishing Company, New York, 1966, p. 20.

auraient de l'intelligence au niveau humain (non absolument de type humain). La technologie associée à une telle physique et la structure de ses concepts seraient évidemment bien différentes.

Nous pouvons nous poser ici une question fondamentale: si une telle "physique des poissons" parvenait à maîtriser les quatre forces fondamentales dans la même mesure que la physique humaine, alors ne pourrait-on pas considérer qu'au niveau formel, au-delà des symboles algébriques utilisés, les deux physiques sont à peu près identiques? La discussion touche dans ce moment au problème du réalisme des représentations descriptives. Plus encore, l'un des aspects auxiliaires de ce problème est celui observé par Wittgenstein, lorsqu'il se rapportait au langage à travers les "formes de vie". Il se posait la question si la vérité n'est pas une question de convention sociale, du moment qu'elle est exprimée par le langage. Dans la physique il y a d'ailleurs une forme de réalisme qui suppose que ce qui est vrai du point de vue scientifique est vrai de manière objective, c'est-à-dire il ne dépend pas essentiellement de la manière dans laquelle il est exprimé, du moment où il est exprimé au sens essentiellement quantitatif. En plus, ce qui est vrai comme description scientifique doit se montrer intelligible et détectable en plusieurs reprises, au niveau des inter-consciences. C'est pourquoi le physicien ne peut pas être toujours un amateur lucide de fictions, ni un kantien conséquent. Cela parce qu'il a la tendance de considérer les fictions utilisées dans son discours comme parfaitement réelles, non seulement imaginaires. C'est la prémisse fondamentale de son discours, à partir de laquelle il peut imaginer mentalement des constructions fictives à rôle explicatif; sur la foi de cette prémisse, il hésite de reconnaître le caractère provisoire de ses descriptions conceptualisantes, évitant d'affirmer qu'il accepte la différence entre la réalité et le réel. Sans insister maintenant là-dessus, nous nous contenterons de dire que, en ce qui nous concerne, nous partons par la suite de la prémisse qu'il existe

des “capacités de la nature”, comme les appelle Cartwright³³, indépendantes de la conscience humaine, que celle-ci essaie d’identifier, de modeler et d’utiliser à travers différentes stratégies fictives. Leur conceptualisation spécifiquement humaine permet à la conscience de les « voir » dans son champ intérieur. Bien sûr, la conscience ne peut concevoir que ce qu’elle “voit”, que ce qu’elle distingue. Elle vérifie ses stratégies fictives de représentation et de conceptualisation des capacités de la nature par la déduction des prédictions empiriques du système des lois naturelles qu’elle a réussi de surprendre sur-le-champ, par des stratégies fictives. La vérification des prédictions met en évidence les limites de toute tentative de conceptualisation de la nature. Dans la perspective de sa perfectibilité, toute théorie descriptive qui « découvre » certains aspects du réel, les signifiant en accord avec le spécifique logique et sensoriel de la conscience est, dans la même mesure, une manière de cacher ou d’ignorer ce que la conscience a “masqué” des caractéristiques de la nature, par l’assignement arbitraire de la partie “momentanément visible” de ces caractéristiques. Ce qui est difficile à expliquer ici, c’est justement le fait que nous sommes capables de changer les stratégies fictives de notre connaissance scientifique après nous être rendu compte qu’elle a sans cesse besoin d’ajustements. Il existe aussi, cependant, des points de contact “fixes” entre le plan de la fiction descriptive, infiniment évolutive, et le plan du réel. Par exemple, les constantes physiques³⁴. Combien d’une constante existe indépendamment de nous et combien en est le résultat de nos conventions d’assignement conceptuel de celle-ci, dans les limites de la spécificité de la conscience humaine?

Il nous semble vraiment difficile de répondre à une telle question. Mais par la suite nous partons cependant de la prémisse que les capacités de la nature existent

³³ Nancy, Cartwright, *Nature’s Capacities and Their Measurement*, Oxford: Oxford University Press, 1994, *Oxford Scholarship Online*, Oxford University Press. 29 September 2006, p. 141.

³⁴ O. P. Spiridonov, *Universal Physical Constants*, Mir Publishers, Moscow, 1986, p. 11.

indépendamment de nous (réalisme minimal)³⁵, tandis que la réalité comme image du réel, les représentations descriptives et leurs stratégies de concaténation dans un “puzzle” cohérent sont autant de tentatives de la conscience de sonder le réel, d’interagir partiellement avec celui-ci et d’en utiliser les propriétés. De ce point de vue, l’imaginaire descriptif est un espace des approximations de la nature par la conscience. Les descriptions ne pourront jamais représenter une connaissance ultime, c’est pourquoi elles sont toujours évolutives. A travers elles, la conscience humaine se “rapproche” pour des raisons conceptuelles le réel, l’assignant ou le signifiant de façon conventionnelle. Ces descriptions ont une motivation pragmatique. Bien des fois, le hasard a eu son rôle dans l’intuition de l’existence de certains aspects de la nature, que les théories en vogue avaient ignorés.

Bien sûr que la matrice générative des représentations descriptives visant la nature a longtemps été la sensorialité humaine. Le grand progrès fait par les représentations de la physique contemporaine est marqué par le passage de la sensorialité intuitive au structuralisme abstrait. Au-delà de l’apparition de la physique des principes ou du probabilisme intrinsèque de la mécanique quantique, le passage d’une structuration sensorielle de la représentation à une autre, analytique, représente le changement le plus important dans le plan de l’imaginaire descriptif du XXe siècle. Cette transformation a entraîné avec elle le passage d’une visualité sensorielle qualitative des représentations à une visualité conventionnelle quantitative de celles-ci. Pour donner un exemple, il suffit de comparer la représentation par Faraday des lignes du champ magnétique sous forme de cordons en caoutchouc et la modélisation sur ordinateur d’une distribution de champ magnétique sous forme de points, dont la couleur varie en fonction de l’intensité du champ dans chaque point, ou d’un certain paramètre du champ respectif. Un autre indice du passage d’une visualité sensorielle ou figurative à l’une structurale dans le discours scientifique est représenté par les différences radicales entre la physique de

³⁵ John R., Searle, *Realitatea ca proiect social [La réalité comme projet social]*, Ed. Polirom, Iasi, 2000, p. 54.

Newton et celle de Heisenberg, par exemple. La mécanique de Newton³⁶ est en essence un discours géométrique, tandis que les équations représentent pour Heisenberg³⁷ le langage préféré. Tous les deux ont cherché à trouver les lois de la nature, mais le style utilisé pour les énoncer est bien différent³⁸.

Nous affirmions plus haut que nous sommes habitués à associer le plus souvent l'imaginaire au fantastique, au chimérique et à l'illusion. Parfois, très rarement, il est approximé à ce qui se trouve sous la limite inférieure du perceptible, comme dans le cas des effets du mouvement brownien sur une grenaille immergée dans un liquide, effets qui sont appelés imaginaires non parce qu'ils n'auraient pas un correspondant dans le plan du réel, mais parce qu'il est très difficile³⁹ de les mettre en évidence. Voilà donc que l'imaginaire n'est seulement quelque chose qui n'a de correspondant *que* dans l'esprit humain, mais aussi ce qui présente un caractère fictif-explicatif, permettant à la raison humaine de construire des ponts explicatifs bien au-delà des limites de ce qui peut être perçu directement. C'est pourquoi le but de ce travail est justement celui de mettre en évidence le rôle de l'imaginaire dans la construction de l'un des plus rigoureux types de réalité : la réalité scientifique. Autrement dit, nous voulons avancer l'idée que l'imaginaire a une fonction positive dans la connaissance, et non seulement dans la connaissance religieuse ou artistique, mais dans la connaissance scientifique même. Une meilleure compréhension du "mode de fonctionnement" de l'imaginaire descriptif pourrait rendre plus efficace le tri des hypothèses scientifiques ou elle pourrait éventuellement apporter un

³⁶ Isaac, Newton, *Principiile matematice ale filozofiei naturale* [Les principes mathématiques de la philosophie naturelle], Ed. de l'Académie, Bucaresti, 1956, p. 163.

³⁷ Werner, Heisenberg, *Imaginea naturii în fizica contemporană* [L'image de la nature dans la physique contemporaine], Ed. All, Bucaresti, 2001, p. 54.

³⁸ Werner, Heisenberg, *Physics and philosophy: The revolution in Modern Science*, Prometheus Book, New York, 1999, p. 18.

³⁹ Daniil, S. Danin, *L'incontournable monde bizarre*, Ed. Stiintifică, Bucaresti, 1967, p. 414.

éclaircissement supplémentaire au statut ontologico-descriptif, reçu parfois avec intermittences par les concepts descriptifs au cadre d'une théorie physique.

Dans la perspective du développement ultérieur, nous considérons nécessaire une clarification minimale du terme de « conscience ». En ce qui nous concerne, nous estimerons la conscience comme étant la forme la plus évoluée de réflexion psychique de la réalité objective, à travers les sensations, les perceptions et la pensée, sous forme de représentations, notions, jugements, raisonnements, y compris processus affectifs et volitifs. Ce qui nous apparaît comme étant la particularité de l'imaginaire descriptif contemporain, par rapport à cette définition de la conscience, est justement le fait que les fictions descriptives, comme produits de la faculté imaginative, parviennent à constituer une classe à part de représentations. Dans le cadre de cette dernière la pensée est très souvent opposée aux sensations et à la perception, dans le sens que beaucoup de représentations de la physique contemporaine ne sont plus sensorielles mais, comme nous allons les appeler, structurales.

D'ailleurs, il faut dire que dans ce travail nous adoptons une définition de la représentation prise à la psychologie cognitive. La représentation ne sera pas seulement une image sensorielle des objets et des phénomènes qui composent la réalité évoquée mentalement, dans l'absence de ceux-ci et sur la base des perceptions antérieures. Nous allons considérer comme représentation *toute réflexion dans un milieu interne de la réalité extérieure*⁴⁰. Ce qui est essentiel pour une représentation, c'est d'établir une relation systématique entre le domaine qui doit être représenté et le milieu interne dans lequel il est représenté. Les représentations utilisées par le système cognitif humain peuvent être symboliques (images, contenus sémantiques) ou sous-symboliques (pattern d'activation des réseaux neuronaux)⁴¹. Pour l'ancienne représentation de la psychologie classique, vue comme image schématisée d'un objet en absence de son action sur les

⁴⁰ Mircea, Miclea, *Psihologie cognitivă [Psychologie cognitive]*, Ed. Polirom, Iasi, 1999, p. 26.

⁴¹ Ibidem, p. 27.

organes du sens ; nous allons utiliser dans les développements ultérieurs le terme *d'image mentale*. Evidemment, le concept de représentation que nous avons pris à la psychologie cognitive peut être utilisé plus facilement pour caractériser les produits de l'imaginaire descriptif contemporain comme représentations structurales.

Le problème de l'imaginaire scientifique propre à la physique contemporaine est l'un assez complexe. Il est étroitement lié à celui de l'occurrence et au rôle de l'image dans les théories de la physique, mais ce serait une erreur de le réduire à la dernière. Ceux qui pourraient repousser même les plus vagues références au rôle des images et de l'imaginaire dans la physique actuelle pourraient s'appuyer sur quelques arguments assez forts. Selon le dictionnaire Larousse, par « imagination » nous comprenons la faculté de représenter des objets à l'aide de la pensée⁴².

Selon Jean-Jacques Wunenburger, le mot *imagination* désigne en français "une production mentale des représentations sensibles, distincte de la perception sensorielle des réalités concrètes et de la conceptualisation des idées abstraites."⁴³ Ce qui est propre cependant à l'imaginaire de la physique est le passage au-delà du niveau des représentations sensibles. Quant aux productions mentales, de nombreuses structures conceptuel-fictionnelles à caractère explicatif ont un caractère de productions mentales au-delà du sensoriel et, pareilles aux concepts mathématiques chez les enfants, ont un statut d'hypothèses structural-explicatives par rapport au réel. Elles ont une vie et une dynamique fictives bien définies, surtout pour leur statut de représentations structural-ontologiques, et jouent au niveau explicatif le rôle de fictions utiles partiellement confirmées, étant vécues par la conscience dans ses états "mimétiques" envers la nature. Elles représentent pour la conscience des formes structurantes de la réalité, exprimées souvent en langage mathématique.

Quant à l'imaginaire, il désigne tout ce qui n'a *qu'une* existence dans le plan de l'imagination (les concepts à

⁴² ****Nouveau Petit Larousse*, Librairie Larousse, Paris, 1971, p. 526.

⁴³ Jean-Jacques, Wunenburger, *Utopia sau criza imaginarului [L'utopie ou la crise de l'imaginaire]*, Ed. Dacia, Cluj Napoca, 2001, p. 57.

caractère de fiction exclusive). En conclusion, l'imaginaire scientifique se réfère aux structures conceptuelles qui n'ont qu'une existence imaginaire et qui joue un certain rôle au niveau de l'explication de la structure de la nature par les théories scientifiques. Mais, comme le remarquait Werner Heisenberg, la physique moderne et, avec elle, la physique contemporaine, diffèrent fondamentalement de la physique aristotélicienne par le passage des *formes géométriques* parfaites, platoniciennes, aux lois qui peuvent être exprimées en langage mathématique⁴⁴. Ce qui veut dire que l'essence immuable propre aux processus de la nature observée minutieusement par les théories de la physique actuelle n'a pas absolument un caractère géométrique, mais plutôt algébrique. Par conséquent, l'équation est la forme d'expression privilégiée des caractéristiques immuables de la nature — significatives pour la conscience humaine. Si nous pensons que les équations algébriques renvoient immédiatement à la conceptualisation abstraite comme principale fonction cognitive, nous comprendrons facilement les réserves de ceux qui ont tendance à contester l'importance de l'image et de l'imagination dans la structuration des théories physiques contemporaines.

Regardant plus attentivement, nous découvrirons pourtant une multitude de structures conceptuelles à fonction explicative dominante présentes dans les théories physiques⁴⁵ et qui possèdent des traits géométriques et imaginatifs incontestables. La naissance et l'évolution de ces structures dans une théorie physique sont étroitement liées à la phénoménologie de l'image au cadre des théories scientifiques.

Cela signifie que le rôle de l'imagination est l'un extrêmement actif dans la physique contemporaine, mais que la conceptualisation abstraite joue pourtant un rôle spécifique dans l'évolution de ces structures imaginatives à rôle explicatif, dans leur naissance et leur évolution. Cela veut dire qu'il faut adapter les notions de la psychologie classique aux nouvelles réalités spécifiques au discours des théories de la

⁴⁴ Werner, Heisenberg, *Pași peste granițe [Au-delà des limites]*, Ed. Politique, Bucuresti, 1977, p. 73.

⁴⁵ Gh., Cristea ; I., Ardelean, *Elemente fundamentale de fizică [Éléments fondamentaux de la physique]*, Ed. Dacia, Cluj Napoca, 1980, p. 37.

physique contemporaine, où évolue non seulement la forme des structures conceptuelles, mais aussi leur statut de représentations ontologiques⁴⁶. Plus encore, nous constatons dans la physique contemporaine une modification d'accent née récemment au cadre des stratégies d'élaboration des théories scientifiques. Constatée par nombre de ceux qui participent effectivement au développement de cette théorie, elle se réfère à la promotion à large échelle du travail collectif⁴⁷. Grâce à cet aspect de nature méthodologique, la physique contemporaine se caractérise également par la prééminence d'un imaginaire descriptif collectif, aux dépens de celui individuel. De toute façon, le caractère objectif des théories scientifiques aurait imposé la *mise en commun* des représentations à caractère descriptif, c'est-à-dire l'apparition des *lieux communs* dans le caractère fictif des représentations, qui ont une dynamique spécifique d'attribution de véridicité et d'acuité dans la représentation structural-ontologique. Cela renvoie directement à l'imaginaire et dépasse beaucoup la simple utilisation de l'imagination au cadre du processus d'élaboration des divers concepts scientifiques de chaque physicien pris individuellement. La perception elle-même est filtrée par la représentation⁴⁸.

Le saut que fait l'imagination au cadre des théories de la physique, celui de passer des représentations spécifiquement sensorielles, formées durant l'évolution de la conscience humaine, aux représentations structurales, qui ne portent pas loin au-delà du plan de perception des objets à l'aide des représentations spécifiquement sensorielles. Par exemple, la dimension ou le temps Planck sont complètement non intuitifs, mais peuvent être manipulés de manière quantitative. Revenant à la relation entre la théorie et la pratique, nous pouvons observer que le scénario de l'expérimentation est centré sur les fictions descriptives, vécues de manière

⁴⁶ Peter, Clark; Katherine, Hawley (editors), *Philosophy of Science Today*, Clarendon Press, Oxford, 2003, p. 78.

⁴⁷ Solomon, Marcus, *Invenție și descoperire [Invention et découverte]*, Ed. Livre Roumain, Bucuresti, 1989, p. 55.

⁴⁸ K. Lovell, *The Growth of Basic Mathematical and Scientific Concepts in Children*, University of London Press Ltd, London, 1996, p. 15.

subjective et imaginative, mais partiellement inconsciemment, par les physiciens. La mise en commun des représentations au cadre d'une collectivité renvoie à l'imaginaire. Dans ce contexte, l'imaginaire descriptif acquiert une valeur explicative par rapport à la dynamique de la science et au réalisme dynamique des notions scientifiques. Ce dernier se réfère au fait que l'investissement des fictions descriptives de la véridicité descriptive, au sens réaliste, est dynamique, évoluant en même temps que les théories et leur échafaudage conceptuel⁴⁹.

Ici se pose la question de l'optimisme gnoséologique propre au discours scientifique. Ce discours évolue comme si la connaissance du monde, même progressive, est non seulement possible, mais dans un certain sens "garantie" comme adéquation. Tout se passe comme si les savants attendaient avec conséquence le succès descriptif des représentations scientifiques comprises dans les théories scientifiques. Ce garant, qui ne peut être que le Créateur, a été reconnu explicitement par certains physiciens (Descartes, Newton, Leibniz), et implicitement par beaucoup d'autres. C'est Lui qui assure l'accès de la cognition humaine (c'est-à-dire les états mentaux au cadre desquels est élaborée la connaissance) à l'objectivité scientifique efficace du point de vue descriptif. Il y a là un point de rapprochement évident entre le discours de type scientifique et celui de type religieux. Dans ce contexte, ce n'est pas par hasard que de grandes personnalités de la physique, telles que Newton ou Einstein, sont arrivées à de profondes réflexions à caractère philosophico-religieux, partant justement des méditations en marge du statut ontologique des concepts scientifiques ayant rôle de représentations descriptives.

⁴⁹ Thomas, S. Kuhn, *Structura revoluțiilor științifice [La structure des révolutions scientifiques]*, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1976, p. 80.

Bibliographie

1. APOSTOL, Dan, *Dintr-o lume dispărută [Un monde disparu]*, Ed. Barricade, Bucuresti, 1993.
2. ARIEW, R. (Ed.), *G. W. Leibniz et Samuel Clarke : Correspondence*, Hackett, 2000.
3. BARBOUR, Ian G., *Religion and Science*, Harper Collins Publishers, San Francisco, 1990.
4. BESANÇON, Alain, *Imaginea interzisă [L'image interdite]*, Humanitas, Bucuresti, 1994.
5. BODINIER, Jean-Louis; Breteau, Jean, *Fundamentele culturale ale lumii occidentale [Les fondements culturels du monde occidental]*, l'Institut Européen, Bucuresti, 2000.
6. BRANSDEN, B. H.; Joachain, C.J., *Introducere în mecanica cuantică [Introduction dans la mécanique quantique]*, Ed. Technique, Bucuresti, 1995.
7. BREHIER, E., *Histoire de la philosophie*, vol. II, Paris, PUF, 1981.
8. CARTWRIGHT, Nancy, *Nature's Capacities and Their Measurement*, Oxford: Oxford University Press, 1994, Oxford Scholarship Online, Oxford University Press. 29 september 2006.
9. CASTORIADIS, Cornelius, *Radical Imagination and the Social Instituting Imaginary* (1994), in Curtis, David Ames (editor), *The Castoriadis Reader*, Blackwell Publishers, New York, 1997.
10. CRISTEA, Gh.; ARDELEAN, I *Elemente fundamentale de fizică [Éléments fondamentaux de la physique]*, Ed. Dacia, Cluj Napoca, 1980, p. 37.
11. CLARK, Peter; HAWLEY, Katherine, (editors), *Philosophy of Science Today*, Clarendon Press, Oxford, 2003.
12. CULIANU, Ioan-Petru, *Eros și magie în Renaștere – 1484 [Eros et magie pendant la Renaissance]*, Ed. Nemira, Bucuresti, 1994.
13. DANIN, Daniil, S, *L'incontournable monde bizarre*, Ed. Scientifique, Bucuresti, 1967.
14. FAUCONNIER, Gilles; TURNER, Mark, *The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities*, Perseus books Group, New York, 2002.
15. FEYNMAN, Richard; LEIGHTON, Robert; SANDS, Matthew, *The Feynman Lectures on Physics*, vol. III, Addison Wesley Publishing Company, New York, 1966.
16. HEISENBERG, Werner, *Pași peste granițe [Au-dela des limites]*, Ed. Politique, Bucuresti, 1977.
17. HEISENBERG, Werner, *Imaginea naturii în fizica contemporană [L'image de la nature dans la physique contemporaine]*, Ed. All, Bucuresti, 2001.
18. HEISENBERG, Werner, *Physics and Philosophy: The revolution in Modern science*, Prometheus Books, New York, 1999.
19. KERNBACH, Victor, *Miturile esențiale [Les Mythes fondamentaux]*, Ed. Scientifique et Encyclopédique, Bucuresti, 1978.
20. KOYRE, A., *"Galilée et Platon". Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, Gallimard, 1973.

21. KOYRE, A., *Le sens et l'importance de la synthèse newtonienne. Etudes newtoniennes*. Paris, Gallimard, 1968.
22. KOYRE, A. *Etudes galiléennes*, Paris, Hermann, 1966.
23. KUHN, Thomas S, *Structura revoluțiilor științifice [La structure des révolutions scientifiques]*, Ed. Scientifique et Encyclopédique, Bucuresti, 1976.
24. LEVI-STRAUSS, Claude, *Antropologia Structurală [L'anthropologie structurale]*, Ed. Politique, Bucuresti, 1978.
25. LOVELL, K., *The Growth of Basic Mathematical and Scientific Concepts in Children*, University, University of London Press Ltd., London, 1996.
26. MARCUS, Solomon, *Invenție și descoperire [Invention et découverte]*, Ed. Livre Roumain, Bucuresti, 1989.
27. MICLEA, Mircea, *Psihologie cognitivă [Psychologie cognitive]*, Ed. Polirom, Iasi, 1999.
28. MOISIL, Grigore, *Pluralismul logic [Le pluralisme logique, in Essais vieux et nouveaux de logique non classique]*, Ed. Scientifique, 1965.
29. NAKAMURA, Hajime, *Orient și Occident: o istorie comparată a ideilor [Orient et Occident : une histoire comparée des idées]*, Ed. Humanitas, Bucuresti, 1997.
30. NEWTON, Isaac, *Principiile matematice ale filozofiei naturale [Les principes mathématiques de la philosophie naturelle]*, University of California Press Ltd. London, England, 1934.
31. NEWTON, Isaac, *Principiile matematice ale filozofiei naturale [Les principes mathématiques de la philosophie naturelle]*, Ed. de l'Académie, Bucuresti, 1956.
32. PARVU, Ilie, *Structuri și modele logice în fizica contemporană [Structures et modèles logiques dans la physique contemporaine]*, in *Annales de l'Université Bucuresti*, serie *Sciences Sociales*, 1967.
33. PRIGOGINE, Ilya et Isabell Stengers, *Noua alianță. Metamorfoza științei [La nouvelle alliance. La métamorphose de la science]*, Bucuresti, 1984.
34. RANDALL, John Herman, *George Santayana Naturalizing the imagination*, The Journal of Philosophy, vol. 51, No. 2 (Jan. 21, 1954).
35. RUSS, Jacqueline, *Aventura gândirii europene [L'aventure de la pensée européenne]*, L'Institut européen, Iasi, 2002.
36. SEARLE, John R., *Realitatea ca proiect social [La réalité comme projet social]*, Ed. Polirom, Iasi, 2000.
37. SPIRIDONOV, O. P., *Universal Phisycal Constants*, Mir Publishers, Moscow, 1986.
38. THOMPSON, Mel, *Philosophy of Science*, Mc Graw-Hill Ryerson Ltd., Chicago, 2001.
39. WUNEMBURGER, Jean-Jacques, *Utopia sau criza imaginarului [L'utopie ou la crise de l'imaginaire]*, Ed. Dacia, Cluj Napoca, 2001.
40. * * * *Nouveau Petit Larousse*, Librairie Larousse, Paris, 1971.