

## **Penser l'émergence du temps, est-ce possible ? Quelques réflexions en partant de Gonseth, Lemaître et Thomas d'Aquin**

Dominique Lambert

### ***Une lecture de l'Hypothèse de l'atome primitif par Ferdinand Gonseth***

On a pu croire à durant une certaine période des temps modernes et au début de la période contemporaine que l'entendement ne pourrait jamais appréhender la question des limites spatiales et temporelles de l'univers. Les célèbres antinomies de Kant systématisent cela de manière rigoureuses en montrant que le début du temps ou les limites spatiales du monde ne peuvent impliquer que des paradoxes. En tout état de cause ces notions ne sont pas phénoménales, elles ne peuvent faire l'objet d'un traitement satisfaisant dans le cadre des sciences de la nature.

La cosmologie est venue remettre en cause ce constat. En effet, Georges Lemaître a montré en 1931 que nous pouvions concevoir scientifiquement un état de la physique qui correspondrait à un début du temps. En effet, dans un univers en expansion, si nous remontons le cours du temps vers le passé il arrive un « instant unique qui n'avait pas d'hier car hier il n'y avait pas d'espace ». La distance entre les points tendant vers zéro à mesure que l'on remonte dans le passé il existe un moment où l'espace étrangle le temps. Un temps préexistant à cet « instant unique » ne peut être concevable car l'espace cesse d'exister. Cela définit un commencement que Lemaître qualifie de naturel car il peut faire l'objet d'une description physique. On peut mathématiquement l'associer à une singularité de la variété d'espace-temps de la relativité générale. On peut aussi d'un point de vue thermodynamique associer à cet instant un état d'entropie minimale et d'un point de vue quantique à un état qui ne contiendrait qu'un seul quantum, que Lemaître appelle : « l'Atome primitif ».

Ferdinand Gonseth a été le premier à faire remarquer que l'hypothèse de Lemaître permettait de produire un contre-exemple à l'une des antinomies kantienne<sup>1</sup> et de la surmonter. Après avoir assisté à la présentation de l'hypothèse de Lemaître le 3 septembre 1945, lors d'une réunion de la Société Helvétique des Sciences Naturelles à Fribourg, le philosophe suggère au cosmologiste d'écrire un ouvrage sur son hypothèse cosmogonique et propose d'en écrire une préface. Cet ouvrage, réalisé à partir de textes de haute vulgarisation, déjà publiés, s'intitule *L'hypothèse de l'atome primitif*. Dans la préface de ce livre, Gonseth écrit<sup>2</sup>:

“L'antinomie de l'origine est la plus profonde: il est extrêmement remarquable que l'hypothèse de G. Lemaître la surmonte...”

“Dans la physique quantique la nature de l'espace et du temps se trouvent profondément altérée: ce ne sont que des notions globales et valables seulement à la façon de moyennes statistiques. Si le monde se réduisait à une

---

<sup>1</sup> Cfr E. Kant, Critique de la raison pure (trad. Avec notes par A. Tremesaygues et B. Pacaud. Préf. De Ch. Serrus), Paris, Quadrige/PUF, 1984. Pour l'antinomie : “Le monde a un commencement dans le temps et il est aussi limité dans l'espace” - “Le monde n'a ni commencement dans le temps, ni limite dans l'espace, mais il est infini aussi bien dans le temps que dans l'espace”, cfr pp. 338-342.

<sup>2</sup> Neuchâtel, Éditions du Griffon, 1946 (réédition : Bruxelles, Editions Culture et civilisation, 1972, pp. 21-23.

seule et immense particule, il ne pourrait plus être question d'espace et de temps; ces notions ne s'introduiraient avec leur signification actuelle que progressivement, une fois que le fractionnement de l'atome primitif aurait engendré un nombre assez grand de particules (...) Le problème de l'origine perd ainsi sa signification objective. L'antinomie se résout donc de la façon la plus impressionnante.”

Il est important de revenir sur la description que Gonsseth donne de l'hypothèse de Lemaître. L'argument de Kant montrant l'impossibilité pour l'entendement de traiter, sans paradoxe, du début du temps provient du fait que celui-ci ne peut envisager les phénomènes sans leur constitution dans l'espace et le temps. Or l'hypothèse de Lemaître suggère que ces deux concepts n'ont pas toujours un sens. Dès lors l'argument kantien perd sa pertinence. L'antinomie kantienne qui prétendait priver de sens la notion de commencement du temps perd sa validité dès lors que l'on n'est plus obligé de faire référence à un espace et à un temps comme arrière-fond constitutif de tous les phénomènes. En même temps l'hypothèse donne une consistance positive à une notion de commencement. Nous allons y revenir dans quelques instants. Une pensée scientifique, sans contradiction, du commencement de l'univers est donc possible et pensable à l'intérieur de la science elle-même. Lemaître va affiner sa pensée de ce début de l'univers. Ou, plus exactement, il va tenter d'en déployer la signification.

### ***La pensée du commencement naturel chez Georges Lemaître***

La singularité initiale correspond pour Lemaître au point de départ de l'espace-temps-matière. Cette singularité signe la désintégration, la fragmentation de l'atome primitif dont les éléments vont produire la matière en même temps que l'étoffe spatio-temporelle.

Mais, d'une manière intéressante, la singularité initiale n'est pas ce que Lemaître appelle le commencement de l'univers. Citons ce passage qui nous permettra de nous faire une idée de la manière dont Lemaître envisage le commencement naturel<sup>3</sup> :

“(Le commencement de l'univers) se situe juste avant le commencement de l'espace et du temps qui acquiert<sup>4</sup> progressivement un sens tandis que la multiplicité croît suffisamment. Comme l'espace et le temps sont des instruments indispensables à toute notion physique, il se situe juste avant la Physique. C'est le fondement inaccessible de l'espace-temps. Une telle image trouve un support géométrique naturel dans la singularité ponctuelle qui se présente dans la théorie de Friedmann. Le rayon de l'espace peut partir de zéro. Un événement aussi singulier se présente quand l'espace a un volume nul. C'est le fond de l'espace-temps. Je ne prétends pas qu'une telle singularité est inéluctable dans la théorie de Friedmann, mais je montre

---

<sup>3</sup> Congrès Solvay 1958, *La structure et l'évolution de l'univers*, Bruxelles, Stoops, 1958, p.7 ; republication : G. Lemaître, « L'hypothèse de l'atome primitif et le problème des amas de galaxies » in *L'hypothèse de l'atome primitif* (introduction par O. Godart), Bruxelles, Culture et Civilisation, 1972, p.9.

<sup>4</sup> C'est bien le commencement qui “acquiert” un sens. On peut donc penser que pour Lemaître le commencement physique est une notion qui est liée à la multiplicité (donc le commencement ne prend sens qu'à posteriori !)

simplement comment elle s'adapte au point de vue quantique comme un commencement naturel de la multiplicité et de l'espace-temps".

On doit donc distinguer la position d'un état logiquement antérieur à l'émergence de l'espace-temps-matière, qui n'est donc pas « physique » si l'on limite la physique à la relativité générale (qui utilise nécessairement une notion d'espace-temps), et un état initial, correspondant à la singularité initiale et qui est le commencement de l'espace et du temps. Il y donc, d'une part, un *fondement inaccessible de l'espace-temps* et d'autre part un commencement descriptible, sous la forme d'une *singularité*, dans le cadre de la relativité générale et des modèles de Friedmann-Lemaître en particulier.

Pour fixer les idées on pourrait parler d'une part d'une « origine » de l'univers physique et d'autre part du « commencement » spatio-temporel de l'univers, ou du « commencement naturel » de l'espace-temps.

Remarquons que Georges Lemaître parle bien d'un « commencement naturel » et non d'une création au sens métaphysique ou théologique. Pour lui celle-ci est une relation métaphysique (donc non descriptible à partir des outils et concepts de la physique) par laquelle Dieu (vu comme cause de l'existence du monde) pose le monde dans son être. Suivant en cela Thomas d'Aquin, Lemaître distingue les deux notions en admettant que logiquement un monde créé a très bien pu ne pas commencer<sup>5</sup>. Autrement dit, un monde peut très bien exister durant un temps infini dans le passé et dans le futur, tout en dépendant, quant à son existence, d'une cause différente de lui. Pour le dire encore d'une autre façon, un Dieu créateur peut soutenir dans l'être un monde caractérisé par une temporalité infinie. Donc pour le cosmologiste de Louvain ni ce que nous avons appelé *l'origine de l'univers physique* ni le *commencement naturel de l'espace-temps* ne sont identifiables avec ce que le métaphysicien ou le théologien appelleraient une création.

Ce qui est intéressant et original c'est l'allusion que Lemaître fait au « point de vue quantique ». En fait si on lit ce beau passage du Congrès Solvay 1958, on peut comprendre que le *commencement naturel* peut être décrit par la *relativité générale*, car il correspond à une limite singulière d'une description faite à partir de l'espace-temps. Cependant, *l'origine de l'univers physique*, ce qui permet de rejoindre l'émergence de l'espace-temps-matière lui-même correspondrait à une notion *quantique*. Si on pense à la possibilité de définir des états quantiques à partir de leur algèbre sans devoir d'abord parler de temps ou d'espace, on peut penser que Lemaître anticipe, du moins de manière intuitive, certaines découvertes postérieures où l'on a cherché à penser le surgissement de l'espace et du temps à partir d'une structure mathématique logiquement antérieure et dont les caractéristiques formelles pourraient renvoyer à la structure profonde de la mécanique quantique. Pour expliciter cela il faut se référer, par exemple, aux très beaux et profonds travaux d'Alain Connes et de Carlo Rovelli.

Notons au passage que si les travaux de Lemaître donnent un coup fatal à l'une des antinomies kantienne, son intuition sur l'origine de l'univers physique, et ce que nous allons évoquer des

---

<sup>5</sup> On se reportera au petit ouvrage de Thomas d'Aquin, *De eternitate mundi* (et à l'excellente présentation de Cyrille Michon dans : *Thomas d'Aquin et la controverse sur L'Eternité du monde* (traductions, présentations et notes par C. Michon avec la collaboration d'O. Boulnois et de N. Dupré La Tour), Paris, Garnier-Flammarion, 2004.

travaux de Connes-Rovelli, marquent un coup d'arrêt à une conception totalement kantienne de la physique comme science des phénomènes, puisque ceux-ci sont, pour Kant, constitués dans et par les formes a priori de la sensibilité que sont précisément l'espace et le temps.

### *Penser l'émergence du temps ?*

Pensons par exemple, pour fixer les idées, à la manière dont Alain Connes et Carlo Rovelli pensent l'émergence du temps à partir d'une structure algébrique particulière<sup>6</sup>. Ils partent d'une algèbre et définissent à partir de celle-ci des états. Certains de ces états, satisfaisant à une contrainte spécifique, peuvent servir à engendrer une évolution et le paramètre de cette évolution peut alors définir un « temps ». Celui-ci est bien entendu relatif au choix de l'état particulier.

Ce qui nous intéresse ici ce ne sont pas les détails du modèle ni même de savoir s'il pourrait être validé par des tests empiriques. Ce qui nous importe c'est de réfléchir sur la manière dont on peut penser l'émergence du temps.

Si le temps est non pas une forme a priori kantienne mais un paramètre indexant une évolution, l'émergence du temps correspond donc à une émergence d'une évolution. La question épistémologique qui s'impose à nous est alors de savoir si l'on peut et comment l'on peut penser de manière cohérente l'apparaître d'une évolution. Si on dit par exemple que l'évolution est caractérisée d'un point de vue algébrique par un *semi-groupe* (si l'évolution est irréversible comme c'est le cas pour le temps de la thermodynamique), la question est alors, comment dériver à partir de principes acceptés a priori, l'existence d'un semi-groupe ? Penser l'engendrement du temps revient alors à réfléchir sur la possibilité de dériver, démontrer logiquement à partir des axiomes de la théorie l'existence d'un semi-groupe.

La manière dont Connes et Rovelli pensent cette émergence est, si on la ramène à l'essentiel, un acte d'engendrement théorique qu'Albert Lautman appelait un « schéma de genèse »<sup>7</sup>. L'idée est ici que l'on peut mettre en évidence, dans les mathématiques, des processus de genèses théoriques dans lesquels des domaines formels ont la puissance de faire naître de nouveaux objets théoriques. On peut y voir comme le fait remarquer Lautman lui-même une sorte de passage de l'essence à l'existence. Un exemple simple est la définition d'une opération qui n'est pas partout définie sur un ensemble et qui pousse à l'engendrement d'une extension de cet ensemble afin de garder la possibilité d'effectuer cette opération. La « forme », « l'essence » (c'est-à-dire au fond la définition) de l'opération suggère de créer (de faire être !) un domaine que laquelle elle gardera son sens. L'engendrement des extensions de corps dans la théorie de Galois peut constituer un bon exemple d'un schéma de genèse au sens de Lautman.

---

<sup>6</sup> A. Connes, C. Rovelli, « von Neumann algebra automorphisms and time-thermodynamics relations in general covariant quantum theories », arXiv:qc/9406019v1 (14 June 1994) ; C. Rovelli, « S'affranchir du temps », *Pour la Science*, n°397, novembre 2010 ; C. Rovelli, *Qu'est-ce que le temps ? Qu'est-ce que l'espace ?*, Paris, Bernard Gilson Editeur, 2004, pp. 86-89. Nous renvoyons aussi aux réflexions d'Alain Connes dans *Triangle de pensées*, Paris, Odile Jacob, 2000, pp. 203-205.

<sup>7</sup> A. Lautman, *Essai sur l'unité des mathématiques et divers écrits*, Paris, Union Générale d'Éditions, 1977, « Deuxième partie. Les schémas de genèse » ; republication : A. Lautman, *Les mathématiques, les idées et le réel physique* (présentation de J. Lautman ; étude de F. Zalamea), Paris, Vrin, 2006.

Il ne s'agit pas ici d'une genèse « dans le temps » mais d'un engendrement théorique. Le pouvoir « créateur » d'une théorie est décrit par Lautman de la manière suivante<sup>8</sup> :

« (...) le domaine paraît déjà préparé à donner naissance sur lui à certaines opérations abstraites. Notre intention étant de montrer que l'achèvement interne d'un être s'affirme dans son pouvoir créateur, cette conception devrait peut-être logiquement impliquer deux aspects réciproques : l'essence d'une forme se réalisant au sein d'une matière qu'elle créerait, l'essence d'une matière faisant naître les formes que sa structure dessine »

Ici l'engendrement se pense sur le fond d'une relation dialectique entre la matière et la forme. Chez Connes et Rovelli, le temps, paramètre d'une évolution « naît » d'une structure algébrique bien déterminée et du choix particulier d'un état. On assiste à une genèse sur un plan théorique et cette genèse, cet engendrement n'est autre qu'une relation hiérarchique et parfois aussi dialectique, entre concepts. Ce qui nous intéresse c'est le constat d'une sorte de nécessité de penser non pas seulement un concept mais sa propre venue à l'existence, le procès par lequel il est engendré.

On trouve aussi un exemple de cette pensée de l'engendrement chez David Bohm. Ce dernier a expliqué dans son fameux livre *Wholeness and the Implicate Order*<sup>9</sup> comment on peut arriver à engendrer le cadre mathématique de la relativité en imposant à une algèbre assez générale de transformation l'exigence de posséder des grandeurs invariantes. Bohm dit la chose suivante<sup>10</sup> :

« More precisely, it can be said that, starting from a general algebraic mathematization of the language and asking for those features which are relatively permanent or invariant (described by algebras without properly nilpotent terms) and those features which are not restricted to a particular scale (described by algebras whose terms can be multiplied by an arbitrary real number), we have arrived at transformations determining an order equivalent to that of relativistic space-time.

Essayons d'esquisser le raisonnement très intéressant de David Bohm. Si nous voulons des propriétés qui soient invariantes sous un certain point de vue, il faut qu'elles soient décrites par des « objets » mathématiques dont les compositions successives ne mènent pas à leur disparition. Si nous nous situons dans le contexte d'une structure algébrique cela revient à exiger que les objets algébriques ne soient pas « nilpotents » (c'est-à-dire que certaines de leurs puissances ne soient pas identiques au « zéro », à « l'unité » de la structure). La description d'authentiques invariants peut même exiger que les objets algébriques utilisés ne soient pas « proprement nilpotents ». Un objet proprement nilpotent est un objet nilpotent qui multiplié par un élément quelconque de la structure algébrique reste encore nilpotent. Une algèbre qui ne contient aucun élément proprement nilpotent est appelée une « algèbre à différence ». Utilisant un théorème général, David Bohm explique qu'une telle algèbre est le produit d'une algèbre de matrices sur un corps de nombres et d'une algèbre à division (une algèbre telle que le produit de deux éléments non-nuls ne fait jamais un élément nul). Si on considère comme corps de nombres celui des nombres réels, on obtient trois types d'algèbres à division : celle des réels, celle des complexes et celle des quaternions d'Hamilton. Sur les complexes on obtient comme

---

<sup>8</sup> A. Lautman, *Les mathématiques, les idées et le réel physique*, op.cit., p. 186.

<sup>9</sup> D. Bohm, *Wholeness and the Implicate Order*, New York, Routledge, 2005 (1980).

<sup>10</sup> D. Bohm, *Wholeness and the Implicate Order*, op.cit, p. 216.

seule algèbre à division celle des nombres complexes. Ce qui est très intéressant dans ce que Bohm a mis en évidence, c'est que le simple fait d'imposer par principe (c'est-à-dire au début, *in principio* !) l'existence d'invariants, engendre formellement les nombres complexes ! ce qui ouvre d'ailleurs à une possibilité d'explication profonde quant à la raison pour laquelle ces nombres complexes sont si importants et efficaces en physique (il n'y aurait pas de mécanique quantique sans le corps des complexes !). Les quaternions d'Hamilton peuvent être représentés en partant des matrices de Pauli qui sont des matrices 2x2 à éléments complexes. Et le groupe des matrices 2x2 à éléments complexes et de déterminant 1 noté  $SL(2, \mathbb{C})$  est isomorphe au groupe de Lorentz (en fait c'est la composante connexe à l'identité du groupe de spin de l'espace de Minkowski de la relativité restreinte !)<sup>11</sup>.

Le choix des réels comme corps de nombre revient aussi fondamentalement à ne pas se restreindre à une échelle donnée. En utilisant ce corps, nous admettons que nous ne sommes pas confinés dans un monde périodique par exemple. Le choix du corps de nombres est ici important car il est porteur implicitement de présupposés sur le type de cadre physique concevable. Bohm fait remarquer qu'on pourrait ouvrir d'autres possibilités<sup>12</sup> :

This means, however, that if we considered impermanent and non-invariant features (implying algebras with properly nilpotent terms) and features that are restricted to particular scales (implying algebras over the rationales or over finite number fields), then entirely new orders (not reducible at all to  $(3 + 1)$ -dimensional order) may become relevant. It thus becomes clear that there is here a wide area for possible exploration. »

L'idée de Bohm renvoie à quelque chose de très intéressant et important. Il donne à penser sur la manière dont un peu concevoir un « engendrement théorique ». Engendrer l'espace-temps veut dire porter au jour la manière dont une structure comme celle de l'espace de Minkowski et son groupe de transformation, le groupe de Lorentz, peut être *dérivée* d'une « forme » théorique (une structure algébrique par exemple) à laquelle on impose des principes particuliers. Remarquons bien qu'il ne s'agit pas seulement d'un engendrement vu comme une inférence logique du type « p implique q » où p précède q non pas chronologiquement mais logiquement ! Il s'agit de la description progressive des effets d'une restriction d'un cadre général, restriction opérée par l'imposition de principes formels généraux comme celui qui exige l'existence d'invariants ; cette exigence étant l'une des conditions a priori de la donation et de la description d'un élément de réalité.

Le concept de « naissance » de l'espace-temps ne peut être décrit de manière cohérente en supposant un cadre temporel ou spatial préexistant, cela va de soi. Un physique spatio-temporelle ne peut appréhender la genèse de la spatio-temporalité elle-même. Par contre, un cadre algébrique *logiquement antécédent* peut servir de point de départ à la pensée pour décrire la genèse formelle d'un cadre spatio-temporel en montrant comment celui-ci découle formellement d'une exigence a priori d'existence d'éléments invariants, d'éléments de réalité.

On retrouve ce genre d'*engendrement formel* dans la belle et intéressante pensée de Shahn Majid<sup>13</sup>. Celui-ci a montré de manière éclairante comme « engendrer », faire naître formellement des cadres théoriques fondamentaux pour la physique en appliquant à un cadre initial une sorte de « principe général de dualité » imposant *a priori* une symétrie entre les

---

<sup>11</sup> F.R. Harvey, *Spinors and Calibrations*, New York, Academic Press, 1990, p. 272.

<sup>12</sup> D. Bohm, *Ibid.*

<sup>13</sup> S. Majid, *Foundations of Quantum Group Theory*, Cambridge University Press, 1995.

« états physiques » (ce que l'on considère comme la description du système réel) et les « observables » (ce que l'on considère comme les « questions » posées au système réel). Si l'on considère que la distinction entre « états » et « observables » est relative, on peut prendre pour point de départ les observables au lieu de se baser sur les états ou bien l'inverse. L'idée qui fonde le raisonnement de Majid cela est la suivante. Ce que l'on mesure ce sont des grandeurs qui combinent états et observables, par exemple le nombre  $A(f)$  où  $f$  est un état et  $A$  une observable. Mais on pourrait tout aussi bien considérer une expression du genre  $f(A)$  où, par dualité, on a retourné le rôle des états et des observables. Le « principe d'auto-dualité de représentation théorique »<sup>14</sup> introduit par Majid revient à exiger que la structure fondamentale en physique doit être auto-duale dans le sens où elle ne plus permettre de faire une distinction absolue entre états et observables. De façon très intéressante ce principe (imposé à des objets dans une catégorie ou à une catégorie elle-même) permet de sélectionner, d'engendrer, toute une série de structures mathématiques centrales en physique : les algèbres de Boole, les groupes abéliens, les algèbres de Hopf et les catégories monoïdales. Ce principe, dont Majid propose deux formulations<sup>15</sup>, suggère aussi, d'une manière originale, une sorte d'unification entre la relativité générale et la mécanique quantique<sup>16</sup>.

Shahn Majid a développé une interprétation philosophique de ce principe basée sur une sorte de « réalisme relatif »<sup>17</sup>. D'ordinaire on donne une priorité épistémologique et même ontologique à la réalité par rapport aux observateurs, à leurs choix expérimentaux ou théoriques. Mais dans la foulée du principe d'auto-dualité, Majid montre que l'on peut tout aussi bien inverser le point de vue et prendre pour réalité première l'observateur et ses choix et comme réalité seconde ou relative ce que l'on appelait classiquement le « réel ». On obtient donc un réalisme *relatif*. Quelle que soit la portée scientifique ou philosophique de cet essai, il me semble qu'il met le doigt de nouveau sur un mode de pensée de la physique contemporaine qui ne cherche pas seulement à décrire des processus à partir d'un cadre théorique, mais qui cherche à mettre en évidence les chemins formels par lesquelles s'engendrent les concepts propres à ce cadre. Dégager l'itinéraire formel par lequel s'engendre la notion théorique fondamentale qui va servir d'horizon à la description de la réalité physique est devenu une activité centrale en physique théorique. C'est de fait une exigence de la raison s'interrogeant sur la particularité des cadres théorique qu'elle utilise.

### ***Retour à un débat médiéval***

Il est intéressant de se rendre compte que les discussions précédentes nous ramènent à des questions qui ont été débattues déjà au Moyen-Age, dans un tout autre contexte bien entendu, puisqu'il s'agissait alors d'un contexte théologique. Expliquons-nous.

---

<sup>14</sup> S. Majid, *Foundations of Quantum Group Theory*, op.cit., pp. 292-297.

<sup>15</sup> S. Majid, « Quantum spacetime and physical reality », op.cit., pp. 116 et 118 : « First principle of self-duality : A fundamental theory of physics is incomplete unless self-dual in a representation-theoretic sense. If a phenomenon is physically possible then so is its observer-observed reversed one » et « Second principle of self-duality : The search of a fundamental theory of physics *is* the search for self-dual structures in a representation-theoretic sense »

<sup>16</sup> Nous renvoyons le lecteur aux articles suivant de S. Majid, « Quantum spacetime and physical reality », in *On Space and Time*, Cambridge University Press, 2009 (2008), pp. 56-140.

<sup>17</sup> S. Majid, « The Self-Representing Universe », in *Mathematical Structures of the Universe* (M. Eckstein, M. Heller, S. J. Szybka, eds), Cracow, Copernicus Center Press, 2014, pp. 357-387.

Thomas d'Aquin s'est posé la question de savoir si l'on pouvait démontrer que le monde était créé ? Il s'est aussi posé la question de savoir si l'on pouvait également démontrer que le monde avait commencé ? Rappelons, comme nous l'avons vu plus haut, que l'Aquinatense considère les notions de commencement et de création comme logiquement indépendantes : un monde créé peut très bien n'avoir jamais commencé ! Thomas d'Aquin considère que la raison peut arriver à l'idée que l'existence du monde s'explique par une cause qui n'est pas identique à lui. La raison peut donc donner des arguments en faveur de la création, entendue comme relation ontologique par laquelle le monde est posé dans son être. Par contre, en opposition avec les écoles franciscaines il n'admet pas que la raison puisse démontrer que le monde ait commencé, de la même manière, qu'en désaccord avec Aristote, il n'accepte pas non plus que la raison puisse démontrer que le monde n'ait pas commencé.

Pourquoi l'Aquinatense n'admet-il pas que la raison puisse démontrer que le monde ait commencé ? La raison en est la suivante. Il faudrait, pour que la démonstration ait du sens, que l'on parte d'un principe, d'un point de départ qui appréhende l'essence même (la définition et toutes les propriétés) du monde. De la considération de cette essence, de cette « quiddité », on pourrait alors déduire le fait que le monde a dû commencer, a dû surgir dans son être. Mais cette essence échappe à des considérations spatiale et temporelle<sup>18</sup> :

« le principe de la démonstration est la quiddité (ce qu'est une chose). Or en considérant un être selon son espèce on l'abstrait du temps et de l'espace ; c'est pourquoi on dit des universaux qu'ils sont partout et toujours. On ne peut donc pas démontrer que l'homme, le ciel ou la pierre n'ont pas toujours existé. »

L'essence, la forme (au sens aristotélicien) n'est pas un concept spatio-temporel. D'ailleurs la forme (substantielle) n'est pas susceptible de changement<sup>19</sup>, elle n'est donc pas affectée par le temps qui est « le nombre du mouvement »<sup>20</sup>. On ne peut donc atteindre les propriétés essentielles du monde qui nous permettraient de démontrer que le monde a ou a dû commencer. Ainsi, pour le Docteur angélique, qui se situe bien entendu dans un registre théologique, on doit avouer<sup>21</sup> : « (...) que le monde ait commencé, est objet de foi non de démonstration ou de savoir ». On ne peut démontrer de manière cohérente que le monde a commencé « *ex parte ipsius mundi* ».

---

<sup>18</sup> Thomas d'Aquin, *Summa Theologiae*, I<sup>a</sup>, q. 46, art. 2. (*Somme théologique*, Traduction du Cerf t.I, Paris, Cerf, 1984, p. 486).

<sup>19</sup> Rappelons les deux adages scolastiques : « *Nulla forma substantialis suscipit magis et minus* » (Thomas d'Aquin, *De Potentia*, q.3, a.9, ad 9) et « *In genere substantiae non est motus* » (Thomas d'Aquin, *Commentaria, In libros Physicorum*, 5, lectio 3, 3).

<sup>20</sup> Aristote, *Physique*, IV, 11, 219b 1-2 (traduction et présentation par P. Pellegrin, Paris, Garnier-Flammarion, 2002, p.252). Cfr A. Pigler. « La théorie aristotélicienne du temps nombre du mouvement et sa critique plotinienne », *Revue Philosophique de Louvain*, Quatrième série, tome 101 (n°2), 2003, pp. 282-305.

<sup>21</sup> Thomas d'Aquin, *Summa Theologiae*, I<sup>a</sup>, q. 46, art. 2. (*Somme théologique*, Traduction du Cerf t.I, Paris, Cerf, 1984, p. 486).

Ce qui nous intéresse ici ce n'est pas le contexte théologique, c'est le fait que la démonstration du commencement du monde, donc du surgissement de ce qui est le lieu du changement, de l'espace, du temps et de la matière ne peut être obtenu en faisant référence à du phénoménal, mais bien plutôt à une essence, celle-ci étant inaccessible à de l'empirique.

Ceci donne à penser car si l'on se place à un niveau simplement scientifique, on pourrait penser de fait que l'on pourrait essayer de caractériser *a priori* le monde par une « forme », qui en déterminerait son essence formelle. Celle-ci n'est pas liée aux phénomènes, à l'espace-temps-matière, mais on pourrait au moyen d'inférences porter au jour toutes ses potentialités logiques dont peut-être la notion d'un commencement naturel. Cette « forme » n'est pas celle à laquelle pensait Thomas d'Aquin, elle pourrait s'identifier à une structure, ou à une catégorie, au sens mathématique du terme. Une structure mathématique ou une catégorie (vue comme une collection de structures d'un même type par exemple) confère à un domaine sa forme, sa cohérence, conceptuelles. On pourrait alors penser l'émergence de l'espace-temps-matière à partir d'une dérivation conceptuelle ou d'un schéma de genèse, s'enracinant dans cette structure ou catégorie originelles. Evidemment le problème resurgirait, similaire à celui auquel l'Aquinat a dû faire face : comment déterminer cette essence formelle originelle, cette forme originelle, si l'on ne peut la produire « *ex parte ipsius mundi* », sans encourir un problème de pétition de principe ? Nous allons tenter de poser la question de l'émergence du temps en évitant de passer trop vite à une réflexion de type métaphysique. En effet, nous pensons qu'il pourrait y avoir entre la physique conçue classiquement (dont l'objet est l'espace-temps-matière) et la métaphysique, une physique au sens large qui s'inspirant des idées fondatrices de la philosophie de la nature, serait à même de penser de manière cohérente le surgissement du temps.

### ***Penser l'émergence du temps sur le fond d'un engendrement formel ?***

Si l'on s'interroge comme nous le faisons dans cette contribution, sur la genèse du temps, l'on pourra le penser sur le fond d'un tel engendrement théorique. Mais il est clair que d'un point de vue physique cela pose inévitablement la question du statut épistémologique et ontologique d'un tel *engendrement formel*. Celui-ci fait partie de l'univers des mathématiques. Mais selon que l'on adopte telle ou telle philosophie des mathématiques, le statut recherché sera très varié.

Si l'on adopte une philosophie kantienne ou naturaliste des mathématiques, l'engendrement devra être conçu comme une dérivation logique à partir de représentations que peut se faire le sujet transcendantal (au sens kantien) ou les capacités cognitives (neurophysiologiques) de l'acteur humain de la connaissance. Dans cette perspective on ne peut parler d'une sorte de genèse à portée ontologique. Ici, il s'agirait plutôt de savoir comment le concept, les représentations de temps sont dérivées à partir de cadre théoriques plus profonds. Si l'on adopte une perspective platonicienne, on pourrait donner aux concepts purement mathématiques une charge ontologique et se baser sur cela pour affirmer que le temps est engendré à partir d'une réalité profonde, idéelle (une forme, une idée réelle) au sens platonicien du terme.

Même si l'on n'adopte pas le platonisme comme philosophie des mathématiques et si l'on se confine pas dans une conception kantienne, on peut tout de même se demander à quoi se réfèrent les concepts qui servent de point de départ, de principes, à la dérivation du temps considéré comme notion seconde ? La question fondamentale est de savoir s'il peut exister une description du surgissement du monde, espace-temps-matière, à partir de représentations et de caractérisations d'un état *physique* (pas « méta-physique ») originaire et qui ne serait pas lui-même spatial, temporel ou matériel au sens empirique du terme. Il s'agit donc de donner sens

à une description qui aurait le droit d'être qualifiée de « physique » tout en se passant des concepts d'espace, de temps et de matière. Que l'on puisse dériver le temps, ou même la variété d'espace-temps avec son groupe de transformations et ses invariants d'un concept mathématiquement plus originaire, nous en avons des preuves, entre autres par ce que nous avons dit des travaux de Connes-Rovelli et des idées de Bohm voire de celles de Majid. Ceci n'est pas le problème ! Ce qui pose problème c'est au fond la qualification du processus d'engendrement comme événement « physique ».

Si on prend cette question à bras le corps, il faut donc se demander s'il est vraiment pertinent de concevoir et de décrire une nature (une *physis*) sans l'espace, le temps, ou toute autre caractéristique qui semble lui être essentielle classiquement. Curieusement, la physique nous ramène à de très anciennes questions de philosophie de la nature.

Pour Aristote, la nature n'est pas définie en partant du temps mais à partir d'un principe du changement<sup>22</sup>. On pourrait dès lors penser que la physique pourrait intégrer une notion assez générale de nature sans devoir faire appel à la spatio-temporalité. Mais laquelle ?

On pourrait tenter une approche en suggérant de prendre comme définition de la *nature*, de la *physis* (objet spécifique de la physique), « ce » qui est principe d'invariance, de cohérence et d'interaction. Ceci rejoindrait une caractérisation de ce que l'on appelle d'ordinaire un réel, car il n'est pas de réalité sans subsistance, sans cohérence et sans capacité d'action. Or, on pourrait dire que la description de ce qui est le support de ce qui possède à la fois et de manière unifiée une invariance, une cohérence et une capacité d'(inter)-action peut se faire en recourant à des concepts mathématiques profonds : structures, catégories, etc. La nature pourrait donc recevoir alors un sens, indépendamment de la spatio-temporalité et de la matérialité (au sens des champs de matière par exemple). La dérivation du temps à partir de cette « nature » prendrait alors le sens d'un engendrement *à partir de* la nature. On resterait au sein d'une physique étendue, dans le sens où la nature qu'elle décrirait serait un fond originaire de réalité pensable sans l'espace-temps-matière mais dont ce dernier serait une sorte d'émanation. La dérivation mathématique serait alors aussi une manière de penser la manière dont l'espace-temps-matière se produit à partir de ce que nous appellerions le fond originaire de toute réalité empirique. On atteindrait un concept de nature comme condition de possibilité originaire de toute l'empiricité.

Il nous faudrait donc reconnaître et admettre que la physique n'a pas seulement la tâche de travailler sur les réalités empiriques, mais aussi de comprendre, à un niveau plus fondamental, la *nature* en tant que condition originaire (pas nécessairement transcendantale au sens kantien) de l'existence et du déploiement du monde empirique, de ce monde sur lequel nous expérimentons.

Nous arrivons donc à une sorte de bifurcation. Ou bien nous nous restreignons à une définition de la nature comme espace-temps-matière et dès lors il ne semble pas cohérent de trouver une physique de l'émergence du temps. Ou bien, nous admettons une définition étendue de la nature (comme cela a été le cas dans des philosophies classiques de la nature) et donc corrélativement de la physique. Il devient dès lors légitime de penser « physiquement » l'émergence du temps, par une *représentation logique* de la manière dont ce temps que nous mesurons, se relie (c'est cela le sens de l'engendrement) *ontologiquement* (au niveau de sens être) à ce fond (« *grund* »)

---

<sup>22</sup> Aristote, *Physique* (traduction et présentation par P. Pellegrin), Paris, Garnier Flammarion, 2002, p. 116 : « la nature est un certain principe, à savoir une cause du fait d'être mû et d'être en repos pour ce à quoi elle appartient immédiatement par soi et non par accident » (*Physique*, II,1, 192b 21).

ou à cet horizon d'être que nous avons appelé la nature. L'atome primitif de Lemaître appartiendrait, si on accepte cette idée, à cette « nature étendue » puisque le cosmologiste de Louvain admet que son « atome » ne fait pas partie de l'espace-temps mais lui donne naissance !

L'émergence du temps ne peut être véritablement pensée d'une manière consistante en science que par un élargissement concomitant de la notion de nature et de la physique. Evidemment on pourrait dire que l'on pousse trop loin les choses. La physique peut-elle être étendue jusqu'au point où elle pourrait aborder légitimement la question de la dépendance *ontologique* du temps avec l'horizon de réalité qui porte toute la sphère de l'empiricité ? N'est-on pas en train d'entrer dans le domaine de la métaphysique ? Nous ne le pensons pas ! Nous ne traitons pas ici de la question de l'étant en tant qu'étant, de « l'*ens inquantum ens* ». Nous traitons plutôt d'une possibilité de représentation d'une dépendance de l'étant spatio-temporel et matériel par rapport à un *étant originaire* dont la thématization ne demande pas ces catégories d'espace, de temps et de matière mais seulement la position d'une référence toujours-déjà existante, caractérisée par une subsistance, une cohérence et une capacité d'action. Une autre question surgit alors : comment caractériser de manière plus précise l'étant originaire ? Quels principes théoriques permettent-t-il d'en esquisser une description ? Une autre question pourrait être posée, relative cette fois-ci à la nature *univoque ou non* de la dépendance entre l'étant originaire et l'espace-temps. Si cette relation n'est pas univoque, il faudrait justifier l'existence d'un lien qui aurait pu ne pas exister, puisque d'autres « engendremens » eussent été possibles ! Il est intéressant de noter que Georges Lemaître avait pensé à cette question et l'avait résolue en faisant intervenir au sein de l'atome primitif, qui est vu, rappelons-le, comme un « quantum », un indéterminisme constitutif. L'atome primitif envisagé relu dans notre contexte, en parfaite homogénéité avec les idées du cosmologiste de Louvain, comme une sorte de « nature étendue », serait alors porteur d'une dimension intrinsèquement contingente<sup>23</sup>.

Dans l'histoire de la philosophie on a connu des interrogations et des réflexions profondes sur la venue à l'existence du monde, de la nature, et sur son caractère contingent ou nécessaire. Nous l'avons vu plus haut avec la scolastique. Cependant, ces considérations appartiennent à la métaphysique et non à la physique. Dans une philosophie plus contemporaine, le rejet de la métaphysique nous a communiqué une sorte de méfiance pour l'analyse de ces questions de commencement, de surgissement du monde, avec son temps, son espace et sa matérialité. La physique contemporaine nous repose la question de savoir si entre une science de l'espace-temps-matière et une métaphysique portant sur l'être en tant qu'être, il n'existe pas bel et bien une place pour une physique au sens étendu, qui se pencherait sur la description d'une nature envisagée comme un *étant originaire* et sur les représentations cognitives de la manière dont l'existant « espace-temps-matière » peut logiquement dépendre de cet *étant originaire*. Si cette *physique étendue* peut voir le jour, alors une sorte de chemin rationnel pourrait relier de nouveau la science de la nature et la philosophie de la nature et leur offrir des interactions extrêmement fructueuses sans porter d'ailleurs atteinte à la légitimité d'une réflexion métaphysique qui, de son côté, garderait son originalité et son autonomie.

Une telle physique est-elle vraiment pensable et acceptable selon les critères de la rationalité qui animent classiquement la science ? Que serait une physique qui décrit une nature qui n'est

---

<sup>23</sup> « On peut retourner la phrase célèbre de Laplace et dire que celui qui connaîtrait l'atome primitif ou les premiers stades de sa division ne pourrait en aucune façon en déduire les particularités de l'univers qui commence (...) le monde se fait et il se fait au hasard » (G. Lemaître, « L'expansion de l'univers », *Revue des Questions Scientifiques*, 138 (1967), 153-162).

pas phénoménale, dans le sens où elle ne fait pas intervenir un objet qui apparaît dans une spatialité et dans une temporalité ?

Nous n'avons pas la prétention de répondre à cette question, car il faudrait construire une telle physique et justifier la pertinence de ses méthodes et de son objet. Il existe peut-être aussi des objections épistémologiques et logiques plus profondes barrant la route à une telle entreprise. Dans ce domaine la prudence est donc de mise. Notre ambition n'était ici au fond que de poser la question de savoir s'il était possible de penser *physiquement* l'émergence du temps, et d'ouvrir un débat à ce sujet.