

# École Internationale d'Astrophysique Chalonge-de Vega Paris 2026

Helios JAIME

Épistémologue de sciences

Chercheur en linguistique

Dr en Littérature comparée Sorbonne

Haut Conseil Internationale de la langue française et de la francophonie

essayiste

## **La science rejoint la philosophie: l'infini chez Pascal et chez Leibnitz en relation avec les conceptions cosmologiques**

L'expansion constante de l'univers et l'épanouissement sans cesse de la vie posent l'une des problématiques fondamentales mettant en relation la science avec la philosophie: l'idée d'infini. Mais, à la différence des autres théories scientifiques qui sont fondées sur des modèles qui représentent d'une manière idéalisée les phénomènes, l'épistémologie de l'infini cherche à trouver ses fondements. J'entends par épistémologie l'étude de la genèse des connaissances et la recherche sur les correspondances entre les divers domaines du savoir.,

Toutefois, les observations des phénomènes cosmiques comme l'accélération de l'univers et biologiques, comme la diversification sans cesse de l'évolution des espèces vivantes, permettent de supposer l'existence de l'infini.

Bien que mon propos ne soit pas de faire une description historique de cette problématique qui est toujours actuelle, il me semble important de signaler que l'idée d'infini est bien ancienne. Pour ce faire, je vais employer ma théorie idéo-sémantique. D'une manière succincte, ma théorie, que j'ai développé dans les sessions de culture scientifiques programmées par cette École d'astrophysique et dans mes livres<sup>1</sup>, envisage l'expression linguistique des idées non comme des concepts abstraits mais comme les combinaisons physiologiques des images psychiques portant des significations et des interprétations qui énoncent les systèmes des langues la vision de l'homme sur sois-même, sur la la nature et le cosmos.

### **Bref aperçu historique sur l'idée d'infini**

L'idée d'infini avait été proposée en Grèce, au VI<sup>e</sup> siècle avant notre ère, par un philosophe présocratique, Anaximandre. Il qualifiait quelque chose ou un être d'infini par le mot *ápeiros*. Je donne le nominatif masculin de cet adjectif mais il est plus connu par sa forme neutre, *apeiron*. Ce mot est construit à partir de la particule

---

<sup>1</sup> Je ne cite que mes derniers essais : *Le voyage dans la vie, la littérature la musique et la science*, Éditions Baudelaire, Lyon 2015, *Le rêve dans la littérature la musique et la science*, Fauves Éditions, Paris, 2016, *Le défi de la créativité*, Fauves Paris 2019. *Un inconnu incontournable : le temps*, à paraître.

négative  $\alpha$  et du nom *péras* qui désigne la limite mais aussi tout ce qui a un commencement et une fin, c'est-à-dire que *péras* signifie également ce qui est périssable. Cependant, selon une perspective idéo-sémantique, plus que se limiter à nier ce qui est limité, dans le cas d'*apéiron*, la particule  $\alpha$  fonctionne comme un préfixe qui donne un nouveau sens au mot *péras* : l'affirmation ontique d'une existence qui n'est pas sujette aux contingences de ce qui est limité ou périssable.

De la pensée d'Anaximandre retenons deux principes: celui de l'étendue de l'infini et celui du dépassement de ce qui est périssable. Il est intéressant d'observer que bien des siècles plus tard, même si ce n'est pas sûr que Pascal et Leibnitz pouvaient connaître la doctrine du philosophe grec, ces deux idées seront développées et mises en relation avec l'interdépendance existant entre l'homme, la nature et le cosmos par les philosophes-scientifiques français et allemand

Nous verrons que les apports épistémologiques de Pascal et de Leibnitz ont contribué directement ou indirectement aux conceptions cosmologiques contemporaines en relation avec l'infini.

### **Le discontinu et le continu**

Au premier aperçu, tout semble être charpenté d'une façon discontinue et, en quelque sorte, cette intermittence peut nier l'infini. Cependant, les observations sur le panorama du cosmos permettent de constater que l'univers dans son ensemble est en expansion accélérée. Cela signifie que toutes les structures qui le composent, même les plus diverses, sont poussées d'une manière continue par cette expansion vers l'étendue de l'infini. Ainsi, le discontinu de certains phénomènes est intégré dans le continu structurel de l'univers. Sur la continuité de l'espace-temps Max Plank dit : "Mais, si l'espace et le temps perdent leur caractère absolu ce dernier n'est pas le moindre du monde expulsés de l'univers. Il est retiré plus loin, je veux dire dans la métrique du continu à quatre dimensions qui unit espace et temps, par l'intermédiaire de la vitesse de la lumière» (*Initiation à la physique*, Garnier-Flammarion, Paris, 1989, p. 144).

En fait, tout laisse supposer que la cause de cette expansion est l'énergie continuellement renouvelée de l'univers. Bien que nous ne puissions pas encore déterminer la conformation de l'énergie dite obscure, elle joue un rôle essentielle dans l'expansion continue de l'univers, mais aussi elle semble être à l'origine de la constitution des trous noirs massifs. Toutefois, une des énergies qui tend à confirmer la continuité énergétique du cosmos ce sont les ondes gravitationnelles qui furent émises dans l'univers primordial.

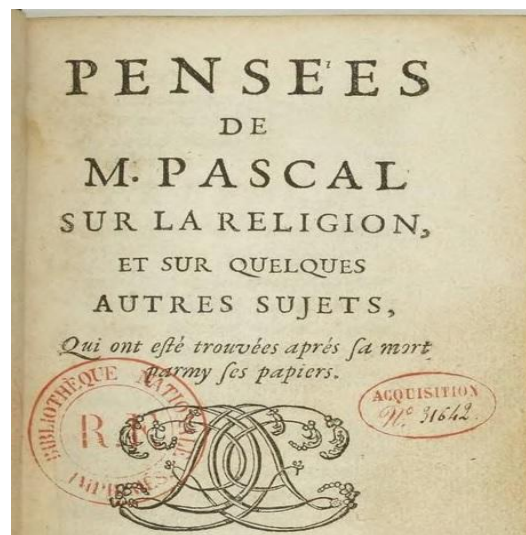
Aujourd'hui, les observations sur l'expansion de l'univers suscitent la problématique de l'infini. Mais, au XVIIe siècle, cette conjecture avait été déjà envisagée par deux grands philosophes et scientifiques, Blaise Pascal et Gottfried W. Leibnitz.

## Les *Pensées* de Pascal

Au XVII<sup>e</sup> siècle, dans ses *Pensées*, Pascal va approfondir et raffermir l'idée de l'infini. Les idées que Pascal avait sur l'infini sont exposées dans son ouvrage posthume appelé *Pensées*. L'histoire des éditions de ce livre montre bien la prise de conscience des penseurs scientifiques, comme Leibnitz, de l'importance transcendante des thématiques traitées par l'auteur du *Discours du Vide*. Depuis les manuscrits conservés, Leibnitz est intéressé surtout à partir des années 1670 par l'œuvre de Pascal. En effet, le philosophe-scientifique français a eu une influence sur l'orientation de certaines recherches du penseur allemand. A titre d'exemple, je cite une de ses études où l'auteur des *Essais sur l'entendement humain*, fait référence aux infinis: «Analyse des recherches de Pascal sur l'équilibre des balances, les centres de gravités, réflexions sur l'usage de l'arithmétique des infinis».

### Précisions sur les sources

Or, la première édition des *Pensées*, en 1669 a été faite, suivant les manuscrits que M Périer, le beau frère de Pascal, avait recompilé soigneusement aidé par son épouse, la sœur de Pascal. Cette édition sera suivie par une autre en 1670 à Paris. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, le philosophe encyclopédiste Condorcet fera une autre édition à Londres. En France, l'abbé Bossut reprend l'édition de Condorcet. Au XIX<sup>e</sup> siècle, le philosophe et professeur à la Sorbonne Victor Cousin présente une communication à l'Académie française où il démontre l'importance de l'apport philosophique et scientifique des *Pensées* et, par conséquent, le besoin de l'expliquer et de le commenter.



2<sup>e</sup> édition édition des *Pensées* Paris 1670

L'édition qui sert de support à mes citations est l'édition de référence établit, en 1897, par le philosophe Léon Brunschwig mais qui a été améliorée, tout au long du XX<sup>e</sup> siècle, par plusieurs spécialistes avec des notes et une distribution analytique des sujets plus précise.

## L'infini chez Pascal

Nous avons dit que, dans cette recherche sur l'infini, on trouve la théorie d'un grand philosophe et scientifique catholique, Blaise Pascal. Elle porte sur l'infini de grandeur et l'infiniment petit. Sa réflexion est fondée sur le principe d'une unité originaire créatrice: «Deus fecit omnia in pondere, in numero et mensura»<sup>2</sup> (Dieu a tout fait en pesanteur, en nombre et mesure). C'est par cette unité première que toutes les choses présentent des propriétés communes et entretiennent des relations entre elles. Ainsi, la recherche du savoir s'ouvre à l'horizon de «deux infinités qui se rencontrent dans toutes : l'une de grandeur, l'autre de petitesse»<sup>3</sup>. Dans ses *Pensées*, Pascal aborde et développe la thématique de l'infini selon diverses perspectives épistémologiques. Nous verrons que sa vision prémonitrice annonce certaines théories astrophysiques qui sont aujourd'hui en vigueur.

Pascal fonde sa conception de l'infini sur un principe qui, à mon avis, en présentant un horizon constamment renouvelé aux sciences, ouvre à l'homme les mystères, parfois insoupçonnés, du fonctionnement intrinsèque de la nature : «Il y a des propriétés communes à toutes choses dont la connaissance ouvre l'esprit aux plus grandes merveilles de la nature . La principale comprend les deux infinités qui se rencontrent dans toutes : l'une de grandeur, l'autre de petitesse» (op. cit, p. 174).

Pascal avait prévu que de la manière qu'il y a une physique macroscopique existe une autre microscopique. Il pensait aussi que dans l'infini macrocosmique s'étendaient des mondes.

## L'infini de l'espace-temps

Pascal prévoit que l'espace connu de l'univers est bien loin de comprendre son étendue indéfinie. Ainsi, à la différence des autres philosophes et physiciens de son époque qui voyaient l'espace comme un lieu défini par le mouvement d'un corps d'un point à un autre, Pascal conçoit l'espace comme un infini en expansion: « Quelque grand que soit un espace, on peut en concevoir un plus grand et encore un qui le soit davantage ; et ainsi à l'infini sans jamais arriver à un indivisible qui n'ait plus aucune étendue» (op cit . p. 174).

Cependant, il va encore plus loin. Le temps, pour lui, est aussi infini : «il en de même du temps. On peut toujours en concevoir un plus grand sans dernier, et un moindre, sans arriver à un instant et un pur néant de durée » (ibidem).

Or, cette idée sur un temps qui est infini donne une nouvelle vision sur le temps car il n'est pas limité par la durée des événements. Je crois que cette hypothèse peut ouvrir un nouveau horizon des connaissances pour arriver à cerner ce qu'est le temps.

En 2015, dans le cadre des Sessions de culture scientifique de l'Ecole Internationale Chalonge-de Vega , dans mon intervention, *Un inconnu incontournable : le temps*, j'ai

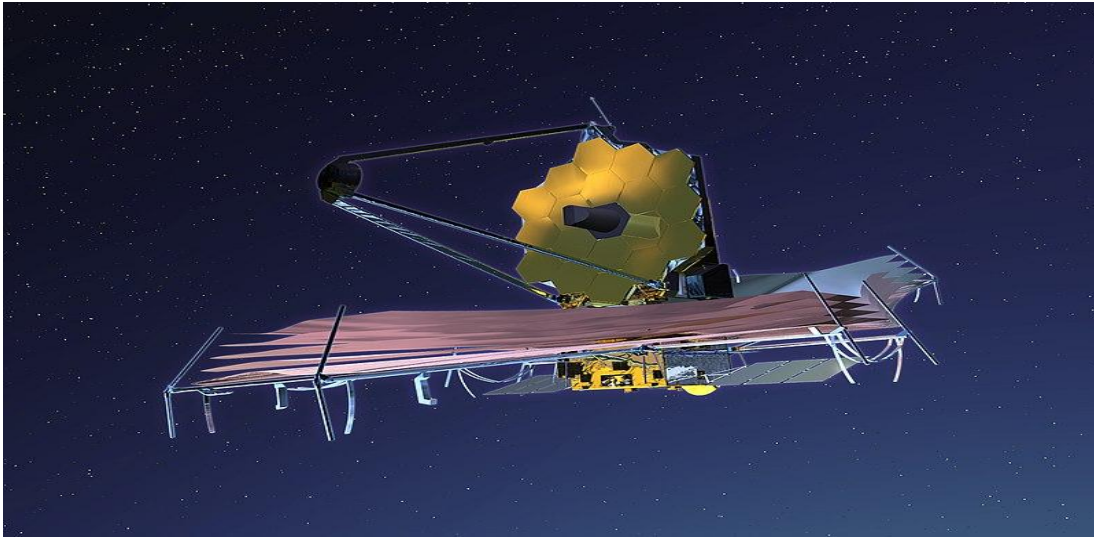
---

2 Pascal, *Opuscules*, 3ème partie, XV *De l'esprit géométrique*, Hachette, Paris, 1912 p. 173.

3 Ibidem, p. 174.

développé et précisé pourquoi le temps n'est point défini par la durée

A l'égard des nouveaux astres dans l'étendue du cosmos, les observations cosmologiques actuelles montrent bien que l'on découvre sans cesse l'existence des trous noirs massifs dont la masse d'un million de masses solaires dépasse largement celles des trous massifs qu'on avait répertorié. En plus, récemment, au mois d'avril de cette année, dans une galaxie très lointaine, le télescope James Webb a fait une découverte surprenante ; un gigantesque trou noir massif archaïque dont la masse peut dépasser 10 millions de masses solaires. Il a été perçu grâce à la perturbation de marée TDE (Tidel Disruption Event). Celle-là est produite lorsqu'une étoile passe à proximité d'un trou noir massif car elle est déchirée par l'immense effet de gravité qui se dégage du trou noir massif. Ce trou noir datant de l'univers primordial est dit archaïque.



télescope James Webb

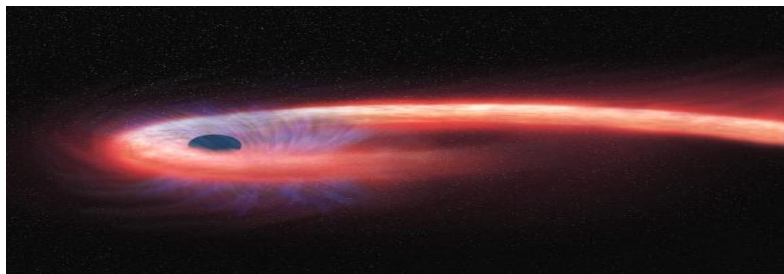


Image modélisée de l'effet de TDE ou EPM en français, en italien et en espagnol

Je voudrais faire une remarque sur l'emploi parfois abusif de l'anglais dans la terminologie scientifique. Tidel désigne la marée, disruption, la perturbation, event, événement donc je ne vois pourquoi l'appellation en anglais serait mieux que la

française EPM, Événement Perturbateur de Marée que l'italienne, EPM Evento Pertubatore della Marea et également EPM en espagnol, Evento Pertubador de Marea. En fait, comme on peut le voir, l'appellation TDE n'est valable que dans une seule langue, l'anglais, tandis que EPM est significative en trois langues dont l'espagnol et le français sont de langues internationales.

A présent, revenons à notre thématique. C'est Pascal qui aura la vision d'un microcosme pouvant devenir infiniment petit dans un temps infini à travers d'un espace infini.

Bien des siècles plus tard, sa conception a été confirmée par la physique quantique qui ouvre les portes à ce monde microscopique. Dans ce microcosme les notions d'espace et de temps perçues dans le macroscopique sont bouleversées. En effet, on découvre des particules de plus en plus minuscules et le principe d'incertitude nous montre qu'elles deviennent tellement invisibles qu'on ne peut percevoir leur existence que par leur activité contiguë en tant que matière ou en tant qu'énergie. C'est le cas des quarks qui composent les protons et les neutrons. Certes, on peut encore citer les bosons qui ont un spin entier et les fermions qui ont un demi spin, mais il peut avoir d'autres particules comme celles qui composeraient la matière noire.

Mais reprenons les pensées de Pascal sur l'infini, il conçoit un point qui peut tout comprendre dont l'action tend vers l'infini. Écoutons-le : «Le mouvement infini, le point qui remplit tout» (op. cit., p. 434). Cette idée peut être la vision d'une particule qui pourrait être pratiquement ponctuel mais qui serait pleine d'énergie.

Or, si nous remplaçons le point par particule nous trouvons le photon qui est une particule de charge électrique nulle est sans masse mais qui interagit avec d'autres particules. D'ailleurs, les quarks sont aussi des particules que l'on peut supposer comme un point mais elles sont énergétiques et leur interaction avec les électrons peuvent reconstituer la matière indéfiniment.

D'ailleurs, les théories actuellement en vigueur en astrophysique permettent de supposer l'existence d'une énergie incommensurable mais sans rayonnement dite noire dont l'action probablement fait accroître indéfiniment l'expansion accélérée de l'univers. Ainsi, en faisant une synthèse des conceptions pascaliennes d'un espace infini et d'un temps infini on arrive à la conclusion que l'auteur des *Pensées* avait prévu un espace-temps qui pourrait s'étendre vers l'infini.

Pascal soutient qu'on peut toujours ajouter une grandeur à une autre jusqu'à l'infini. De même, on peut la diminuer sans en trouver une qui ne puisse être encore divisible. L'espace aussi peut être élargi jusqu'à l'infini mais on peut également le réduire sans jamais atteindre une limite. Cette propriété de l'infiniment grand et de l'infiniment petit, on la retrouve également dans le temps et, par conséquent, dans le mouvement : « quelque prompt que soit un mouvement, on peut en concevoir un qui le soit davantage, et hâter encore ce dernier ; et ainsi toujours à l'infini »<sup>4</sup>.

---

4 Ibidem.

Certes, d'après la théorie de la relativité, on ne peut pas concevoir qu'un mouvement puisse être accéléré au-delà de la vitesse de la lumière, mais, si comme le pensent certains astrophysiciens, l'univers est en expansion accélérée dans toutes les directions, on pourrait supposer que le mouvement l'est aussi et par conséquent pourrait tendre à l'infini. Cependant, ce qui est fort intéressant c'est que Pascal conçoit également que l'on peut réduire un mouvement sans jamais arriver au repos absolu: « quelque lent que soit un mouvement, on peut le retarder davantage, et encore ce dernier ; et ainsi à l'infini sans jamais arriver à un tel degré de lenteur qu'on ne puisse encore en descendre à une infinité d'autres, sans tomber dans le repos ».

Cette dernière hypothèse pourrait-elle être une sorte de prémonition des unités infiniment petites de longueurs du temps et de l'espace dites de Planck. Certes, elles sont déterminées par des critères physiques qui n'existaient pas à l'époque de l'auteur des *Pensées*, c'est-à-dire l'association de la vitesse de la lumière  $c$  à la constante de gravité de Newton  $g$  et à la constante de Planck. Ainsi, la longueur minimale approximative est de  $10^{-33}$  cm, et le temps minimal approximatif est  $10^{-43}$  seconde.

D'après les théories actuelles, si l'on voulait continuer à enquêter sur la nature de l'espace et du temps au-delà de ces dimensions quasi infiniment petites, le temps et l'espace éprouveraient une transformation gravitationnelle quantique dont la structure deviendrait incompréhensible. Toutefois, au nom du progrès scientifique, qui est jalousement soutenu par les partisans d'une approche matérialiste de la science, sauf quand les découvertes vont à l'encontre de leurs axiomes, on peut se demander pourquoi on doit obligatoirement se limiter pour toujours à ces chiffres ? Dans l'avenir, ne pourrait-il éclore une autre théorie capable de surmonter ces limites, voire de donner d'autres perspectives de l'espace et du temps ?

Bien que les infinis, celui de l'infiniment grand et celui de l'infiniment petit, soient par leur nature infiniment différents, Pascal pense qu'il existe une relation entre eux: « ces deux infinis, quoique infiniment différents, sont néanmoins relatifs l'un à l'autre, de telle sorte que la connaissance de l'un mène nécessairement à la connaissance de l'autre »<sup>5</sup>. Ainsi, il arrive à la conclusion que si un espace « peut être infiniment prolongé, il s'ensuit qu'il peut être infiniment diminué »<sup>6</sup>.

Quoi qu'il en soit, Pascal distingue la position de l'homme entre les infinis. « Qu'est-ce qu'un homme dans l'infini ? » Se demande-t-il. En quelque sorte, l'homme participe aux perspectives de ces infinis. Bien que sa dimension soit imperceptible dans la grandeur de l'univers, il apparaît, en même temps, comme un immense géant face à l'infiniment petit. Certes, il a l'intuition de leur existence mais il n'arrive point à les cerner. Toutefois, ces deux infinis sont un défi à la connaissance. Ils poussent l'homme à la recherche sans fin des secrets de la nature: « C'est ainsi que nous voyons que toutes les sciences sont infinies en l'étendue de leurs recherches »<sup>7</sup>.

---

5 Ibidem, p. 183.

6 Ibidem.

7 *Pensées*, 72, p. 351.

Cependant, même si la science avance sans cesse, ses théories sont toujours limitées. C'est pourquoi les découvertes scientifiques sont souvent accompagnées de la révélation de nouvelles énigmes. Cette observation montre bien l'actualité de la pensée de Pascal.

Toutefois, Pascal a toujours une vision anthropologique sur le sens des connaissances qui nous poussent à dépasser nos limites. A travers ses recherches sur l'infini il se demande quel est le rôle de l'homme qui est limité et mortel face à un univers infini et arrive à une conclusion que, à mon avis, est fondamentale pour comprendre pourquoi il est nécessaire et important de connaître l'apport des grands penseurs et scientifiques du passé, en occurrence Pascal, à l'avance créatif des sciences.

Certes, Pascal prend conscience que «L'homme n'est qu'un roseau, le plus faible de la nature, mais c'est un roseau pensant» (p. 488). Et cette propriété spécifique de l'esprit de l'homme le pousse au grand défi de la créativité qui est constamment renouvelé: «par l'espace, l'univers me comprend et m'engloutit comme un point (mais) par la pensée je le comprend» (ibidem).

## L'INTERPRÉTATION DE LEIBNITZ

Depuis le manuscrits conservés, Leibnitz est intéressé surtout à partir des années 1670 par l'œuvre de Pascal. En effet, le philosophe-scientifique français a eu une influence sur l'orientation de certaines recherches du penseur allemand. A titre d'exemple, je cite une de ses études où l'auteur des *Essais sur l'entendement humain*, fait référence aux infinis: «Analyse des recherches de Pascal sur l'équilibre des balances, les centres de gravités, réflexions sur l'usage de l'arithmétique des infinis».

Tout en remettant en question la relativité de l'infini, Leibniz rejoint cependant l'idée de Pascal sur l'absolu de l'infini en Dieu comme on peut le voir dans son livre écrit en français, *Nouveaux essais sur l'entendement humain* (1704) pour répondre aux propos que Locke expose dans son *Essay concerning human understanding* (1690), le titre de l'ouvrage anglais éclaire la signification de l'adjectif *nouveaux* introduit par le philosophe allemand.

Dans cet ouvrage, Leibniz soutient que même s'il peut y avoir une infinité des choses dont la multiplicité est inépuisable, l'infini ne fait pas partie de la réalité proprement dite car il n'est qu'un terme qui n'a pas de signification par lui-même mais par rapport à d'autres, c'est-à-dire qu'il est une syntacatégorématique<sup>8</sup> qui désigne une abstraction mathématique: «il n'y a point de nombre infini ni de ligne ou autre quantité infinie (...) Les écoles ont voulu ou dû dire cela, en admettant un infini syncatégorématique (...) et non pas l'infini catégorématique»<sup>9</sup>. En fait pour lui, «Le vrai infini à la rigueur n'est que dans l'*absolu*, qui est antérieur à toute composition,

---

8 Le terme *syncatégorématique* fait partie du lexique logique et désigne un mot qui n'a pas une signification par lui-même mais qui, mis en relation avec d'autres, peut étendre ou restreindre leur signification tandis que *catégorématique* désigne les termes qui par eux-mêmes ont une signification. Les scolastiques considéraient les noms et les verbes comme catégorématiques.

9 *Nouveaux essais sur l'entendement humain*, Granier-Flammarion, Paris, 1966, p. 132.

et n'est point formé par l'addition des parties»<sup>10</sup>.

Leibniz pense que plus que sur la quantité, l'étendue de l'infini est fondée sur le principe de similitude. Voici son argumentation : «Prenons une ligne droite et prolongeons-la, en sorte qu'elle soit le double de la première. Or, il est clair que la seconde, étant parfaitement semblable à la première, peut être doublée, de même pour avoir la troisième qui est encore semblable aux précédentes ; et la même raison ayant toujours lieu, il n'est jamais possible qu'on soit arrêté, ainsi la ligne peut être prolongée à l'infini, de sorte que la considération d'infini vient de celle de similitude»<sup>11</sup>.

En fait, le critère employé par Leibniz pour représenter géométriquement l'infini relève plus de l'addition de segments ayant la même taille que du prolongement d'une droite. Cette notion semble contredire le principe du philosophe et mathématicien allemand qui soutient que l'infini n'est pas le résultat d'une addition inépuisable.

Or, on peut résoudre cette antinomie si l'on tient compte du fait que pour développer à l'infini une droite on n'a pas besoin de l'addition. Il suffit que les points que la constituent s'écartent les uns des autres à l'infini. Ainsi, le nombre de points reste le même mais la droite s'étend à l'infini.

En effet, supposons que la droite, tout en se prolongeant à l'infini, garde le même nombre de points. Si le nombre de points est fini, une sorte de paradoxe est posée car, dans ce cas, on peut concevoir l'infini à partir du fini.

Or, en 1971, cette sorte de paradoxe a été l'objet d'une théorie physique tirée du principe gravitationnel de Newton mais appliqué à plus de quatre masses. La séparation des paires de masses deviendrait infiniment grande. On pensait que le temps de cette séparation serait également infini. Cependant, le physicien Jeff Xia a formulé une hypothèse qui peut présenter de nouvelles perspectives: bien que les paires de masses puissent s'éloigner les unes des autres à l'infini, le temps de leur écartement serait fini.

L'une des explications de cette hypothèse singulière est fournie par le mathématicien anglais John D. Barrow: «Nous avons quatre masses égales formant deux systèmes doubles en orbite avec des vitesses de rotation égales mais opposées de sorte que la rotation globale est nulle. Leurs plans orbitaux sont parallèles. Puis Xia introduit un objet plus léger qui oscille le long d'une ligne passant par le centre des deux paires. Chaque fois que la petite masse rencontre l'influence de l'une des deux paires de masses plus lourdes, cela crée une petite situation à trois corps et elle reçoit une forte impulsion vers l'arrière tout comme notre balle de ping-pong tandis que les paires ont des orbites légèrement plus proches entre elle. Xia a montré que ce processus continuait par des va-et-vient et que les paires de particules s'éloignent les unes des autres alors que la petite masse oscille entre elles à une vitesse toujours plus grande. Chose remarquable, la distance maximale entre les particules devient infiniment

---

10 Ibidem, p. 133, le mot en italique se trouve dans l'original.

11 Ibidem, p.133

grande en un temps infini »<sup>12</sup>. Mais, il arrive à la conclusion « que les conditions de départ nécessaires pour obtenir cela sont extraordinairement improbables »<sup>13</sup>.

Quoi qu'il en soit, dans l'hypothèse que nous venons de voir, la relation fini-infini n'est pas donnée par la même espèce, espace fini  $\rightarrow$  espace infini, ou, temps fini  $\rightarrow$  temps infini, mais par des catégories différentes mises en relation en proportion inverse: l'espace deviendrait infini tandis que le temps resterait fini. Cependant, dans le cas de la droite qui se prolonge à l'infini par l'écartement à l'infini de ses points en nombre fini, c'est dans la même catégorie de l'espace que l'on peut concevoir un infini à partir d'un fini.

Mais, comment représenter l'infini par un signe qui ne soit pas un mot? Bref, comment trouver un signe qui puisse être intégré dans le langage logique et mathématique?

## L'ORIGINE DU SYMBOLE $\infty$

Le signe qui désigne en mathématiques l'infini,  $\infty$ , a été introduit par un prêtre anglais John Wallis qui fut contemporain de Pascal, il fut ordonné en 1640, mais, par la durée de sa vie il est né en 1616 et est mort en 1703, il l'est aussi de Leibniz.

En 1649, Wallis est nommé professeur de géométrie à Oxford, mais il s'intéresse également à la linguistique, il écrit une grammaire de la langue anglaise, *Grammatica Linguae Anglicana*, où il fait une étude remarquable sur la phonétique de cette langue. En contribuant, en 1660, à la fondation de la *Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge*, il se distingue également par son apport aux institutions scientifiques

C'est dans la première partie de son livre écrit en latin *De Sectionibus Conicis* ( Sur les sections coniques) qu'il introduit le signe  $\infty$  pour désigner les nombres infinis. Voici le texte où apparaît ce signe: «Suppono in lamina (juxtâ Bonaventuræ Cavallerii *Geometriam Indivisibilium*) planum quodlibet quasi ex infinitis lineis parallelis confluri : Vel potiùs (quod ego malle) ex infinitis prallelogrammis æquè altis ; quorum quidem singulorum altitudo sit totius lattiudini ;  $1/\infty$  sive aliquota pars infinite parva ; (esto enim  $\infty$  nota numeri infinitis) omnium simul altitudo aequalis altitudini figuræ»<sup>14</sup>.

Bien que le signe  $\infty$  soit attesté dans le traité de Wallis, on n'a pas de preuves exhaustives pour affirmer qu'il fut son inventeur. Toutefois, ce mathématicien était prêtre et il est probable qu'il ait pu s'inspirer du principe que le Christ est le commencement et la fin de tout ce qui existe symbolisé par les lettres grecques  $\alpha$  et  $\omega$

---

12 John D. Barrow, *Une brève histoire de l'infini*, Robert Laffont, Paris, 2008, p. 238.

13 Ibidem.

14 John Wallis, *De Sectionibus conicis*, Typis Leon : Lichfield Acadamiæ typographi Impresis Tho. Robinson Anno 1655, p. 4, les parenthèses sont de l'original.

**Ἐγώ εἰμι τὸ Ἄλφα καὶ τὸ Ὠμέγα** (je suis le commencement et la fin). Mais, dans le christianisme, la fin en rejoignant le commencement n'est pas le néant mais l'achèvement de cycles, c'est-à-dire que la fin d'un cycle implique le commencement d'un autre, et d'un autre... ainsi de suite à l'infini.

Or, si l'on prolonge le tracé du graphème  $\omega$  en le faisant tourner de  $180^\circ$  et en unissant ses extrêmes on a  $\infty$  d'où  $\infty$  et ce dernier symbole pourrait représenter la fin qui retrouve le principe. Cependant, ce dernier signe présente une forme toute proche de la courbe dite lemniscate qui est une courbe plane ayant la forme d'un huit en position horizontale. Elle fait partie de la famille des ovales dont la description a été précisée par Giovanni Domenico Cassini vers 1680.

Le mot désignant cette sorte de courbe procède, à travers le latin *lemniscus* (orné de ruban), du grec *lêmniskos* nom qui signifie 'ruban'. Par sa forme, en partant de n'importe quel point, on peut parcourir cette courbe à l'infini.



Tout cela amène à supposer que le signe  $\infty$  a pu être obtenu à partir de  $\omega$  et de la figure connue des mathématiciens grecs *lemniskos*. Cela explique le fait qu'il n'est pas vertical mais horizontal permettant ainsi de le distinguer du chiffre 8.

Dans la suite de l'apport des scientifiques à la problématique de l'infini, on trouve, vers la fin du XIXe siècle, un mathématicien qui va révolutionner les critères épistémologiques. Son nom est Georg Cantor.

### **L'apport de Georg Cantor**

Ce mathématicien allemand, mais né en 1845 à Saint-Petersbourg, se sentit inspiré par la Grâce pour découvrir de nouvelles entités mathématiques<sup>15</sup> : les nombres transfinis. Sa théorie distingue l'infini absolu qui est en Dieu, et dans ce sens il continue la pensée de Leibniz et d'autres philosophes catholiques, de ce qui est conçu par la pensée et produit dans un monde créé.

Ainsi, il y aurait trois formes d'infini : l'absolu, le mathématique et le physique. Ce grand mathématicien a eu beaucoup de mal à faire comprendre sa théorie par les mathématiciens de son époque, en revanche, elle fut mieux accueillie par les

---

15 Voir John D. Barrow, op. cit. pp 95-99.

philosophes et les théologiens

Son hypothèse est fondée sur le principe qu'il existe des infinis dénombrables et des infinis indénombrables. En effet, si l'on prend l'ensemble des nombres entiers, celui-ci peut être dénombrable car on peut compter les nombres et même les mettre en correspondance bijective, c'est-à-dire faire correspondre chaque élément d'un ensemble avec l'élément correspondant de l'autre ensemble. Ainsi, l'ensemble des nombres entiers peut correspondre avec l'ensemble de nombres rationnels.

En fait, tous les deux sont dénombrables. Mais, l'ensemble des nombres réels, composé de l'ensemble des nombres rationnels et de l'ensemble des irrationnels, n'est pas dénombrable. Ainsi, du point de vue mathématique, l'infini des nombres réels  $R$ , c'est-à-dire l'ensemble composé des nombres algébriques, ceux qui sont la racine ou la solution d'une équation algébrique et de nombres transcendants comme  $\pi$ , est plus grand que celui des entiers  $Z$ . Cette relation, on peut la noter:  $R > Z$ . Cette constatation mathématique rend explicite le fait qu'il existe divers grades d'infinis. D'ailleurs, les grades croissants d'infinis permettent de concevoir qu'il peut exister des sous-ensembles infinis à l'intérieur d'un même infini. Cette propriété est dite la puissance d'un infini. Cantor désigne le premier degré d'infini par la lettre aleph  $\aleph$  tirée de l'écriture hébraïque.

En quelque sorte, le principe de puissance d'infini de Cantor s'oppose au principe formulé par le philosophe et mathématicien grec présocratique Zénon d'Élée qui, au moyen de ses célèbres paradoxes<sup>16</sup>, niait le mouvement mais aussi l'infini. Il soutenait que l'unité, étant logiquement unique, ne pouvait pas admettre une divisibilité à l'infini.

Cependant, la conception mathématique de l'infini pose un problème pour la physique car cette science, étant fondée sur l'observation et l'expérimentation, ne peut pas observer l'infini et encore moins l'expérimenter. Les connaissances étant limitées, elles n'arrivent à définir qu'une partie minime de l'univers et des principes de la vie. Il y a toujours des réalités qui, même si elles sont connues d'une manière empirique ou théorique, restent indéfinies. C'est pourquoi il me semble nécessaire sinon de préciser du moins de signaler les différences existant entre l'indéfini, l'infini et l'éternité.

## L'indéfini

L'indéfini est étroitement lié à ce qui est indéterminé car on ignore son origine. Mais, ce qui est indéterminé peut avoir une étendue tout à fait limitée. Dans les langues européennes, on le voit clairement dans l'emploi grammatical de l'article indéfini, en

---

16 Zénon essaye de démontrer la non existence du mouvement au moyen de paradoxes. Je me limiterai à citer celle de la dichotomie : soit un objet  $O$  en mouvement entre  $A$  et  $B$ , avant d'arriver à  $B$  il doit passer par  $C$  mais pour se déplacer entre  $A$  et  $C$  il doit passer par  $D$  et, avant  $D$ , par  $E$ ... et ainsi à l'infini. Or, arrive un moment où la distance à parcourir devient nulle donc  $O$  ne pourra jamais atteindre  $B$ . Par conséquent le mouvement de  $O$  devient impossible.

français: un homme, un bâtiment, un atome... Mais cette indétermination qui est limitée on peut la percevoir également dans les diverses formes d'action concrètes ou abstraites exprimées par l'infinitif verbal: on peut marcher mais pas d'une manière infinie, on peut penser à l'infini mais on ne peut pas prolonger d'une manière infinie le fait de penser. Par cette propriété d'être limité, l'indéfini peut être mis en relation avec la notion de mesure.

On peut illustrer cette relation par les mesures physiques concernant les atomes ou les particules subatomiques. Certes, on peut mesurer la distance entre deux atomes établie au milliardième de mètre, on peut même parvenir à mesurer le noyau des atomes constitués de protons et de neutrons, cent millièmes de milliardième de mètre, mais, on ne peut pas préciser la taille des électrons ou des particules élémentaires comme les quarks qui sont insécables.

Pourtant, cet empêchement ne signifie pas qu'on n'arrivera jamais à établir des mesures sur ces particules. Mais ce n'est pas pour autant que l'énigme des principes de la matière soit résolu. La mesure est établie par le biais des paramètres mais elle ne nous explique pas le fonctionnement intrinsèque de ces particules.

Jusque là nous sommes sur les mesures portant sur des objets qui tendent vers l'infiniment petit mais il se passe la même chose pour l'indéfini des grandeurs astronomiques ou astrophysiques. On peut mesurer la distance à laquelle se trouve une exoplanète géante comme celle qui gravite autour de l'étoile 51 Peg située à 48 années lumière (a.l.). Mais la raison pour laquelle cette planète se trouve là reste indéfinie.

Certes, on peut encore aller bien plus loin et mesurer la distance en années lumière de certaines galaxies qui se trouvent éloignées de 5 fois 10 élevé à la puissance 8 a.l., mais ces mesures ne définissent que la distance, la composition de ces galaxies et leur situation restent indéfinies.

Il y a encore d'autres phénomènes qui, tout en étant indéfinis, relèvent des nouvelles interprétations de l'univers. Bien qu'on suppose que l'énergie noire constitue 72 % de la densité d'énergie de l'univers, on ne peut pas la mesurer pour savoir si elle est constante ou si elle varie dans l'espace et dans le temps. En fait, on ne peut pas mesurer l'énergie noire car sa structure reste indéfinie. Tous les exemples que nous venons de donner montrent que les phénomènes qui relèvent de l'indéfini sont susceptibles d'être mesurés.

## **L'infini immensurable**

Or, à la différence de l'indéfini, un infini peut être déterminé par son origine ; c'est le cas de l'univers perçu selon la théorie du Big Bang mais aussi celui des possibilités de la vie à partir de son commencement. Cependant, même si on peut déterminer son origine, notre univers serait âgé de 13,7 milliards d'années, si son expansion est

infinie, il échapperait à la notion de mesure, notion qui est, cependant, applicable à indéfini, comme nous venons de le voir, indépendamment de sa grandeur. De même, on peut mesurer l'origine de la vie, elle serait apparue sur la Terre cela fait 3,8 milliards d'années. Mais, la diversité des êtres vivants constituerait entre 1,5 et 1,8 million d'espèces. Toutefois, ces chiffres ne sont point précis car on découvre souvent de nouvelles espèces tandis que d'autres s'éteignent. Ainsi, même si on peut déterminer son origine, si la vie, comme l'univers, s'étend d'une manière infinie et la diversité de son évolution le serait aussi. C'est pourquoi ni la vie ni son expansion ne pourraient pas être déterminées par des mesures prétendues précises.

Les observations que nous venons de faire et de vérifier nous montrent que l'infini est une notion qui, en comprenant la nature dans son ensemble biologique et cosmique, doit être prise en compte pour toute recherche approfondie sur ces domaines. Cependant, par les questions que l'infini suscite sur la destinée de l'expansion cosmique et le sens de l'évolution biologique, cette notion fondamentale montre aussi les relations existant entre la philosophie et la science.

Helios Jaime