

École Internationale d'Astrophysique Chalonge-de Vega Sessions interdisciplinaires de culture scientifique Paris 2023

Helios JAIME
Épistémologue de sciences
Chercheur en linguistique
Dr en Littérature comparée Sorbonne

L'infini chez Bruno et chez Pascal en relation avec les conceptions cosmologiques

αρχή είναι το άπειρο

(le principe (de tout ce qui existe) est l'infini)

Anaximandre

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 l'expérience, l'épistémologie de l'infini se manifeste au-delà de cette pratique. Cependant, les observations des phénomènes cosmiques comme l'accélération de l'univers voire biologiques, comme la diversité 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 livres¹, 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 dans les systèmes des langues la vision de l'homme, de la nature et du cosmos.

Bref aperçu historique de l'idée d'infini

L'idée d'infini avait été proposée en Grèce, au VI^e siècle avant notre ère, par un philosophe présocratique, Anaximandre. Il soutient que le principe **αρχή** (archè) de tout ce qui existe dans l'univers est l'infini désigné en grec par le mot **άπειρο** (apeiro) . Je donne le nominatif masculin de ce mot mais il est plus connu par sa forme neutre, *apeiron*. Ce mot est construit à partir de la particule négative α et du nom *péiras* qui désigne la limite mais aussi tout ce qui a un commencement et une

¹ Je ne cite que mes derniers livres: *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.

nôtre, le solaire, les planètes qui le composent diffèrent par leur masse, leur densité, leurs atmosphères, par leur temps de rotation autour du soleil et aussi ils se distinguent par leurs constitution chimique entre autre caractéristiques. De surcroît, notre planète, par rapport aux autres, présente la singularité de la vie.

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 de l'univers 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 discontinue est intégré dans le continue. En fait, tout laisse supposer que la cause de cette expansion est l'énergie continuellement renouvelée 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).

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 émisent dans l'univers primordial.

Toutes ces observations, théories et modèles du fonctionnement de l'univers qui font parti de la cosmologie actuelle montrent l'extraordinaire pouvoir créatif de la pensée de Giordano Bruno. Dans sa *Proemiale Epistola*, dans laquelle sont présentées les idées qui sont argumentées dans ses *Dialoghi* (Dialogues), le philosophe italien se révèle comme le précurseur de l'épistémologie cosmologique. En effet, Bruno conçoit un univers qui s'étend vers l'infini poussé par une énergie infinie. Cela signifie que l'univers a la propriété de s'étendre d'une manière continue vers l'infini. Bruno soutient: "*che se la potenza attiva attua l'esser corporale e dimensionale questo deve necessariamente essere infinito*". Opere Italiane, Vol. Secondo *de l'infinito, universo e mondi*, Unione Tipografica-Editrice Torinese, p. 14. Je donne ma traduction: "si la puissance active agit sur l'être corporel et dimensionnel cela doit être nécessairement infini".

En fait, Bruno entend par puissance active, l'énergie et, par être corporel, la matière. Dans sa recherche de l'infini, Bruno était arrivé à la conclusion que: "*si mostra come il moto di mondi infiniti intensivamente si verifica in ciascun de mondi*" (op. cit. p. 16). Je donne ma traduction: "où se montre comment le mouvement des mondes infinis d'une manière intensive est vérifié dans chacun des mondes". Cela signifie que l'énergie qui est la cause des phénomènes cosmologiques exerce son action sur chaque élément qui compose l'univers.

Certes, à son époque, la vision géniale de Bruno d'une énergie infinie qui met en action continue tout ce qui comprend l'univers, ne pouvait point être confirmée et, de surcroît, elle sera refusée aussi catégoriquement qu'elle finira pour provoquer la persecution et la mort du philosophe. Mais la conception d'un univers infini énoncé par Bruno ne finit pas avec lui, elle sera développée un demi siècle plus tard par un autre grand philosophe et scientifique français, Blaise Pascal.

Les *Pensées* de Pascal

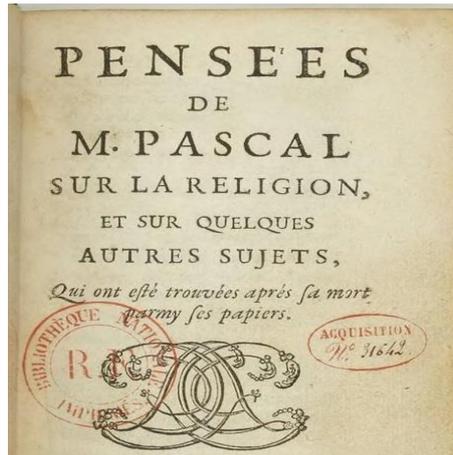
Au XVIIe siècle, la pensée en France n'était pas sous l'emprise d'un dogmatisme obscurantiste. Ainsi, Pascal a pu développer librement ses idées sans subir les douloureuses épreuves endurées par Bruno. Il est probable que Pascal ait connu la pensée de Bruno car, rappelons-nous, le philosophe italien avait dédié son ouvrage, où il argumente sa conception de l'infini, à l'ambassadeur de France en Angleterre. Quoiqu'il en soit, 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 transcendantale 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

Lorsque on fait des études sur les grands penseurs du passé, en occurrence Bruno et Pascal, pour éviter de faire des interprétations erronées il est important de connaître l'authenticité de ses écrits qui ont été publiés. C'est pourquoi, pour Bruno j'ai suivi principalement l'édition italienne établie selon les manuscrits originaux, *Opere Italiane*, Vol. Secondo *de l'infinito, universo e mondi*, Unione Tipografica-Editrice Torinese.

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 XVIIIe siècle, le philosophe encyclopédiste Condorcet fera une autre édition à Londres. En France, l'abbé Bossut reprend l'édition de Condorcet. Au XIXe 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.



2è 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 XXe siècle, par plusieurs spécialistes avec des notes et une distribution analytique des sujets plus précise.

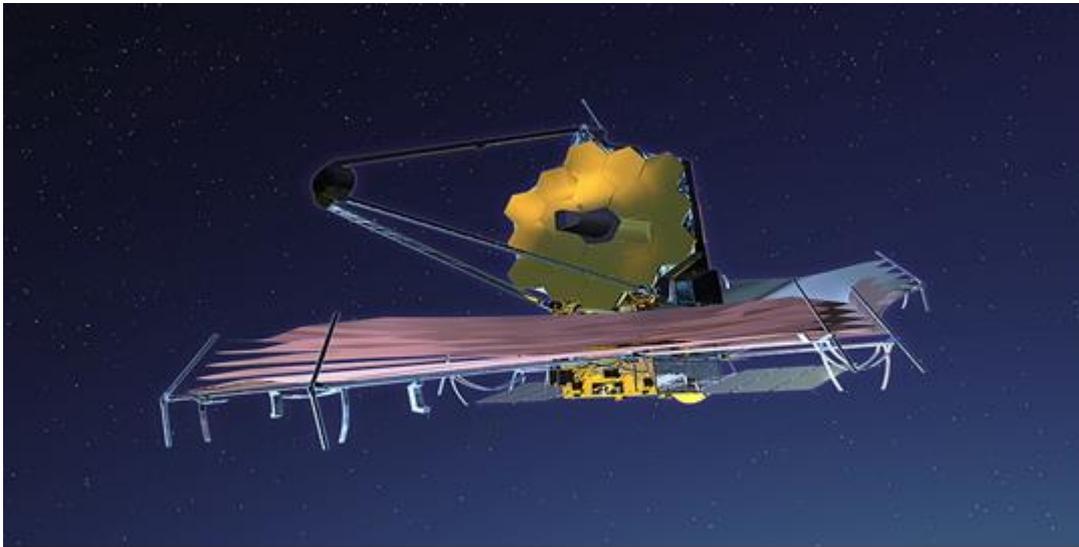
L'infini chez Pascal

Dans ses *Pensées*, Pascal aborde et développe la thématique de l'infini selon diverses perspectives épistémologiques. Nous verrons que sa vision prémonitoire annonce certaines théories astrophysiques 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 le monde macroscopique s'étend dans l'infini macrocosmique. Les observations cosmologiques actuelles montrent bien qu'on découvre sans cesse l'existence des trous noirs massifs dont la masse d'un million de masses solaires dépasse largement celle des trous massifs qu'on avait répertoriés. 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



A continuation, l'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. Le mot *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, 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 deux l'espagnol et le français sont de langues internationales.

A présent, revenons à notre thématique. Bien que Bruno dans son livre sur l'infini ait annoncé la probabilité d'un microcosme infini : «*si come è bene che sia questo mondo, non è men bene che sia ciascuno de infiniti altri* ». Je donne ma traduction: «Si comme est bon que ce monde soit (existe), n'est pas moins bon que chaque monde soit composé d'une infinitude d'autres» (op. cit., p.13), c'est Pascal qui aura la

vision d'un microcosme pouvant devenir infiniment petit dans un temps infini à travers 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 ponctuelle 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 et 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 peut reconstituer la matière indéfiniment.

L'infini de l'espace-temps

Pascal prévoit que l'espace connu de l'univers est bien loin de comprendre son étendue sans fin. 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 la E I A Chalonge, dans mon intervention, *Un inconnu incontournable : le temps*, j'ai développé et précisé pourquoi le temps n'est point défini par la durée

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.

L'origine du signe ∞

La problématique de l'infini touche aussi la créativité sémiotique: 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 et en même temps que sa forme finie soit le signifiant de l'infini?

L'énoncé mathématique de l'infini avait été formulé au XVI^e siècle par le mathématicien français, contemporain de Bruno, François Viète (1540-1603). Pour trouver la valeur de π , il emploie le produit infini, c'est-à-dire, un produit de nombres infinis qui suivent un modèle établi:

$$\frac{2}{\pi} = \sqrt{\frac{1}{2}} \times \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}}} \times \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}}\sqrt{\frac{1}{2}}} \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}}\sqrt{\frac{1}{2}}\sqrt{\frac{1}{2}}} \dots$$

Cependant, le signe qui désigne en mathématique l'infini, ∞ , a été introduit par un prêtre anglais contemporain de Pascal, John Wallis. Il avait été ordonné en 1640, mais, par la durée de sa vie, il est né en 1616 et est mort en 1703..

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 structure 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

John Wallis



C'est dans la première partie de son livre écrit en latin *De Sectionibus Conicis* (Sur les sections coniques) qu'il introduit le signe ∞ pour désigner les nombres infinis. Voici le texte où apparaît ce signe: « **esto enim ∞ nota numeri infinitis** omnium simul altitudo aequalis altitudini figuræ »².

Je me limite à traduire la notion qui nous intéresse: “**enim ∞ nota numeri infinitis**” qui signifie: “en effet, ∞ est la notation des nombres infinis”. Bien que le signe ∞ soit attesté dans le traité de Wallis, on n'a pas des preuves exhaustives pour affirmer qu'il fut son inventeur.

Or, ce mathématicien était prêtre et il est possible qu'il ait pu s'inspirer du principe que le Christ est le commencement et la fin de tout ce qui existe symbolisé par la première lettre de l'alphabet grecque α , et par la dernière ω : $\epsilon\gamma\omega\ \epsilon\iota\mu\iota\ \tau\omicron\ \alpha\lambda\phi\alpha\ \kappa\alpha\iota\ \tau\omicron\ \omega$ (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 ω en lui faisant tourner 180° et en unissant ses extrêmes on a: ∞ , d'où, suivant l'écriture cursive des graphèmes, on parvient au signe ∞ . Ainsi, le symbole pourrait représenter également la fin qui retrouve le principe créateur. Toutefois, il est intéressant d'observer que ce dernier signe présente une forme toute proche de la courbe dite *lemniscate* qui est une courbe plane ayant la forme d'un huit.

Or, cette courbe fait partie de la famille des ovales dont la description a été précisée, vers 1680, par un autre contemporain de John Wallis, Giovanni Domenico Cassini. Le mot désignant cette sorte de courbe procède, à travers le latin *lemniscatus* (orné de ruban), du grec $\lambda\eta\mu\nu\iota\sigma\kappa\omicron\varsigma$ (*lēmnikos*) nom qui désigne un ruban. Par sa forme, en partant de n'importe quel point, on peut parcourir cette courbe à l'infini:



² John Wallis, *De Sectionibus Conicis*, p. 4.

hi Impresis Tho. Robinson Anno 1655, p.

Cette courbe était connue des géomètres grecs. En effet, le géomètre grec **Persée**, III^e siècle av. J.-C., qui avait fait des études sur les coniques, l'avait analysée. Rappelons-nous que Wallis trouve le signe d'infini ∞ en étudiant précisément les coniques. D'ailleurs, le fait que cette courbe soit désignée par le mot grec $\lambda\eta\mu\nu\iota\sigma\kappa\omicron\varsigma$ (lēmnikos) permet de supposer que la forme du symbole ∞ a pu être obtenue à partir de la lettre grecque ω et explique également qu'il ne soit pas vertical mais horizontal, permettant ainsi de le distinguer nettement du chiffre 8.

L'homme face à l'infini

On peut se demander comment Pascal et Bruno pouvaient-ils arriver à concevoir un univers infini. Rappelons-nous que pour réaliser ses hardies recherches sur l'univers ni le scientifique-philosophe français et le prêtre-philosophe italien ne comptaient même pas sur la lunette de Galilée! Cette question nous amène à la puissance de l'esprit créatif.

Pascal a toujours eu 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.

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). Mais, 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). En fait, cette conclusion de Pascal sur le rôle de l'homme face à l'infini de l'univers rejoint l'inépuisable pensée créative de Bruno.

Or, de nos jours, la démarche souvent est orientée, parfois, obnubilée, par ce qui est strictement actuel. On croit que les travaux qu'on vient de publier, pour être les plus récents, sont supérieurs aux précédents. Ainsi, on oublie les grands apports pour l'avance des connaissances réalisés dans le passé. Pourtant, il est nécessaire et important de connaître l'apport des grands penseurs et scientifiques, en occurrence Bruno et Pascal, car leurs pensées peuvent servir de fondement aux nouvelles découvertes et à l'avance créatif des sciences.

Helios Jaime