L'approche méthodologique de Cantor

LYNDON LAROUCHE

Ce texte a été écrit en décembre 1984 afin de servir d'introduction à la première traduction française de l'ouvrage de Georg Cantor, Fondements d'une théorie générale des multiplicités. Pour mieux comprendre l'apport inestimable des travaux de Cantor, en particulier la notion des ordonnancements transfinis, l'auteur replace le mathématicien dans la lignée platonicienne, incarnée par Kepler, Leibniz, Gauss et Riemann.

Il n'est sans doute pas exagéré d'affirmer que, dans le domaine des mathématiques, Georg Cantor est la personnalité la plus sous-estimée des cent dernières années.

Pendant des décennies, à partir des années 1870, Cantor fut la cible d'une campagne de diffamation à l'échelle d'un continent, campagne dirigée ouvertement par le professeur Leopold Kronecker, à Berlin. L'objectif, l'ampleur et la nature de ces vastes opérations coordonnées contre Cantor constituent l'un des aspects les plus écœurants mais aussi, malheureusement, les plus révélateurs de l'histoire récente de la communauté scientifique dans son ensemble. Les archives de Mittag-Loeffler, en Suède, sont très instructives à cet égard. De fait, une sorte d'environnement psychologique contrôlé fut créé autour de Cantor. C'est sous l'effet de ces scandaleuses pressions que le moral de Cantor sombra. Les dernières années de sa vie, jusqu'à sa mort en 1918, ne révèlent que de faibles échos du génie dont il avait fait preuve dans ses principaux écrits de la période 1871-1883.

Non contents de le diffamer, les cercles de Bertrand Russell orchestrèrent une campagne internationale pour détruire les contributions déterminantes de Cantor, en les travestissant comme ce fut le cas avec la « théorie moderne des ensembles ». Cantor, diffamé et démoralisé, n'eut pas les moyens de défendre ses travaux contre de telles infamies. D'une certaine manière, nous en souffrons aujourd'hui plus que Cantor lui-même de son vivant.

Peut-être Cantor n'atteignit-il pas l'envergure et la profondeur de géants du XIX^{e} siècle comme Carl Gauss et Bernhard Riemann mais, cependant, ses qualités sont à rapprocher de celles du grand Lejeune-Dirichlet et de son propre inspirateur, Karl Weierstrass. Quelle que soit sa stature relative telle qu'elle s'exprime dans ses contributions de la période 1869-1883, en particulier de 1871 à 1883, sa contribution fut essentielle et elle l'est encore davantage aujourd'hui qu'elle ne le fut auparavant.

Ma propre appréciation de l'œuvre de Cantor, mon autorité pour parler de ces questions, se situe essentiellement dans le domaine de la science économique. Bien que l'élaboration mathématique de ma propre découverte fondamentale dans ce domaine doive surtout à l'œuvre de Riemann, ce fut Cantor qui m'ouvrit les yeux et me permit de saisir le véritable Riemann, et non celui des manuels. L'invitation qui m'a été faite d'écrire une préface à la publication d'un texte de Cantor me donne la possibilité de rembourser partiellement à Cantor la grande dette que je lui dois.

Les circonstances dans lesquelles cette dette fut contractée sont les suivantes. C'est la lecture d'écrits sélectionnés de Gottfried Leibniz – *La monadologie*, *Essais de Théodicée*, *Correspondance Leibniz-Clarke* – dès la prime adolescence, qui m'a permis, de façon rudimentaire mais efficace, de comprendre la pensée scientifique, et cette compréhension a gouverné toute ma vie adulte. C'est ce point de vue qui a déterminé ma réaction quand, en 1948, j'ai pris connaissance pour la première fois de la *Cybernétique* du professeur Norbert Wiener.

Le dogme de la théorie de l'information de Wiener et Shannon m'était insupportable ; à côté des aspects plaisants du livre, la tentative d'imposer la doctrine boltzmanienne (et laplacienne) des fluctuations statistiques y compris aux processus créateurs de l'esprit humain était abominablement dangereuse. Aussi, dans les années qui suivirent, je m'engageai passionnément à réfuter ce dogme. J'ai recherché de textes en notes bibliographiques, de publication en publication, à la quête du meilleur point de départ mathématico-physique pour lancer cette attaque.

Cette recherche m'amena à Cantor, dont l'œuvre domina mon attention pendant l'une des périodes les plus fécondes d'activité intellectuelle de ma vie, en 1952. La démarche de Cantor illumina de nombreuses choses pour moi, notamment la portée de l'essai de Riemann intitulé *Sur les hypothèses qui servent de base à la géométrie* (1854). Grâce à cela, j'ai pu enrichir profondément la découverte qui, pour ainsi dire, m'a « fait un nom » dans le domaine de la science économique.

Bien que les principes de la science économique furent, pour l'essentiel, établis par Leibniz et servirent de base au système américain d'économie politique d'Alexander Hamilton et des Whigs américains, la clef de voûte d'une science économique complète est restée introuvable jusqu'à l'élaboration mathématique de la découverte à laquelle j'ai abouti en 1952. Le problème était le suivant : comment peut-on, dans l'analyse des économies nationales, synthétiser une fonction mathématique qui puisse mesurer la relation de cause à effet entre une quantité mesurable de progrès technologique et le taux de croissance qui en résulte ? Pour des raisons qui sont, au sens propre, axiomatiques, un système d'inégalités linéaires (par exemple, une « analyse de systèmes »), tel que le proposait John von Neumann, est pire qu'inutile car il empêche automatiquement de réaliser jusqu'à l'existence même du problème. Von Neumann, qui se lança dans l'incompétence économique notamment pour échapper à la réfutation cinglante que Kurt Gödel avait faite de ses travaux en mathématiques, apporta moins que rien à l'économie !

Le progrès technique a pour effet de changer non seulement les coefficients des modèles linéaires d'« analyse de systémes », mais aussi le nombre de points d'entrée-sortie des tableaux synthétiques décrivant l'ensemble d'une économie. Dans une situation de progrès technologique généralisé, ces changements ont lieu constamment. L'analyse de systèmes ne pourrait donc réussir qu'à deux conditions : 1) l'économie doit fonctionner dans un état de stagnation technologique ; 2) il ne doit pas y avoir d'épuisement marginal des « ressources naturelles » de l'économie réelle. Ces deux conditions ne peuvent exister dans une économie réelle. Si la technologie stagne, il y a épuisement marginal des ressources naturelles ; et au fur et à mesure de cet épuisement, le niveau technologique baisse, comme nous en avons fait la cruelle expérience depuis 1973.

Le progrès technologique, tout comme la dégénérescence technologique, change radicalement la topologie et les coefficients calculables des matrices représentant le processus de production : le processus économique est « non linéaire ». Implicitement, à chaque point de la fonction mathématique adéquate, toute fonction linéaire estimée devient discontinue. Pour cette raison, la fonction requise doit satisfaire aux spécifications des fonctions non linéaires telles que conçues par Riemann et Weierstrass.

Pour rendre plus claires ces implications, nous devons nous intéresser aux principaux différends axiomatiques qui ont animé les controverses scientifiques fondamentales depuis l'œuvre fondatrice de Nicolas de Cues sur la méthode scientifique moderne (par exemple, *De la Docte Ignorance*), au milieu du XV^e siècle. La principale divergence, sur le plan de la science de l'économie, entre John von Neumann et moi-même, est similaire à celle qui opposa Gauss, Riemann et Cantor à Clausius, Helmholtz, Maxwell, Kronecker, etc., au XIX^e siècle, ou Leibniz à Descartes et Newton deux siècles plus tôt.

La question des axiomes : première approximation

Toutes les mathématiques, dans la mesure où elles sont consistantes, peuvent être reconstruites entièrement de façon « synthétique » sous la forme d'un « réseau » de théorèmes. Dans un tel système, chaque théorème est essentiellement une réflexion « héréditaire » des axiomes adoptés au début de la construction du réseau de théorèmes. Si le théorème remplit ce critère de consistance avec le fondement axiomatique, alors toute faille découverte dans le théorème est, formellement, une démonstration de l'inadéquation du fondement axiomatique.

En physique, contrairement au formalisme mathématique, le théorème peut être erroné pour des raisons quelque peu différentes. Par exemple, les mathématiques (décrivant un processus physique) peuvent être correctes d'un point de vue purement formel mais la formulation mathématique peut avoir été mal choisie pour le type particulier d'expérience auquel elle a été appliquée. Bien que la construction de la formulation soit mathématiquement consistante, l'erreur peut se trouver dans le fait que cette formulation a été faite pour un sujet expérimental mal choisi. Pour le moment, concentrons notre attention sur le seul aspect formel de la question.

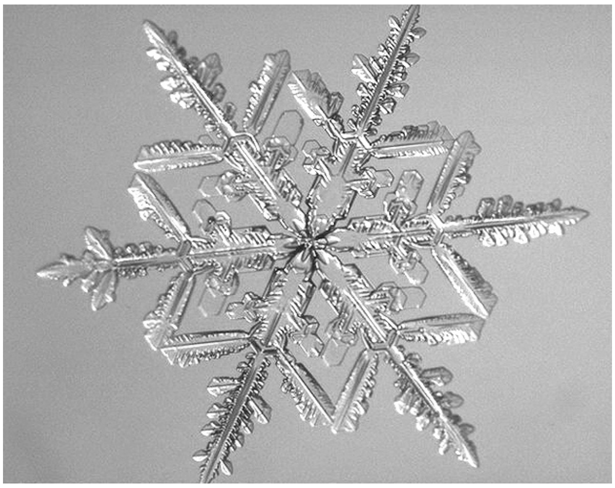
En ce qui concerne l'axiomatique, toute la science moderne depuis le début du XVII^e siècle est divisée en deux camps, une division illustrée par les attaques dévastatrices portées par Leibniz contre Descartes. Le point de départ formel de cette division réside dans l'opposition entre deux fondements axiomatiques de la géométrie. La première démarche, néoplatonicienne, incarnée par Kepler, Leibniz, Gauss et Riemann, prend comme point de départ la (re)découverte* par Nicolas de Cues de ce que l'on appelle aujourd'hui la géométrie synthétique. La seconde démarche, aristotélicienne, incarnée par Descartes, Newton, Helmholtz, Maxwell, etc., prend comme point de départ les méthodes axiomatiques déductives de la version égyptienne (aristotélicienne) des *Eléments* d'Euclide.

Comme c'est toujours le cas dans les questions ayant trait à l'axiomatique, les enjeux sont élémentaires.

Cela commença ainsi. Le Cusain, qui retravaillait la façon dont Archimède avait abordé le problème de la quadrature du cercle, annonça qu'il avait trouvé une approche supérieure. Cette découverte – la méthode des minima-maxima – fut approfondie plus tard sous la forme du théorème topologique de l'isopérimétrie. Cette démonstration établit que l'action circulaire est la seule forme évidente en soi de l'espace visible, et que ni les « points » ni les « lignes droites » ne sont, de façon évidente en soi, des formes d'existence. C'est le fondement de ce que l'on appelle la géométrie synthétique, dans laquelle la seule forme de démonstration admise est la construction en ne partant de rien d'autre que l'action circulaire : dériver toutes les formes géométriques possibles par construction, en n'admettant aucune autre méthode.

La démarche opposée consiste à élaborer la géométrie avec des théorèmes déductifs, en partant de la prémisse que l'existence de points et de droites est évidente en soi – axiomatique. Les suppositions de Descartes reposent là-dessus : l'univers physique serait constitué de particules discrètes évidentes en soi introduites de façon inexplicable dans un espace euclidien d'extension infinie, et la forme élémentaire de mouvement de ces « points matériels » serait le mouvement le long d'une ligne droite euclidienne.

* On peut établir, principalement à partir des dialogues de Platon, que la géométrie platonicienne était une géométrie synthétique, du type répondant aux critères de Jacob Steiner. C'est de ce point de vue que l'on peut parler de « redécouverte » du Cusain.



Luca Pacioli et Léonard de Vinci sont, semble-t-il, les premiers à observer et établir que la distinction essentielle entre processus vivants et non vivants tient à ce que la morphologie de la croissance et du fonctionnement des processus vivants est congruente avec la section d'or, alors que la morphologie des processus non vivants ne l'est pas.

Après le Cusain, la grande impulsion donnée à la physique mathématique fut l'œuvre de la collaboration milanaise entre Luca Pacioli et Léonard de Vinci. Ceux-ci retravaillèrent la façon dont Platon considérait les cinq polyèdres réguliers constructibles, tels que définis dans son *Timée*. A cet égard, il furent à notre connaissance les premiers à observer et établir que la distinction essentielle entre processus vivants et non vivants (à l'échelle macroscopique d'observation ordinaire) tient à ce que la morphologie de la croissance et du fonctionnement des processus vivants est congruente avec la section d'or, alors que la morphologie des processus non vivants ne l'est pas.

Johannes Kepler accomplit l'étape importante suivante. Kepler considérait que, puisque l'homme a comme caractéristique d'être à l'image de Dieu, la Création devrait être congruente avec la section d'or. Donc, Kepler rechercha une construction synthétique géométrique, fondée sur la section d'or comme prémisse, qui corresponde à l'analyse du mouvement des planètes. Il organisa les données astronomiques selon une version modifiée de l'hypothèse solaire émise précédemment par Nicolas de Cues. Le résultat de cela fut la première élaboration d'une physique mathématique globale, dont Carl Gauss démontra ultérieurement la validité.

Wilhelm Gottfried Leibniz, qui élabora pour la première fois le calcul différentiel, selon les spécifications de Kepler, dans un essai donné à un imprimeur parisien en 1676, soulignait l'importance physique du principe axiomatique de l'action circulaire. L'action se mesure sous la forme de la superficie de cercle balayée par l'action circulaire de périmètre fini ; aucune action (par exemple de périmètre égal ou plus grand) n'est plus grande que l'action circulaire qui recouvre la même superficie circulaire que l'action circulaire équivalente : c'est ce qui constitue le cœur du principe de moindre action. L'action circulaire, et non l'action linéaire, est la forme la plus élémentaire d'action dans le continuum physique.

L'étape importante suivante, au-delà de Leibniz, fut franchie par Carl Friedrich Gauss.

Dans le programme scolaire secondaire élaboré par Jacob Steiner, le professeur de géométrie de Riemann, toute l'étendue des *Treize livres* d'Euclide est couverte par les méthodes de la géométrie synthétique, en partant de la seule prémisse de l'action circulaire. Le lieu géométrique de tous les cercles possibles dans l'univers, arrangé par ordre de superficies croissantes, est un cône. Le trajet de moindre action sur le cône est une spirale homothétique (semblable à elle-même). En interprétant la génération d'une telle spirale comme un problème de lieu géométrique, nous avons algébriquement la forme conique élémentaire d'une variable complexe. En substituant l'action circulaire par la spirale conique homothétique, les méthodes rigoureuses de la géométrie synthétique donnent la géométrie synthétique du domaine complexe gaussien.

Ce qui constitue le cœur de la physique mathématique de Gauss et Riemann, c'est de considérer l'action spirale homothétique – la forme la plus générale d'action circulaire – comme la forme élémentaire d'action physique dans l'univers.

Une réflexion des plus intéressantes de la physique de Kepler apparaît alors dans ce contexte. La section d'or, en tant que caractéristique des formes de l'espace visible, n'est rien d'autre que l'aspect caractéristique de la projection d'une action spirale conique homothétique du domaine complexe sur l'espace visible. En conséquence, si la section d'or est la caractéristique des processus vivants, si les processus vivants servent à définir le terme « néguentropie » [l'auteur parlerait aujourd'hui d'« anti-entropie », NdR] et si, de plus, les lois fondamentales de l'univers sont cartographiées par une géométrie physique synthétique cohérente avec la section d'or, alors l'univers comme un tout est de façon caractéristique « néguentropique ». Et si, en outre, la forme élémentaire d'action physique dans l'univers est de la forme d'une action spirale conique homothétique, il s'ensuit la même conclusion.

Si l'univers est ainsi composé, il possédera alors une caractéristique supplémentaire. Dans un univers gaussien qui tire axiomatiquement son « énergie » d'une action spirale homothétique, l'auto-élaboration de cet univers génère intrinsèquement une qualité particulière – des « singularités topologiques ».

Autrement dit, cela signifie qu'une fonction algébrique linéaire cesse d'être une fonction continue au point de singularité ; la matrice de ce processus, et les coefficients lui étant associés, est changée ; on parle alors de processus non linéaire.

Le problème des singularités fut le sujet dominant que recouvriront les travaux des deux principaux successeurs de Gauss – Peter Gustav Lejeune-Dirichlet et Bernhard Riemann – de même que Karl Weierstrass et Georg Cantor.

Le point de référence principal pour la science allemande, pendant cette période, fut les travaux accomplis antérieurement par l'Ecole polytechnique, sous la direction, avant 1815, de Lazare Carnot et Gaspard Monge. Les plus pertinents des travaux de l'Ecole furent ceux d'Adrien Marie Legendre et de Joseph Fourier, et surtout, l'analyse de Fourier. Cantor attacha beaucoup d'importance à celle-ci. Sa problématique particulière est, élémentairement, presque axiomatique.

En passant d'une simple action circulaire à une action cylindrique ou conique homothétique, l'action est ainsi étendue dans l'espace-temps physique. Si l'action est constante, une spirale cylindrique homothétique est la forme élémentaire de l'action caractéristique ; si l'action est changée uniformément, la spirale homothétique se trouve sur un cône. L'analyse de Fourier est une approche adéquate de l'extension cylindrique, mais non conique. Par conséquent, les travaux de Dirichlet en topologie sont importants, ainsi que les travaux apparentés de Riemann, Weierstrass et Cantor.

A partir de cette ligne de développement de la théorie des fonctions du domaine complexe, Riemann employa ce qu'il appelle le « principe de Dirichlet » en topologie, pour disposer d'une solution générale dans l'analyse des fonctions qui sont toujours (linéairement) discontinues dans le domaine gaussien : la tactique de la surface riemannienne. Cette tactique est la forme générale de solution de toute fonction correctement définie comme « non linéaire ». Ceci représente exactement l'essence de l'aspect mathématique de ma découverte. L'élaboration mathématique de ma découverte passée devint possible à partir de 1952, lorsque les travaux de Cantor me conduisirent à constater que la tactique de Riemann est, de façon unique, la forme de solution au problème clef de l'invention d'une économie mathématique.

Karl Weierstrass, l'inspirateur des découvertes initiales de Georg Cantor, est particulièrement célèbre pour avoir démontré qu'il existe des fonctions continues que l'analyse algébrique ordinaire doit considérer comme partout discontinues. En physique, cela implique qu'il existe dans la nature des formes de radiation continue d'action électrodynamique cohérente pour lesquelles l'analyse de Fourier, en tant que telle, ne marche plus. Cette implication des travaux de Weierstrass pour la problématique de l'analyse de Fourier fut le point de départ pratique des contributions réalisées par Georg Cantor entre 1869 et 1883, comme lui-même le souligne.

Riemann est, lui aussi, très explicite sur les liens entre ses propres travaux et ceux de Weierstrass. En chaque point, une surface riemannienne définie correctement est une fonction weierstrassienne. Une fonction weierstrassienne est la méthode pour énoncer algébriquement et trigonométriquement le principe de Lejeune-Dirichlet de la topologie d'une multiplicité gaussienne. Comme base des travaux de Georg Cantor, on retrouve aussi, implicitement, le corollaire de la fonction Euler-Riemann pour déterminer le nombre de nombres premiers inférieurs à nombre donné.

Dès lors, il faut s'interroger sur le sens de la question suivante : « Pour tout intervalle d'action arbitrairement petit, combien de discontinuités existe-t-il dans une multiplicité gaussienne ? » Qu'est-ce que cela implique quand on tente d'affirmer que le nombre de telles discontinuités est potentiellement infini ? Cette question problématique constitue le point central de l'attaque contre Cantor. C'est seulement quand on place les travaux de Cantor dans le cadre de la physique mathématique d'une surface riemannienne que l'on peut juger de façon adéquate ces travaux, en évitant le genre de mystifications que font les numérologues.

Pour situer ainsi les travaux de Cantor, et pour mettre en évidence ce que Cantor m'apprit en ce qui concerne les implications de Riemann pour la science économique, nous allons maintenant nous intéresser à une deuxième ligne d'attaque du problème de l'axiomatique.

L'axiomatique : deux définitions antinomiques d'un « fait »

Pour comprendre les travaux des géants scientifiques dans les cercles de Gauss et Riemann, il est indispensable de les considérer comme eux-mêmes se voyaient, c'est-à-dire comme des adversaires passionnés de Descartes, Laplace et Cauchy, mais aussi, et résolument, comme des adversaires philosophiques de Kant et Hegel. De plus, il est impossible de comprendre les progrès de la science au XIX^e^ siècle en Allemagne sans évoquer sur un nom magique : Guillaume de Humboldt. La clef du génie de cette période de la science allemande est la philologie classique allemande. Non seulement les progrès de 1815-1849 de la science allemande se situèrent dans le domaine de la philologie classique à l'université de Berlin, mais cette science allemande et la philologie classique allemande partagent le même point de départ philosophique.

L'aspect essentiel du problème, en particulier pour ce qui est des contributions de Cantor, fut énoncé au V^e^ siècle avant J.-C. par le fondateur de la philologie – le philologue indien Panini. Pour Panini, et c'est la base de sa méthode, toute langue est dérivée du verbe transitif, et non du nom. Cet argument central, traduit dans l'application de la géométrie synthétique à la physique, constitue l'essence du génie de Gauss et de ses successeurs immédiats. Cette approche fut introduite dans la science allemande par Leibniz, lequel attribuait cette méthode explicitement, et à juste titre, aux dialogues de Platon. Si nous situons les implications du principe de Panini de cette façon, nous atteignons directement les fondements sous-jacents des différences d'axiomatique entre les deux écoles adverses de la science moderne.

Demandez à une personne naïve sur quelle base elle affirme que sa proposition est un « fait solide », et elle vous dira quelque chose du genre : « Je l'ai constaté de mes propres yeux et oreilles. » Cette personne ne soupçonne pas que son esprit lui a joué deux types de tours entre le moment de ses expériences sensorielles et l'interprétation de ces expériences comme perception consciente. D'abord, son esprit n'a pas enregistré la totalité de cette expérience ; il n'en a enregistré que des aspects choisis. Ensuite, avant d'interpréter ces aspects sélectionnés, son esprit lui a joué un second tour. Il a interprété ces aspects choisis de l'expérience selon le type d'univers physique auquel il croit intuitivement.

Selon le jugement non scientifique, lorsqu'il n'est pas simplement incompétent et irrationnel, l'univers physique serait plus ou moins constitué de points, d'espace et de temps, tels qu'ils sont définis dans les premières leçons de géométrie euclidienne infligées à l'écolier adolescent. L'élève accepte de façon crédule la notion d'un espace étendu de façon infinie dans les trois directions principales, telle qu'elle est martelée par les manuels et les professeurs. Il accepte de façon tout aussi crédule la notion d'un temps lui aussi étendu uniformément et indéfiniment, vers le passé et vers le futur. Il accepte de façon crédule les définitions, axiomatiques mais en fait absurdes, des « points » et des « droites » qui sous-tendent le formalisme euclidien. Plus tard, en cours de physique élémentaire, cet élève trompé gobera, avec la même crédulité, l'imposture cartésienne selon laquelle la substance est composée de particules discrètes volant dans un espace et un temps vides. Il gobera et régurgitera l'idée que la forme élémentaire d'action, par laquelle les particules se déplacent de leur propre volonté, est le mouvement linéaire.

L'acceptation de tels mythes, considérés comme évidents et comme axiomatiques dans les cours de géométrie et de physique pour néophytes, reflète ces déterminants (habituellement) inconscients qui jouent des tours à l'homme peu soupçonneux « qui croit aux faits », dans le processus de transition entre l'expérience et la perception consciente.

Cette crédulité non scientifique a comme origine la foi mystique dans l'autorité axiomatique du nom. Je montre quelque chose et j'articule le nom de cette chose (un substantif). J'utilise une forme verbale qui n'existe pas dans l'univers physique, la forme intransitive du verbe « être » ; je dis : « C'est ...» Voilà, pour un esprit non scientifique, la prétendue définition d'un « fait solide ».

Panini était exempt de cette crédulité non scientifique. « Les noms n'existent pas », disait-il, seuls les verbes transitifs existent.

Qu'est-ce que je ressens (expérimente) vraiment ? Ce que je ressens est soit un changement de mon environnement, soit le fait que je ne perçois aucun changement de cet environnement. Qu'est-ce que l'environnement ? Cet environnement ne peut pas être moindre qu'une quantité finie de l'espace-temps physique. Toutes les expériences réelles sont des expériences de changement ayant lieu dans un laps de temps fini, dans un déplacement fini de l'espace-temps physique. Aucune expérience ne peut exister si elle ne remplit pas ces critères.

Autrement dit, entre 20 h 13 min 57 s et 20 h 13 min 59 s, quelque chose est arrivé qui a changé l'état physique d'un volume fini de mon espace-temps physique. Ce que j'ai ressenti (expérimenté) n'est ni l'état physique existant « instantanément » à 20 h 13 min 57 s, ni l'état « instantané » à 20 h 13 min 59 s. Ce que j'ai ressenti, c'est le changement qui a eu lieu dans l'intervalle. Pour ressentir quelque chose, quelque chose doit changer dans mon univers sensoriel, d'un état implicite à 20 h 13 min 57 s, à un état implicite différent, à 20 h 13 min 59 s ; sinon, je ne ressens rien.

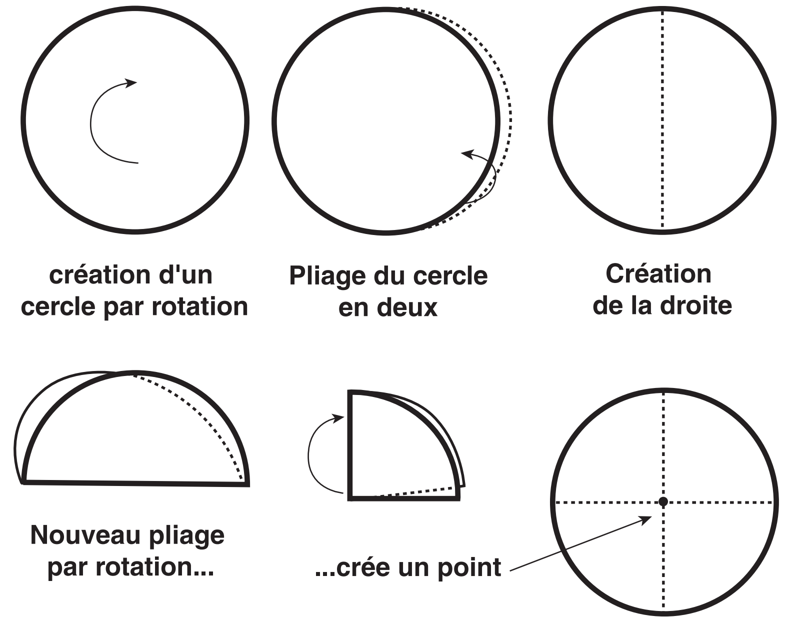
Qu'est-ce que je décris, dès lors, comme un « fait » de mon expérience ? Je dois montrer une transformation physique dans un intervalle fini de mon espace-temps physique ; je dois montrer un processus de devenir. Je dois employer comme référence de mon expérience non pas un nom, mais une forme de verbe transitif obéissant à la forme générale du verbe transitif « devenir ». Je dois choisir non seulement une forme transitive du verbe mais aussi une forme autoréflexive de ce verbe : « Il – le processus – a fait en sorte de devenir. »

Ce qui vient d'être énoncé pour expliquer le principe de Panini se trouve au cœur de la méthode de Platon. C'est également et directement la clef de la notion des ordonnancements transfinis de Cantor. A cet égard, la méthode de Platon a deux aspects interdépendants que nous allons maintenant identifier successivement.

Dans les mauvaises traductions anglaises de Platon, celles de Benjamin Jowett et d'autres, on associe la base de la méthode de Platon au terme « idées » platoniciennes. En fait, la meilleure traduction serait « espèces » platoniciennes. Le référent du terme « espèces » est l'attribution d'un sens rigoureusement restreint à chaque emploi particulier d'un verbe transitif autoréflexif. Toutes les expériences, sans exception, de changement dans l'espace-temps physique fini, et convenablement identifiées par le même sens rigoureux d'un verbe transitif autoréflexif, constituent une « espèce » platonicienne.

Toutes ces espèces constituent, à leur tour, des sous-espèces de l'univers. Pour Platon, l'univers et Dieu sont consubstantiels (*cf.* le *Timée*). Autrement dit, le principe efficient de l'action universelle, qui est l'ultime légitimité sous-jacente de la Création – le *Logos* – est consubstantiel avec l'unicité du Compositeur de cette élaboration en cours de développement, qui est le développement de l'univers selon le *Logos*. Quel verbe correspond au *Logos* ? Ce verbe est la forme verbale transitive autoréflexive de « devenir ». Dieu est : « Je suis Celui qui devient Lui-même », le référent transitif autoréflexif pour le Dieu judéo-chrétien, Jéhovah.

Nous intercalons ici une observation de précaution ; il est impossible de définir la position de Riemann ou de Cantor en physique, sans reconnaître leurs positions théologiques. Ce n'est pas une digression, ni hors sujet, que de faire référence ici à Dieu. Au contraire, ce serait hors sujet et de l'ignorance scientifique que d'omettre une telle référence, en considérant les travaux



Dans un premier temps, l'action circulaire rend l'univers circulaire. Dans un deuxième temps, l'action circulaire sur l'action circulaire fait retourner l'univers sur lui-même avec une perfection topologique. Plier un cercle parfaitement sur lui-même crée le diamètre – la « ligne droite » – et introduit une métrique, celle de la moitié. Appliquer une action circulaire à cet univers crée le centre de l'univers à action circulaire – le « point ».

de ces géants.

Toutes les sous-espèces de faits relèvent de la forme suprême d'espèce. Comme chaque espèce se produit dans le même univers que toutes les autres espèces, il existe un lien efficient entre toutes ces espèces. Ces liens sont eux-mêmes des espèces, d'un ordre supérieur aux sortes d'espèces les plus élémentaires. Ces espèces, à leur tour, relèvent des espèces de l'ordre le plus élevé. Chez Platon, ces ordres d'espèces sont associés aux trois niveaux de la connaissance humaine : 1) l'espèce la plus simple, l'hypothèse simple ; 2) l'espèce qui est au-dessus, l'hypothèse supérieure ; 3) l'ordre suprême des espèces, l'hypothèse de l'hypothèse supérieure.

Cette méthode platonicienne constitue le cœur des travaux de Nicolas de Cues, Léonard de Vinci, Kepler, Leibniz et Riemann. C'est la conception sous-jacente et omniprésente de l'essai de Riemann, *Des hypothèses qui servent de base à la géométrie*. C'est la conception sous-jacente et omniprésente de la surface riemannienne. C'est la conception qu'il faut reconnaître comme fondement de la notion des ordonnancements transfinis de Cantor, pour comprendre correctement les contributions essentielles de ce mathématicien.

Le second aspect de la méthode de Platon est l'importance persistante qu'il accorde à la notion selon laquelle chaque espèce énonçable dans une langue parlée est mieux énoncée, et plus rigoureusement, en tant que proposition géométrique.

Prenons un univers, sans forme ni métrique, dans lequel une seule forme d'action est universelle et « évidente en soi » : l'action circulaire. Dans un premier temps, l'action circulaire rend l'univers circulaire. Dans un deuxième temps, l'action circulaire sur l'action circulaire fait retourner l'univers sur lui-même avec une perfection topologique. Plier un cercle parfaitement sur lui-même crée le diamètre – la « ligne droite » – et introduit une métrique, celle de la moitié. Appliquer une action circulaire à cet univers crée le centre de l'univers à action circulaire – le « point ».

Donc, chaque forme d'existence dans cet univers doit être, par la suite, le produit d'une action circulaire appliquée au travail accompli au préalable par une action circulaire continue : le développement de la « géométrie synthétique » de la Création universelle.

Cependant, comme nous l'avons déjà indiqué, l'extension universelle de l'action circulaire est de la forme élémentaire d'une action spirale conique homothétique. La « néguentropie », définie géométriquement par l'action spirale conique homothétique qui sous-tend la section d'or projetée, est l'essence de la Création universelle. C'est l'énoncé géométrique de la forme autoréflexive du verbe transitif universel « devenir ».

Comment sont donc créées les choses particulières ? Acceptez, comme définition, le fait que la « droite » créée à l'origine par une action circulaire agissant sur elle-même (un devenir autoréflexif) soit une singularité de l'action circulaire autoréflexive. Le point, généré de la même manière, est une singularité au même titre. Toutes les singularités topologiques, que recouvre la définition de Léonard Euler, appartiennent à la même espèce générale de singularité. C'est ainsi que l'action autoréflexive universelle crée des particularités.

Par singularité, nous entendons, entre autres, qu'un certain type d'action continue produit quelque chose en elle qui interrompt la continuité simple. Au lieu de glisser le long d'une ligne de continuum sans perception d'un changement quelconque, la continuité est « interrompue » par un changement – la singularité. Soit : une action circulaire continue, ou une action circulaire continue étendue physiquement en tant qu'action spirale conique homothétique ; construisez une fonction mathématique (synthético-géométrique) pour la forme simple continue de l'action autoréflexive de cette action élémentaire. Résultat : une telle action continue génère constamment et partout des singularités – des discontinuités. Paradoxe : nous l'avons pourtant définie comme une fonction continue !

Il n'y a pas d'illusion dans l'apparition de ce paradoxe. Les singularités ne sont pas des fantasmes : ce sont des existences physiques efficientes de l'univers. Nous devons ajouter ces existences nouvellement générées (singularités) à l'énoncé de notre fonction continue, avant de pouvoir continuer la fonction continue. Halte ! Au prochain tournant, une nouvelle espèce de singularité est générée par l'action continue. Afin de poursuivre, nous devons introduire cet ajout, devenu efficient, à la fonction. Le processus autoréflexif de cette action élémentaire continue est partout dense en générations de nouvelles singularités.

Vous vous déplacez maintenant dans une multiplicité gaussienne. Vous avez atteint le point où Lejeune-Dirichlet conçut son principe de topologie. Vous avez atteint le point où Riemann indiquait, de façon préliminaire, dans ses *Hypothèses qui servent de base à la géométrie*, le programme général pour développer la physique mathématique d'une multiplicité gaussienne à l'aide du « principe de Dirichlet ». Vous êtes arrivé au trait central des travaux de Karl Weierstrass. Vous êtes maintenant à même, axiomatiquement, sur la base de l'assimilation et de l'emploi de ces références, de comprendre les aspects problématiques de l'analyse de Fourier.

Toute action observée dans l'univers visible est, en première approximation, réduite à la forme d'action électrodynamique cohérente – la forme représentée par une onde sinusoïdale parfaite. Sans aucun autre changement que la propagation simple (l'extension dans l'espace-temps physique) de cette action électrodynamique cohérente, la propagation se fait sous forme d'une action circulaire constante simplement étendue. Il en résulte une action spirale homothétique sur un cylindre étendu indéfiniment : vue de côté, on a la forme d'une onde sinusoïdale.

La propagation a une amplitude définie et (idéalement) constante (le diamètre du cylindre), et, idéalement, une longueur d'onde constante. Cette dernière est déterminée par la vitesse de la propagation divisée par le nombre de rotations d'action circulaire par unité de temps.

Dans la propagation de cette action cylindrique monotone, aucune singularité n'est engendrée : aucun travail n'est accompli. La génération de singularités constitue la définition topologique correcte du « travail ». En superposant différentes propagations dans le même cylindre au cours de l'espace-temps physique, toutes les espèces de singularités engendrables par la géométrie synthétique de l'action simplement circulaire sont possibles, dans la mesure où la topologie d'un tel sous-espace est délimitée par la limite d'Euler, implicite dans les cinq solides platoniciens. Cette délimitation constitue le niveau d'investigation auquel les aspects problématiques de l'analyse de Fourier deviennent axiomatiques, et efficients.

La clef pour franchir cette limite se trouve dans les travaux de Gauss concernant le rapport entre moyenne géométrique et moyenne arithmétique, telles qu'elles sont déterminées par l'action spirale conique homothétique. Découlant de là, une nouvelle qualité de singularité apparaît, au-delà de celle qui relève simplement de la géométrique synthétique circulaire. A la différence des espèces inférieures d'action, dont l'extension simple n'engendre pas de nouvelles singularités, l'action spirale homothétique engendre continuellement du travail (la production de nouvelles singularités). Cette qualité supérieure de singularité, la production continuelle de travail par une fonction conique continue, est le sujet du principe de Dirichlet. Elle est l'essence de ce que l'on trouve dans la notion de surface riemanienne, qui est en tout point une fonction de Weierstrass.

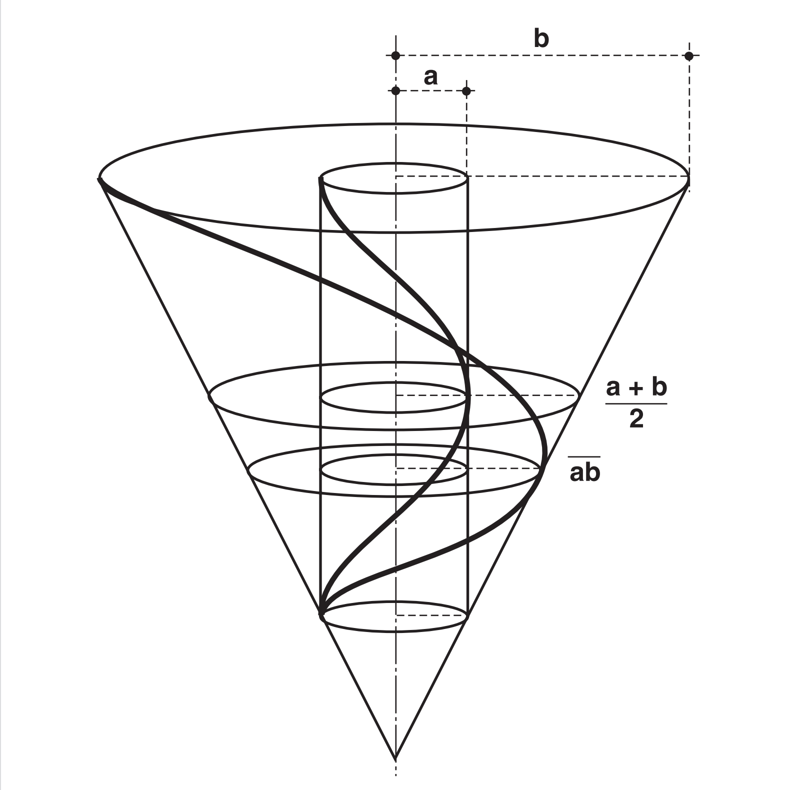
Dans le cas de la propagation simple d'action cylindrique homothétique, les moyennes géométrique et arithmétique coïncident, car la valeur de la moyenne temporelle géométrique est inférieure à celle de la moyenne arithmétique quand le cône s'étend à partir de son sommet, et supérieure à celle de la moyenne arithmétique pour un cône convergeant vers son sommet. Si l'univers se caractérise par l'action spirale conique homothétique, alors l'analyse de Fourier ne marche plus.

A ce point de l'examen de l'axiomatique, nous devons remonter dans le temps jusqu'à Platon, pour ensuite revenir à Léonard de Vinci et à Kepler.

Il devrait être maintenant clair, du moins implicitement, que la plupart des analyses « érudites » sur Platon ne sont que des inepties incompréhensibles. Le verbiage à propos de l'« idéalisme platonicien » est la marque du professeur qui a compris moins que rien du sujet sur lequel il pontifie. Platon constate que nous percevons la réalité naïvement, de manière déformée, de la même façon que nous pourrions prendre pour la réalité les ombres déformées projetées par un feu sur les murs d'une caverne ; ceci n'a rien à voir avec la théologie métaphysique de certains mystiques « néoplatoniciens » orientaux. Platon insiste simplement sur le point qu'il élabore dans le *Timée*, à savoir que la délimitation de la géométrie synthétique de l'action simplement circulaire, qui définit comme une délimitation la constructibilité des cinq solides platoniciens, montre que l'univers réel est continuellement plus riche en formes créées que ce que pourrait répliquer une géométrie synthétique plus simple.

Il apparaît dans l'espace visible des formes existant incontestablement – des existences efficientes – mais ne pouvant pas être construites dans le domaine de la géométrie euclidienne. L'erreur consiste à essayer d'expliquer ces formes inconstructibles dans le cadre de la géométrie euclidienne. Autrement dit, l'univers réel, où existent toutes les formes efficientes possibles, appartient à une géométrie supérieure à celle que la géométrie synthétique de l'espace euclidien peut reconstruire. En ce qui concerne ces jugements, ces conjectures, ces théorèmes que nous qualifions de perceptions, dans la mesure où ils admettent naïvement une interprétation euclidienne de l'espace-temps physique, nous percevons l'univers réel de façon quelque peu fausse et déformée.

Implicitement, la réalité supérieure de Platon est l'équivalent de la multiplicité gaussienne. Riemann distingue les deux (*Des hypothèses qui servent de base à la géométrie*), en qualifiant la multiplicité gaussienne de multiplicité continue et la multiplicité euclidienne de multiplicité discrète. La question clef devient dès lors la suivante. Soit : nos perceptions de changements dans l'espace-temps physique concernent la multiplicité discrète inférieure. Proposition : Comment pouvons-nous savoir, « expérimentalement », quelque chose sur la



Comparaison de l'action conique avec l'action cylindrique, avec représentées les moyennes arithmétiques et géométrique.

multiplicité continue supérieure ? Solution : la génération de singularités d'ordre supérieur dans la multiplicité continue (gaussienne), se reflète sous forme de modifications des caractéristiques métriques de l'action dans la multiplicité discrète observée par les perceptions.

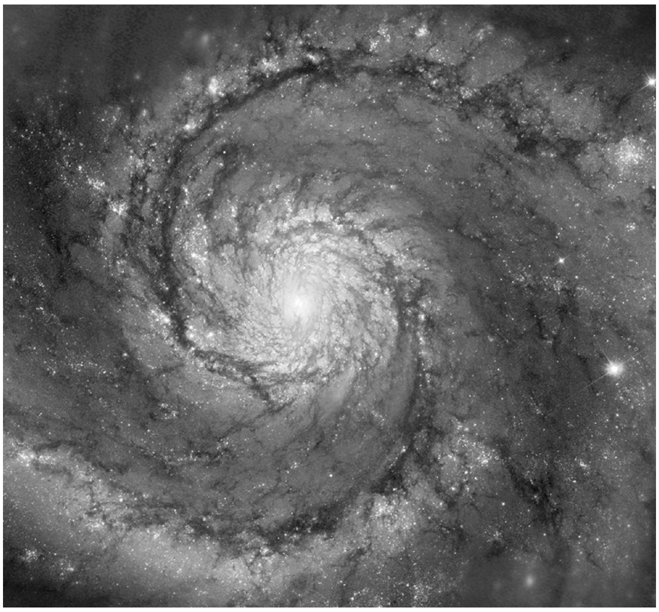
Autrement dit, il faut découvrir la forme appropriée de surface riemannienne, située ontologiquement dans la multiplicité continue, qui correspond, en tant que projection sur la multiplicité discrète, au rattachement des discontinuités ordonnées des caractéristiques métriques d'action observées dans la multiplicité discrète. La classe d'observations (expériences) qui abordent cette connexion sont appelées, par Riemann, des « expériences uniques ».

L'aspect spécifique de l'action spirale conique homothétique est qu'en la projetant sur une multiplicité discrète, on obtient des processus dont la métrique caractéristique est la section d'or. Luca Pacioli et Léonard de Vinci sont, à notre connaissance, les premiers à avoir démontré que les processus ayant de telles caractéristiques métriques sont des processus vivants. Ceci est la définition géométrique du phénomène de « néguentropie ». Kepler prouva que l'univers dans son ensemble possède aussi la caractéristique métrique de la section d'or ; Gauss fonda son élaboration préliminaire de la multiplicité gaussienne en examinant et prouvant que l'astrophysique de Kepler était juste.

C'est la classe de phénomènes portant sur les processus vivants, y compris les processus économiques, qui nous mène à franchir les limites de l'analyse de Fourier. C'est sur ce point que Norbert Wiener, avec sa théorie de l'information, se révéla si manifestement inhumain et si ouvertement absurde. En outre, le potentiel des processus vivants est déjà implicite dans les lois fondamentales de l'univers, comme l'indique avec force la confirmation des travaux de Kepler. En outre, dans la mesure où il est démontré que l'action spirale conique homothétique est élémentaire, cela corrobore les implications de l'axiomatique keplérienne. Dans les processus sous-jacents à ces objets, appelés « particules » (singularités), se trouve partout, immanent et efficient, un principe universel de néguentropie, telle que nous l'avons définie. Nous avons donc la possibilité de mettre en valeur cet aspect immanent de diverses manières : aussi bien pour observer son efficience que pour en faire l'objet de notre activité efficiente.

Cette approche doit devenir la véritable physique.

Ceci fut l'aspect central de tous les progrès fondamentaux de la physique mathématique, depuis Gauss jusqu'aux travaux de Cantor dans la période 1871-1883. Il est incompétent d'évaluer les travaux de Cantor autrement que dans le cadre axiomatique que nous avons esquissé ici.



La galaxie spirale M51. Kepler prouva que l'univers dans son ensemble possède aussi la caractéristique métrique de la section d'or

Cantor en tant que tel

Formellement, la topologie commença avec les travaux de Blaise Pascal sur lesquels s'appuya Leibniz pour concevoir son calcul différentiel. Les efforts de Pascal pour dériver les principes de fonctions de différences pour les nombres entiers et les nombres rationnels, selon les principes régissant la géométrie, est la racine première de la topologie. Si, de ce point de départ, on suit dans le temps les progrès de Leibniz et Euler, jusqu'aux travaux de Gauss, Dirichlet et Riemann, la signification précise des contributions de Cantor est alors située de façon adéquate dans l'histoire de la science.

D'où viennent les nombres ? Si l'action circulaire est la seule existence évidente en soi dans l'univers, d'où viennent les nombres ? Ou encore : comment l'action circulaire autoréflexive génère-t-elle les nombres entiers ? Une fois la question posée (correctement) de cette façon, la réponse est implicite ; elle est au moins axiomatiquement implicite.

Nous en avons déjà indiqué le germe. Dans un univers qui « commence » en tant que vide sans forme et sans mesure, qui n'est sujet qu'à l'action circulaire autoréflexive, la mesure est introduite par la génération de la première singularité – une « droite » : on mesure ainsi la moitié. Ce sont les singularités d'un processus synthéto-géométrique en cours de développement qui représentent la génération des nombres entiers et d'une mesure de comptage.

Tel était l'« intuition » de Pascal, comme le démontrent ses textes. Si on examine le calcul différentiel de Leibniz de ce point de vue, et on ne peut le comprendre correctement qu'ainsi, c'est la détermination géométrique des singularités qui détermine les « propriétés » des rapports numériques impliqués. Cet aspect est mis en avant notamment par Euler : il devient plus clair si les théorèmes d'Euler sur la topologie sont correctement considérés, non en tant que preuve algébrique des rapports géométriques mais en tant que détermination synthético-géométrique des rapports numériques provenant de la topologie.

Avant les travaux de Cantor, le produit le plus intéressant de l'approche méthodologique quant à la théorie des nombres est la façon dont Euler a traité les nombres premiers, ou comment Riemann les a utilisé dans la fonction Euler-Riemann. Si nous comptons les nombres premiers pour ce qu'ils sont géométriquement, les implications de la mathématique Euler-Riemann deviennent immédiatement claires, plus ou moins axiomatiquement. Les premiers sont des discontinuités (singularités) déterminées par une fonction topologique située premièrement (ontologiquement) dans la multiplicité gaussienne. Ceci est implicite dans la conception d'une surface riemanienne. Il faudrait considérer la fonction de Weierstrass comme un corollaire.

C'est dans cette perspective qu'il faut examiner et comprendre les travaux de Cantor ; c'est le point de vue historique à partir duquel il élabora sa notion d'énumérabilité. Si l'on s'accroche inébranlablement au point de vue synthético-géométrique, évitant ainsi de tomber dans le piège diabolique de l'arithmétique axiomatique, les contributions de Cantor sont élémentaires, presque proportionnellement à leur sophistication apparente. Voilà leur beauté : elles sont vraiment élémentaires, c'est-à-dire « fondamentales ».

Pour suivre Cantor au cours des nombreuses digressions indispensables qu'il effectue, et pour éviter de tomber dans le piège que représente la folie de la théorie des nombres axiomatique, on doit constamment garder en tête deux points de référence. D'abord, pour garantir une bonne santé mentale, il ne faut jamais laisser dériver cette amarre que constitue l'approche synthético-géométrique de la physique, notamment le point de vue de la multiplicité gaussienne. Ensuite, il faut toujours garder la référence particulière de Cantor en physique – les problématiques de l'analyse de Fourier définie du point de vue de la multiplicité gaussienne. Ce double amarrage étant fermement fixé, pensez à la trigonométrie. Quelle est la trigonométrie de toute la classe de constructions que la géométrie synthétique peut élaborer à l'intérieur de la seule action circulaire ? Quelle doit donc être la trigonométrie appropriée pour élaborer une multiplicité gaussienne ? Pensez alors aux travaux de Weierstrass. Suivez les travaux de Cantor de ce point de vue.

Comme on dit, « l'arbre cache la forêt». C'est résolument le cas avec Cantor, et je le souligne en rappelant à nouveau une année de lutte que j'ai eue avec ses travaux en 1952. Toutes les classes d'énumération correspondent à une sous-espèce de géométrie synthétique. A leur tour, toutes géométries synthétiques possibles forment une classe implicitement énumérable. Dans chaque classe d'énumération, il faut traiter les éléments particuliers comme des éphémères, dans le sens d'éphémères efficients de Platon. Le concept n'est pas la somme des éphémères mais la conception de leur génération, leur énumérabilité. Les sous-espèces des géométries synthétiques sont aussi des éphémères. Et voilà comment ça marche. En ce qui me concerne, en 1952, la clef ouvrant la compréhension des contributions de Cantor fut la *Monadologie* de Leibniz. C'est ce qui m'a convaincu, pour ainsi dire, de la démarche de Cantor. J'ai ensuite, plus ou moins directement, reconnu que la contribution de Cantor constituait un corollaire de la dissertation de 1854 de Riemann. Ce n'est que de cette approche axiomatique que les implications de cette question deviennent clairs.

Riemann et la science économique

On m'a défié, à quelques reprises, sur un point en apparence trivial : pourquoi mes découvertes en science économique sont-elles appelées « méthode LaRouche-Riemann » au lieu de « méthode Riemann-LaRouche » ? La réponse est, essentiellement, la suivante : les travaux de Riemann ont été un apport inestimable pour ma découverte et celle-ci n'est pas une extension de sa démarche. On pourrait voir là des chicaneries ; le motif est toutefois éminemment pratique.

L'obligation première d'un découvreur est de transmettre aux autres la maîtrise de sa découverte. Qu'il mette ou non en valeur pratique sa propre découverte, est d'une importance secondaire. La valeur d'une découverte réside surtout dans ce que d'autres pourraient accomplir grâce à elle. Pour ce faire, le découvreur devrait examiner de façon exhaustive sa conscience, se demandant : « Comment ai-je exactement accompli cette découverte ? » Le découvreur ne doit pas concocter une belle rationalisation, il ne doit pas falsifier son expérience pour leurrer le monde, en sélectionnant la voie de découverte qu'il préférerait que le monde croie qu'il a suivie plutôt que celle réellement suivie. C'est le processus de découverte, tel qu'il l'a éprouvé, qui aidera d'autres à répliquer sa maîtrise de la conception développée.

Ce serait une belle histoire de raconter que je maîtrisais avec précision l'œuvre de Riemann et, de là, j'en suis venu à réaliser une découverte en science économique. Cela ne s'est pas passé ainsi. Je fis l'essentiel de la découverte en 1948, quelques heures après avoir résisté à l'impulsion enragée de jeter la *Cybernétique* de Wiener contre le mur.

Je ne veux pas dire que, soudain, par cette grande journée, je reconnus Wiener pour ce qu'il était réellement. Excepté le passage fâcheux sur la doctrine néfaste de la théorie de l'information, j'étais fasciné par la plus grande partie du texte, et l'admirais : entre autres, pour de bonnes raisons, et partiellement parce que je n'en savais pas plus à l'époque. La découverte consista à formuler, dans mon propre esprit, des objections aux implications inhumaines de la théorie de l'information de Wiener.

Les préconditions nécessaires à cette découverte ne venaient pas de Riemann. Les préconditions applicables, à l'époque, en 1948, étaient surtout de l'ordre de trois : une douzaine d'années de lutte intensive sporadique avec Leibniz, une dizaine d'années de lutte contre Kant, et une année, la précédente, d'intérêt passionné pour la controverse autour de Lecomte du Noüy. A l'époque où je me suis intéressé à cybernétique, j'étais déjà un défenseur acharné de la cause de la néguentropie, dans un sens cohérent avec la façon dont je la définis aujour-d'hui. J'étais fermement attaché à la notion selon laquelle les pouvoirs créateurs de l'esprit humain et le principe qui différencie les processus vivants des processus non vivants, étaient d'une seule et même forme, et non ainsi par le jeu du hasard. Le fait que Wiener réduise l'intelligence humaine ainsi que des processus vivants à de simples arrangements statistiques, m'apparut tout de suite comme une application de la doctrine de Laplace que je rejetais avec vigueur.

Pour des raisons assez évidentes, notamment parce que j'étais entré plus ou moins par hasard dans la profession de conseiller en gestion, j'arrivai à conclusion que l'augmentation des pouvoirs producteurs de la force de travail grâce aux progrès technologiques était la base empirique la plus accessible pour contrer la thèse de Wiener.

Ce fut le germe de ma découverte. Plus tard, avant d'aborder Riemann, le deuxième aspect primordial de la conception était déjà établi, à savoir quele processus économique doit être réduit à des paramètres thermodynamiques par tête, en tant que précondition pour mesurer les relations causales entre innovations technologiques et accroissement du taux de croissance de l'économie. La question fut alors de savoir où trouver les mathématiques qui permettraient d'élaborer ces conceptions. Ce fut dans ce sens que Cantor me mena à Riemann. Sans Cantor, il eût été très peu probable que je saisisse l'importance de Riemann.

Il se trouve qu'aujourd'hui, je sais que les travaux de Riemann se situaient dans un courant de pensée scientifique imprégné de la même notion axiomatique à partir de laquelle j'élaborai ma première découverte, au cours de la période 1948-1952. J'ai soupçonné une affinité intellectuelle en 1952, mais je n'aurais pas pu défendre l'idée d'une telle affinité de façon adéquate avant le milieu des années 60, après avoir assimilé les « antinomies herbartiennes » de Riemann.

Au cours de 1952 jusqu'à la fin des années 50, je ne connaissais que ce strict essentiel de l'œuvre de Riemann, dans la mesure où celui-ci s'appliquait plus ou moins directement aux problèmes d'analyse économique qui me préoccupaient. L'intimité que je ressentais pour Cantor n'existait pas à l'époque. Dans la mesure où ma compréhension était appliquée à la formulation mathématique de ma découverte, j'étais endetté surtout vis-à-vis de Georg Cantor. ■