

LES MYTHES, LES SCIENCES ET LA RAISON COMMUNE.

CHARLES MORAZÉ

Président de la Commission Nationale pour les études
et les recherches interethniques (France). Ancien
Professeur à l'Université de São Paulo.

L'histoire quantitative évalue les mouvements de ressources auxquels les événements s'ajustent; mais ces événements aux-mêmes relèvent aussi de croyances et de sentiments et témoignent de la puissance de mythes. De son côté l'histoire des sciences découvre des développements en réseaux où toute invention se situe. On ignore encore les conditions biologiques du génie, mais les savants comme les grands hommes obéissent à des conditions historiques dont aucune métaphysique des valeurs suprêmes ou de la raison pure ne suffit à élucider la relativité structurelle. Rendre son unité au domaine de l'historien mérite qu'on étudie si une même logique ne réunit pas sciences et mythes avec le travail commun des peuples dans les champs, dans les mines ou les villes et sous tous les climats.

* *
 *
 *

Aussi longtemps qu'on avait pu parler de mentalités pré-logiques et que la logique elle-même avait été tenue pour un donné *à priori* dont les esprits d'élite eussent fait leur profit en toute indépendance, aucun pont ne put relier mythes et sciences. Depuis trente ans, la logique a cessé d'être un absolu: elle a un passé, un futur, elle se construit; elle est un objet d'histoire comme n'importe quel autre. La difficulté désormais est plutôt de savoir où situer des frontières au sein d'un ensemble rationnel très complexe qui tantôt suscite des croyances et des institutions ethnocentriques mais globales, tantôt invente des procédés de travail physique et mental indépendants de chaque ethnie, mais si relatifs à un certain stade de développement qu'il faudra des successions de révolutions mentales pour en ajouter de nouveaux aux anciens qu'ils améliorent ou démodent.

Le besoin de ressentir l'univers comme un tout offert à l'espoir a rendu les fresques des grottes néanthropiennes aussi belles d'emblée que celles de la Chapelle Sixtine. Les poètes de l'âge industriel ont tout autant regardé la modernité comme une forêt de symboles où tout est correspondance. La science — au contraire de ce besoin constant de représentations globales que pourtant elle ne dément pas — a dû utiliser l'entière durée humaine pour enrichir l'ensemble toujours incomplet de processus opératoires dont la civilisation scientifique fait aujourd'hui sa chose. Si une même logique est à l'oeuvre, elle l'est donc de deux manières: synchronique, elle procure aux émotions une sagesse immédiate en organisant les familles, les sociétés et toutes les représentations; diachronique, elle dote l'action de médiats tant abstraits que concrets conservés, remplacés ou accrus à l'épreuve des choses et selon les verdicts des inventions qu'on y ajoute.

Il faudra se demander, pour conclure, quel problème résiduel est posé par cette double nature et s'il n'existe pas quelque noyau logique, atome vivant et rationnel, commun aux émotions instantanées de l'organisme et aux dialectiques différées de la réflexion. Mais d'abord convient-il de considérer ce qu'une telle logique *bi-frons* apporte de simplification à l'histoire.

Qu'un savoir fasse naître un mythe, Orphée en témoigne; le héros éponyme des contrées où l'Hèbre prend sa source transforma en harmonies chantées les domestications pastorales déjà réussies. Un mythe peut aussi annoncer un savoir; Merlin l'Enchanteur (1) est devenu une sorte de prophète dans l'Europe médiévale: vivant dans les forêts, les grottes, les souterrains, son langage énonçait le cri des choses, annonçait la modification linguistique (2) d'où naîtraient les sciences de l'avenir.

Ce qu'on appelle sciences est aussi doublement orienté. Certes, on ne dira pas de l'astronomie de Ptolémée qu'elle est un mythe au regard de celle de Newton; l'un et l'autre système pourtant se rapportent pour partie à la logique des sciences pour le reste à celle du

(1). — Merlin, d'abord personnage assez flou d'une chronique du XIe siècle, devient au XIVe le héros d'un mythe achevé et complétant celui d'Orphée. Certains de ses traits sont communs à Héphaïstos, compagnon de Minerve ou époux d'Aphrodite; mais il possède en outre un don de prédiction. Au XIXe siècle, grâce notamment à Edgar Quinet, il deviendra le tout puissant démiurge de l'histoire atteignant sa phase industrielle. M. Yves Vadé fait le point du problème dans une thèse en préparation. La partie III du présent article évoque ce que peuvent être les raisons d'une croyance exprimant les promesses du travail dans l'Europe médiévale.

(2). — Cf. c-dessous page 421.

mythe. Ce n'est pas le calcul de positions stellaires qu'il faut, chez le premier, mettre en cause; pour inexact qu'il fut il appartenait à la science. Mais le principe d'explication attribuant le mouvement des astres à la perfection du cercle ou de la sphère s'inspirait d'harmonies préétablies où l'émotion trouvait son compte plus que la réflexion sur des forces. De même, ensuite, quand Galilée utilisa Euclide pour établir une mécanique rationnelle qu'Einstein démentira; le postulat des parallèles appartient à la science pour autant que son auteur lui-même ne le confondait pas avec une quelconque évidence; mais toute tentative d'en attribuer l'unicité à quelques immanence désirée relève de la logique des mythes.

Ainsi dispose-t-on d'un critère simple pour faire leur part aux deux tendances de la logique. Le mythe "confère valeur à l'existence" (3) et légitime états des choses par états d'âme; la science s'en remet à l'action, apprentissage et usage de formules inventées pour braver des assurances acquises; elle découvrira *quanta* et *alea* au milieu des forces objectives que l'homme expérimente ou produit.

Logique double; logique privée, dans l'absolu, de l'unité retrouvée seulement dans sa fusion avec l'histoire entière. On ne pensera donc plus que les mathématiques de Diophante n'ont pas d'esclaves ou celles de Fermat pas de roi. La logique procède par événements mêlés, comme tous les autres, à la vie générale des peuples.

Pour traiter de plus près la période bourgeoise considérons d'abord les temps de ses plus évidents triomphes, situons-les par rapport à leurs antécédants et à leurs suites. Nous aurons de la sorte à reprendre les considérations précédentes, mais en les précisant davantage pour engager quelques études plus détaillées.

L'occasion peut en être trouvée dans l'Allemagne d'après Tilsitt. Un poète y évoqua en termes alors mystérieux — mais qu'éclaire le regard moderne — le désarroi d'une ancienne culture en déroute face à la manifestation brutale de ce qui deviendra la civilisation scientifi-

(3). — Cf. Mircea Eliade, *Aspects du Mythe*, Paris 1963. Mircea Eliade ne traite pas du mythe aussi précisément que Claude Lévi-Strauss dont la rigueur est indispensable à la présente étude. Mais le caractère général des évocations d'Eliade, inclus, comme ici, toutes formes de mythes, aussi bien "civilisés" que "sauvages", depuis la fable illusoire jusqu'aux mythes politiques qui, pour Albert Sorel, sont à la source aussi des plus grandes violences. En son sens à la fois global et fort le mythe illustre et justifie les structures collectives et les comportements tant de mort que de vie (cf. *Annales*, janvier 1974, page 134, note 6). Un tel mythe ne disparaît jamais mais se transforme soit en un autre mythe soit en une connaissance positive c'est-à-dire de type quantitatif.

que et industrielle. La dernière oeuvre, très courte, d'Heinrich von Kleist — essai qu'on dirait d'un dilettante s'il n'était d'un désespéré — traite sous la forme d'un dialogue entre l'auteur et un danseur *Du théâtre des Marionnettes*" (4). Ces dernières ont une grâce dont elles ne partagent le privilège qu'avec Dieu, le plus habile danseur n'y saurait prétendre, perdant toute ingénuité dès qu'on l'observe et qu'il s'observe. La grâce doit ignorer ses mécanismes involontaires pour figurer la volonté du Tout-Conscient. Kleist situe l'âme — *die Seele* — au milieu d'articulations synchroniques, commandées elles ne savent d'où.

Là où la traction droite se relie aux courbes des mouvements à pivot, la pesanteur annulée crée des effets tout aussi aériens que les images dans un miroir. Cette structure inconsciente, cette soustraction aux contraintes de la matière appartient à la systématique du mythe, ou plutôt la constituent, aussi bien que les jeux de la symétrie ou que l'harmonie circulaire. Kleist, pour cause, ne prononce pas le mot mythe, mais c'est bien au surnaturel qu'il pense: "le paradis est verrouillé, le chérubin n'est plus".

L'important, en effet, en cette année 1811, n'est pas qu'un parvenu se joue des rois, mais qu'il faille désormais "contourner le monde pour voir si, par derrière, quelque passage ne s'est pas à nouveau ouvert". A la veille de se suicider, le poète de *VHermann's Schlacht*, l'aristocrate déçu, est hanté par l'au-delà; mais son propos invite à penser aux sciences de l'époque, aux mathématiques de l'enfant prodige que le duc de Brunswick protégea. Gauss conçoit en ce temps que l'espace euclidien n'en est qu'un parmi d'autres, ces derniers relèvent de démonstrations sans figures et dont les signes tout abstraits — ceux notamment qu'il consigne pour lui-même dans des notes à peine compréhensibles — sont autant de promesses de progrès imprévisibles jusqu'alors.

L'univers de la science n'a plus la grâce de l'univers divin quand l'entrepreneur bourgeois prend conscience et s'empare de la puissance des choses et du travail de l'homme. Marx, à son tour, le constate: "Qu'est-se que Vulcain auprès de Roberts and Co., Jupiter auprès du paratonnerre et Hermès à côté du crédit mobilier? Toute mythologie dompte, domine, façonne les forces de la nature dans l'imagination; elle disparaît donc au moment où les forces sont dominées réellement" (5).

(4). — Ce texte, très connu en Allemagne, a été à nouveau présenté en France par Jacques Doucelin (*Le Monde*, 24 mars 1972).

(5). — Karl Marx: *Introduction à la Critique de l'Économie politique*: 1857.

Pourtant, quand l'homme peuplait le Parnasse de dieux, prétendait-il, fut-ce imaginativement, dompter lui-même le feu, la foudre, les richesses ou la renommée? Plutôt préoccupé par ses impuissances cherchait-il la grâce des Immortels. Le christianisme aussi dédoubla l'univers et situa dans les cieux ce qui manque aux vallées terrestres, enfermant ainsi l'ici bas dans un au-delà surélevé. La frontière entre le mortel et l'éternel prend une signification double: paroi d'une grotte — à la fois prison et refuge — et lieu géométrique de points idéaux ou célestes où s'inversent les éléments d'une même structure liant le vécu à ses compensations ou à ses compléments hors de portée. Double univers donc, mais aussi doublement rempli, où l'immanente providence ne laisse place ni au vide ni au hasard.

Enfin, quand les étoiles cessèrent d'être les lumières suspendues à la voûte des nuits, et devinrent autant de soleils autour desquels se meuvent d'autres planètes, ce fut dans un vide infini. Copernic ne fit pas sienne cette audace; on ne s'inquiéta donc point d'un héliocentrisme, d'ailleurs hérité d'Aristarque, et qui ne touchait pas à la "sphère des fixes". Giordano Bruno (6), plus dangereux, mourut sur le bûcher pour avoir célébré la liberté de l'homme et la puissance de son esprit regardant des cieux sans firmament. Ce qu'on appelle aujourd'hui révolution scientifique fut de fait l'expression d'une révolution sociale.

A mesure que l'entreprise bourgeoise affronte plus de hasards — surtout après avoir couru les risques des navigations autour de la terre sans support — elle fait tout autant découvrir de nouveaux objets scientifiques. Les nombres négatifs sont lus par les comptables sur les bilans où les avoirs font face aux doits; les opérations ou les équilibres des marchés et les attraits de la marchandise trouvent leurs métaphores dans les équations entre les attractions mécaniques des graves; l'individu, indivisible comme l'atome chimique, devient semblable à lui, avant lui, dans l'abstraction quantitative de *l'homo economicus*, confluence d'inerties et d'affinités. Dans l'univers où l'activité conquérante des hommes est celle d'un perpétuel pari, les compagnies mar-

(6). — A. Koyré (*Du monde clos à l'univers infini*, Paris 1961, page 47, note 1) écrit: la phrase célèbre "le silence éternel de ces espaces infinis m'effraie" n'exprime pas les sentiments propres de Pascal, comme le supposent d'habitude ses historiens, mais ceux du libertin athée". Pour cette fois l'interprétation habituelle est la bonne; les "esprits forts" s'accoutument de ce dont souffre Pascal recherchant dans les raisons du coeur ce qu'il ne trouve plus dans l'espace vide (cf. plus bas, p. 411).

chandes ont expérimenté avant terme l'axiomatique des probabilités (7).

Cependant, à la différence des mythes dont la logique synchronique conserve et justifie groupes, cités ou oecuménismes à travers des exploits qui n'en changent pas la nature, la science subordonne l'équilibre des sociétés affectées désormais de transformations sans fin, à un progrès lui aussi sans relâche et attaché aux dynamismes de l'invention. Plusieurs mots changent alors de sens.

Le langage savant est plus prompt que la langue populaire mais tous deux sont postérieurs aux changements sociaux. Dès les premiers essors des bourgs, l'allant des entreprises échappe au retour éternel des saisons. Associé au nom de Copernic, le mot révolution dit encore, dans le titre de son fameux traité, le retour d'un mouvement à son point de départ., La politique sera lente à l'appliquer au non retour ou à l'abandon du révolu: révolution signifiera successivement ordre et régularité; puis mouvement et désordre passager; violence enfin, libératrice d'un progrès aux prolongements infinis. La mécanique est plus précoce dans un changement analogue; dès Galilée elle fait du mouvement inerte, de circulaire qu'il était, une ligne droit indéfiniment prolongée. Si Koyré peut parler à ce propos, de mutation philosophique (8), la mutation avait été d'abord sociale.

Rappelons qu'en effet la classe bourgeoise s'est, dès l'origine, définie par ce qu'elle entreprend et ce qu'elle réussit. De l'époque des Croisades à celle des grandes découvertes, un départ vers l'inconnu succéda aux attraits d'un point fixe, pôle inscrit sur la Terre par la croix de la Rédemption. Une nouvelle dignité remplace l'ancien honneur. L'aristocrate Tycho Brahé, renié par les siens, préfère les raisons des sciences aux emblèmes des armes. Le marquis de Condorcet préférera, lui aussi, l'axe du progrès aux éternels retours de l'ordre établi.

Pour mieux traduire en termes d'histoire générale la mutation intellectuelle dont parle Koyré, on peut en rappeler la portée émotive. Univers rempli, continu et clos ou univers vide, discontinu et ouvert se rapportent à deux besoins opposés: l'un, de la protection et de la contrainte, l'autre, du risque et de la liberté. Toute la société n'a pas basculé d un besoin à l'autre pour que naisse un nouveau type d'homme dans un nouvel essor des sciences; mais il fallut qu'une classe sociale

(7). — Cf. aussi: Harry K. Girvetz: *The Evolution of Liberalism* (N. Y. 1963). L'ouvrage reprend des idées exprimées par le même auteur dès 1950.

(8). — Alexandre Koyré: *Etudes d'Histoire de la Pensée Philosophique* (Paris 1961), p. 239.

prît conscience de nouvelles éthiques et de nouvelles esthétiques avant qu'elle put les imposer aux nobles et aux peuples dépouillés d'anciens mythes. Désormais l'avenir se livre à ceux qui bravent la solitude méthaphysique de l'homme. Voltaire raille "le meilleur des mondes" comme il loue les Anglais d'avoir mis au travail moines et gueux, et d'embarquer de force les fainéants sur les navires. On critiquera Rousseau et son Vicaire; les masses doivent quitter le refuge de mythes, adopter, pour se civiliser, l'ardeur bourgeoise de produire. Aux dépens de "il existe un Souverain Juge", dans un monde entouré de murailles, on a fait prévaloir un "je suis" dans l'action grandissant des faubourgs industriels.

Au cœur de la nouvelle société, les risques de l'esprit justifient ceux que le capital récompense; à la périphérie, en revanche, de nouveaux mythes succèdent aux anciens, et conservent l'éternelle logique des espaces refuges. Quant à dire comment, du côté de la classe conquérante, de longues durées sociales ont préparé dans les visions mythologiques les éclats brusques qui déclanchent les suites des opérations scientifiques, le problème sera ici posé à propos d'abord de mots tels que découverte et invention.

I. — *Découvertes et inventions.*

On découvre ce qui existe déjà; on a donc parlé volontiers de découvertes scientifiques avec l'idée qu'on trouve de la sorte le réel lui-même. La même opinion a voulu que les codes bourgeois fussent issus du droit naturel. Mais aussi fit-on gloire aux ingénieurs d'ajouter au réel l'*artifex* qu'il autorise; même la trop tardive reconnaissance accordées à des *inventeurs* solitaires ou misérables loue l'individualisme.

Il convient de manier de tels concepts avec précaution puisqu'on peut inverser la signification des mots: découvrir et inventer. Le physicien invente les concepts dont il vérifie la pertinence plutôt qu'il ne les trouve objectivement tout faits. En revanche, le constructeur d'appareils en crée moins les modèles qu'il ne les copie sur les gestes de la fileuse ou les formules de laboratoires. La nature ne contient rien de comparable aux symboles opératoires de mathématiques: outils, donc, à leur manière. Un double processus de langage et d'action permet la domination réelle dont parle Karl Marx. Processus double aussi que celui des mythologies, qu'elles inventent des dieux prétendus immanents ou qu'elles découvrent dans les cérémonies d'intimes besoins d'intercessions.

Dans les deux cas pourtant rien n'est simple: les sciences *inventent* quand un nouveau paradigme (9) y apparaît, mais elles *découvrent* quand elles se contentent d'explicitier fonctionnellement les paradigmes qu'elles savent déjà. Acceptons à titre provisoire qu'un processus très complexe fait plutôt du mythe une métaphore ignorant sa nature, la science s'en prenant, elle, aux rapports métaphoriques. Quand Narcisse se regarde, l'image seule le séduit; l'optique devient une science en s'intéressant au miroir. Les deux sens du mot réfléchir s'accordent à cette ambiguïté sémantique.

Pour le mythe l'espace est rempli de vérités cachées; la science renonce à connaître ce qu'elle ne peut elle-même construire. La double querelle entre Descartes et Pascal est ici significative: Dieu est-il coeur ou bien raison, la nature a-t-elle ou non horreur du vide? Mais dans le siècle où la science se dégage du mythe, les deux penseurs durent pratiquer encore les deux logiques. Quand Pascal superpose l'image de l'Eglise à celle des prophètes dont il inverse le sens des paroles, il abolit l'histoire pour construire un système; en revanche son espace, silence infini offert au pari, est celui des physiques à venir. Descartes construit la géométrie analytique à partir de coordonnées, il laïcise alors l'espace; ce même espace dont il fait un système plein — et donc mythologique — dans les tourbillons résumant la matière subtile en un ensemble instantané de corrélations.

Ces réflexions élémentaires suffisent pour situer le problème soumis à l'historien des sociétés; comment et avec quelles conséquences la causalité synchronique est-elle devenue diachronique? Pour le fidèle ou l'astrologue, c'est au moment même où Dieu le veut et où les conjonctions d'astres en décident que l'évènement se produit: causes et effets sont là simultanées et leur systématique est spatiale. Depuis Einstein la motion même de simultanéité est en cause, et la lumière fournit à la vitesse une quantification absolue. Quand les constantes appartenaient toutes à l'espace, tout aussi était d'abord à *découvrir* dans cette éternité. Quand le temps intervient dans de telles constantes la nature comme l'histoire sont fait d'hasardeuses *inventions*.

(9). — Cf. Thomas S. Kuhn: *La Structure des Révolutions Scientifiques* (Paris 1972). On comprendra plus précisément la portée de telles observations dans Jean Ullmo: *La Pensée Scientifique* (Paris 1969). Le premier de ces deux ouvrages évoque peu — et accidentellement — les mathématiques situées au centre du second. Ces dernières exploitent et préparent les résultats expérimentaux, parfois au prix de créations symboliques elles aussi révolutionnaires. Jean Ullmo éclaire particulièrement bien le destin logique du positivisme et les critiques conceptuelles de la physique quantique.

Ni l'histoire des guerres, ni l'histoire statistique des productions ne renseignent à elles seules sur ce changement de conception qui en est un aussi des rapports entre l'objet permanent ou créé avec le sujet qui prie ou qui fabrique. Ou bien la société est un ordre universellement établi, ou bien elle entend être un ensemble d'aléas que le temps et l'individu organisent. Une telle problématique oppose le caractère féodal des hiérarchies sacrées au caractère conjoncturel des lois décidées par les individus consultés par les urnes. L'éveil du formalisme scientifique n'en dépend pas moins d'une certaine abondance des biens promise à l'avenir terrestre; il rencontre l'échec quand un appauvrissement ramène à la systématique orante de l'ordre.

Entre l'Ionie et la grande Grèce, une suite d'inventions et d'inventeurs connus sous le nom d'Euclide (10), tira ses démonstrations de logiques métaphoriques essayées par la démocratie après la mort des Atrides. Une condition sociale analogue réveilla la science chez les Arabes quand le comerce des golfes fit la splendeur de villes frémissantes et qu'à Bagdad le calife encore vénéré n'est déjà plus obéi. Revienne la féodalité, l'esprit démonstratif s'obscurcit; l'enchaînement de théorèmes n'intéresse pas plus les Derviches que les Assassins, alliés ou adversaires des chefs de l'épopée seldjouk. L'Afrique, l'Asie ou la mer péninsulaire tour à tour ont ainsi entendu tantôt un langage opératoire et tantôt celui d'ordres structurés; les plus beaux textes des penseurs n'en sont que l'expression tardive. Les poètes n'ont pas décidé du sort d'Illion, ce sont les peuples qui s'essayaient, s'agglutinent dans la peur, s'élançant dans l'inconnu ou s'accordent entre citoyens. Des forces obscures engagent, au milieu des cités, ou des nomades en écoutant l'écho, des expériences où furent successivement appris le nombre, le poids et le volume des choses, les pyramides de l'autorité ou le cercle de l'égalité (11); et cela bien avant que le mouvement et l'harmonie divine des sphères soient rompus par les vecteurs des forces en progrès.

II. — *L'espace à l'épreuve du temps.*

A la mort du monde antique, la conception de l'espace élaborée par le christianisme s'apparente aux gnosés interprétant mythologiquement les leçons des anciens géomètres. Quand l'histoire s'en va à rebours, l'émotion religieuse se renforce et l'esprit scientifique recule; dans l'Europe repoussée vers le Nord par l'Islam méditerranéen, la

(10). — Jean Itard: *Les Livres Arithmétiques d'Euclide* (Paris 1961), p. 11.

(11). — Jean-Pierre Vernant: *Mythe et Pensée chez les Grecs*, (Paris, 1965), pp. 145 à 148 (notamment p. 153) et pp. 167 et 180.

science reprendra essor à partir de mythologies plus élaborées que celles d'Homère. L'effort positif médiéval n'achèvera pas son destin seulement en revitalisant les stéréotypes, souvenirs figés de l'expérience grecque: cosmos platonicien, physique d'Aristote ou géométrie euclidienne. Elans commerciaux, expansion des villes, et, pour finir, conquête des mers n'auraient pas si aisément dépassé les significations conservées par les doctes, ni abouti à nos laboratoires et usines modernes sans un enrichissement conceptuel issu aussi de l'émotion chrétienne. Notamment, l'espace circulaire grec s'associait un temps cyclique; les leçons inspirées par la décomposition de Rome et de l'Empire rendent linéaire un temps irréversible. Il se trouve seulement que cette révolution mentale demeura longtemps incomplète: Saint Augustin (12) bannit l'éternel retour platonicien de l'existence terrestre, la Genèse et le Jugement dernier cependant ne sont que les limites d'une existence accidentelle au sein d'un au-delà intemporel et pour cela plus authentique. Sans doute l'incarnation du Christ fait-elle prendre conscience plus vive de l'avant et de l'après; mais l'ici-bas demeure trop transitoire pour servir de postulat fondamental aux certitudes philosophiques.

L'espace des peuples ignore celui des philosophes, mais il le détermine. Et le haut Moyen-Âge, s'il ne réunit pas clercs et serfs dans le même langage, leur communique le même besoin de se protéger de l'histoire. Après Vandales, Goths ou Vikings, châtelains, barons et ducs entretiennent les désordres dont la féodalité tire sa légitimité. L'insécurité du plat pays, de bourgs clairsemés, et du commerce guetté par les pillards, font de Dieu la seule forteresse sûre au milieu de populations où les endémies décuplent les ravages des guerres. Les murs épais d'églises voûtées, dont les hautes et étroites fenêtres s'ouvrent vers le ciel, séparent deux espaces terrestres. A l'intérieur est présentée aux âmes l'éternité divine du cosmos, fermée aux règnes extérieurs de la dégradation et du péché. Incorporées aux parois, les mosaïques ou les fresques aménagent les dimensions des anges et des saints autour ou au-dessous du Tout-Puissant. Ignorant l'ancien esprit philosophique, le peuple situe comme lui le réel véritable du côté du monde idéal et associe le surnaturel immuable à un *noli me tangere*. Là est l'espace véritable dont la rigidité s'impose à l'oeuvre sculptée:

(12). — La remarque est d'Henri Marrou dont le *Saint Augustin* ouvre des horizons nouveaux à ce que devrait être une histoire des calendriers. Quand le zéro des temps est situé à l'origine de toute création, la mesure des durées est cyclique; ce zéro change de nature: il devient une date de l'histoire alors répertoriée par la suite des nombres à partir de la fondation de la cité ou de l'incarnation d'un Sauveur. Les deux modalités ont été souvent conjointes; la seconde sera complète avec l'invention de nombres négatifs.

la forme des figures est commandée par leur support; tout fait corps avec la continuité et la solidité de l'édifice sacré (13).

Continuité indispensable au cosmos clos enfermant la communion des saints dans l'univers de Dieu. L'anathème doit donc frapper ceux qui "déchirent la robe du Christ". Dans le réseau serré de la foi, l'interdit s'étend des princes ou pasteurs infidèles à leurs domaines rejetés avec eux dans les ténèbres extérieures. L'anathème appartient à une logique assurée de sa perfection et dont la cruauté relève des nécessités du salut; les croisades contre l'infidèle ou les bûchers pour l'hérétique se situent sur le même axe, celui des démarches souffrantes; pèlerinages, litanies puis chapelets remplissent l'espace temporel qu'a jalonné une fois pour toutes le chemin de la Croix.

Face au besoin de préserver l'éternité des vicissitudes du temps, ce dernier relève de la pénitence. Pourtant, dans cette structure dont les grands mystères de la foi sont les pôles, l'articulation difficile est celle de l'espace avec le temps sacralisé par le Christ né et mort. La durée du péché est aussi celle du rachat. Aller au devant de la peine c'est prévaloir contre les portes de l'enfer, si bien que quand clochers et beffrois vont sonner l'heure des villes industrielles, et qu'une activité inventive va animer la chrétienté, quand les ateliers métallurgiques vont ferrer les chevaux, forger les étriers, les armes et les socs, et que les moulins à eau vont entraîner pilons, pignons et volants (14), le temps rédempteur sacralisera encore une société qui se transforme.

Dans la cathédrale où l'ogive remplace le cintre et le vitrail la fresque, le besoin d'un cosmos clos et continu s'exprime toujours, mais aussi compose avec la nouvelle hardiesse élevant un bâti traversé de jours colorés. Aux siècles d'un conflit épique entre le temporel et le spirituel ayant laissé longtemps la dernière mot à la triple couronne des papes, en succèdent de nouveaux. Le cosmos chrétien cesse d'être un cristal parfait quand le Saint Empire s'abolit et qu'au règne souverain du Pontife et d'une théologie oecuménique succèdent plusieurs couronnes chrétiennes ayant chacune leurs chroniqueurs. Le temps a commencé de disloquer l'espace.

Quand les Réformes de la foi, bravant les anciennes armes théologiques émoussées, individualisent le culte et le dépouillent de son cérémonial sacré, l'art aussi poursuit son mouvement. L'objet sculpté se détache davantage des murs, les quitte, cherche un socle. La pein-

(13). — Cf. André Scolbetzine: *L'Art Féodal et son Enjeu social*, (Paris 1973). Illustrations et commentaires y sont particulièrement suggestifs.

(14). — Cf., notamment, White Lynn: *Technologie médiévale et Transformations sociales* (Paris — La Haye 1.969).

ture à son tour s'écarte des parois, se place en cadres dont les premiers rappellent l'architecture dont ils s'extraient avant de n'être plus que la condition ouvragée de la mobilité de l'oeuvre peinte. L'espace avait été chose pleine et continue, il devient un lieu vide où l'homme situera ses objets au gré de son désir. Sans doute la circularité des coupoles grandissent au-dessus de la croisée des nefs évoque-t-elle encore l'harmonie sphérique de Platon; mais la rotondité de la terre a été, depuis, associée à un vide infini que les Grecs ne concevaient pas. Les navigateurs ont donné une réponse concrète aux interrogations de l'évêque Nicolas de Cues.

Dans cet espace que le temps transforme du plein théologique qu'il était en simple condition de déplacements, l'homme s'individualise comme ses oeuvres. Pour transporter à l'intérieur du sanctuaire florentin la vision du monde extérieur que le porche laisse apercevoir, Brunelleschi (15) utilise le jeu d'un miroir grâce auquel il focalise les rayons d'une vision dont l'oeil qui regarde est le point d'optique. L'invention de la perspective n'est pas oeuvre de philosophe quand l'artisan lui-même n'a été que l'interprète d'un changement social où le tout ne commande plus la partie: l'individu regarde à son gré l'univers où il se déplace et dans lequel il introduit un à un les produits de son travail. De même n'attend-t-il plus d'une collectivité sacrée le commentaire de livres qu'il lira lui-même, assurant ainsi la fortune de l'imprimerie, technique en elle-même naïve. Le *sujet* n'est plus l'assujetti, il conquiert le libre arbitre de l'actant.

Espace surnaturel clos et rempli par le dogme, temps naturel des artisans et des fabricants, la seconde notion continue d'user la première au milieu des courants des transformations populaires. Aussi longtemps que les dits d'Aristote purent être accommodés à l'expérience collectivement vécue, ils ont gardé une valeur de référence qui ne survivra pas au travail social que Kant finalement conclura en reconnaissant à l'espace et au temps des statuts tout abstraits, conditions de la représentation.

Dans cet enchaînement les penseurs sont moins agents qu'agis. Si Koyré eut raison de constater une mutation à l'époque de Galilée ou de Descartes, Duhem (16), de son côté, n'eut pas tort d'étaler sur

(15). — Cette mutation esthétique a fait l'objet d'importantes études. Dirigés par Jean Petitot, trois de nos élèves (Henri Bavral, Yannick Loisançe et Lumeaux) ont fait le point de la question: *Mémoire* à la Bibliothèque de l'École Polytechnique.

(16). — Pierre Duhem: *Le Système du Monde* (Paris, 1903) notamment tome I, pages 5 et 6.

toute la durée médiévale les antécédents intellectuels nécessaires à cette nouveauté. Ce qui compte plus encore que le destin de métaphores dont les sciences modernes allaient naître, c'est le destin même des peuples, de leurs croyances, des récits qu'ils se font et des mythes qu'ils illustrent. De leur côté se place l'immense laboratoire où actions, besoins et désirs, confrontés aux nécessités du travail et de la survie, fabriquent, ordonnent et coordonnent les images; ils s'exercent de la sorte à découvrir des lois de rapports ou de combinaisons qu'il suffira ensuite aux penseurs d'exprimer pour en faire les symboles opératoires de futurs progrès scientifiques.

III. — *La matière à l'épreuve de l'aléa.*

Pour Descartes, l'univers était encore rempli de matière subtile; depuis, la place du vide ne cessera pas de grandir même au sein de la matière. L'atome, ce minimum indivisible pour Dalton, deviendra une sorte de système solaire pour Bohr; par la suite, l'électron lui-même ne sera plus qu'une réalité ambiguë autour d'un noyau composite où, à la fin, on parlera d'antimatière et d'antiparticules. On pourrait donc traiter de la matière en prolongeant seulement ce qu'on vient de lire sur l'espace et le temps. Ce serait pourtant méconnaître l'importance que garde l'histoire générale dans celle particulière des sciences. Aussi bien qu'un espace populaire il y eut une matière populaire d'où actions sociales et transformations métaphoriques n'ont pas été absentes non plus.

De la théorie d'Empédocle, Abel Rey a pu dire qu'elle fut à l'origine d'une des plus colossales synthèses que la science ait à son actif, ce sera la plus grande hypothèse de travail jusqu'au XVI^e siècle, voire au début du XVIII^e (17). En retenir l'essentiel, c'est aussi se référer à l'expérience la plus générale jusqu'en Chine; l'univers du sens commun s'y partage en quatre éléments: la terre et son contraire l'air, l'eau et son contraire le feu. Tous les corps minéraux ou vivants en sont formés et se voient de la sorte voués à un lieu: le nadir réservé à l'eau, l'azimut au feu, entre les deux la terre et l'air. La matière ainsi spatialisée est qualitative et sera reçue pour telle pendant longtemps. Ses éléments sont doués de sortes de sentiments: amitié ou discordance sont la cause d'attractions ou de répulsions, ce sont aussi les "substances étendues" du cosmos. L'espace d'Empédocle sera condamné par Kant, mais l'attraction ou la répulsion des alchimistes

(17). — Cf., notamment, dans René Taton: *Histoire générale des Sciences*, tome I (Paris 1957) page 225.

inspireront encore Newton, lecteur critique mais attentif de ces conservateurs de la doctrine antique (18).

Pourtant, entre l'antiquité et nos actuelles physiques, le parcours a été plus complexe que dans ce résumé. Entre temps, logiques et expériences ont été corrélatives à des imaginations sociales infiniment diverses se revêtant tour à tour d'une grande variété de mythes. Quand les Grecs associent deux à deux les éléments pour produire ce que, pour faire bref, on appellera ici des principes, ils découvrent le sec entre la terre et le feu, l'humide entre l'eau et l'air, et de même pour le froid et le chaud. A l'inverse ils réunissaient le sec et le chaud dans le feu et ainsi du reste, selon la binarité essentielle à la logique des mythes et à ses structures synchroniques.

Ce raisonnement structuraliste binaire n'est pas abstraction pure; on l'appliquera continument à l'interprétation d'expérimentations poursuivies avec une obstination comparable à celle des sciences modernes. Depuis l'âge des métaux, les artisans fondirent, purifièrent, mélangèrent des matériaux empruntés à l'écorce terrestre, en traitèrent les fumées, exhalaisons ou condensations. Forgerons, artistes ou fabricants de pharmacopées évaluèrent leurs échecs ou succès en fonction de l'usage fait de leurs produits, mais quand la réflexion voulait en interpréter les procédures c'était alors selon les quatre éléments ou les quatre principes, selon aussi l'amour-attraction ou la haine répulsion: les minéraux eux-mêmes vivent et forment des familles; ils en connaissent les conflits.

Au cours de cette longue histoire, tantôt l'action se porte davantage du côté des ateliers et de ce qu'on appellera l'esprit positif, tantôt de l'imagination mythologique. De même que dans le cas de l'espace, la première attitude est plutôt celle de sociétés où l'histoire forme des citoyens, l'autre s'inscrit dans l'éternel retour des féodalités épiques. Rhazès, dans la Perse marchande cherche surtout des produits utiles à bon marché; une préoccupation économique valorise un positivisme pragmatique. Dans l'Islam féodal, la chimie de Geber (19) s'asservit à une mystique soumettant le succès du praticien à la pureté de ses moeurs et de sa foi. Et comme cette dernière société est aussi celle d'un cosmos solidairement articulé, ce qui se produit dans l'athanor où le creuset a son hypostase symétrique dans l'univers stellaire.

(18). — Cf., notamment, les études de P. M. Rattansi e de R. S. Westphall dans *Sciences, Medecine and Society in the Renaissance* (Heinemann 1972).

(19). — L'ouvrage de Paul Kraus consacré à Geber s'éclaire des commentaires dont M. Aly Mazahéri prépare la publication.

Les figures du zodiac, et de toutes constellations, remplissent les vides laissés par les étoiles, pauvent donc, en retour, être des guides pour le faiseur de matériaux. Cette transformation de la praxis de Rhazès en la mythologie de Geber s'observe dans les avatars des encyclopédies attribuées à ce second auteur, nom fameux mais sans doute appellation collective accordée à des ouvrages répartis sur une période plus longue que la vie d'un homme. L'Egypte de Geber était tant par l'ancienneté de ses métaux que par sa vocation à des structures sociales sans liberté le lieu convenant le mieux à un synchronisme structurel que l'Europe médiévale reprendra à son compte. Geber, traduit en latin, prépara les réflexions de Paracelse affirmant qu'«ai chimie, médecine et astrologie ne font qu'un seul et même savoir (20).

On ne s'étonnera pas non plus qu'entre poètes et alchimistes aient lieu tant d'échanges réciproques. Les *Civilisations closes* dont Lukacs commente l'esprit épique au début de *La théorie du Roman* évoquent "les temps qui peuvent lire dans le ciel étoilé la carte des voies qu'ils ont à suivre"; la théorie chimique fait alors figure d'épopée. Attraction et répulsion sont amour et haine au sein d'un univers sexué dont la hiérarchie a le Soufre pour roi et le Mercure pour reine. Les éléments se livrent des batailles, leurs souverains vieillissent mais aussi perpétuent leurs ambitions en des enfants, fruits de leurs accouplements. Il arrive même qu'on emprunte l'imagerie chrétienne pour introduire dans ce chevaleresque la Vierge et l'Enfant. Puis, quand la poésie se veut naturaliste, l'auteur du *Roman de la Rose* consacre de longues strophes à un *Dialogue entre Nature et l'Alchimiste* (21). Le Mercure ni le Soufre n'y sont des matériaux vulgaires qu'une industrie renaissante désigne aussi de ce nom; c'en est le double "germe" qui, par sélections successives, transforme le plomb en or.

Tel qu'on le représente aujourd'hui, l'alchimiste eut été une sorte de magicien doublement secret, ayant à se défendre de la condamnation des uns et de l'avidité des autres. Cela est vrai des prétendus faiseurs d'or mais non pas des innombrables artisans expérimentant ou fabricant des produits d'utilité courante selon des pratiques reçues ou améliorées, tout en relevant d'une mythologie de la matière largement répandue et partout acceptée. Si une "révolution" scientifique se prépare ainsi, c'est celle qui rendra finalement évident que la pra-

(20). — Cf. note 22.

(21). — Le texte est évoqué dans Albert Marie Schmidt: *La Poésie scientifique en France au XVIe siècle* (Paris 1938), page 320. Il serait sans doute intéressant de comparer Jean de Mung avec Dante Alighieri dont nous remercions Mme Sandro Fornara d'avoir traduit pour nous d'importants passages.

tique compte bien plus qu'une théorie aprioriste. Alors les Spagyristes — dépouillant peu à peu le travail d'atelier de toute considération astrologique et ne comptant plus sur le pouvoir magique d'incantations — préparent les voies d'un Boerhave ou d'un Stahl et finalement de la chimie moderne. Face à eux et à mesure que l'esprit artisanal l'emporte, l'ancien savoir mythologique en est réduit à cacher ses secrets prétendus dans un ésotérisme renforcé.

Progressivement, alors, la notion d'éléments se transforme; on n'y recherchera plus la femelle et le mâle dont naîtrait toute la nature; on appellera élément ce que l'artisan produit de plus constamment reconnaissable: le fer, le cuivre ainsi que différentes formes d'acides ou de sels. Parmi ces produits certains se révéleront irréductibles et figureront effectivement comme tels dans la nomenclature chimique entreprise à l'époque de Lavoisier; d'autres, comme les acides, seront décomposés en nouveaux éléments plus simples, seuls alors retenus. Cette manière de procéder dément, naturellement, Empédocle. S'il y avait eu quatre éléments, la raison en venait d'une systématique rapportée aux structures de la symétrie. Désormais, le nombre des éléments n'aura rien de géométrique, il sera aussi contingent que celui des produits épurés et simplifiés dans les ateliers ou laboratoires. Cette phase de contingence sera transitoire mais aussi nécessaire avant que Mendéléïev établisse son tableau numérique dont les mathématiques non euclidiennes, ou les physiques des particules et du probabilisme rendront finalement compte.

A mesure que le langage chimique devient opératoire, celui de l'alchimie renforce, en périssant, son ésotérisme ineffable. Un siècle avant que l'oxygène soit isolé et nommé, et quand déjà plusieurs acides ou sels sont repérés, l'ancien savoir initiatique n'évoque plus la géométrie d'Empédocle que par des images chargées de symbolismes ésotériques: le *Mutus liber* (22), compendium final de l'Alchimie, n'explique plus rien, ne prononce même le moindre mot.

Dès avant la Renaissance les sciences nouvelles participent aux premières aspirations démocratiques en ce qu'elles prétendent définir, décrire, et opérer de telle sorte que n'importe quel lecteur puisse comprendre et imiter. Ce recours à un langage de sens commun n'aura, nous le verrons, qu'un temps, mais il achève déjà dans les cités bourgeoises un immense et ancien travail populaire.

(22). — Le *Mutus Liber* a été publié à Paris au XVII^e siècle. Nos élèves Therry et Daniel Caille ont élucidé certains aspects du "langage alchimique" et d'un type d'expérimentation: *Mémoire*, à la Bibliothèque de l'Ecole Polytechnique.

Il a fallu des millénaires d'essais laborieux pour qu'on put distinguer certains minéraux des minerais dont ils coulaient; pour les nommer on apprit à remplacer par un substantif générique les noms géographiques qui d'abord se rapportaient aux mines d'où on les extrayait. Travail de multitudes ouvrières creusant le sol, coupant des arbres, chauffant des fours, martelant des enclumes risques aussi des marchands ramenant des lieux les plus divers des produits dont les artisans eussent à éprouver dissemblances ou similitudes. Bien plus que l'ancienne connaissance auguste que Paracelse (23) noya en d'obscurs verbalismes avant que ses successeurs ne la rendissent entièrement muette, l'expérience populaire inspira les laboratoires du siècle où l'Encyclopédie associa les Sciences, les Arts et les Métiers.

Encore a-t-il fallu que les penseurs, de leur côté, remissent en cause la nature du nombre et du mot.

* *
*
*

L'époque de Galilée s'est passionnée aussi pour les principes de la numération de position. Si le symbole 10 veut dire dix dans la numération de base dix, il voudra aussi bien dire n'importe quel nombre si la base arithmétique est changée. Le nombre apparaît relatif à une convention en même temps qu'on s'éveille à la conception d'inventaires exhaustifs.

Même souci du côté du langage. Les princes, d'abord en Italie, ont besoin de communiquer par messages secrets et codifiés. On changera donc selon une règle convenue l'ordre des lettres ou des mots. Une revue de tout ce qu'on peut faire ainsi implique le calcul combinatoire nécessaire aussi aux parieurs de Pascal; il intéresse en outre des grammariens, tel celui du Bourgeois. Certes, disant de la prose sans le savoir des voyelles sans les connaître, Monsieur Jourdain trouve tout de go la manière de louer les yeux de sa marquise. Pourtant les mêmes mots pourraient connaître d'autres ordres. Molière se moque des savants remettant tout sur table avant d'en revenir au sens commun. Pourtant ce n'est pas là que jeu (24). Si un seul choix est bon parmi tant de possibles, c'est que l'usage l'a voulu. Les notions de combinaison et de hasard se conjugent avec celle d'histoire. L'esprit positif et historique moderne naît avec de telles analyses:

(23). — Paracelse: *Oeuvres médicales* (Paris 1968), notamment pp. 29 à 100 livre Paragranum dont Melle Peyrondet nous a préparé l'exégèse.

(24). — Cf., E. Coumet in *Mathématiques et sciences humaines*, n° 38, 1972 pp. 5-37 et in *Permutations*, (Paris 1974) à pp. 277-289.

comme les nombres, le langage s'y désacralise, synchronique dans ses structures, diachronique dans sa réalisation.

La désintégration de l'univers cosmique et clos n'a donc pas seulement fait le vide autour d'îlots matériels soustraits au système d'Empédocle; elle valorise le contingent aux dépens de la raison ontologique. L'esprit positif part des faits; son succès corrobore le processus situant la réflexion logique après l'expérience et non l'inverse. Il n'en sera pas toujours ainsi, mais ce renversement parut nécessaire pour environ un siècle.

Les premiers effets en seront de séparer les unes des autres les branches du savoir et notamment la biologie des physiques. Il faudra encore des décennies pour apprendre que si les mathématiques peuvent devancer une expérience s'est à partir d'une précédente et cela seulement à l'intérieur d'un même corpus d'où l'extrapolation est interdite. Laplace prétendra encore pouvoir déduire l'univers de demain de celui d'hier; il ignore que le hasard n'est pas un accident du déterminisme mais sa condition. Et quand Legendre offrira une démonstration du postulat d'Euclide, elle sera aussitôt démentie: Il n'existe pas une mais des géométries.

* *

*

Combien la société se change pour que change ce qu'elle pense! A l'époque où le renouveau des grammaires destitue l'autorité des grammaires, pourquoi Descartes — le docteur Marphurius du *Mariage Forcé* — veut-il douter de tout en présence de ce qui est?

Y aurait-il déjà tant d'aléas dans un univers encore réglé comme l'espace d'Euclide et où les êtres actuels "existaient comme possibles dans l'entendement divin"? Mais la providence du Tout Puissant mise en cause, il faudra oublier que possible vient de pouvoir et probable de preuve; l'un et l'autre relèvent du hasard et du risque dans l'univers tenté par l'entreprise bourgeoise. Il n'y eut pas de révolution copernicienne ou galiléenne si par là on entend un échange de place entre la terre et le soleil, échange déjà inscrit dans l'Arénaire d'Archimède; Galilée, lui, *voit* la lune, ce n'est pas une sphère parfaite, la pureté du monde supralunaire est compromise au bout de la lunette faite de verres hollandais; la nouvelle mécanique suscite un matérialisme sans privilège: la matière est la même partout où elle rompt le vide; comme la société elle-même, elle perd tout statut hiérarchique.

L'espace n'ayant plus l'ancienne plénitude fixant chacune des choses visibles en son lieu, on cherchera autrement pourquoi l'eau pénètre la terre ou le feu, traverse les airs: densité, fluidité, chaleur, combustion, autant de notions inventées pour le travail et non plus découvertes dans l'harmonie du droit divin. L'oscillation du pendule ne sera plus l'ajustement spatial d'une "chute entravée" entre le "lieu naturel" du pesant et l'artifex du "point fixe", provoquant la circularité; la nouvelle matière, différente de la substance étendue, ne sera plus de l'espace mais dans l'espace. Les choses seront étudiées sans référence à l'immanence de ce qu'elles devraient être; la nouvelle démarche scientifique plaçant le doute avant la certitude, abolit l'univers préconçu; la matière est contingente comme l'est l'entreprise ou la richesse du marchand, qu'il soit vertueux ou pêcheur. Et quand le prêt à intérêt tire sa légitimité de la nouvelle nature du temps où le risque et l'aléa s'inscrivent, la vraie manière de vaincre la matière ne sera plus de trouver refuge dans l'ineffable mais bien de concevoir des symboles pratiques afin de mieux produire des objets matériels.

IV. — *La logique à l'épreuve de l'irrationnel.*

Le mythe a réponse à tout dès lors qu'il achève dans un au-delà inaccessible une cohérence refusée aux perceptions partielles d'ici-bas. Dans ce cas l'unité logique est une perfection nécessaire où se prouve l'existence de Dieu.

Mais si la logique n'était pas uniforme, et si même les mathématiques n'étaient que relatives? L'époque de la pensée mécaniste est encore partagée, rappelons-le, entre science des mythes et mythe des sciences. Pascal rationalisant le hasard conçut que les raisons dépendent de définitions; il soupçonne l'existence du chemin aboutissant au pluralisme axiomatique (25). Pour lui, quel danger Descartes fait courir à la foi en cherchant la preuve de Dieu dans l'absolu d'une logique géométrique dont l'impuissance soupçonnée rend au coeur ses raisons. Pascal ne lui "pardonne pas sa philosophie "inutile et incertaine" parce qu'il est très considérable qu'on ne puisse se contenter de dire: "il n'y a point de vide donc il y a un Dieu". Il ne faut pas se servir de la nature pour prouver Dieu. Des raisons plus subtiles, doivent, dans les figures allégoriques des prophètes, substituer leur contraire au sens de certains mots et, par exemple, entendre "spirituel" quand on lit "matériel". Bien avant la psychanalyse, la finesse d'esprit est celle d'interprétations; pour entendre l'Écriture Sainte, il ne suffit pas de trouver un sens "qui convienne à

(25). — Jacques Hadamard: *L'Invention en Mathématiques*, page.

plusieurs passages accordants, mais d'en avoir un qui accorde les passages même contraires" (26) .

De son côté, Descartes n'est pas moins ambigu. Et quand son second principe propose de "diviser chacune des difficultés.... en autant de parcelles ... qu'il serait requis pour les mieux résoudre", il préfigure l'univers parcellaire où les sciences s'éploieront chacune en leurs domaines relevant de lois qu'il ne faut pas extrapoler *a priori*. Là, quand on abolira des. frontières, ce sera au prix d'un éloignement grandissant entre signifiants et signifiés.

Les penseurs de l'époque où le théâtre tragique assure le relai entre évocation épique et caractère romanesque, des grammairiens et des lexicographes, des codificateurs de toutes sortes aussi bien que des mathématiciens eussent voulu conserver à la fois l'unité logique et son identification avec ce qu'elle opère. Mais de même que le nouveau langage chimique préfère le concret à la systématique unitaire des symétries verbales, les savoirs que le positivisme juxtaposera, relèveront d'autant mieux de la mathématique que celle-ci deviendra autonome par rapport à l'expérience concrète. Certes elle ordonnera, guidera, devancera les expérimentations mais elle devra, pour ce qui la concerne en propre, reconnaître, à la fin, qu'aucun système logique ne peut être à la fois complet et cohérent.

Cette absence d'unité logique a été ressentie bien avant les réflexions de Port-Royal. Peut-être fut-elle moins apparente aussi longtemps qu'on escompta, sans l'avouer, que la raison mathématique ne serait pas moins unitaire que ne prétendaient l'être les rationalités mythologiques. La logique avait déjà été irréductible au sens commun lors de l'invention des fractions auquel il fallut attribuer une origine divine, notamment en Egypte. Encore pourrait-on remonter en-deçà: les numérations anciennes les plus élaborées se souvenaient de nombres devenus dieux, entouraient de vénération les nombres premiers. Le mystère de la Trinité domina encore le siècle qui créa les nombres négatifs et nomma les irrationnels.

Rappelons une fois encore la singulière histoire des nombres que Gauss appellera complexés. Aucun des nombres connus au XVII^e siècle ne peut, multiplié par lui-même, produire -1 ; mais supposons qu'il en existe et appelons-le d'un signe traité comme tout nombre, on peut trouver pour les équations de degré 3 une méthode de résolution cherchée depuis deux millénaires; Cardan qui se distingue en

(26). — Oeuvres de Pascal, Paris 1925 t. XII, page 28, t. XIII p. 177, t. XIV p. 122.

cette invention l'énonce mêlée d'alchimismes et d'astrologismes qu'il faudra effacer pour qu'en deux siècles on s'habitue à de tels nombres encore appelés pourtant "impossibles" ou "imaginaires" avant que Gauss ne les écrive de telle sorte que les nombres dits naturels n'en soient plus qu'un cas particulier. Entre l'époque de d'Alembert et celle de Cantor, il fut un moment rassurant d'imaginer une interprétation spatiale ramenant les "impossibles" à une figure géométrique connue. Pour Argand un tel nombre, avec deux paramètres; est au plan ce qu'un nombre naturel, paramètre unique, est à la droite. Mais il faudra renoncer à des concrétisations aussi simples quand les quaternions d'Hamilton, pertinents aux volumes s'écriront selon quatre — et non trois — paramètres. Tant de cas semblables se seront présentés qu'entre géométrie et algèbre les ponts paraîtront rompus au milieu du XIX^e siècle.

L'époque de Flaubert, Baudelaire et des premiers impressionnistes est celle aussi d'un statut paradoxal de la pensée. Les mathématiques d'autant plus exactes qu'elles sont moins concrètes sont aussi d'autant plus pertinentes au réel qu'elles sont plus exactes. On dirait qu'un réel caché plus réel que celui du regard est aussi plus effectif. C'est alors qu'un retour à l'intuition permet à Riemann d'annoncer dès 1864 les géométries algébriques et les physiques de l'avenir. Des opérations vérifiées par la conscience claire et l'expérience pratique sont issues de symbolismes d'origine inconsciente. Le langage rationnel grâce à son caractère diachronique convient à une forme nouvelle d'objectivité. Diversité de types d'espace n'empêcheront pas Cantor d'inscrire tous les types de nombres sur une seule droite. On trouvera qu'il existe autant de points sur le côté d'un cube que dans un cube. Le symbolisme opératoire recourt à un médium linguistique bravant l'unité immédiate du visible.

Aussi bien qu'en mathématiques, beaucoup des succès effectifs des sciences compromettent une foi dans l'unité logique que certains savants hésitent aujourd'hui encore à mettre en doute. On a expliqué la persistance de cette crédulité en analysant les ouvrages didactiques; ils transfigurent les connaissances passées en fonction de celles du présent, effacent les frontières qu'il fallut franchir, niant ainsi la composante historique de la logique (27). Pour établir l'unité de la logique n'eut-il pas mieux valu prouver celle des mathématiques? L'analyse des propositions aboutit à la démonstration du contraire; il n'est pas de méta-mathématique possible (28).

(27). — Notamment dans Thomas Kuhn — ouvrage cité pp. 164 et ss.

(28). — Cf. *Annales* janvier 1974, page 134.

Pascal lui-même n'eut pu envisager cette propriété négative démontrée au XXe siècle. Tant que la synthèse euclidienne fut au centre des mathématiques, celles-ci étaient faites d'enchaînements dont la continuité garantissait la légitimité. Qu'une nouvelle proposition fut à démontrer, il n'était que d'achever la figure problématique par quelque construction ramenant à la synthèse primordiale. L'"analyse", par la suite, facilitera la recherche, langage opératoire réduit à des systèmes d'équations; elle se développera au point que la synthèse ne sera plus qu'un cas particulier dont on oubliera jusqu'au nom.

* *
 *
 *

On chercherait naturellement en vain dans l'expérience vécue à cette époque bourgeoise quelque corrélation directe entre l'invention de tels concepts scientifiques précis et celle d'expressions littéraires esthétiques ou sociales. Certes en particularisant les langages des sciences et des arts, on n'entend nullement les cacher au public; mais pour que leurs opérations soient mises à la portée de tout enseignement, il faut qu'elles soient dûment spécialisées en s'éloignant de l'expression vulgaire. Pourtant, à s'en tenir à des vues générales certaines correspondances apparaissent, du moins tant que la société poursuit son atomisation.

Paradoxe du développement scientifique au XIXe siècle! Sa rapidité opératoire a pour mesure l'indifférence progressivement apprise par les savants à l'égard d'une cohérence globalement rationnelle laquelle, dans le même temps, vulgarise un mythe de la science. Illusion qui s'explique car il existe à tout le moins un caractère commun entre l'univers social en mouvement et l'univers mental au travail.

Rappelons que pour trouver la solution de problèmes anciens ou plus récents il fallut soit inventer de nouveaux objets symboliques, soit, — face à l'impossibilité de résoudre certaines opérations à l'aide d'objets donnés — formaliser les conditions générales de ce qui peut les rendre résolubles. L'histoire du génie tragique de novateurs comme Abel et Galois souligne la difficulté de faire admettre de telles révolutions conceptuelles, même dans les milieux scientifiques les plus avertis. Le siècle ne manquera pas on plus de querelles retentissantes entre géomètres et algébristes. Quand un de ces derniers, Kronecker, lancera la boutade: "Dieu créa les nombres entiers, le reste est l'oeuvre

de l'homme", il soulignera l'importance de symbolisations qui, malgré leur apparence arbitraire, transformeront du tout au tout l'univers pratique de la science.

De tout cela ne retenons qu'un seul aspect: on cesse de considérer les nombres seulement comme des producteurs d'opérations. Les opérations, au contraire, invitent qu'on fabrique de nouveaux types de nombres, et même qu'à ces derniers on assimile des fonctions. Sorte de "révolution copernicienne" éloignant toujours davantage de leur ancien pôle, les axes des démonstrations? Révolution surtout de l'époque bourgeoise et affectant tous les domaines.

Comme le langage opératoire, la littérature en mettant les mots à l'épreuve se met à l'épreuve des mots. Boileau n'eut pas compris ce que Flaubert expérimente, et après lui tant de poètes: il ne faut plus concevoir d'abord pour ensuite bien dire, mais tout réapprendre pour trouver dans la beauté des phrases ce qu'il faut penser des choses comme symboles de la vie intérieure.

De même le développement du crédit fait préférer l'action créatrice de textes réglementaires à la constatation d'objets juridiques tout faits. Cela vaut pour les sociétés anonymes: au début du XIX^e siècle, chacune est déterminée par ce qu'elle doit faire. Cinquante ans plus tard l'Europe produit des lois d'ensemble permettant à quiconque d'en créer autant qu'on en voudra, faisant aussi ce qu'elles voudront à la seule condition d'un statut conforme. La comparaison peut même être poussée jusqu'à rejoindre ce qui se produit mathématiquement quand des fonctions prennent la place de quantités. L'entreprise d'autrefois s'identifiait avec l'entrepreneur, réalité tangible responsable en tous ses biens et même en sa personne; l'entreprise anonyme, la firme, n'a d'autre existence que formelle: issue d'un texte et n'existant juridiquement que par lui, elle n'engage le souscripteur que selon des termes souscrits. La monnaie d'ailleurs, entre temps — du fait des échanges et du crédit qu'ils inspirent ou qu'ils autorisent — est elle aussi devenue symbolique, quantités inscrites sur un billet, ou opérations faites en comptes.

A y regarder de plus près les transformations littéraires et sociales ont précédé celles des sciences, ou du moins celles de la conscience que durent en prendre les savants pour les mieux formaliser. En France, notamment, dès l'époque de Law et de ceux qui en avaient administré la faillite, des critiques s'élevaient, inspirées par des exemples déjà vivants en Angleterre: le dynamisme financier est rendu impossible par toutes collusion avec un droit divin légitimant le statut différencié des personnes. L'idée qu'un pouvoir législatif doit être

au-dessus des coutumes et qu'il relève lui-même d'une loi plus haute et constituante — idée liée à celle du suffrage, de ses aléas comme à celle de la libre parole et du respect de l'intimité individuelle — était déjà inscrite dans des projets de code quand Diderot déclara terminée l'ère des mathématiques dont son temps ne pouvait pas prévoir l'essor paradoxal (29). Est-il nécessaire de redire que les savants n'ont pas eu à chercher leur inspiration directement dans l'expérience sociale? Mais leurs réflexions appartiennent à une mentalité générale; ce qu'elles inventent dépend de ce qu'elle permet d'inventer.

Aussi bien, vers 1900, assiste-t-on partout à l'achèvement d'un cycle. Les anciennes sociétés inspirées par le mythe et les synchronies de l'espace s'exprimaient le mieux en représentations figuratives; les plus belles étaient légendaires. Le passage par le réalisme n'a qu'un temps débouchant sur de pures abstractions, sortes de calligraphies. Les géomètres de 1800 ont encore besoin de traduire les nombres en termes d'espace et voient en ces représentations concrètes la preuve d'une existence. Il faudra ensuite s'en passer; si le signe hâte l'action de la raison exacte, il témoigne d'irrationnelles nécessités. Vers le même temps, les peintres comme les poètes cherchent-ils autre chose? L'expression porte en soi sa réalité propre, et comme telle produit par surprise l'émotion cherchée.

L'expérience bourgeoise demandant que chacun s'affirme comme soi, a préféré des rationalités particulières à tout synchronisme unitaire. Les sciences comme les arts abolissent les frontières entre cultures mais privent les objets exprimés de l'ancienne référence à un sens commun apparent.

* *
*

Les mutations sociales de l'époque bourgeoise ont rendu libres les concepts; ils en sont devenus beaucoup plus efficaces, mais grâce à des mathématiques dont l'unité logique *a priori* n'existe plus que comme mythe. L'exactitude trouvant sa perfection dans la signification pure, les peuples qui, grâce à elle, entreprennent de dominer les choses, ne savent plus ni quel reste de protection leur laissent les langues ordi-

(29). — "... j'oserais presque assurer qu'avant qu'il soit cent ans, on ne comptera pas trois grands géomètres en Europe (géomètre est pris par Diderot au sens de mathématicien). Cette science s'arrêtera tout court, où l'auront laissé les Bernouilli, les Euler, les Maupertuis, les Clairaut, les Fontaine et les d'Alembert. Ils auront posé les colonnes d'Hercule. On n'ira point au-delà. Leurs ouvrages subsisteront dans les siècles à venir comme les pyramides d'Egypte... chargées d'hiéroglyphes". Diderot, *Pensées sur l'interprétation de la Nature*, partie 4. L'avenir des mathématiques dépendit alors, en effet d'une rupture, celle de la puissance de mythe conférée au postulat euclidien des parallèles.

naires ni quelle domination exerce sur eux tous les nouveaux langages scientifiques et technologiques dont l'esprit ne peut plus escompter qu'il réassurera l'unité que les mythes offraient aux émotions.

Ce nouveau panorama commence de se faire jour vers le début du XXe siècle; l'oeuvre bourgeoise y figure comme un reliquat au milieu d'un univers mis en convulsion par les sciences; elle prétendait unir les hommes, mais elle suscita des langages où l'humanité se désarticule; peut-être trouvera-t-on là les profondes raisons du meurtre de Galois et du procès fait à Flaubert.

Réécrire l'histoire des bourgeois en fonction de telles leçons est une tâche encore si difficile qu'on ne s'aventurera pas déjà du côté d'un présent trop proche. Mais il n'est pas déraisonnable de procéder à un premier et court bilan de nouvelles méthodes ainsi offertes à l'historien.

Est-il besoin de préciser, une fois encore et à titre de transition entre l'histoire du passé et les méthodes du présent, qu'entreprises et dominations industrielles ne soumettent pas la nature au point qu'elles feraient dire aux sciences ce qu'elles veulent? Entre l'action des sociétés et les déterminismes probabilistes des sciences, s'engage la dialectique du monde industrialisé, poursuite sans but fixé d'une cohérence impossible, l'expression ayant entièrement perdu l'absolue synchronie des mythes.

V. — *L'Histoire, science expérimentale.*

Comment l'humanité devient-elle savante? Comment l'individu acquiert-il la maîtrise de son intelligence? Deux questions n'ayant pas même réponse mais qui méritent d'être posées conjointement. Les historiens ne parlent pas seuls de "révolution copernicienne"; l'expression sert aussi à ceux qui, étudiant l'enfant, reconnaissent l'importance du stade où il cesse de se ressentir comme le centre d'un monde où tout lui-même se prolonge. La psychologie génétique fait écho à la psychanalyse: Freud précise quand l'enfant se satellise autour de ses parents, qu' "en fait c'est l'égoïsme qui lui enseigne l'amour" (30) et qu'aussi il se sert de fées ou de génies pour compenser son regret quand l'expérience lui révèle que ses parents non plus ne sont omnipotents.

(30). — Freud: *Introduction à la Psychanalyse* (Paris, 1966) p. 223. Citation à rapprocher de plusieurs propos de Jean Piaget, notamment dans: *la Construction du Réel chez l'Enfant* (Paris 1963) p. 217.

L'histoire est aussi intéressée à ce que Jean Piaget propose d'appeler des "structures", dont l'acquisition brusque est celle de raisonnements exacts à propos de masses, de volumes et du temps. En outre les opérations concrètes accomplies en manipulant des objets, précèdent et engagent celle de l'abstraction pure. De tels apprentissages, enfin, sont conformes dans l'histoire de chaque homme, comme dans celle de tous, en ce qu'ils visent à rendre toute opération réversible.

Résumer de la sorte des conclusions dont l'excessive simplicité est soumise à la critique depuis quelques années, n'est pas pour imposer à l'histoire un modèle dont les psychologues se demandent s'il tient assez compte des interventions très diverses du milieu; pourtant faut-il rappeler combien sont communes les préoccupations de recherches dont les complexités s'expriment toutes en termes socio-historiques.

Si l'on ignore la juste mesure de ce qui réunit ou distingue des travaux encore nécessairement spécialisés, on sait déjà que dans le très jeune cerveau les interconnexions nerveuses ne sont pas achevées et ne le seront donc qu'à l'épreuve du vécu. L'historien, en revanche, ne connaît que les témoignages d'adultes. A elle seule, cette différence invite à la prudence des biologistes comparant ontogénèse et Phylogénèse .

Nous ne sommes pourtant pas sans armes pour tenter à nouveau certaines confrontations. Cari Jung, par exemple, a inféré de ses archétypes une histoire de l'astrologie et de l'alchimie; la meilleure connaissance que nous avons maintenant des secondes permettra de modifier la théorie concernant les premiers. Les alchimistes, on l'a vu, n'ont pas été inspirés d'abord par des représentations fantastiques; ces derniers n'ont été que le sous-produit de raisons en quête de structures, bravant l'expérience concrète élaborée pour conserver aux sources obscures de leurs inspirations, le souvenir d'inventaires élémentaires relevant d'un primitif espace vécu et de symétries imaginaires recherchées. Que les archétypes à leur tour soient traités comme de simples groupements de rapports, le matériel de Freud y prend place aussi bien que celui de Jung. Une systématique analogique posant le problème du sens comme celui d'une confrontation plus ou moins stable entre l'un, son contraire ou son réciproque, fait écho à Pierre Janet et trouve un complément d'illustration dans les sémantiques et sémiologies actuelles.

Si mythes et sciences appartenaient à deux logiques séparées, l'analyse des premiers, auxquels l'analogie s'applique ordinairement, n'ouvrirait pas d'issue du côté des secondes. Mais si des rationalités

diverses relèvent d'une même logique elle-même contingente et non simple, on peut en évoquer le modèle en s'inspirant des repérages les plus élémentaires de l'espace ou des premières sériations de l'expérience infantine.

Considérons d'un même regard deux objets: relèvent-ils ou non d'un même lieu? Question équivalente à telles autres comme: ils se rassemblent ou non, se ressemblent ou non, s'aiment ou se détruisent. Autant de réponses, autant de jugements constituant le premier stade de l'abstraction, et qu'à leur tour on pourra situer entre eux, par exemple en distinguant réunion de séparation, ressemblance de différence. A s'en tenir là — et compte tenu de ce que pour juger deux comparaisons, trois objets au moins sont nécessaires, à leur tour comparables trois fois deux à deux — on dispose d'un modèle visuel dont le dessin offre 64 possibilités. Traitons les comme autant de structures minimales de la réflexion relative à l'expérience concrète, on peut soit les appliquer à l'espace où elles épuisent toutes classifications possibles, soit, cela fait, retenir seulement la quantité et la position des différences, pour les traduire sans équivoque en nombres entiers pouvant varier entre 0 et 63 (29).

Un tel modèle réunit l'espace exploré par le mythe au processus quantitatif des sciences, et comme il est, par ailleurs formellement semblable au code génétique, il peut rendre compte de deux facultés: celle d'explorer l'univers physique ayant produit les messages transmis d'un être vivant à un autre et celle d'ordonner les images auxquelles les émotions s'attachent. Atome d'une logique traitée comme contingente, il n'apprend rien ni de la nature des objets auxquels s'applique la pensée, nide la nature du nombre qui lui sert d'instrument. Incapable de répondre au moindre pourquoi, il ne sert qu'à formaliser les tout premiers comment.

Sans aller plus avant dans l'analyse d'un modèle constatant, sans l'expliquer, que la dialectique de la phrase (elle est à l'image ce que le temps est à l'espace) opère entre l'image et le nombre, tenons-le pour l'illustration la plus simple de ce qui rattache, de la plus empirique manière, les raisons de la science à celles du mythe.

Dans les deux cas la pensée ne fournit que des procédures face à des réalités contingentes dont elle ordonne ou quantifie les inventaires. Dans un cas l'expression, dès qu'elle prend en charge les significations où elle se manifeste, est celle d'une plastique particulière à chaque homme et à chaque culture; dans l'autre calcul s'accorde à des néces-

(31). — Cf. *Annales*, janvier 1974 pp. 134 et ss. Un ouvrage d'ensemble traitera ce sujet sous le titre: *L'Oeil d'Horus ou le Code Mental*.

sités dont nous ne pouvons rien dire sinon qu'elles sont communes à tous les hommes et pertinentes au réel (32).

Pour conclure, retenons le parti qu'en peut tirer l'histoire des cultures. Tantôt l'historien observe ce qui réunit des collectivités selon des représentations émotives échappant à toute déduction et facteur aussi d'oppositions et de conflits. Tantôt il lui revient de suivre, à travers les frontières de l'incompréhension ou de la haine, les démarches calculatrices d'une intelligence rendue commune par la distance qu'elle prend à l'égard des passions. Mais en outre lui faut-il tenir compte des raisons conjointes du coeur et de l'esprit et faisant relever de la même logique élémentaire les frères et les fraticides, la qualité topologique et la quantification algébrique.

Les cités mayas plaçaient leur ambition à calculer le mieux la date originelle du monde; l'hégémonie de Copan vint de ce qu'on reconnut son calcul des lunaisons meilleur que celui de Palenque; la différence, d'ailleurs faible, serait favorable à Palanque selon les calculs d'aujourd'hui. Babyloniens et Egyptiens dans le vieux mode — comme Mayas et Aztèques en Amérique — ont été des calculateurs admirables, mais chacun selon leur propre système irréductible à celui de voisins dont ils n'adoraient pas exactement les mêmes dieux. L'histoire des sciences est alors incompréhensible sans celle des mythes; de même pour que l'astrologie devint l'astronomie ou que la chimie remplaçât l'alchimie, il a fallu traiter autrement le souvenir et les promesses des héros ou des saints, réformer l'image de Dieu.

A la naissance des courants mathématiques les plus modernes, vers 1900, de multiples querelles s'élèvent pour savoir si géométries et algèbres constituaient deux domaines ou un seul. L'époque est celle aussi où Henri Poincaré avoua le plus clairement ce que d'autres avaient soupçonné: l'invention est un acte inconscient (33), elle illumine brusquement la possibilité d'une réunion auparavant tenue pour impossible et perçue par la suite comme créatrice de nouvelles différences. Le passage entre ces efforts de recherche et la vérification de solutions passe par une inspiration ayant, comme toute poésie, la nature du mystère.

Depuis le siècle des lumières le mythe est plus caché, les sciences paraissent tout conquérir; que s'arrête pourtant l'essor de leurs applications, le mythe ressurgit. Le présent siècle ne l'a pas moins subi que d'autres en des conflits engendrés par des visionnaires.

(32). — Un grand nombre de problèmes de ce genre sont traités dans: Geneviève Guitel: *Histoire Comparée des Numérations Ecrites*. (Paris 1975).

(33). — Jacques Hadamard (opus cité) consacre à ce problème l'essentiel de son ouvrage. On y relit les réflexions d'Henri Poincaré.

Individus, peuples ou classes sociales accroissent leurs productions, subissent les rapports sociaux et supportent la peine grâce à certains accords et au prix de déchirements entre ce qu'ils font et ce qu'ils croient. Quant à la modernité, elle commence — d'autres l'ont déjà dit (34) — avec la conscience prise que métaphores, symboles et paroles, créés par l'expérience collective, peuvent créer à leur tour des univers autonomes. Ni l'art pour l'art, ni la science pour la science n'échappent pour longtemps aux économies sociales remplaçant par des liens matériels ceux où s'inscrivaient des concepts. Mais de même que l'enfant devient intelligent en prenant par la réflexion distances face à ce qu'il ressent, le progrès des arts et des sciences a bien dû traverser une phase où l'expression a cessé d'être le produit immédiat d'aspirations sociales, pour devenir en se diversifiant le moyen ou le médiateur de l'individu face au tout. Les anciennes cultures formaient autant d'ensembles organiques que la civilisation — ainsi nommée par Mirabeau, l'Ami des Hommes. — eut voulu réunir en un seul, qu'à son tour pourtant elle dissocia de l'intérieur selon beaucoup d'espèces d'existences signifiantes.

Entre l'époque où la société négociante prit espoir d'échapper aux contraintes des climats et des productions rurales et l'époque où la société industrielle s'emprisonne dans ses technologies, ne s'écoulent guère plus de deux siècles. Au début, la science et la conscience ont déjà envahi le domaine de l'âme et de la grâce; à la fin, la conscience s'étrecit, la profondeur de l'inconscient grandissant avec l'importance opératoire des langages. Entre temps une période ambiguë; celle où la liberté apparut comme valeur suprême.

* *
*
*
*

(34). — Roland Barthes signale de la sorte la transformation littéraire opérée de Montaigne à Flaubert: passage de "ce suis-je" à "je suis". La suite ne relèverait-elle pas du "cà"? L'actant est successivement perçu comme objet montré, sujet actif, moi animé par l'inconscient. Les transformations subies par Merlin l'Enchanteur (ci-dessus, page 1, note 1) appartient à ce même mouvement.

Cf. aussi Edgar Quinet: *Merlin l'Enchanteur* (Paris 1860), livre III t. I p. 194. Viviane indique qu'êtres réels, fictifs ou symboliques attendent sous les ombrages d'un monde enfoui qu'on vienne les appeler. On peut mentionner accessoirement la transformation opérée en France du premier Empire au second, d'un destin relevant apparemment et surtout des anciennes grandeurs et servitudes militaires à un autre, où le sort des armes dépend — encore qu'obscurément aux yeux des contemporains — de nouveaux facteurs industriels dont la croissance est le plus rapide outre-Rhin.

CHARLES MORAZE. Né le 17 février 1913 près de Lille (Nord).

Agrégé d'Histoire et Géographie (1956).

Pensionnaire de la Fondation Thiers (1937-1939; 1941-1943).

Professeur à l'Institut d'Etudes Politiques (1944).

Directeur d'Etudes à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, à la IVe Section (1944), puis à la VIe Section (1956).

Professeur à l'Ecole Polytechnique (1958).

Directeur de l'Institut d'Etude du Développement Economique et Social (1973).

Fonctions diverses

Co-directeur des *Annales* (1945).

Membre fondateur du Conseil de la Fondation Nationale des Sciences Politiques (1947).

Fondateur de la VIe Section de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes (1947).

Secrétaire Général du Comité International des Sciences Historiques (1947-1950).

Membre titulaire de la Commission Nationale Française pour l'UNESCO (1947-1968).

Membre du Comité National de la Recherche Scientifique sciences économiques et sociales (1945-1950); psychologie (1963-1971).

Membre du Directoire (1963-1967).

Membre de la Commission Internationale pour une Histoire du Développement Scientifique et Culturel de l'Humanité et de son Comité de Rédaction (1951).

Fondateur du *Journal of World History* (1952).

Membre fondateur de la Maison des Sciences de l'Homme (1956).

Fonctions à l'étranger

Professeur visitant à l'Université de Laramie, U. S. A. (1947).

Hôte de la Fondation Rockefeller, Fellowship (1948).

Professeur titulaire à l'Université de São Paulo, Brésil (1949-1951).

Professeur visitant aux Universités de Rio de Janeiro, Ankara, Columbia, Berkeley; Johns Hopkins, Cornell, Buenos Aires, Cambridge, Oxford, Londres, etc...

Chargé d'un séminaire à l'invitation de l'Académie des Sciences d'U.R.S.S. (1961).

Membre du Committee for Human Understanding, Chicago (1959).

Liste des ouvrages publiés en français.

- *Introduction à l'histoire économique.* Armand Colin. 1ère édition, 1944; 3e édition 1952.
- *La France bourgeoise.* Armand Colin. 1ère édition, 1956; 3e édition, 1952.
- *Essai sur la civilisation d'Occident.* Armand Colin, 1950.
- *Les trois âges du Brésil.* Armand Colin, 1954.
- *Les Français et la République.* Armand Colin, 1956.
- *Les Bourgeois conquérants.* Armand Colin, 1957.
- *La logique de l'Histoire.* Gallimard, 1967.
- *Le Général de Gaulle et la République* (1972).