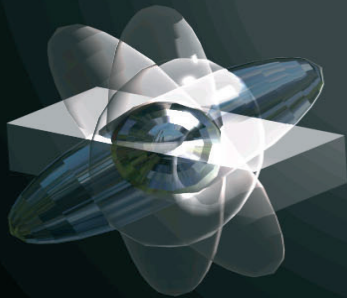


Jean-Louis Léonhardt

L'HOMME DE SCIENCE ET SA RAISON



Le Rationalisme est-il rationnel ?

Jean-Louis Léonhardt
CNRS–Maison de l'Orient et de la Méditerranée
Jean-louis.leonhardt@mom.fr

L'HOMME DE SCIENCE ET SA RAISON

Le Rationalisme est-il rationnel ?

Version : Janvier 2007

Version du lundi, 5 février 2007

À Manon, Étienne, Léonie, Véra
et les autres

La recherche scientifique était ainsi rappelée
de la manière la plus claire qui soit à l'idée que,
lorsque l'édifice de la science s'élève de plus en plus haut,
son socle doit en même temps s'abaisser en profondeur
si l'on veut qu'il puisse encore en supporter le poids.

Werner Heisenberg
Le Manuscrit de 1942

The moral of this book is: Check your premises.

Marvin Jay Greenberg
*Euclidean and non-Euclidean Geometries
Development and History*

Prologue

Ce livre est autobiographique en ce sens qu'il tente d'argumenter quelques questions existentielles sur ma pratique de la science. Alors que toute ma formation initiale en physique ignorait la philosophie, pourquoi le propos de Bernard d'Espagnat, ouvrant son livre *Traité de physique et de philosophie* me paraît-il aujourd'hui évident : « L'objet de ce livre est d'établir dans le détail ce qu'en gros personne ne conteste : l'existence de questions philosophiques fondamentales au cœur de la physique actuelle » ? Pourquoi ai-je un tel plaisir à lire Niels Bohr¹ ou Werner Heisenberg² alors que l'on m'avait averti que leur propos n'avait strictement aucun intérêt pour m'aider à « savoir » la physique quantique ? Catherine Chevalley qui commente longuement ces textes et les rend ainsi presque abordables répond à la question. Ces auteurs admettent que la théorie quantique n'est pas un savoir comme mes professeurs me l'avaient appris. Cette théorie nous informe certes sur l'infiniment petit, mais elle admet que notre connaissance du système est frappée d'incomplétude. Ce constat concorde avec mon expérience personnelle et lui donne un sens.

Pendant l'année universitaire 1969-1970, je fis un séjour à Dartmouth College (USA) comme assistant professor. John Keminy, au cours de séminaires de recherche rappelait³ que dans, quelques années, trois problèmes seraient résolus par l'intelligence artificielle : un nouveau théorème mathématique serait démontré par ordinateur, la traduction automatique du langage naturel serait effective et une machine vaincrait les meilleurs joueurs d'échec. De tels objectifs me paraissaient parfaitement raisonnables, d'autant plus que le modèle proposé par Noam Chomsky (la grammaire générative transformationnelle) s'appliquait bien aux langages informatiques comme Pascal ou C. Je ne voyais pas alors de différence de nature entre le langage naturel et les langages artificiels. Comme nous allons le voir, dans un tout autre contexte, Aristote crut aussi que son langage catégorique n'était qu'un raffinement du langage ordinaire. La philosophie du langage contemporaine fit de même. Une fois admis que le langage mathématique étudiait les relations entre des concepts sans aucune référence au monde, le structuralisme a affirmé qu'il en était de même pour le langage ordinaire.

Quelle fut ma stupéfaction d'apprendre, au début des années 90, que la traduction par ordinateur ne consistait plus à rechercher un modèle théorique des langages naturels, mais tentait simplement de trouver la phrase à traduire dans d'immenses corpus déjà traduits par des spécialistes. Les recherches dans ce domaine changeaient de nom : de TA (Traduction Automatique), elles devenaient TAO (Traduction Assistée par Ordinateur).

Mon intérêt pour la raison date probablement de 1978 et de mon intégration dans le département des Sciences de l'Homme et de la Société du CNRS. J'ai quelque peine à écrire que je ne m'étais jamais posé de question sur la raison. Il est vrai que la physique que l'on m'avait enseignée excluait le sujet physicien et que son objet d'étude, la nature, n'est pas supposé disposer de raison. Il n'en est évidemment pas de même des sciences qui ont l'homme comme objet d'étude. Les économistes m'ont dans un premier temps rassuré en définissant l'*homo aeconomicus* comme un être abstrait, informé et surtout rationnel pris au sens de calculateur. L'informatique pouvait très évidemment modéliser un tel personnage. L'*homo aeconomicus* est, selon eux, capable de choix rationnel entre deux biens. Ma confusion grandit lorsque je compris qu'au moins deux théories de la valeur concurrentes et logiquement contraires cohabitaient dans beaucoup de modèles économiques : le prix d'un bien représente soit le travail incorporé (Smith) soit la rareté (Ricardo). Les économistes m'apprentent que chaque théorie de la valeur donnait une explication partielle des prix. Aussi, l'*homo aeconomicus* bien que rationnel et calculateur doit choisir entre deux manières contraires de penser le monde : est-ce encore rationnel ? Ce n'est certainement pas conforme au

¹ Introduction de Catherine Chevalley, in Niels Bohr, *Physique atomique et connaissance humaine*, Gallimard, 1991.

² Introduction de Catherine Chevalley, in Werner Heisenberg, *La Nature dans la physique contemporaine*, Gallimard, 2000.

³ Il s'agit de la déclaration finale du premier congrès d'intelligence artificielle faite à Dartmouth en 1956.

rationalisme, fondé sur le principe universel de contradiction. Comme nous allons le voir, une loi logique nous impose, une fois admise vraie une proposition, d'exclure qu'une de ses contraires puisse être aussi vraie.

Ce livre est issu de la conviction que les tentatives de modélisation computationnelle de processus anthropiques complexes conduisent nécessairement à l'échec. Initié au « behaviorisme » aux Etats-Unis, j'ai cru qu'il est possible de modéliser les processus de pensée d'un apprenant affronté à des notions nouvelles. Par exemple, à partir des traces issues du dialogue personne-machine, il est possible de reconstituer le cheminement intellectuel de l'apprenant afin que la machine puisse lui présenter des informations pertinentes. Les premiers modèles que l'on sait simplificateurs laissent bien apparaître quelques défauts, mais absolument convaincu de la faisabilité de l'entreprise, je pensais que le prochain modèle résoudrait ces problèmes. Cela conduisit à complexifier sans cesse le modèle pour prendre en compte certains phénomènes imprévus. Ma conviction à la fin des années 80, était que les fondements mêmes de ma croyance qu'une machine puisse représenter un processus cognitif complexe devaient être mis en question. Ce livre est le résultat de cette interrogation.

Comprendre cet échec m'a conduit très loin de ces questions. C'est vers la raison du sujet qui exerce l'activité scientifique que mon intérêt s'est porté. Le problème peut être posé en quelques mots : le réel-empirique, seul accessible à la méthode scientifique, est-il pensable dans le cadre du rationalisme qui m'a été transmis lors de ma formation initiale ? La réponse est clairement négative et la grande crise des fondements de la logique survenue à la fin du 19^e siècle nous fournit les éléments d'un autre modèle de la raison que j'appelle le modèle de la raison antagoniste

L'étude de la raison se fait à partir de l'étude des discours puisque les pensées ne sont pas accessibles. Dans la suite, j'entends le concept de raison au sens étroit : c'est notre capacité à tirer des conséquences correctes de principes déjà connus. La raison est discursive et se caractérise par le mouvement de l'esprit qui passe d'une proposition à une autre. La raison, ainsi définie, ne se préoccupe pas des raisons ou principes qui initient le processus. Cette définition s'oppose à l'*entendement*, introduit au 16^e siècle, puisque cette notion inclut la vérité de certains principes via l'intuition. La définition choisie est conforme au point de vue d'Aristote : d'après lui, il n'y a pas de science des principes. Dans un tout autre cadre de référence, cette définition est aussi adaptée à la logique symbolique contemporaine puisque la vérité d'une axiomatique est posée, comme conjecture, selon le libre arbitre du logicien.

L'étude de la logique sur la longue durée pose des difficultés redoutables vis-à-vis du vocabulaire utilisé. Les mêmes termes changent de signification sans crier gare. « Hypothèse » est un exemple typique : pour Aristote, hypothèse désigne une proposition vraie comme correspondance au monde, alors qu'aujourd'hui, ce terme indique une conjecture. Lorsque Newton déclare « je ne fais pas d'hypothèse », il faut entendre, « je ne fais pas d'interprétation » ! J'ai tenté de ne pas utiliser le même signifiant pour des notions aussi différentes.

La logique est une discipline aride et largement négligée dans l'enseignement depuis le 17^e siècle. En outre, la logique symbolique contemporaine, pour de très bonnes raisons, a introduit des notations qui rebutent beaucoup de lecteurs. Mon propos n'est pas d'exposer les diverses théories logiques dans toute leur ampleur, mais de proposer une herméneutique de celles-ci afin de montrer qu'une rupture radicale s'est produite dans notre conception de la raison. Afin de faciliter la lecture, toutes les logiques seront présentées à l'aide d'éléments empruntés au langage naturel. Ainsi, l'expression de Boole $x(1-y) = 0$ sera représentée par *Tous les hommes sont mortels*.

Il est fait systématiquement appel aux figures proposées par John Venn à la fin du 19^e siècle pour représenter les lois logiques. Il faut voir comme une anomalie historique le fait qu'il ait fallu attendre la crise des fondements des mathématiques et de la logique pour disposer de figures représentant les discours. Que serait la géométrie euclidienne si nous ne disposions pas de figures pour représenter nos idées sur l'espace ? Les diagrammes de Venn sont l'aboutissement de recherches initiées par Leibniz, Euler et bien d'autres. Leur échec donne la mesure des difficultés de l'entreprise. Ces figures, conçues pour la logique symbolique, doivent évidemment être adaptées à une philosophie du langage de la substance. Par ailleurs les diagrammes de Venn introduisent la notion d'univers du discours qui était inutile pour Aristote mais qui marque une des ruptures les plus importantes entre les logiques classique et symbolique. Les diagrammes de Venn permettent aisément de visualiser cette différence.

Prétendre étudier les modèles de la raison sur la longue durée interdit l'exhaustivité. Une première réduction a été effectuée en ne traitant de cette question que pour la science. C'est ainsi que les propos d'Aristote proposant de multiples théories de la connaissance se trouvent malmenés. Dans le projet initial, l'examen de la logique au Moyen-Âge devait faire l'objet d'une étude spécifique. Les débats sur les Universaux et les paradoxes ou l'étude du Nominalisme sont d'un immense intérêt pour le thème abordé dans cet essai. J'ai été contraint d'abandonner un tel projet. Finalement trois périodes historiques sont étudiées : la fondation du modèle de la raison rationaliste avec Aristote (chapitre 2), l'étude des transformations importantes introduites par la science classique à partir du 16^e siècle mais qui ne remet pas en cause ce modèle (chapitre 3), et enfin l'émergence d'une nouvelle manière de penser/parler sur le monde avec le modèle de la raison antagoniste (chapitre 4). En liminaire, le premier chapitre donne un aperçu de la thèse défendue et le chapitre 5 fournit une interprétation de l'ensemble ainsi que quelques exemples empruntés à la physique contemporaine et à la biologie. L'annexe traite des sciences historiques. Celle-ci a été conçue comme une mise à l'essai de l'idée centrale de ce livre : deux modèles de la raison incommensurables cohabitent dans la communauté scientifique. Cette étude de cas prend la forme de l'analyse des discours de deux spécialistes de la néolithisation, Jacques Cauvin et Alain Testart. Ces auteurs, à partir du même matériel archéologique, donnent une interprétation différente de cet événement considérable de l'histoire de l'humanité qu'est le passage de chasseur/cueilleur à éleveur/agriculteur. Je tente de montrer que cette divergence peut se comprendre si l'on note qu'ils adoptent deux modèles différents de la raison.

Ce livre a été conçu pour permettre plusieurs niveaux de lecture. Bien évidemment, une lecture séquentielle est possible. Les sections principales des trois chapitres centraux débutent par un paragraphe exposant la problématique et se terminent par une conclusion. J'ai tenté de concentrer l'essentiel dans ces paragraphes : ainsi, selon l'intérêt du lecteur, le corps même de la section peut être lu avec plus ou moins d'attention.

Septembre 2006

Chapitre 1

Synthèse : l'homme de science et sa raison

1.1 Introduction.....	13
1.2 Aristote et le modèle de la raison rationaliste.....	14
1.3 La continuité du modèle de la raison rationaliste.....	15
1.4 Les origines de la crise de la raison	16
1.5 Le modèle de la raison antagoniste.....	17
1.6 Conclusion.....	19

1.1 Introduction

La thèse défendue dans ce livre est simple : l'instrument le plus nécessaire à l'exercice de l'activité scientifique est la raison de l'homme qui nous permet de penser-parler sur le monde. Or, le monde occidental admet, depuis près de 2 400 ans, le modèle de la raison proposé par Aristote dans son œuvre majeure qu'est l'*Organon*. J'appelle ce modèle le *modèle de la raison rationaliste*. Au cours du 19^e siècle, de façon très peu explicite, un autre modèle de la raison s'est fait jour qui a conduit les sciences de la nature à proposer des théories totalement nouvelles sur l'infiniment petit (physique quantique) ou le mouvement très rapide d'objets (relativité générale). J'appelle ce modèle le *modèle de la raison antagoniste*.

La raison ne peut s'étudier empiriquement puisqu'il faut un modèle préalable de la raison pour initier toute explication. Le développement d'un modèle de la raison se fait à travers la logique qui définit *a priori* les lois qui permettent de distinguer les discours rationnels des discours irrationnels. La logique permet donc de définir la raison (qui est de l'ordre de la pensée) à partir de l'étude des discours (de l'ordre du parlé). Affirmer que deux modèles de la raison cohabitent dans la pratique des scientifiques revient à défendre la thèse que deux théories logiques distinctes sont reconnues.

Le courant principal des historiens de la logique soutient, au contraire, la continuité entre la logique aristotélicienne et la logique symbolique contemporaine : c'est ainsi que Robert Blanché affirme dans *La Logique et son histoire* :

Il suffit donc de rectifier l'« impropriété » du vocabulaire d'Aristote pour faire apparaître sa syllogistique comme un système axiomatique, et même le premier système axiomatique, du moins l'une de ces axiomatiques naïves qui ignorent les exigences des logico-mathématiciens du 20^e siècle¹.

Une toute autre thèse est défendue dans ce livre. Une lecture attentive d'Aristote montre qu'il s'agit de deux modèles incompatibles de la raison. Ceux-ci conduisent nécessairement à deux théories de la

¹ Robert Blanché, Jacques Dubucs, *La Logique et son histoire*, Armand Colin, 1996, p. 59-60.

science si l'on abandonne l'idée fautive du positivisme d'Auguste Comte, selon laquelle il est possible de négliger le sujet connaissant dans l'activité scientifique.

Admettre plusieurs modèles de la raison pose un redoutable problème d'exposition : avec quel modèle de la raison présenter chacun d'eux, puisque je ne prétends, en aucun cas, posséder un méta-modèle de la raison ? La seule solution possible consiste à présenter chaque modèle, dans son propre cadre de référence selon un principe d'empathie : je suis « rationaliste » tant que ce modèle de la raison est admis par le courant principal de la philosophie des sciences, puis « antagoniste » avec les logiciens, les philosophes et les scientifiques (Frege, Hilbert, Duhem, le second Wittgenstein, Gödel, Popper etc.), qui, même sans en avoir conscience, ont adopté, au moins partiellement, le modèle de la raison antagoniste.

1.2 Aristote et le modèle de la raison rationaliste

Le principe d'empathie n'est guère difficile à adopter pour Aristote, tant son œuvre sur la théorie de la science est caractérisée par la rigueur et l'exhaustivité. Dans son cadre de référence, l'objet de la science consiste à distinguer avec certitude la vérité-correspondance¹ de la fausseté, termes qu'il a défini dans *Métaphysique*. Pour ce faire, Aristote critique le langage naturel, trop polysémique, et s'attache à définir le langage catégorique comme langage de la science démonstrative. Les termes d'une proposition catégorique doivent désigner la substance d'une chose du monde. Deux propriétés fondamentales caractérisent les termes du langage catégorique : universalité et existence. L'universalité impose d'exclure les noms propres : Callias n'appartient pas au langage catégorique alors que *homme* est universel et subsume toutes les choses correspondantes. Pour désigner la substance, de tels termes doivent correspondre à des choses existantes dans le monde. En fin linguiste, le Stagirite note qu'il est possible de dire des mots qui ne correspondent à aucune chose du monde. L'exemple de *bouc-cerf*, animal constitué d'une partie de bouc et d'une partie de cerf, est maintes fois cité. La saisie de termes universels et en correspondance au monde fait intervenir des facultés – la sensation et la notion exprimée en grec par le terme *noûs* – qui ne sont pas de l'ordre de la raison. La saisie des termes existants appartient à la théorie des principes traitée au chapitre 19 de *Seconds Analytiques*. La portée existentielle des termes d'une proposition catégorique est une caractéristique fondamentale de la théorie du langage d'Aristote, laquelle peut se résumer par l'expression : *le mot est en correspondance avec la chose*. Il présuppose le principe de contradiction, discuté dans *Métaphysique*, principe fondamental de toute pensée. Du point de vue de l'existence des termes, ce principe affirme que si *homme* existe, il ne peut pas ne pas exister. De même, si *bouc-cerf* n'existe pas, on ne peut penser, en aucune circonstance, qu'il puisse exister ! Dans l'univers du discours, le principe de contradiction assure la complétude du *logos*. Dans le discours sur les animaux, *homme* et son contradictoire *non-homme*, subsument tous les animaux, il n'y a pas de troisième terme. De plus, chaque chose du monde animal appartient soit à *homme* soit à *non-homme* : le centaure, constitué d'une partie de cheval et d'une partie d'homme n'appartient pas à l'univers du discours de la science démonstrative.

Une proposition est la conjonction ou la disjonction de deux termes, *sujet* et *prédicat*. Elle peut prendre quatre formes : deux propositions universelles affirmatives ou négatives comme *Tous les hommes sont mortels* ou *Aucun homme n'est vert* et deux propositions particulières comme *Quelques hommes sont blancs* ou *Quelques hommes ne sont pas noirs*. Une proposition n'est catégorique (appartient au discours de la science démonstrative) que si elle est affectée d'une valeur de vérité, vraie ou fautive :

Il dit la vérité celui qui croit disjoint [dans le discours] ce qui est disjoint [dans le monde] et conjoint ce qui est conjoint².

Cette définition de la vérité comme correspondance au monde présuppose la portée existentielle du terme sujet comme l'exemple suivant le montre. La vérité-correspondance de la proposition : *Tous mes enfants sont musiciens* peut être admise mais si j'ajoute *je n'ai pas d'enfant*, la proposition devient certainement fautive. Le lien entre vérité-correspondance des propositions universelles et existence du terme sujet n'a été

¹ J'écris « vérité-correspondance » pour « vérité comme correspondance au monde » qui exprime bien le point de vue d'Aristote. La notion de vérité, dans le cadre de référence du modèle de la raison antagoniste, sera désignée par « vérité-cohérence ».

² Aristote, *Métaphysique*, θ 10, 1051 b 3-4.

vu qu'au 19^e siècle et conduit à ajouter un nouveau principe dit de portée existentielle des propositions universelles à la liste des principes de la logique aristotélicienne.

C'est dans ce cadre qu'Aristote expose sa théorie de la logique. En supposant absolument évidente la vérité-correspondance de quelques lois logiques, appelées principes, il démontre un ensemble de propositions ayant même valeur de vérité. Le Stagirite pense ainsi décrire le « réel-raison » qui permet de distinguer avec certitude les discours rationnels des discours irrationnels. L'ensemble de cette théorie logique définit le modèle de la raison rationaliste qui a marqué l'Occident pendant 24 siècles.

Pour le logicien contemporain, les principes aristotéliens jouent deux rôles distincts : ils sont d'abord *principes* de la théorie, c'est-à-dire les points de départ logiques du système déductif, mais les principes sont aussi *fondement* de la théorie, car les principes nous assurent du bien-fondé de notre croyance en la vérité-correspondance de chacune des propositions du système.

Nous verrons que le modèle de la raison antagoniste conserve le premier point mais abandonne le second.

La théorie de la science démonstrative traitée dans les deux livres des *Analytiques* de l'*Organon* décrit le modèle de la raison rationaliste fondé sur la vérité-correspondance de principes logiques mais elle constitue aussi une théorie universelle de la science à laquelle manque cependant la saisie des principes. Il est nécessaire de connaître quelques propositions principielles constituées avec des termes ayant une portée existentielle. La vérité-correspondance de ces propositions ne doit faire l'objet d'aucun doute et ne peut être obtenue par déduction. Aristote ne consacre qu'un seul chapitre à ce point en conclusion de sa théorie de la science démonstrative. Le chapitre 19 des *Seconds Analytiques* est pourtant décisif puisque tout l'édifice de sa théorie de la science repose sur la saisie de termes existentiels et de la vérité-correspondance des principes. Les commentateurs de ce texte manifestent un embarras évident dont voici quelques exemples : Blanché affirme qu'Aristote présente deux théories des principes, l'une fondée sur la sensation et l'induction amplifiante qu'il qualifie de « psychologique » et l'autre à partir de l'intuition. Hamelin introduit un concept non défini d'« intuition rationnelle » qui laisse entendre que la saisie des principes concerne la raison. Or, Aristote introduit une notion nouvelle – *noûs* en grec – non mentionnée dans sa logique et définie comme « principe des principes ». Les traducteurs français et anglais traduisent le terme *noûs* par « intuition » dans ce chapitre, alors que ce concept a été utilisé au 17^e siècle par Locke, Hume et Leibniz pour la saisie des principes en mathématiques. Ces difficultés m'ont conduit à demander à une équipe de spécialistes du laboratoire HISOMA¹ d'entreprendre une nouvelle traduction de ce texte décisif. Celle-ci, rédigée par Bruno Helly, tente de se défaire des couches interprétatives multiples ajoutées au cours de l'histoire de la philosophie des sciences (§ 2.7.2.1).

1.3 La continuité du modèle de la raison rationaliste

La théorie de la science représente pour Aristote la réponse définitive au programme de la philosophie grecque, lequel consiste à produire des théories vraies sur le monde en les distinguant avec certitude des théories fausses. Cette théorie a convaincu tous les philosophes du pourtour de la Méditerranée pendant 2 400 ans. Par exemple, la science classique a proposé de nouvelles théories scientifiques (Galilée, Newton etc.), mais n'a pas modifié le modèle de la raison « encapsulée » dans sa théorie de la science démonstrative. C'est par ignorance d'Aristote que de nombreux historiens des sciences affirment que la science a été inventée au 17^e siècle, même si des modifications importantes – l'instrumentation, l'utilisation du langage mathématique, l'élargissement de la science aux sciences de l'homme et de la société, etc. – ont changé radicalement l'impact social de la science.

La très grande stabilité du modèle de la raison rationaliste découle de la structure originale de l'exposé d'Aristote : en effet, le modèle de la raison rationaliste est « encapsulé » dans sa théorie de la science. Or, si la théorie des principes a été réinterprétée au cours des siècles, jamais le modèle de la raison rationaliste n'a été discuté. Les philosophes ont considéré la logique comme sortie parfaite de l'esprit du Stagirite : La logique n'a pas d'histoire, nous dit encore Kant, quelques dizaines d'années avant l'effondrement du modèle de la raison rationaliste par la « déréalisation » des mathématiques qu'impose l'invention des géométries non euclidiennes.

¹ HISOMA : Histoire et Sources du Monde Antique, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, CNRS-Lyon 2.

Nous savons, après les travaux de Maurice Caveing¹, qu'Euclide suit avec une grande rigueur la théorie de la science d'Aristote. Le livre d'Euclide, *Les Éléments*, a eu une destinée unique dans l'histoire, puisque sa théorie de l'espace – la géométrie euclidienne – a été admise jusqu'au 19^e siècle. Euclide a été le meilleur vecteur de transmission de la théorie de la science d'Aristote avec le modèle de la raison rationaliste, « encapsulé » dans celle-ci.

1.4 Les origines de la crise de la raison

L'émergence d'un nouveau modèle de la raison tire son origine d'un ensemble de faits dont le moindre n'est pas l'appropriation par les mathématiciens du 19^e siècle des problèmes de logique, ce qui a entraîné l'exclusion des philosophes. Cette évolution a retardé durablement la prise de conscience de la révolution conceptuelle en cours. Le mépris de la métaphysique par le positivisme a aussi joué un rôle important.

Conformément à la stratégie de ce livre qui consiste à aborder la philosophie des sciences dans toute sa largeur historique, il convient de souligner qu'Euclide, transmetteur du modèle de la raison rationaliste, est aussi à l'origine de son rejet. En effet, Euclide a laissé une véritable bombe à retardement dans *Les Éléments*, en refusant d'écrire le cinquième postulat de sa géométrie avec le terme *parallèle* selon la formule moderne, $P_5^1 =$ « Par un point extérieur à une droite, il ne passe qu'une seule parallèle. » Il suit en cela parfaitement son maître Aristote, puisque l'existence d'un tel terme ne peut être obtenue par la sensation, l'éventuelle rencontre de deux droites parallèles se situant à l'infini. Euclide donne la définition de *parallèle*, puis démontre son existence par déduction. La forme euclidienne du cinquième postulat a choqué plus d'un géomètre de telle sorte qu'une polémique s'est instaurée pendant 2 400 ans en vue de le supprimer en le transformant en théorème. Cette polémique, appelée *l'affaire des parallèles*, a mobilisé d'immenses savants de toutes les cultures de la Méditerranée depuis les Grecs d'Alexandrie en passant par les Perses, les Byzantins, les Arabes pour arriver en Europe, où la solution ne fut trouvée que vers 1825 par deux jeunes géomètres, János Bolyai et Nicolas Lobatchevski. *L'affaire des parallèles* montre de façon magistrale l'existence d'une communauté scientifique sur la très longue durée. Un géomètre commence par démontrer l'erreur de son prédécesseur puis propose une nouvelle démonstration de P_5^1 , écrit un document dont le titre exprime qu'ainsi, le défaut de la géométrie euclidienne est levé définitivement. Puis un successeur fait de même. Cette répétition exprime un enfermement dans l'erreur dû au modèle de la raison rationaliste proposé par Aristote : il est impossible de *penser* que deux propositions contradictoires puissent être vraies simultanément. Le principe de contradiction placé au sommet de la hiérarchie des principes par Aristote l'interdit, et Euclide l'a parfaitement transmis à tous les lecteurs de son œuvre.

Que firent Bolyai et Lobatchevski ? Tout en admettant la vérité-correspondance du postulat P_5^1 , ils osèrent poser comme vrai le postulat contradictoire : $P_5^2 =$ « Par un point extérieur à une droite, il passe deux parallèles » ; puis Riemann étudia aussi la possibilité de $P_5^0 =$ « Par un point extérieur à une droite, il passe zéro parallèle ». En les associant aux quatre premiers postulats, ces géomètres définirent ainsi trois familles de géométries selon que l'on choisit l'un des énoncés contradictoires, P_5^0 , P_5^1 ou P_5^2 . Par déduction, ils obtinrent des théorèmes totalement différents de ceux donnés par Euclide et, à leur propre stupéfaction, aucune contradiction interne n'apparut.

Ce n'est qu'à la fin du 19^e siècle que les logiciens et les mathématiciens prirent conscience que l'ensemble de l'édifice aristotélicien s'écroulait. La reconstruction fut d'autant plus rude, que les acteurs considéraient le modèle de la raison rationaliste comme le seul pensable. C'est Hilbert qui entreprit de réécrire le livre d'Euclide sur des bases toutes différentes. Désormais, un concept comme celui de *parallèle* est dit *existant* s'il possède une définition dans le langage, qu'il ait ou non un rapport avec le monde. Il est « pur » au sens de Kant. Ainsi, *parallèle* existe en géométrie euclidienne et n'existe pas en géométrie de Riemann, ce qui impose d'abandonner le principe de contradiction tel que le concevait Aristote. Il n'est plus possible d'affirmer que *le mot est en correspondance avec la chose*. De même la vérité d'un énoncé ne fait nulle référence au monde, comme l'indique cette définition donnée par Hilbert :

¹ Maurice Caveing, « Introduction Générale », in Euclide d'Alexandrie, *Les Éléments*, PUF, 1990, p. 13-147

Si des axiomes, arbitrairement posés, ne se contredisent pas entre eux ni ne contredisent aucune de leurs conséquences, alors ils sont vrais [comme cohérence], et tous les objets mathématiques qu'ils définissent existent. C'est, pour moi, le critère de vérité [-cohérence] et d'existence¹.

Le principe de contradiction, qui était nécessaire mais non suffisant pour Aristote, devient la seule condition de vérité d'une axiomatique donnée. Comme avec toute axiomatique particulière, une axiomatique contradictoire est parfaitement pensable, l'ensemble du discours s'affirme frappé d'incomplétude. Le principe du tiers exclu est non seulement rejeté, mais encore le principe du tiers inclus est affirmé : il y a toujours, dans la pensée du sujet connaissant, un troisième terme contenant le ou les termes contradictoires de l'axiomatique choisie qui exprime un « non-dicible », une impossibilité de tout dire. Tous les discours issus de la logique symbolique sont frappés d'incomplétude.

De tels changements ne permettent pas de défendre la continuité entre la logique d'Aristote et la logique symbolique. Il y a bien deux modèles de la raison ! Et pourtant, le courant principal de la philosophie des sciences affirme le contraire depuis cent ans. Cette étrangeté peut se comprendre par le fait que le modèle de la raison rationaliste « encapsulé » dans la théorie de la science démonstrative d'Aristote n'a jamais été discuté depuis. Cette capsule devient une boîte de Pandore.

1.5 Le modèle de la raison antagoniste

Le modèle de la raison antagoniste fait appel explicitement à cette nouvelle « métaphysique », alors même que le positivisme et plus précisément le positivisme logique du Cercle de Vienne affirme que tout énoncé de ce type est vide de sens. Les tenants de ce courant de pensée – par une « mutilation de l'esprit » – s'interdisaient de comprendre les bouleversements provoqués par l'invention des géométries non-euclidiennes sur notre conception de la raison de l'homme de science.

En reprenant les éléments que j'ai utilisés pour décrire le modèle de la raison rationaliste, le nouveau modèle affirme :

- Les termes du langage sont désormais appelés « concepts ». Les concepts ne sont pas *perçus* par la sensation mais *conçus* par le sujet pensant. Ils sont « purs ». En termes linguistiques issus de Ferdinand de Saussure, un concept est l'association d'un « signifiant » et d'un « signifié » – il possède une signification – mais n'a aucun lien avec un « référent » dans le monde. Il est très regrettable qu'Hilbert ait choisi le même mot d'*existant* pour caractériser le fait que le « signifié » existe bien dans le *sujet pensant* alors que ce mot avait, depuis Aristote, un tout autre sens.
- Les principes sont généralement appelés axiomes. Ils correspondent au mot « définition » d'Aristote. L'énoncé d'un axiome précise la signification d'un concept. Un axiome répond à la question « Qu'est-ce ce concept ? » non à la question « est-il ? ». Ainsi, la logique symbolique n'affirme, en aucun cas, que le modèle de la raison antagoniste décrit le réel-raison. Ce n'est qu'empiriquement que l'on doit admettre que la raison de l'homme peut suivre les lois logiques de ce modèle. Un ordinateur correctement programmé en fait tout autant. Comme le dit Hilbert, les axiomes sont *arbitrairement posés* ou sont des *conventions* au sens de Poincaré. Aussi, n'y a-t-il pas qu'une seule logique symbolique correspondant à un modèle de la raison antagoniste, mais une infinité de logiques qui définissent autant de modèles de la raison. La condition suffisante pour exclure une axiomatique consiste à rencontrer une contradiction interne entre un axiome et une de ses conséquences. La contradiction reprend toute l'importance que lui donnait Aristote, mais sa portée est limitée à une axiomatique donnée. Toutes les axiomatiques cohérentes (sans contradiction interne) ne sont pas équivalentes. Des critères externes comme l'efficacité, l'élégance, la concision, sont utilisés pour choisir la « bonne » axiomatique. Cela fait l'objet de débats, parfois vifs, dans la communauté des logiciens. Les axiomes des différentes théories logiques symboliques incluent très généralement les principes qu'avait choisis Aristote pour sa propre logique. En revanche, l'interprétation donnée à ces principes est différente. Le mode de construction d'une axiomatique impose d'admettre un certain nombre de mots, eux-mêmes non définis, appelés *termes premiers*, pour éviter une régression à l'infini.
- Une logique symbolique est constituée de son axiomatique et de toutes ses conséquences. Les axiomes servent à initier le processus déductif mais ne sont plus « le fondement de notre croyance dans la

¹ François Rivenc, Philippe de Rouilhan (dir.), *Logique et fondements des mathématiques*, Payot, 1992, p. 227, trad. Jacques Dubucs.

vérité comme correspondance au monde », propre au modèle de la raison rationaliste. Le modèle antagoniste ne prétend plus décrire le réel-raison de l'homme de science.

- La frontière entre discours rationnels et irrationnels se trouve modifiée. Dans le cadre de référence de la raison rationaliste qui présuppose le principe de portée existentielle des propositions universelles, il est irrationnel d'affirmer vraie la proposition *tous mes enfants sont musiciens* dans le cas où j'affirme : *je n'ai pas d'enfant*. La situation est toute différente dans le cadre de référence de la logique symbolique. il est parfaitement rationnel d'affirmer la vérité-cohérence des deux énoncés : *x n'a pas d'enfant et tous les enfants de x sont musiciens*.
- Dans le cadre de référence du modèle de la raison antagoniste, le discours scientifique ne prétend plus décrire totalement le réel ! Comme le dit Bernard d'Espagnat, « le réel est voilé »¹ à tout discours scientifique.

Le projet logiciste de Gottlob Frege consista à tenter de déduire l'arithmétique exclusivement de la logique symbolique. Une antinomie découverte par le jeune Bertrand Russell le convainquit que son programme était vain. Frege illustre une attitude, me semble-t-il, totalement nouvelle dans l'histoire de la philosophie, qui complique la compréhension de cette période : un savant annonce un programme de recherche, publie des articles sur ce thème puis l'abandonne car il se convainc de la vanité de son projet. Wittgenstein représente l'extrême de cette attitude lorsqu'il publie son *Tractatus logico-philosophicus* : après avoir donné plusieurs centaines de propositions pourvues de sens, il conclut :

Mes propositions sont des éclaircissements en ceci que celui qui me comprend les reconnaît à la fin comme dépourvues de sens [...]².

La reconnaissance d'un échec mérite tout autant d'intérêt qu'une nouvelle découverte, surtout quand il se répète systématiquement. Je vois dans ce processus l'extrême difficulté de reconnaître que c'est le modèle de la raison rationaliste lui-même – « encapsulé » dans la géométrie euclidienne et jamais discuté – qui doit être repris.

Lorsque Riemann posa la vérité-cohérence de l'énoncé, P_5^0 = « Par un point extérieur à une droite, il passe zéro parallèle », il ne fit appel qu'à son imagination. Alors que Kant avait affirmé que l'espace était une connaissance synthétique *a priori*, les géométries non-euclidiennes imposent une « déréalisation » absolue des discours sur l'espace : un énoncé mathématique est nécessairement « analytique *a priori* ». Les mathématiques deviennent pur jeu de langage, et pourtant vont devenir un outil puissant d'exploration du monde empirique !

David Hilbert récrivit le livre d'Euclide *Les Éléments* sur des bases totalement nouvelles pour tenir compte de l'infini de représentations de l'espace. Son livre, *Les Fondements de la géométrie*, remplace celui d'Euclide qui a été le vecteur de transmission du modèle de la raison rationaliste. Pour atteindre son objectif, Hilbert a dû faire une concession exorbitante pour les tenants du rationalisme : les termes de la pan-géométrie sont définis à partir de termes dits primitifs, eux-mêmes non définis. Il exprime de façon plaisante cette nécessité en affirmant que les concepts de POINT, DROITE ou CERCLE peuvent être remplacés sans aucun dommage par TABLE, CHAISE ou POT DE BIÈRE ! Désormais, les mathématiques n'ont aucun réel en perspective – le mot « vrai » doit être redéfini – et consistent à étudier des relations ou des structures entre des objets de pensée imaginés par le mathématicien.

Dans ce nouveau cadre de référence, un terme quelconque est défini à partir de termes premiers eux-mêmes non définis. La portée existentielle d'un terme n'est plus garantie. Pour atteindre la vérité-correspondance, le Stagirite a bien vu qu'il fallait deux conditions caractérisants les termes : ceux-ci doivent être précisément définis (monosémiques) et en correspondance avec des choses du monde (existants). Or ces deux conditions sont exclusives l'une de l'autre, et toutes les sciences, des plus proches des mathématiques comme la physique, aux plus éloignées comme certaines Sciences de l'Homme et de la Société (SHS), ont préféré la précision à l'existence. Cela impose d'abandonner la notion de vérité-correspondance.

Dès le début du 20^e siècle, Pierre Duhem a compris cela en disant :

À celui qui demande si telle loi Physique [énoncée sous forme de propositions mathématiques] est vraie ou fausse, le logicien qui a le souci strict des mots est obligé de répondre : Je ne comprends pas votre question¹.

¹ Bernard d'Espagnat, *Le Réel voilé, analyse des concepts quantiques*, Fayard, 1994.

² Ludwig Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*, Gallimard, 1993, p. 112.

Karl Popper donna une première théorie de la science hypothético-déductive en caractérisant la science par son aptitude à être réfutée déductivement en comparant les prévisions théoriques, toujours en nombre infini, avec des énoncés empiriques, toujours en nombre limité. Comme il est dit communément aujourd'hui, toute théorie est sous-déterminée par l'expérience et c'est pourquoi elle ne peut jamais affirmer qu'elle subsume l'infinité des phénomènes empiriques qu'elle prédit. La thèse de Popper peut se résumer par la première phrase de son livre, *La Logique de la découverte scientifique* :

Un savant, qu'il soit théoricien ou praticien, propose des énoncés ou des systèmes d'énoncés et [puis] les teste pas à pas².

En revanche, Popper n'a jamais pu se défaire du modèle de la raison rationaliste. Il n'a pas vu que le physicien qui choisit une représentation de l'espace parmi l'infinité des géométries possibles, choisit librement un *point de vue sur le monde* dont la pertinence n'est jamais garantie par l'expérience. Un autre point de vue peut s'avérer meilleur ou bien expliquer des phénomènes non prévus par le précédent. Le refus, jusqu'à la fin de sa vie, de la théorie quantique qu'il assimile à un « schisme en physique » se comprend par l'impossibilité d'admettre plusieurs « points de vue ». Cette dernière notion est la conséquence nécessaire de la multiplicité des axiomatiques admise par le modèle de la raison antagoniste. Elle impose aussi l'incomplétude de tout discours scientifique sur le monde.

Les sciences de l'homme et de la société sont l'objet d'une analyse spécifique : en effet, pour Aristote, le politique ou l'économique ne relèvent pas de la science mais de la *techné*. On omet de souligner que, pour devenir science, la Philosophie Politique et Morale ou l'économie, font tout autant appel au modèle euclidien que la mécanique rationnelle de Newton. Elles adoptent le modèle de la raison rationaliste qui y est contenu. Or, les positions du physicien ou de l'économiste sont radicalement différentes face au modèle de la raison de l'homme. Le physicien ayant la nature en perspective, qui est supposée dénuée de raison, peut sans trop de dommage se tromper sur le modèle qu'il utilise lui-même. La situation est toute différente pour les sciences de l'homme et de la société : il est nécessaire d'inclure, même implicitement, un modèle de la raison à toute théorie ayant l'homme comme objet/sujet d'étude. De ce point de vue, il est facile de montrer que la situation est des plus confuse : à l'intérieur d'une même discipline coexistent des communautés faisant des choix différents, certaines admettent sans discernement des axiomes contradictoires, d'autres, où le choix du modèle de la raison est décisif, échouent systématiquement dans leur objectif – leurs théories sont systématiquement réfutées – persistent ou au contraire changent radicalement d'objectif sans comprendre leur échec.

I.6 Conclusion

La thèse défendue dans ce livre est simple. Aristote a fondé une nouvelle doctrine de la raison de l'homme, qui s'oppose à la conception mythique du monde des poètes. Le modèle de la raison rationaliste qu'il décrit dans l'*Organon*, « encapsulé » dans sa théorie de la science, a permis à Euclide de produire une théorie de l'espace qui est apparue, pendant 2 400 ans, parfaite, à l'exception d'un défaut concernant le cinquième postulat. Kant en vient même à affirmer que l'espace euclidien est une connaissance « pure » – sans relation à l'expérience – et « synthétique a priori » ! L'empirisme, tout en refusant l'héritage aristotélicien, a admis sans critique le modèle de la raison rationaliste, transmis par *Les Éléments* d'Euclide. La conclusion de *l'affaire des parallèles* par l'invention des géométries non-euclidiennes ruine tout l'édifice aristotélicien, puisqu'elle remet en cause le principe de contradiction, « le plus sûr de tous », pour le Stagirite. En effet, un même concept comme celui de *parallèle* peut être *pensé* existant dans la géométrie euclidienne, et inexistant dans celle de Riemann.

Évidemment, de tels concepts n'ont plus aucun référent dans le monde ! Cette nouvelle doctrine impose le nouveau modèle de la raison, dit antagoniste, qui affirme que le réel, y compris le « réel-raison », est à jamais « voilé » pour la science. Ce nouveau cadre de référence s'est avéré un extraordinaire moyen d'investigation du monde et a conduit à des théories totalement nouvelles, puisque rien ne pourrait être dit sur l'infiniment petit sans l'usage des espaces non-euclidiens.

Pour une société donnée, le changement de modèle de la raison n'est pas anecdotique. L'exemple grec peut servir de comparaison : le modèle de la raison rationaliste ne supplanta pas la pensée mythique

¹ Pierre Duhem, *La Théorie physique. Son Objet – sa structure*, Vrin, 1981, p. 254-255.

² Karl Popper, *La Logique de la découverte scientifique*, Payot, 1978, p.23.

rapidement. Au contraire, la philosophie ne s'imposa qu'extrêmement lentement. Ernest Renan qualifia ce bouleversement de « miracle grec ». Il pensait que le rationalisme s'était définitivement imposé au moment même où il s'effondrait. Nous vivons un moment de l'histoire comparable à celui de la Grèce classique : deux modèles de la raison incompatibles, cohabitent dans l'esprit de chacun d'entre nous. Cet essai a pour ambition de participer à mettre de l'ordre dans la situation confuse actuelle.

Chapitre 2

Le modèle de la raison rationaliste chez Aristote

2.0 Problématique	22
2.1 Critique du langage naturel et définition du langage catégorique	24
2.2 La portée existentielle des termes	25
2.3 La vérité des propositions catégoriques	29
2.3.1 Les propositions Universelles Affirmatives ou UA.....	31
2.3.2 Les propositions Universelles Négatives ou UN.....	32
2.3.3 Les propositions Particulières Affirmatives ou PA	33
2.3.4 Les propositions Particulières Négatives ou PN.....	34
2.4 Les principes métaphysiques dans la théorie de la science d'Aristote	34
2.4.0 Problématique.....	34
2.4.1 Les principes de contradiction et du tiers exclu.....	35
2.4.2 La portée existentielle du terme sujet des propositions universelles	35
2.5 La théorie logique aristotélicienne	38
2.5.0 Problématique.....	38
2.5.1 Théorie des converses	40
2.5.1.1 La conversion pure	40
2.5.1.2 L'obversion.....	42
2.5.1.3 La contraposition	44
2.5.1.4 Conclusion.....	48
2.5.2 Théorie des oppositions.....	48
2.5.2.1 Les propositions contraires et sous-contraires	50
2.5.2.2 Les propositions contradictoires	52
2.5.2.3 Les propositions subalternes.....	54
2.5.2.4 Conclusion.....	55
2.5.3 Théorie des syllogismes	56
2.5.3.0 Problématique.....	56
2.5.3.1 Syllogisme de la première figure et du premier mode : Barbara	60
2.5.3.2 Syllogisme de la première figure et du deuxième mode : Celarent	61
2.5.3.3 Syllogisme de la troisième figure et du premier mode : Darapti	62
2.5.3.4 Syllogisme de la troisième figure et du deuxième mode : Felapton	63
2.5.4 Conclusion.....	63
2.6 La théorie logique d'Aristote comme modèle de la raison rationaliste	67
2.7 Les principes d'une science donnée	71
2.7.0 Problématique.....	71
2.7.1 Les différents types de principes	74
2.7.2 La saisie des <i>hypothesis</i> et des axiomes	76
2.7.2.0 Problématique.....	76
2.7.2.1 Traduction et commentaires du chapitre 19 des <i>Seconds Analytiques</i>	78
2.7.3 Conclusion.....	85
2.8 Conclusion	85
Table des illustrations	91

Chapitre 3

Continuité et diversité des théories de la science

3.0 Problématique	94
3.1 Les œuvres scientifiques d'Aristote	95
3.2 <i>Les Éléments</i> d'Euclide d'Alexandrie.....	98
3.3 La révolution de l'empirisme	106
3.3.0 Problématique.....	106
3.3.1 La double théorie des principes de la philosophie empiriste.....	107
3.3.2 L'écart de la pratique des savants avec la théorie empiriste.....	114
3.3.2.1 Galilée et l'expérience.....	114
3.3.2.2 L'empirisme de Hooke.....	117
3.3.2.3 La révolution newtonienne.....	119
3.3.2.4 Conclusion.....	125
3.3.3 La forme nouvelle de l'expérience et son récit.....	126
3.4 La réunification de la théorie de la science par Kant.....	132
3.5 La science entre contemplation et puissance	136
3.6 L'émergence de l'étude de l'homme et de la société comme science	141
3.6.0 Problématique.....	141
3.6.1 Les préjugés communs des sciences de la nature et des sciences humaines.....	142
3.6.2 Thomas Hobbes.....	144
3.7 Conclusion	149
Table des illustrations.....	153

Chapitre 4

Émergence du modèle de la raison antagoniste

4.0 Problématique	156
4.1 L’affaire des parallèles	158
4.1.0 Problématique.....	158
4.1.1 L’affaire des parallèles : l’enfermement.....	162
4.1.2 L’affaire des parallèles : la dramatisation.....	165
4.1.3 L’affaire des parallèles : la sortie de crise	167
4.1.4 Conclusion.....	170
4.2 Les modèles de la raison et l’affaire des parallèles.....	174
4.2.0 Problématique.....	174
4.2.1 Les géométries avant la réécriture des <i>Éléments</i> par Hilbert.....	174
4.2.2 Les Fondements de la géométrie de David Hilbert	181
4.3 Les modèles de la raison antagoniste.....	190
4.3.0 Problématique.....	190
4.3.1 Éléments de logique symbolique.....	190
4.3.2 Les niveaux logique et métalogue du discours symbolique	193
4.3.3 Le programme formaliste de Hilbert	195
4.3.4 Kurt Gödel et l’échec du programme de Hilbert	197
4.3.5 Conclusion.....	199
4.4 Comparaison des modèles de la raison.....	200
4.4.0 Problématique.....	200
4.4.1 Comparaison des modèles de la raison.....	202
4.4.1.1 Le principe de contradiction	202
4.4.1.2 Les termes ou les concepts	203
4.4.1.3 La vérité, les principes et les propositions.....	204
4.4.1.4 Rationalité et irrationalité des discours.....	205
4.4.1.5 Comparaison de la logique formelle d’Aristote avec les logiques symboliques.....	208
4.4.1.6 Conclusion.....	213
4.5 Conclusion	218
Table des illustrations.....	223

Chapitre 5

Applications

5.0 Problématique	226
5.1 Les modèles de la raison rationaliste et antagoniste sont distincts	228
5.2 Réfutation empirique de la théorie de la science classique	232
5.2.1 Continuité et nouveauté de la science classique	232
5.2.2 La science classique et la dualité onde-corpuscule.....	235
5.2.3 Le modèle de la raison rationaliste et la théorie quantique.....	238
5.3 Réfutation empirique de la théorie de la science classique (<i>bis</i>).....	242
5.3.1 Réfutation empirique du modèle de la raison rationaliste en physique macroscopique	244
5.3.2 Réfutation empirique du modèle de la raison rationaliste : la notion d'espèce	246
Table des illustrations	252

Épilogue

Au début de ce livre, j'ai souligné que ce travail a été engagé afin d'argumenter une conviction personnelle : la tentative de modéliser à l'aide d'une machine certains processus anthropiques complexes conduit nécessairement à l'échec. Cet échec est à l'origine de mon intérêt pour la raison de l'homme de science qui pense possible cette modélisation.

Trois idées générales, largement débattues dans ce livre permettent, me semble-t-il, de comprendre pourquoi la modélisation computationnelle de tous les phénomènes a pu être envisagée comme possible et pourquoi il est, le plus souvent, nécessaire d'y renoncer : la structure de la théorie de la science, la relation entre langage scientifique et langage naturel et enfin le rôle de l'instrument dans le processus scientifique.

Ce n'est qu'après plusieurs années de lecture de l'œuvre d'Aristote que la structure de sa théorie de la science m'est apparue clairement. De façon systématique, le Stagirite utilise deux niveaux de discours, tout comme l'affirme la philosophie analytique : à tout discours, un métadiscours est nécessaire. Mais chez Aristote, l'ordre est inversé : la métaphysique précède sa théorie de la science et contraint celle-ci. La vérité des jugements métaphysiques, comme le principe de contradiction, est *antéprédicative* à la théorie de la science. Cette structure détermine tout le reste : la vérité-correspondance est aussi antéprédicative en ce sens que l'union ou la séparation de deux choses du monde devance le jugement qui unit ou sépare les deux termes correspondants. De même, la vérité des prémisses précède la vérité de la conclusion. C'est cette structure qui permet de garantir l'unicité de l'univers du discours sur une portion du monde. La position du principe logique de contradiction, au niveau métaphysique, s'applique aussi aux principes de toute science. Ainsi, si l'on admet la vérité d'un postulat, il est interdit de penser qu'un de ses contraires puisse être vrai. L'affaire des parallèles montre combien il a été difficile de sortir de cette conception. De même, la vérité-correspondance de la logique aristotélicienne avec le réel-raison et l'unicité du modèle de la raison rationaliste sont des conséquences nécessaires de la position de la métaphysique aristotélicienne. De ce fait même, la science appartient en propre à la philosophie.

Le courant principal de la philosophie des sciences classiques est totalement absent de cette réflexion puisqu'il considère la métaphysique comme inutile à la science. En fait, la science classique admet sans débat le point de vue aristotélicien en affirmant que les principes de géométries sont connus par intuition alors que cette théorie de l'espace contient toute la métaphysique aristotélicienne. En affirmant dogmatiquement que la nature est un grand livre dont les signes sont des figures géométriques, la science classique identifie langage de la nature et langage mathématique. Dès le 17^e siècle, cette vision s'applique aussi à la pensée, vue comme le résultat d'un calcul. La croyance dans l'aptitude de l'informatique à modéliser toute chose s'enracine dans cette longue tradition occidentale.

L'invention des géométries non-euclidiennes tout autant que la mathématisation de la logique vont ruiner cette conception. La pluralité des théories de l'espace, fondées sur des axiomatiques contradictoires deux à deux, remet en cause directement le principe logique de contradiction *antéprédicatif* puisque le contradictoire est effectivement pensé. Mais on ne change pas facilement d'un modèle de la raison rationaliste, énoncé il y a 2400 ans, et qui n'est plus discuté depuis plusieurs siècles. Je peux témoigner de l'événement qu'a représenté la lecture des nouvelles définitions de la vérité par Lambert et par Hilbert qui ne font plus référence au monde. La vérité-cohérence semblait accréditer la thèse du paradigme de Kuhn et que d'Espagnat résume ainsi :

Triomphe la théorie qui est le plus en résonance avec la mentalité et les appétits de l'époque¹.

¹ D'Espagnat (2002), p. 288.

L'absence de contradiction entre les prévisions théoriques et les récits de l'expérience ne permet pas, sans introduire un principe d'induction indéfendable logiquement, d'affirmer que le discours scientifique a la vérité-correspondance en perspective. C'est oublier un point capital imposé par l'échec de Hilbert d'autofonder les mathématiques : dans toute axiomatique plus puissante que l'arithmétique, quelques axiomes doivent être ajoutés qui ne sont pas critiquables de l'intérieur du système. Ainsi, les logiciens retrouvent la structure aristotélicienne : à toute théorie correspond un discours et un métadiscours qui l'interprète. Mais comme une axiomatique est posée arbitrairement, l'interprétation est *postprédicative*. Cela n'a pas été vu pendant longtemps par la raison que le confinement dans un univers du discours semble permettre de sauver le modèle de la raison rationaliste. En effet, si l'on choisit une logique bivalente, un théorème de contradiction apparaît qui semble préserver le rationalisme. Mais une autre posture est possible : en se plaçant au niveau métalogue, métamathématique ou méta-physique, on doit certes abandonner le rationalisme mais on sauve l'essentiel : le discours scientifique nous informe sur le monde à la condition que ses résultats exprimés dans un langage nomologique soient soumis à la critique dans un autre univers du discours. C'est l'interprétation *postprédicative* qui permet d'affirmer que la science vise la vérité-correspondance. Ce métadiscours s'appelle philosophie, et ainsi la science retrouve la place que lui assignait Aristote : elle appartient en propre à la philosophie.

Le théorème métamathématique de Gödel donne un argument décisif conduisant à la limitation de la modélisation de processus anthropiques à l'aide d'une machine. Alors que depuis deux siècles, l'esprit est identifié à une machine, le théorème indécidable de l'intérieur du système associé à toute axiomatique un peu complexe impose de lui associer un « oracle ». Pour Gödel, cet « oracle » désigne la capacité d'autoréflexion de l'esprit du mathématicien qui rappelle la mystérieuse fonction qu'Aristote introduit à la fin du chapitre 19 des *Seconds Analytiques* sous le terme de *noûs*. Seuls, les processus anthropiques amputés de l'« oracle » de Gödel sont susceptibles de modélisation computationnelle. Ni l'apprentissage, ni la traduction de textes écrits en langages naturels n'appartiennent à ce type de processus. C'est pourquoi toute tentative de cette catégorie conduit nécessairement à l'échec.

J'ai souligné que la théorie de la science contemporaine a retrouvée une structure à deux niveaux de discours qu'avait introduite Aristote, bien que les niveaux soient inversés : la métaphysique est *antéprédicative* alors que tout discours scientifique pensé à l'aide du modèle de la raison antagoniste exige une interprétation *postprédicative*. Une autre structure introduite par Aristote se retrouve dans la théorie contemporaine de la science. Pour Aristote, la logique est « encapsulée » dans sa théorie de la science. C'est ainsi que le modèle de la raison rationaliste est entièrement contenu dans la géométrie euclidienne. Frege, avec son programme logiciste, a tenté de rompre cette inclusion en fondant les mathématiques exclusivement sur des axiomes de logique. L'échec de ce projet impose de reprendre la structure aristotélicienne.

Voyons maintenant la relation entre les langages naturel et scientifique. Depuis une centaine d'années, de nombreux philosophes ont abordés la question du langage, et ces travaux sont parfois désignés par « la » philosophie du langage. Cette expression laisse entendre que c'est la première fois qu'une telle réflexion est menée. Il n'en est rien, bien entendu. Je voudrais montrer que la philosophie analytique est profondément liée au modèle de la raison antagoniste.

Tout au long de l'*Organon*, Aristote expose avec précision une philosophie du langage. Son modèle n'est pas le discours du poète mais le langage quotidien. Il admet comme évident que les termes utilisés dans la vie quotidienne sont, le plus souvent, en correspondance avec le monde (on dit aujourd'hui qu'ils sont « référentiels ») mais il critique son manque de précision. Par exemple, le discours emploie des termes homonymes : « animal est aussi bien un homme réel qu'un homme en peinture ». Le langage de la science démonstrative doit se défaire de ces défauts. Le langage catégorique est le résultat de cette réforme. Chaque terme doit être précisément défini et de plus il doit posséder une portée existentielle c'est-à-dire être en correspondance avec des choses du monde. Ainsi *bouc-cerf* ou *Centaure* peut être défini mais doit être éliminé du discours de la science. En revanche *homme* ou *parallèle* sont des *substances secondes*, universelles et en correspondance au monde. Ces termes sont soumis au principe logique de contradiction *antéprédicatif*, aussi, puisqu'ils existent, il ne peut être pensé qu'ils puissent être inexistantes. Il en est de même des principes qui initient le processus déductif. La philosophie du langage catégorique d'Aristote est totalement liée au modèle de la raison rationaliste.

Les empiristes ont largement critiqué la portée existentielle des termes tels que *l'espèce*. Mais ils n'ont pas tiré les conséquences de leur analyse. Le scepticisme « mitigé » a été leur seule réponse. Surtout, ils ont donné à la théorie de l'espace d'Euclide l'interprétation *antéprédicative* de la science démonstrative d'Aristote. Celle-ci s'est portée sur le discours mathématique en général dès que l'unification entre algèbre

et géométrie a été réalisée. Le modèle « machine » s'impose après le succès extraordinaire de la mécanique rationnelle de Newton. La *mathesis universalis* s'applique à toute chose y compris à l'esprit de l'homme de science.

Même si bien d'autres considérations ont contribué à l'abandon de ces présupposés, l'admission de plusieurs discours sur l'espace suffit pour devoir abandonner le modèle de la raison rationaliste. La connaissance des principes par intuition n'est plus tenable à partir du moment où l'on admet que ceux-ci sont posés selon le libre arbitre du mathématicien : ils sont mêmes contre-intuitifs. Mais c'est la philosophie même du langage donnée par Aristote qui doit être reprise. Comme la géométrie elliptique nous l'impose, nous devons penser que le terme *parallèle* existe et n'existe pas, dans notre esprit. En effet, si *parallèle* avait une portée existentielle, cette notion désignerait un objet contradictoire du monde et il serait impossible de distinguer le vrai du faux puisque les deux énoncés : « par un point extérieur à une droite, il passe une parallèle » et « par un point extérieur à une droite il passe zéro parallèle » seraient tous les deux vrais. Tous les termes mathématiques n'ont aucune portée existentielle : le discours mathématique est *déréalisé*. J'ai introduit cette notion afin de souligner le changement radical d'interprétation : alors que les mathématiques ont été conçues comme le langage même du réel, ce type de langage doit être interprété comme n'ayant aucune correspondance au monde. Une nouvelle philosophie du langage mathématique s'impose. Il s'agit bien entendu de la philosophie analytique. Aristote a cru pouvoir réformer le langage naturel pour le rendre parfaitement précis tout en conservant sa portée existentielle. Il se trompait. Les conditions de précision et d'existence sont antinomiques.

Le modèle de la raison antagoniste, parce qu'il permet de penser le contradictoire, impose cette nouvelle philosophie du langage. Celle-ci peut évidemment s'appliquer au langage naturel à la condition expresse de nier sa portée existentielle. C'est dans cette voie que se sont fourvoyée tous ceux qui ont tenté de « mécaniser » la traduction des discours en langues naturelles.

Le rationalisme contemporain, dans sa forme encore commune et extrême du scientisme, continue d'affirmer que seule la science est capable de dire le vrai au sens de correspondance au monde. Il critique volontiers le « sens commun » qui énonce fréquemment des propos contradictoires sur le monde. C'est pour le rationaliste la preuve éclatante de l'irrationalité. C'est ignorer tous les événements qui font la substance de ce livre. Les discours en langage naturel manient systématiquement le contradictoire car c'est la seule manière de penser le monde ! Il est parfaitement concevable que, dans certains cas, de tels propos soient irrationnels et c'est une critique *postprédicative* qui permet de le dire.

La dernière idée générale traitée dans ce livre concerne l'instrument utilisé pour explorer le monde. Tant que l'influence de la théorie de la science aristotélicienne restait sans partage, c'est-à-dire jusqu'au 17^e siècle, la connaissance du monde excluait qu'un instrument s'interpose entre le philosophe et les phénomènes étudiés. C'est par la contemplation directe de la nature que les premiers principes sont produits. Il y a cependant une exception puisque le titre même donné à l'œuvre d'Aristote sur la science s'intitule l'*Organon*, qui signifie « instrument ». Mais cet instrument n'est pas un artefact, puisqu'il désigne de façon évidente le réel-raison de tout homme rationnel. La logique fondée sur des principes évidents décrit cet instrument. À la condition de ne donner aucune connotation de machine à *organon*, il est possible d'y inclure la sensation et le *noûs*-intelligence puisque ces notions sont au fondement de toute science.

La science classique mit fin à la distinction entre science qui conduit à la connaissance certaine (*épistémè*) et *techné* orientée vers le devenir. J'ai montré longuement au chapitre 3 combien cette nouvelle pratique a transformé l'ensemble de l'activité scientifique : la description de l'instrument ainsi qu'un compte rendu de l'*experimentum* devient la norme ; la complexification des instruments impose une professionnalisation parfaitement visible à travers la création des académies des sciences ; l'accord de la communauté devient même le critère principal de vérité d'une théorie, etc. C'est l'instrumentation de la science qui a produit l'explosion de connaissances à laquelle nous assistons depuis quatre siècles. Toutes les disciplines scientifiques sont concernées. Certes au 17^e siècle, seule la « philosophie naturelle » a conçu des instruments pour explorer la nature. Il n'en est plus de même aujourd'hui. D'une part, les instruments inventés par la physique sont fréquemment utilisés pour évaluer certaines propriétés d'objets anthropiques comme la datation en archéométrie et d'autre part, beaucoup de disciplines ont développé des instruments spécifiques comme l'enquête en sociologie.

Aucun philosophe de l'empirisme ne s'est posé la question de l'influence éventuelle de l'instrument sur le cours de la nature. Et pourtant, dès le 17^e siècle, les expériences sur la lumière ont montré la dualité onde-corpuscule : Newton affirme que certaines expériences montrent que la lumière est nécessairement corpusculaire, alors que Huygens souligne l'aspect ondulatoire d'autres phénomènes lumineux. J'ai interprété l'absence de débat entre ces deux savants comme la conséquence de

L'impossibilité de penser le contradictoire dans le cadre de référence du modèle de la raison rationaliste. L'influence de l'instrument sur les phénomènes n'a même pas été reconnue par Young, alors que le même instrument muni d'une seule fente ou de deux montre la dualité onde-corpuscule de la lumière. La théorie quantique a réussi à rendre compte des phénomènes empiriques à condition d'abandonner le modèle de la raison rationaliste : ses principes sont contre-intuitifs, elle admet l'incomplétude de ses prévisions ; elle rejette le déterminisme absolu de la philosophie des sciences classiques et elle reconnaît que plusieurs théories, fondées sur des notions différentes, puissent prédire globalement les événements. Ces caractéristiques sont propres au modèle de la raison antagoniste.

Werner Heisenberg admet l'influence de l'instrument sur le cours de la nature en affirmant : « Ce que nous observons n'est pas la nature elle-même, mais la nature soumise à notre méthode de questionnement¹ ». Bernard d'Espagnat exprime la même idée en soulignant que ce n'est pas le réel-phénoménal que nous étudions mais le réel-empirique.

Le modèle de la raison rationaliste est irrationnel en ce sens qu'il ne permet pas de décrire le monde tel qu'il nous apparaît à travers l'expérience. Le rationalisme reste une croyance encore commune mais il s'agit d'un croire incroyable. Ce que nous appelons « science » a changé radicalement de signification : la structure du discours scientifique contemporain impose une interprétation *postprédicative* qui fait revenir la science dans le cadre de la philosophie. Grâce à l'interprétation ou herméneutique l'étonnement est de nouveau pensable ...

¹ Cité par Ronald Pine : <http://personal.tcu.edu/~dingram/edu/pine3.html>.

Annexe

Analyse sémiotique d'une polémique en archéologie

A.1 Introduction	258
A.1.1 Naissance des divinités, naissance de l'agriculture	259
A.1.2 Révolution, révélation ou évolution sociale	260
A.2 Y a-t-il plusieurs modèles de la raison de l'homme de science ?	262
A.2.1 La raison rationaliste	263
A.2.2 La raison antagoniste	265
A.3 Application des modèles de la raison à l'interprétation des mythes	268
A.4 Les modèles de la raison et la polémique Testart-Cauvin	272
A.4.1 Les postulats	273
A.4.2 Dédution, causalité et reproductibilité	275
A.5 Conclusion	277

Table des matières

PROLOGUE	9
CHAPITRE 1 SYNTHÈSE : L'HOMME DE SCIENCE ET SA RAISON	13
1.1 Introduction	13
1.2 Aristote et le modèle de la raison rationaliste	14
1.3 La continuité du modèle de la raison rationaliste	15
1.4 Les origines de la crise de la raison	16
1.5 Le modèle de la raison antagoniste	17
1.6 Conclusion	19
CHAPITRE 2 LE MODÈLE DE LA RAISON RATIONALISTE CHEZ ARISTOTE	21
2.0 Problématique	22
2.1 Critique du langage naturel et définition du langage catégorique	24
2.2 La portée existentielle des termes	25
2.3 La vérité des propositions catégoriques	29
2.3.1 Les propositions Universelles Affirmatives ou UA	31
2.3.2 Les propositions Universelles Négatives ou UN	32
2.3.3 Les propositions Particulières Affirmatives ou PA	33
2.3.4 Les propositions Particulières Négatives ou PN	34
2.4 Les principes métaphysiques dans la théorie de la science d'Aristote	34
2.4.0 Problématique	34
2.4.1 Les principes de contradiction et du tiers exclu	35
2.4.2 La portée existentielle du terme sujet des propositions universelles	35
2.5 La théorie logique aristotélicienne	38
2.5.0 Problématique	38
2.5.1 Théorie des converses	40
2.5.2 Théorie des oppositions	48
2.5.3 Théorie des syllogismes	56
2.5.4 Conclusion	63
2.6 La théorie logique d'Aristote comme modèle de la raison rationaliste	67
2.7 Les principes d'une science donnée	71
2.7.0 Problématique	71
2.7.1 Les différents types de principes	74
2.7.2 La saisie des <i>hypothesis</i> et des axiomes	76
2.7.3 Conclusion	85
2.8 Conclusion	85
Table des illustrations	91

CHAPITRE 3 CONTINUITÉ ET DIVERSITÉ DES THÉORIES DE LA SCIENCE	93
3.0 Problématique	94
3.1 Les œuvres scientifiques d’Aristote	95
3.2 <i>Les Éléments</i> d’Euclide d’Alexandrie	98
3.3 La révolution de l’empirisme	106
3.3.0 Problématique	106
3.3.1 La double théorie des principes de la philosophie empiriste	107
3.3.2 L’écart de la pratique des savants avec la théorie empiriste	114
3.3.3 La forme nouvelle de l’expérience et son récit	126
3.4 La réunification de la théorie de la science par Kant	132
3.5 La science entre contemplation et puissance	136
3.6 L’émergence de l’étude de l’homme et de la société comme science	141
3.6.0 Problématique	141
3.6.1 Les préjugés communs des sciences de la nature et des sciences humaines	142
3.6.2 Thomas Hobbes	144
3.7 Conclusion	149
Table des illustrations	153
CHAPITRE 4 ÉMERGENCE DU MODÈLE DE LA RAISON ANTAGONISTE	155
4.0 Problématique	156
4.1 L’affaire des parallèles	158
4.1.0 Problématique	158
4.1.1 <i>L’affaire des parallèles</i> : l’enfermement	162
4.1.2 <i>L’affaire des parallèles</i> : la dramatisation	165
4.1.3 <i>L’affaire des parallèles</i> : la sortie de crise	167
4.1.4 Conclusion	170
4.2 Les modèles de la raison et l’affaire des parallèles	174
4.2.0 Problématique	174
4.2.1 Les géométries avant la réécriture des <i>Éléments</i> par Hilbert	174
4.2.2 Les Fondements de la géométrie de David Hilbert	181
4.3 Les modèles de la raison antagoniste	190
4.3.0 Problématique	190
4.3.1 Éléments de logique symbolique	190
4.3.2 Les niveaux logique et métalogue du discours symbolique	193
4.3.3 Le programme formaliste de Hilbert	195
4.3.4 Kurt Gödel et l’échec du programme de Hilbert	197
4.3.5 Conclusion	199
4.4 Comparaison des modèles de la raison	200
4.4.0 Problématique	200
4.4.1 Comparaison des modèles de la raison	202
4.5 Conclusion	218
Table des illustrations	223

CHAPITRE 5	APPLICATIONS	225
5.0	Problématique	226
5.1	Les modèles de la raison rationaliste et antagoniste sont distincts	228
5.2	Réfutation empirique de la théorie de la science classique	232
5.2.1	Continuité et nouveauté de la science classique	232
5.2.2	La science classique et la dualité onde-corpuscule	235
5.2.3	Le modèle de la raison rationaliste et la théorie quantique	238
5.3	Réfutation empirique de la théorie de la science classique (bis)	242
5.3.1	Réfutation empirique du modèle de la raison rationaliste en physique macroscopique	244
5.3.2	Réfutation empirique du modèle de la raison rationaliste : la notion d'espèce	246
	Table des illustrations	252
	ÉPILOGUE	253
	ANNEXE ANALYSE SÉMIOTIQUE D'UNE POLÉMIQUE EN ARCHÉOLOGIE	257
A.1	Introduction	258
A.1.1	Naissance des divinités, naissance de l'agriculture	259
A.1.2	Révolution, révélation ou évolution sociale	260
A.2	Y a-t-il plusieurs modèles de la raison de l'homme de science ?	262
A.2.1	La raison rationaliste	263
A.2.2	La raison antagoniste	265
A.3	Application des modèles de la raison à l'interprétation des mythes	268
A.4	Les modèles de la raison et la polémique Testart-Cauvin	272
A.4.1	Les postulats	273
A.4.2	Déduction, causalité et reproductibilité	275
A.5	Conclusion	277
	BIBLIOGRAPHIE	279
	INDEX DES NOTIONS	285
	INDEX DES NOMS	287

Comment pensait-on jadis, comment pensons-nous aujourd'hui ? L'instrument le plus nécessaire à l'exercice de l'activité scientifique est la raison qui nous permet de penser-parler sur le monde. Or, le monde occidental admet, depuis près de 2 400 ans, le modèle de la raison proposé par Aristote dans son œuvre majeure qu'est l'*Organon*. J'appelle ce modèle le *modèle de la raison rationaliste*. Au cours du 19^e siècle, de façon très peu explicite, un autre modèle de la raison s'est fait jour qui a conduit les sciences de la nature à proposer des théories totalement nouvelles sur l'infiniment petit (physique quantique) ou le mouvement très rapide d'objets (relativité générale). J'appelle ce modèle le *modèle de la raison antagoniste*.

La raison s'étudie à partir de la logique. Les historiens de cette discipline affirment que la logique symbolique issue de la crise amorcée avec l'invention des géométries non euclidiennes est un raffinement de la logique aristotélicienne. Ils poursuivent ainsi une longue tradition qui a considérée que la logique n'avait pas d'histoire.

Une toute autre thèse est défendue dans ce livre. Il s'agit d'une thèse fort simple. Une lecture attentive d'Aristote montre qu'il s'agit de deux modèles incompatibles de la raison. Ceux-ci conduisent nécessairement à deux théories de la science si l'on abandonne l'idée fautive du positivisme selon laquelle il est possible de négliger le sujet connaissant dans l'activité scientifique.

Un changement de modèle de la raison n'est pas anecdotique pour notre société. C'est notre manière de penser-parler le monde qui est changée. Ce livre a pour ambition d'aider à mettre un peu d'ordre dans une situation où règne la confusion.

Jean-Louis Léonhardt est docteur en physique et en mathématiques. Il a enseigné la physique puis l'informatique à l'université de Lyon-1. Depuis 1978, il a rejoint le département Science de l'Homme et de la Société du CNRS dans le corps des ingénieurs de recherche. Ses recherches se sont alors orientées vers la modélisation computationnelle de processus anthropiques complexes comme l'apprentissage. Celles-ci ont fait l'objet de valorisations importantes. À la fin des années 80, la conviction que cette direction de recherche conduit nécessairement à l'échec est à l'origine de ce livre. Il a dirigé de 1991 à 1995 le Laboratoire d'informatique pour les sciences humaines. Depuis 1996, il anime avec Bruno Helly le séminaire d'épistémologie, *Sciences liées au temps des hommes* à la Maison de l'Orient et de la Méditerranée de Lyon.