

**LA CONSISTANCE
RATIONNELLE**
Critique de la raison démarcative
par Patrick Peccatte

Saint-Étienne : Aubin éditeur, 1996

Introduction

Première partie: La démarcation

Chapitre I. Démarcations rigides et démarcations floues

- I.1. Le rapport des sciences et de la philosophie. Contre la philosophie clôturante ou réductionniste
- I.2. Quelques définitions simples
- I.3. La démarcation et la typologie des sciences
- I.4. Le critère de signification de l'empirisme logique
- I.5. La démarcation selon Popper
- I.6. La logique de la découverte restreinte à l'heuristique
- I.7. Les paradigmes de Kuhn
- I.8. Sur les parasciences et l'irrationalisme

Chapitre II. En marge des paradigmes

- II.1. Les insuffisances des critères de démarcation et l'idéologie démarcative
- II.2. Les marges de la démarcation
- II.3. "Métaphysique moniste"

Deuxième partie: Etudes de cas

Chapitre III. La métaphysique dans la connaissance logico-mathématique

- III.1. Métaphysique relativiste
 - III.1.1. Les éléments subjectifs du langage et l'hypothèse de Sapir-Whorf
 - III.1.2. La multiplicité des logiques
- III.2. Métaphysique platonicienne: le constructivisme
- III.3. Métaphysique de l'adéquation mathématique

Chapitre IV. La cosmologie laborieusement scientifique

- IV.1. Quand est née la cosmologie scientifique ?
- IV.2. Les difficultés de la cosmologie

Chapitre V. La dialectique de la nature et ses prolongements implicites

- V.1. La première difficulté de la dialectique
- V.2. Les lois de la dialectique marxiste
- V.3. La dialectique de la nature selon Engels
- V.4. Les fondements de la dialectique de la nature
- V.5. Les essais de formalisations de l'opposition dialectique

- V.6. La dissymétrie selon Curie et Caillois
- V.7. La théorie des catastrophes
- V.8. Les théories synthétiques
- V.9. La théorie unifiée des transitions de phases
- V.10. Cicatrices épistémologiques

Chapitre VI. La ruine commune du pythagorisme et des mathématiques du nombre d'or

- VI.1. L'arithmologie pythagoricienne
- VI.2. La falsification du pythagorisme par les irrationnelles
- VI.3. Le discrédit du nombre d'or

Chapitre VII. Les origines du zodiaque et la démarcation de l'astrologie antique

- VII.1. La croyance en l'influence des astres et son "explication" analogique
- VII.2. Les origines du zodiaque et la quadripartition du cosmos
- VII.3. Le zodiaque astrologique
- VII.4. La démarcation inattendue de l'astrologie antique

Consistance rationnelle contre pensée démarcative

Annexe 1. Tableau des catastrophes élémentaires

Annexe 2. Tableau des correspondances zodiacales

Références bibliographiques

A mes parents

« Je crois maintenant qu'il serait plus juste de commencer mon livre par des remarques sur la métaphysique considérée comme une espèce de magie. Dans lequel cependant je n'ai le droit ni de parler en faveur de la magie, ni de me moquer d'elle. Il faudrait conserver la profondeur de la magie. Oui, l'élimination de la magie a le caractère de la magie elle-même. »

« Si je dis que "j'ai enfermé hermétiquement l'homme dans la chambre - seule une porte est restée ouverte" - je ne l'ai pas enfermé du tout. On serait tenté de dire: "Donc de la sorte, vous n'avez rien fait du tout." Une délimitation qui offre une lacune (une clôture ayant un trou) vaut autant qu'une absence de délimitation. Mais est-ce bien vrai ? »

Ludwig Wittgenstein

Remarques sur le Rameau d'Or de Frazer [CHA89 p. 210] (*)
et *Investigations philosophiques* [WIT45 n° 99]

* - Les références entre crochets se rapportent aux éléments bibliographiques regroupés en fin de volume.

Introduction

Wittgenstein demandait dans les *Investigations philosophiques* « en quel sens la logique est-elle quelque chose de sublime ? ». Le positiviste impulsif rétorque immédiatement que *la science, dans son ensemble, n'est pas sublime*. Le philosophe plus circonspect ne peut cependant se satisfaire de cette intuition lapidaire dont seule la forme négative est évidente. Le terme *sublime* a-t-il trait à la métaphysique ? Est-il comme certains l'avancent de l'ordre du spirituel ? Ou bien se rapporte-t-il à la hiérarchie des constituants de la représentation occidentale du monde (où la science est un tel constituant au même titre que la philosophie et la technique auxquelles elle se réfère souvent - et dont l'une d'ailleurs serait sublime et l'autre non) ? Veut-on signifier l'enracinement empirique de la science ? Son caractère immanent ? Ses liens "vulgaires" avec les techniques ? Ou souhaite-t-on plutôt qualifier sa condition historique inachevée et incomplète, la nature toujours réfutable et perfectible de ses énoncés ? Son opposition résolue aux doctrines irréfragables ? Son "humanité" en somme... En bref, quelle est donc cette *science* qui serait en rivalité avec une forme de pensée ordinairement qualifiée de *métaphysique* ?

Cet essai aborde ces multiples questions enchevêtrées.

Il ne nécessite pas de connaissances philosophiques ou scientifiques très étendues bien que les développements qu'il comporte supposent une certaine familiarité avec les sciences, leur histoire et leur philosophie.

La première partie étudie dans le chapitre I quelques notions et concepts fondamentaux. L'ensemble du texte gravite autour du concept positiviste de **démarcation** entre science et non-science et expose différentes solutions à ce problème ainsi que les difficultés théoriques rencontrées par ces solutions. Bien que son propos ne soit pas explicitement didactique, j'estime que cet exposé est suffisant pour comprendre et appréhender la *pensée* (ou la *raison*) *démarcative*, c'est-à-dire, le point de vue qui privilégie la question « *Est-ce une science ou non ?* » sur toute autre interrogation d'ordre épistémologique.

Le deuxième chapitre traite de notre façon d'aborder le problème de la démarcation. La méthode figurative d'exploration des *marges de paradigmes* y est introduite. Elle conduit à transformer la question centrale de la pensée démarcative en étude d'un ensemble de situations démarcatives empruntées à la fois aux sciences et à certains domaines non-scientifiques qui expriment des prétentions cognitives ou explicatives.

La seconde partie est un ensemble d'**études de cas** où sont abordés, à la lumière des idées dégagées précédemment, quelques aspects controversés de diverses disciplines:

- la logique et les fondements des mathématiques.
- la cosmologie.
- la désuète dialectique de la nature et quelques théories modernes qui, à notre sens, en prolongent implicitement et involontairement certaines problématiques ou même certains concepts (théorie générale des systèmes, théorie des catastrophes, théorie des transitions de phases, etc.).

- le pythagorisme.
- l'astrologie antique.

Cet essai n'est pas un pamphlet de plus contre le positivisme. Je mesure en particulier l'importance de l'héritage que nous a légué le néopositivisme, l'incarnation la plus récente de ce courant philosophique. Le concept de *critère de démarcation* par exemple est issu de la critique du dogme de la signification dans l'empirisme logique. Il s'est progressivement dénaturé depuis son introduction par Karl Popper dans les années trente. La philosophie contemporaine a reconnu que la formulation d'un critère effectif est une tâche impraticable. Elle a donc essentiellement retenu la substance théorique faillibiliste du critère poppérien, la *réfutabilité*. Le problème démarcatif lui-même, par contre, est parfois considéré comme tacitement résolu par un subtil dosage de thèses faillibilistes et paradigmatiques. La plupart du temps cependant, il est délibérément ignoré ou tenu pour caduc - voire inintéressant - sans que l'on tente d'expliquer son caractère attractif et pratiquement inévitable (même après l'avoir débarrassé de tout positivisme trop manifeste). Notre travail vise dans l'immédiat à mettre en évidence la complexité inhérente aux problèmes traités par une pensée démarcative simplificatrice ou tacite. Si nous critiquons constamment la pensée démarcative, les problèmes abordés n'apparaissent toutefois nullement insignifiants. Ils demeurent persistants et quelquefois rebelles à une approche non positiviste. Plus substantiellement, nous montrons à quelles approximations ou contradictions inextricables, tant théoriques (première partie) qu'exemplaires (seconde partie), conduit le projet implicite de la pensée démarcative - et pas uniquement le projet explicite du positivisme logique. Il reste ensuite à rendre intelligible l'attrait irrésistible d'une certaine forme de pensée démarcative sur la philosophie de la connaissance. Nous concluons donc en suggérant une voie de réflexion qui permette de substituer la notion informelle de *consistance rationnelle* fondée sur un *principe de non contradiction épistémologique* à celle de *démarcation* qui relève d'une sorte de *tiers exclu épistémologique quasi-formel*. Nous tentons ainsi de comprendre, sans y souscrire, l'attraction du projet positiviste inhérent à la pensée démarcative.

Au cours de cette étude nous abordons bien d'autres problèmes que ceux liés à la démarcation. La plupart de ces questions sont au moins aussi riches de développements et je souhaite simplement que leur évocation ici, si elle n'est utile qu'à cela, persuade le lecteur que la philosophie des sciences - comme toute philosophie qui se conçoit affranchie de cette fâcheuse tendance à se commenter elle-même, interminablement - est bien vivante et par là toujours à recommencer.

P. P.
Janvier 1996

Première partie: La démarcation

CHAPITRE I

DEMARCATIIONS RIGIDES ET DEMARCATIIONS FLOUES

I.1. Le rapport des sciences et de la philosophie. Contre la philosophie clôturante ou réductionniste

C'est un ensemble de questions variées qui se posent lorsque l'on jette un regard oblique sur les sciences. À l'endroit de leurs fondements, de leur cohérence interne ou vis-à-vis d'autres disciplines à prétentions cognitives, de leurs liens avec les phénomènes naturels qu'elles expliquent ou de leurs relations avec les hommes et les sociétés qui les produisent, elles perdent leur majesté et commencent à nous glisser entre les doigts; l'œuf bien lisse de la connaissance positive apparaît enfermé dans une coquille fragile.

Pour éviter ces incertitudes peu compatibles avec une théorie de la connaissance qui se veut rigoureuse et parfois même scientifique, nous pourrions rechercher une définition bien carrée et solide de ce qu'est une science au sein des différentes écoles épistémologiques modernes. Il n'est pas sûr, cependant, que nous obtenions ainsi une telle "définition définitive" d'une science. Que se passe-t-il en effet dès que l'on tente d'effectuer une caractérisation définitionnelle de la science ? On est incapable en premier lieu de préciser où se situe une telle description. Au sein de la philosophie, peut-être, mais de quelle philosophie ? Et surtout, quelle serait la nature de la relation entre cette philosophie de tutelle et la science ?

Si la définition du champ scientifique est de l'ordre de la philosophie, il convient d'analyser ce que Jean-Toussaint Desanti a appelé le *Rapport traditionnel des sciences et de la philosophie* [DES75 chap. I] ⁽¹⁾. Celui-ci distingue un peu arbitrairement cinq formes principales d'administration de la science par la philosophie en terme d'"intérieurisation" de la première à la seconde: l'intériorisation à l'Eidos (Platon), à l'entendement (Descartes et Spinoza), au sujet (Kant), au concept (Hegel), et enfin, dernier avatar de la volonté de clôture des sciences par la philosophie - on pourrait presque parler d'assujettissement -, l'intériorisation à la conscience chez

¹ - Le rapport de la science et de la philosophie est évidemment plus large qu'une "simple" définition du champ scientifique. L'éthique par exemple est également un lieu bien connu de leur rencontre.

Husserl. Nous ne reprendrons pas la critique longue et souvent difficile proposée par l'auteur. Seule nous intéresse ici sa conclusion négative; lorsque l'on examine attentivement ce projet de définition, de clôture des sciences par la philosophie, l'épistémologie devient profondément insatisfaisante et dogmatique. Chacun de ces germes d'intériorisation se déploie en une vaste construction autosuffisante et fermée. Une science presque idéale émerge, dépossédée de son libre arbitre conceptuel et méthodologique par sa soumission à une sorte de "point de vue d'un Dieu" philosophe et monoïdéiste. Elle apparaît reconstruite et comme aseptisée, éloignée en tout cas de la transformation sans cesse renouvelée de ses "anciennes" conceptions et devenue incapable d'initier de nouvelles idées. En conséquence, les tentatives d'intériorisations de la science à la philosophie sont vouées à l'échec et il est significatif que les auteurs actuels n'aient plus ce genre de prétentions, tout au moins en termes explicites analogues aux grands systèmes cités; en apparence, ils sont devenus plus humbles (ou plus sournois).

Mais l'intériorisation multiforme que nous venons d'évoquer ne constitue pas la seule issue clôturante au "rapport traditionnel des sciences et de la philosophie". On peut rapprocher de ces essais d'enfermements philosophiques des sciences l'opinion guère plus modeste de Wittgenstein qui, dans l'introduction du *Tractatus*, estime avoir réglé définitivement la question du fondement des sciences. Pour lui en revanche, la bonne configuration topologique entre la science et la philosophie n'est pas complètement claire: « La philosophie n'est aucune des sciences de la nature. (Le mot "philosophie" doit signifier quelque chose qui est au-dessus ou au-dessous, mais non pas à côté des sciences de la nature.) » [WIT21, 4.111]. Comment situer, alors, le bon rapport de la science et de la philosophie ? Ou si l'on préfère, en reprenant une phraséologie à la mode, d'où parle l'épistémologie ?

Nous devons reconnaître ici que la réflexion sur les sciences possède traditionnellement un double aspect; elle s'intéresse d'une part à leurs fondements, à leur nature profonde et d'autre part à leur histoire et aux rapports qu'elles entretiennent (directement ou par l'intermédiaire des techniques) avec les autres activités humaines. La philosophie des sciences semble ainsi arbitrairement scindée en questions théoriques et éthérées sur la valeur des sciences, leurs intentions, leurs principes, etc., et en questions plus "lourdes" sur leurs méthodes effectives, les techniques qu'elles utilisent ou génèrent, la place des sciences dans la société, etc. L'épistémologie classique, au sens habituel d'étude de la connaissance scientifique, privilégie le premier aspect de cette réflexion. Or c'est un des traits dominants de la philosophie moderne des sciences, son pragmatisme, que de subordonner ces nobles interrogations aux "viles" questions historiques et sociologiques; on ne comprend vraiment l'épistémologie qu'en brisant cette artificielle dualité idéaliste, en connaissant la genèse des sciences, leur histoire, la généalogie souvent laborieuse de leurs concepts, en étudiant leur contexte de développement et même l'idéologie dont elles sont issues et/ou dont elles sont porteuses. S'il est encore permis au début de cet essai de douter que la science ne puisse être considérée d'une quelconque façon comme sublime, l'épistémologie quant à elle ne peut décidément pas être sublimée. Et pourtant, cette vérité reconnue par la philosophie critique moderne ne remplace pas la vision an-historique, irréelle et béate qui domine dans certains discours sur la science. L'absence totale de formation à l'histoire et à la philosophie des sciences, l'idéologie

quasi-scientiste et technocratique diffusée dans notre société, la perception indistincte de la science et de la technique par les grands médias, le traitement sensationnaliste de leur progression, l'organisation planifiée et morcellée de la recherche (ce que l'on appelle la "Big Science") expliquent en grande partie que même la "philosophie spontanée des savants" est, si elle est réellement spontanée, assez éloignée d'une véritable philosophie. Elle reste bien souvent le fruit d'une introspection superficielle, justification latente d'une fonction sociale, ou pire encore, réduite à des considérations humanistes ou esthétiques générales et sans grand intérêt sur le progrès (voire sur "Le Progrès").

Mais ce réquisit historico-internaliste ne simplifie pas la réponse à notre question; d'où parle l'épistémologie *in fine* ? Ni au-dessus, ni à côté, ni au-dessous, nous n'avons pas exactement adopté pour cela la position internaliste bachelardienne qui est d'ailleurs également celle de Desanti. L'épistémologie parle certes "de l'intérieur" du champ scientifique, mais surtout, elle vient *après* la pratique des sciences, suppose l'étude de leur histoire et (aussi) la connaissance un peu sérieuse de disciplines ou de doctrines cognitives qui en sont parfois fort éloignées; nous reviendrons sur ce dernier réquisit complémentaire car il n'est pas toujours facilement reconnu, et encore moins souvent accepté. Cette situation nous fait perdre malheureusement (?) tout espoir d'une définition de la science en termes purement philosophiques tant l'intégration de tous ces éléments semble difficile et toujours à renouveler. Mais avant de continuer à "parler" des sciences en essayant simplement de comprendre leur spécificité et sans nous soucier de les régir par la philosophie, nous allons illustrer la position "à côté" rejetée par Wittgenstein.

Le classement ou le rangement de la philosophie de la connaissance à côté des sciences s'est exprimé en effet de diverses manières significatives d'une certaine façon d'appréhender la réflexion durant ce siècle. En voici quelques exemples mentionnés ici très brièvement et dont les origines et les desseins sont au demeurant forts différents.

Pour Rudolf Carnap et certains empiristes logiques qui reprisent, consciemment ou non, le projet d'une théorie de l'unification des sciences, la philosophie doit devenir une partie de la science unifiée en cours de construction à partir des données des sens (les fameux *sense-data*) et de la logique; Wittgenstein critiquait d'ailleurs implicitement ce dernier projet. Il est inutile de préciser qu'il nous apparaît maintenant quelque peu vain et prétentieux. Certains de ses développements ne sont pas exempts non plus d'une certaine forme de dogmatisme.

Dans un article célèbre intitulé *L'épistémologie devenue naturelle*, Willard V.O. Quine estime par contre que l'épistémologie ou quelque chose de ressemblant s'est simplement conquis droit de cité à titre de psychologie et donc de *science naturelle* [QUI69 pp. 96-97] (2). Et en marge du formalisme reconstituteur de l'empirisme logique ou de cette assimilation hâtive à une science naturelle, l'un des exemples peu connus et pourtant des plus curieux de "réduction de l'épistémologie aux sciences" nous est donné par le texte suivant de Charles Morris, l'un des fondateurs de la sémiotique:

² - On comparera utilement avec les positions de l'épistémologie génétique de Jean Piaget.

« Si la sémiotique est une science coordonnée aux autres sciences et si elle étudie les choses ou les propriétés des choses dans leur fonctionnement comme signes, elle est aussi l'instrument de toutes les sciences puisque chaque science se sert de signes et exprime ses résultats en termes de signes. À cause de cela, la métascience (la science de la science) doit utiliser la sémiotique comme son organon [...] il est possible d'englober sans résidu l'étude de la science dans l'étude du langage de la science puisque l'étude de ce langage implique non seulement l'étude de ses structures formelles, mais celle aussi de ses relations aux objets désignés et aux personnes qui s'en servent [...] la sémiotique fournit un langage général applicable à tout langage ou signe particulier, applicable de même au langage de la science et aux signes caractéristiques utilisés en science. » [MOR38 pp. 16 et 40]. L'auteur ne mentionne pas explicitement la philosophie de la connaissance dans ce texte, mais c'est pourtant à une véritable identification de la sémiotique avec une *métascience* toute conjecturale qu'il nous invite. La sémiotique/sémiologie naissante mais déjà fort ambitieuse assimile très vite l'étude du discours *de* la science et celle du discours *sur* la science. En réalité, à la différence de celles de Carnap et de Quine, l'entreprise initiale de Morris est sans doute éloignée de l'intention de réduire peu ou prou l'épistémologie à une science. Bien au contraire, fondateur d'une nouvelle discipline scientifique (ou supposée telle), il effectue une véritable extension de son nouveau paradigme et prétend lui donner pouvoir d'englober et de régenter toutes les sciences. Et cet envahissement d'un champ traditionnel de l'épistémologie (le langage scientifique) par celui de la sémiotique/sémiologie va de pair avec les difficultés liées au caractère scientifique très controversé d'une théorie générale des signes dont on parle tant et que l'on ne voit guère prendre forme. La sémiotique est de ce point de vue l'une des nombreuses théories dont la nature scientifique est débattue et qui semblent rechercher une meilleure assise et un surcroît de respectabilité en exportant leurs conceptions à d'autres domaines ou disciplines. Nous aurons l'occasion d'examiner prochainement d'autres comportements envahissants de ce type où l'enthousiasme et une forme de "fuite en avant théorisante" dissimulent parfois un statut scientifique contesté (et quelquefois même une certaine approximation conceptuelle).

On notera que ces "réductions de l'épistémologie aux sciences" révèlent des intentions un peu inverses à celles des projets d'intériorisations évoqués précédemment. Les sciences deviennent absorbantes et non plus absorbées; signe des temps sans doute où les disciplines scientifiques ne tiennent pas en place dans leurs carcans épistémologiques classiques et prétendent s'immiscer jusque dans la réflexion proprement philosophique - ou même la phagocyter comme dans certaines tentatives extrêmes du courant que l'on nomme habituellement *Anthropologie de la science...*

Mais il existe d'autres exemples peut-être plus étranges encore de telles réductions. Parmi elles, nous relèverons les essais de formalisations qui ont accompagné il y a une vingtaine d'années un courant austère de la réflexion sur les sciences. Les théories synthétiques issues des recherches interdisciplinaires (telle, par exemple, la théorie générale des systèmes) ont tenté de formaliser certaines démarches typiques de la méthodologie scientifique. Ainsi, selon une conception assez stéréotypée du processus de la théorisation scientifique, des modèles empiriques M_i donnent naissance à un modèle théorique M qui permet de retrouver les modèles M_i grâce à des hypothèses supplémentaires H_i ; or, si les hypothèses H_i reprennent tout le

modèle empirique M_i , M est un modèle *ad hoc* sans aucun pouvoir explicatif. Au contraire, si les hypothèses H_i sont restreintes par rapport aux modèles M_i , M introduit un véritable saut épistémologique dans le niveau d'explication [d'après WAL77 p. 150]. Cette quasi-formalisation abrupte de la méthodologie des sciences nous laisse alors peu de choix: soit le rejet positiviste des hypothèses *ad hoc* sous prétexte qu'elles ne possèdent aucune valeur explicative réelle, soit la sélection puis l'intégration des "bonnes" hypothèses suivie d'un saut épistémologique. La théorisation en question décrit un processus décisionnel assez rustique malgré son idéalisation. Il s'agit en outre d'une vision purement internaliste des constructions *ad hoc*. Pour réduire la "grande marche de la connaissance" à un cadre formel aussi étriqué, ce type de présentation passe ainsi complètement sous silence de nombreux aspects de la genèse des concepts scientifiques et notamment l'importance heuristique parfois décisive de ces inconvenants hypothèses. Le monde est complexe et les sciences qui le décrivent le sont tout autant. Comment la pensée qui tente de les comprendre, voire de les modéliser, pourrait-elle être aussi schématique ? Comment croire à une explication aussi simple ... de l'explication ?

Avec ces quelques exemples disparates et brièvement décrits de discours dogmatiques, clôturants ou réductionnistes en épistémologie (les positions *sur* et à *côté*), je souhaite simplement affirmer que la philosophie des sciences demeure une philosophie, et comme telle, reste irréductible aux sciences et à toute entreprise de centralisation des concepts. Les néopositivistes ont répété à l'envi que la philosophie est une *activité* et non une *doctrine*, et sur ce point précis, ils avaient sûrement raison bien que nous ne pensions plus que cette activité puisse être exprimée dans un système ou dans une quelconque théorie de l'unité de la science. Cependant, nous ne savons toujours pas en quoi les positions à *l'intérieur* et surtout *après* sont meilleures. Dans l'étude que nous citons, Desanti distingue en dernière analyse la position à *l'intérieur* des autres manières de concevoir la philosophie des sciences mais il n'essaie pas de définir une méthode qui permette effectivement de "parler de l'intérieur" d'une science. Je ne crois pas pour ma part que l'on puisse aborder la matière scientifique sans quelques présupposés d'ordre philosophique, épistémologique et même méthodologique ou idéologique; on peut certes espérer que ces présupposés soient conscients et minimaux, mais ils sont toujours présents. De la même manière que, dans les sciences, on observe et travaille toujours à l'intérieur d'une théorie, le philosophe des sciences réfléchit, formule des hypothèses et émet des thèses dans un cadre épistémologique qu'il illustre par des exemples; et peu à peu, ce cadre s'affine et se précise - parfois aussi il est invalidé et doit céder la place à un autre ensemble de conceptions plus performantes. La marche s'apprend en marchant (et en tombant). La philosophie des sciences procède comme la science elle-même par *essais* et *erreurs* ou par programmes et illustrations de programmes; et il n'est guère étonnant que ces illustrations ne soient pas toujours probantes. En adoptant la terminologie de Karl Popper que nous étudierons plus en détail bientôt, nous savons que ces "illustrations" sont en fait des recherches de falsifications de théories par la soumission de leurs énoncés aux tests expérimentaux. De même que les sciences procèdent par *conjectures* et *réfutations de conjectures*, il n'est pas déshonorant que les meilleures constructions théoriques en matière de philosophie des sciences puissent rencontrer des difficultés à

intégrer et expliquer tel ou tel aspect de la connaissance scientifique. Les complications que rencontrent les thèses épistémologiques sont révélatrices bien au contraire de la dimension historique de la philosophie des sciences, un signe de sa "bonne santé" méthodologique et de son éloignement des tentations clôturantes, dogmatiques ou réductionnistes. Elle est comme toute philosophie critique toujours à recommencer - et partage d'ailleurs cette caractéristique fondamentale avec la pensée scientifique et les meilleures activités humaines. Une bonne théorie des sciences, comme une bonne science, doit savoir prendre des risques et affronter les situations qui la mettent en échec. Même si elle doit pour cela subir de temps à autre des bouleversements et accomplir des remises en cause drastiques. L'épistémologie a connu de nombreux "systèmes géocentriques"; elle a tout de même droit, elle aussi, à sa "mémoire de l'eau" ou à sa "fusion froide".

Une thèse épistémologique peut d'ailleurs rencontrer *a priori* deux sortes de difficultés. En développant un "système" de philosophie de la connaissance ou plus modestement une idée apparaissent parfois des **difficultés théoriques** internes, des incohérences ou limitations propres à ce système ou à cette idée. On peut aussi, en étudiant un problème scientifique précis ou son histoire, se rendre compte qu'il ne saurait être simplement et élégamment expliqué par la théorie épistémologique; il s'agit dans ce cas d'une **difficulté exemplaire** rencontrée lors de l'illustration du système ou du point de philosophie de la connaissance en question. Et c'est un des traits marquants de l'épistémologie *intérieure* aux sciences et à leur histoire, son pragmatisme si l'on veut, qu'il n'existe pratiquement pas de difficultés théoriques irrémédiables. Une philosophie de la connaissance attentive à l'histoire et à la pratique des sciences épouse et en quelque sorte "reproduit" leurs mouvements intrinsèques de conjectures et réfutations. Elle est, pour l'essentiel, interprète du champ scientifique. Toute difficulté théorique interne à une construction épistémologique est ainsi un indice de son détachement des sciences et de sa clôture dogmatique. Nous rencontrerons ces deux grands types de difficultés au cours de notre essai - dans la première partie pour les difficultés théoriques; dans la seconde, plus volumineuse et constituée d'*études de cas*, pour les difficultés exemplaires.

I.2. Quelques définitions simples

Après avoir souligné les risques de simplification excessive et de dogmatisme liés aux définitions clôturantes ou réductionnistes de la science, nous allons introduire quelques notions utiles à l'aide d'une première approche tout à fait naïve, mais très répandue (et d'ailleurs souvent implicite).

Toute science constituée apparaît comme un ensemble d'énoncés, un corpus de définitions, de lois, d'axiomes, de théorèmes, de propositions, d'hypothèses, de conjectures, de protocoles, de résultats d'expériences, etc., qui semble décrire et nous expliquer le monde réel. La première présentation simpliste d'une science est donc celle d'un "discours sur le réel", ou, pour employer un langage moderne, un *modèle* de la réalité; ou bien encore, en remettant à la mode la vieille dichotomie un peu surannée

du Chaos et du Logos, une explication du monde chaotique par la production d'un ordre issu de ce monde mais qui lui reste extérieur... L'aspect externe au réel de cette locution "discours sur", malgré son extrême schématisation et son platonisme rudimentaire - sa naïveté disions-nous -, a le mérite d'introduire à certains problèmes fondamentaux de l'épistémologie. Nous pouvons d'ailleurs remarquer que, noyée dans un texte beaucoup plus complexe, c'est un peu la voie suivie par Desanti dans l'ouvrage déjà cité quand il se demande *ce qu'est un problème épistémologique*. Pour lui, les problèmes que posent une théorie scientifique sont de trois types: ceux qui peuvent être formulés et résolus à l'aide des ressources produites à l'intérieur de la théorie, ceux dont la formulation précise exige qu'on mette en question la structure de l'édifice tout entier, et enfin ceux qui ne peuvent pas être rigoureusement posés ni à plus forte raison, résolus à l'intérieur des systèmes théoriques. Seuls ces derniers problèmes sont proprement épistémologiques. En utilisant notre métaphore linguistique qui identifie une théorie scientifique au "discours sur le réel", les trois espèces de problèmes distingués ici rappellent un peu les types de questions que l'on se pose traditionnellement sur le langage; les deux premiers sont en fait des problèmes syntaxiques, le premier à la manière de Vaugelas (?), le second à la manière de Chomsky (?), et le troisième est un problème sémantique qui exige bien cette extériorité introduite par notre approche naïve. Ce dernier cas ressemble d'ailleurs à la présentation de la sémantique effectuée par Morris (cf. supra) au regard de cet aspect "extérieur", mais pas du tout dans la limitation à l'étude du seul langage et encore moins dans sa réduction à une "métascience". Même si, et il s'en faut de beaucoup, tous les problèmes épistémologiques ne sont pas assimilables à cette formulation sémantique - qui est elle-même rejointe çà et là par des théories récentes comme la théorie des catastrophes dont une sorte d'herméneutique des sciences n'est pas absente -, il reste qu'une question importante de la philosophie de la connaissance paraît bien être celle du sens des énoncés scientifiques, du lien de la théorie avec le réel et de son contenu descriptif ou explicatif (3). Nous pouvons maintenant tenter une définition sommaire et fort provisoire de ce qu'est une science et des problèmes épistémologiques qui se rapportent à ce genre de définition.

En première approximation, toute science est l'étude d'un ensemble de phénomènes naturels - d'une phénoménologie au sens pré-husserlien - dans le but d'en fournir une description et une explication cohérentes. Et l'articulation principale de toute science, là où se pose la majorité des problèmes épistémologiques, est celle qui existe entre les faits (la réalité) et la production d'une théorie sur ces faits (la genèse du modèle). Nous adopterons ce schéma bien qu'il simplifie considérablement le champ

3 - Sans nous arrêter davantage sur cette présentation schématique caractéristique de la pensée dualiste occidentale, il convient de rappeler que certains philosophes pragmatistes prétendent plus profondément qu'une définition de la théorie de la connaissance comme "miroir de la Nature" ou le concept de "Loi de la Nature" - qui lui est collatéral et plus discuté encore - sont désormais totalement dépassés [ROR79; FRA94]. Je ne soutiens pas toutefois une telle présentation comme une véritable définition philosophique mais bien plutôt comme une première approche de la prétention cognitive des sciences et une manière d'introduction à la question démarcative.

scientifique et qu'il soit parfois peu évident pour certaines disciplines (4). Dans le couple idéal "réel/modèle", la face émergée, la partie accessible est le modèle, l'ensemble des théories scientifiques expliquant le réel. Du monde réel lui-même, nous ne connaissons pas les choses ou les objets à proprement parler; il demeure obstinément une énigme ontologique. Au sens épistémologique de notre perception du monde, nous appréhendons plus des interprétations de faits que des choses [WIT21 1.1], ou, pour exprimer ceci à la manière de la philosophie analytique moderne, « il n'y a aucun autre point de vue que l'on puisse adopter en dehors de celui du monde des phénomènes ». La "nature en soi" est au dessus de la science, métaphysique au sens propre du terme. Et puisque la "nature de la Nature" ne nous est pas accessible, la réflexion épistémologique traditionnelle porte uniquement sur la genèse des concepts scientifiques et sur ces concepts eux-mêmes. L'une des tâches urgentes et paradoxales de la philosophie de la connaissance sera alors de nous faire comprendre à partir de cette limitation que la frustration ontologique qu'elle implique n'en est pas une, qu'elle provient d'une façon de parler peut-être inévitable, mais totalement stérile si elle est conçue comme ultime...

Pour être qualifiée de scientifique, une théorie doit être issue d'une "façon particulière de penser" que la philosophie classique nomme *rationnelle*; la pensée rationnelle caractérise ainsi d'une manière nécessaire (mais évidemment pas suffisante) les modèles scientifiques du monde réel. Expliquons cette restriction fondamentale. Les théories (modèles du monde) qui reposent sur la pensée rationnelle doivent être pleinement analytiques, c'est-à-dire exprimées dans un langage qui utilise des objets ou concepts à sens *précis et stables* et qui définit d'autres objets à l'aide de relations ou propriétés de ces premiers objets [d'après REG66 p. 100]. Les théories scientifiques doivent de plus posséder une forme discursive logique, c'est-à-dire faire appel au raisonnement logique. Ainsi donc, quand bien même on s'en tienne au schéma platonicien élémentaire que nous évoquions plus haut, non seulement on ne peut dire si le "monde réel en soi" est rationnel, mais la genèse des théories, le mode d'acquisition des connaissances spécifique aux sciences, n'étant pas un langage mais une méthode, n'est pas rationnel *en soi* non plus. La raison est certes une catégorie gnoséologique (et non ontologique) dont la fonction régulatrice est indispensable aux sciences, mais elle n'épuise pas la nature du champ scientifique. Pour caractériser les sciences empiriques de ce point de vue de leur mode d'acquisition des connaissances sur le monde réel, on l'appelle *méthode positive*. Et il est bien évident que c'est *également* la méthode positive d'acquisition des connaissances sur le monde réel qui est à l'origine de la distinction des modèles scientifiques; on peut en effet très facilement imaginer une

⁴ - Quelles sont les "réalités" mathématiques par exemple ? La question a donné lieu à une abondante littérature et ne peut absolument pas se satisfaire de la réponse physicaliste invoquant la chaîne de méthodes et de concepts qui relie la plupart des théories mathématiques à un point d'ancrage dans le monde réel et donc à une phénoménologie. Pour un large panorama des thèses platonistes modernes en mathématiques, cf. [PAS95].

théorie tout à fait analytique et rationnelle, mais qui, néanmoins, ne soit pas scientifique parce qu'elle ne serait pas issue de la méthode positive ⁽⁵⁾.

Nous emploierons souvent les trois expressions *représentation du monde* (ou parfois *représentation occidentale du monde*), *représentation scientifique* et *air de famille*.

Le terme *représentation* reprend en le spécifiant la dichotomie réel/modèle que nous venons d'introduire. En première approximation, là encore, nous définissons la *représentation du monde* un peu tautologiquement comme la somme des constituants - surtout intellectuels - qui forment la culture occidentale à prétention cognitive ou explicative. Il s'agit d'une version élargie et purement additive de l'*épistémè* occidentale contemporaine; elle est bien sûr physiquement inexprimée (ce n'est pas une encyclopédie publiée), mais surtout, elle est en général spécifique à un individu et fortement relâchée puisqu'elle inclut les sciences classiques, bien sûr, mais aussi l'alchimie, l'astrologie, la sorcellerie, la métaphysique, et beaucoup d'autres choses tout aussi étranges comme le projet sur lequel je travaille en ce moment. J'imagine qu'elle apparaîtra vague, arbitraire et largement subjective mais il s'agit ici de *nommer* un ensemble de conceptions à prétentions cognitives ou explicatives.

La *représentation scientifique* du monde est l'ensemble des sciences ou domaines apparentés considérés comme possédant une unité dont la philosophie de la connaissance serait à la recherche. C'est une partie de la *représentation du monde* dont l'unité conjecturée peut être définie comme un *air de famille*. La notion d'*air de famille* a donné lieu à de nombreux commentaires. Elle est introduite par Wittgenstein dans les *Investigations philosophiques* en même temps que l'analyse des jeux pour aider à la critique de la définition des concepts comme totalité d'instances (telles les définitions du nombre chez Frege et Russel par exemple). L'*air de famille* est pour lui une sorte de « réseau complexe d'analogies qui s'entrecroisent et s'enveloppent les unes les autres. Analogies d'ensemble comme de détail. » [WIT45 pp. 147-148]. Je l'utilise ici dans un sens assez strict et basique de constat de ressemblances entre conceptions théoriques - ressemblances difficiles à spécifier avec précision pour l'instant, mais qui ne sont pas en tout cas expressément revendiquées par ces conceptions et dont les origines sont, en général, non parentales. L'analyse des concepts est complètement étrangère à cet emploi de la locution et je veux simplement signifier que l'unité hypothétique de la *représentation scientifique* ne peut être seulement conçue comme la totalité des instances de la raison conjuguées à la méthode positive; l'unité en question se rapporte plus à un constat général et inscrit dans l'histoire de la pensée qu'à une potentialité de réalisations rationnelles particulières. Nous emploierons également l'expression *air de famille* à propos d'ensembles de conceptions ou de domaines plus restreints et mieux définis que dans le cas de cette intégralité (supposée) du champ scientifique. Ainsi, au chapitre V, nous mettrons en évidence un air de famille entre différentes disciplines

⁵ - De telles constructions ne sont pas seulement imaginaires. Les sommes théologiques s'en approchent beaucoup. La pratique juridique est aussi un bon exemple de pensée rationnelle [SUP81 p. 99] et l'on a également bien décrit la rationalité en œuvre dans l'alchimie au XVII^e siècle [JOL92]. La Raison est très certainement « l'une des plus faibles forces de la Nature » selon le joli mot de William James, mais elle est apparemment une force d'attraction séduisante.

actuelles autour de l'hypothèse pourtant totalement obsolète de la dialectique de la nature ⁽⁶⁾.

I.3. La démarcation et la typologie des sciences

Le parcours que nous allons suivre maintenant depuis les philosophes du Cercle de Vienne jusqu'à Kuhn, Lakatos et Feyerabend sera réalisé à grand pas et sans que le lecteur soit réellement abandonné auprès des auteurs abordés. Il n'a d'autres prétentions en effet que de retracer l'histoire récente du concept positiviste de *critère de démarcation*, relever quelques apories qui le concernent, introduire plusieurs notions et formuler quelques remarques qui nous seront nécessaires dans notre manière de l'appréhender au second chapitre; cette approche sera également utile dans les *études de cas* qui forment la deuxième partie de cet essai, et, en conclusion, pour l'explicitation de l'idée de *consistance rationnelle*. Nous rencontrerons par ailleurs d'autres problèmes parfois aussi riches de développements potentiels. De même, les auteurs mentionnés dans ce parcours ont proposé bien d'autres thèses que celles que nous examinerons; ces idées sont quelquefois plus importantes dans leur réflexion personnelle et pour certains, en outre, les opinions rapportées sont tout à fait secondaires dans leur pensée ou elles ont pu considérablement évoluer. En résumé, notre propos n'est pas ici de retracer une *Histoire de l'Idée de Science* ou une *Histoire de la Raison*, mais plus modestement de comprendre comment cette notion de démarcation entre science et non-science a été diversement abordée et de décrire un ensemble assez représentatif des solutions modernes apportées à cette problématique démarcative. Pour en terminer avec ce plan de situation et les "définitions", je précise ici que nous emploierons *positivisme* et *néopositivisme* dans des sens bien distincts.

- Le *positivisme* n'est pas une doctrine constituée et encore moins homogène, mais il peut être caractérisé par une constante: la *pensée démarcative revendiquée*, l'idée selon laquelle les sciences n'ont pas seulement un air de famille, mais manifestent cet air de famille **en opposition** à d'autres activités qui expriment ouvertement des prétentions cognitives ou explicatives. On aura compris que nous n'utiliserons pas son sens historique de philosophie comtienne et post-comtienne. Cette description du positivisme est proche de celle que donne Isabelle Stengers dans *L'Invention des sciences modernes* à l'exception de son caractère historique qui ne me semble pas nécessaire. Pour elle, en effet, une définition positiviste de la science procède d'une

⁶ - Certes toutes ces "approches définitionnelles" restent assez imprécises et je ne prétends pas qu'il soit aisé de les transformer en véritables définitions philosophiques totalement déterminatives (pour autant qu'il existe de telles définitions dont les développements ne conduisent pas à quelque pétition de principe...). Mais les concepts utilisés dans les sciences elles-mêmes ne sont pas toujours à l'abri d'un tel reproche. Que l'on songe seulement aux notions de *masse*, *force* ou *champ* telles qu'elles sont introduites dans l'enseignement - et d'ailleurs pas uniquement dans l'enseignement puisque certains physiciens à la recherche de meilleurs concepts ont pu dire, à propos du caractère d'action instantanée à distance des forces, que cette idée centrale de la physique est assez naïve et proche de la magie...

disqualification de la non-science à laquelle elle succède [STE93 p. 34]; cette dernière condition ne m'apparaît pas requise pour juger un projet définitionnel de la science comme positiviste.

Nous appellerons *tradition démarcationniste* - également à la suite de Stengers - l'expression de la pensée démarcative revendiquée (et positiviste) sous la forme d'un *critère* épistémologique explicite qui puisse permettre de distinguer les sciences des "non-sciences". Cette tradition *démarcationniste* ("critérisée") est donc tout à fait distincte de la pensée *démarcative*; celle-ci, en effet, n'est pas toujours représentée par un critère de démarcation formulé.

• Le *néopositivisme* est la forme moderne que prend le positivisme, implicitement ou explicitement, chez de multiples auteurs dans la filiation de l'empirisme logique et de la philosophie analytique - surtout, mais pas exclusivement; je ne prétends pas que ces définitions soient moins critiquables que celles du paragraphe précédent. Le néopositivisme n'est donc pas plus homogène ou constitué que ne l'est le positivisme. Jacques Bouveresse [BOU80 p. 52] précise par exemple que le mot "positivisme" utilisé à propos de la philosophie anglo-saxonne peut ainsi servir à désigner un certain style dont les caractéristiques principales sont:

- le recours à la méthode de l'analyse logique;
- la recherche de la clarté, de la précision et d'une technicité de type scientifique;
- le professionnalisme assumé;
- le manque de culture historique et d'intérêt pour les grands problèmes métaphysiques traditionnels;
- l'absence de préoccupations politiques directes.

Le néopositivisme a quasiment disparu depuis une trentaine d'années, mais certains en ont conclu un peu vite et abusivement à mon avis qu'il représentait tout le positivisme (cf. par exemple [HAO74 pp. 7 sq.]). Je crois pourtant que le positivisme reste encore très prégnant sous la forme d'approches philosophiques tacitement démarcatives, sinon sous la forme de projets philosophiques explicitement démarcatifs ou *a fortiori* d'ambitions démarcationnistes. Nous appelons d'ailleurs *pensée démarcative* ou *raison démarcative* ce "crypto-positivisme non critérisé" et donc *non démarcationniste* qui règne à l'état latent dans le rationalisme moderne; cette forme de pensée peut être caractérisée très simplement par la priorité qu'elle accorde à la question apparemment neutre et objective « *Est-ce une science ou non ?* » sur toute autre interrogation inscrite dans un choix épistémologique privilégié - telle que, par exemple, « *Ma représentation du monde est-elle rationnelle et cohérente ?* » ou bien encore « *Comment exprimer l'air de famille entre les différents constituants d'une représentation scientifique ?* » ; questions qui sont subordonnées d'emblée au choix d'une représentation préalable. La **critique de la raison démarcative** qui constitue le fond et le sous-titre de cet essai peut être considérée comme une explication (et une inversion) de la hiérarchie entre la première question et les deux autres interrogations ci-dessus à l'aide du concept de **consistance rationnelle**. Nous y reviendrons.

Ainsi donc, en suivant notre définition approchée du paragraphe précédent, l'ensemble des modèles discursifs de la nature et celui des fonctions de modélisations constructives de cet ensemble constituent la connaissance scientifique. Et pour la philosophie classique des sciences, c'est le caractère *positif* des fonctions de

modélisations qui permet de situer les frontières de l'ensemble des théories scientifiques, de gommer leur flou. Si l'on parle de "la Science", c'est en effet qu'il existe dans la conscience collective des scientifiques et dans la plupart des philosophies de la connaissance un sentiment aigu de l'unité de divers domaines et disciplines. Nous l'appellerons *monisme* de la science ou de la connaissance scientifique, ou bien encore, selon la terminologie introduite précédemment, *représentation scientifique du monde*. La définition de ce monisme ne s'épanouit sûrement pas en une chimérique théorie de l'unité de la science, mais reste préliminaire, en droit, à toute *typologie* des sciences. Nous allons voir qu'elle l'est aussi "en fait" dans la plupart des philosophies de la connaissance alors que ces notions semblent totalement imbriquées et souvent indissociables.

Comme nous l'avons souligné, une définition (même naïve) de la science doit reconnaître et admettre l'utilisation dans les différentes disciplines scientifiques d'une espèce particulière d'esprit que l'on nomme *rationnel*. La raison devient ainsi le critère nécessaire, mais non suffisant, de la connaissance scientifique. En fait, nous le répétons, c'est tout à la fois la raison et les modes positifs d'acquisition des connaissances qui spécifient et distinguent les modèles scientifiques.

On peut faire remonter à la *Critique de la raison pure* de Kant un décentrement du problème de la raison. En considérant ce seul ingrédient de la pensée comme caractéristique des sciences, Kant se demande *ce que peut cette raison*. La solution de ce problème définira alors le domaine du connaissable en le démarquant du non-connaissable. Pour le rationalisme kantien et post-kantien, les possibilités intrinsèques de la raison constituent donc par elles-mêmes les modes positifs d'acquisition des connaissances. Karl Popper a conservé l'approche kantienne en introduisant la notion de *critère de démarcation*. Le problème de Kant devient alors celui de la construction d'une théorie de la connaissance comportant un critère de "positivité" dont l'utilisation puisse permettre de démarquer le connaissable (les sciences) de ce qui ne l'est pas. Mais "ce qui ne l'est pas", le non-connaissable pour le qualifier brièvement, est loin d'être bien défini. Plus encore que le connaissable, le non-connaissable est doté d'une géométrie très variable selon les auteurs. Si le système de Kant vise en dernière analyse à intégrer la métaphysique au connaissable en rangeant celle-ci subrepticement à côté des sciences au regard de leur rationalité commune, Popper au contraire qualifie souvent de "métaphysique" le magma de doctrines, constituées ou non, dont les sciences se démarquent; en d'autres endroits, il oppose des conceptions scientifiques périmées et des conceptions scientifiques actuelles; ailleurs encore, les sciences sont présentées comme antagoniques aux parasciences. Sans véritablement résoudre la question de la nature de la science (nous le montrerons), cette notion de démarcation introduit de surcroît un domaine "vaporeux" où se retrouvent pêle-mêle la métaphysique, les parasciences et les théories scientifiques obsolètes; il s'agit là d'une première difficulté conceptuelle importante de la notion de démarcation et l'on oublie très souvent de l'exprimer. Bien que la philosophie classique des sciences n'ait pas tellement pour habitude de se demander ce qu'elle exclut ainsi de la connaissance positive, de détailler la typologie des domaines cognitifs non-scientifiques, cette situation n'est guère acceptable. C'est par contre une occupation ordinaire pour elle que de s'occuper de la *typologie des sciences*; et nous

allons voir sur un bref exemple que cette dernière question est intimement liée à la problématique de la démarcation.

On distingue traditionnellement les sciences hypothético-déductives des sciences expérimentales ou empiriques, ces dernières se subdivisant à leur tour en sciences de la nature et en sciences humaines et sociales (7). Mais les philosophes ne s'accordent pas toujours sur le caractère scientifique commun de toutes les disciplines ainsi classifiées. Malgré la volonté persistante des épigones du Cercle de Vienne, ils ont échoué dans la construction d'une "théorie de l'unité de la science" intégrant avec un même statut épistémologique toutes les disciplines, depuis les mathématiques jusqu'à la sociologie, voire pour les plus audacieux jusqu'à la psychanalyse. Dans son livre *La Technique et la science comme idéologie*, Jürgen Habermas a rompu avec la typologie traditionnelle. Il a proposé d'introduire des catégories épistémologiques essentielles liées aux différents "invariants anthropologiques" qui constituent selon lui les divers pôles d'utilisation du savoir: *le travail, la communication, la domination*. En gardant ainsi à l'esprit ces trois points d'ancrage des intérêts de la connaissance, on peut distinguer les trois continents épistémologiques suivants:

- les sciences empirico-analytiques qui ont un intérêt essentiellement technologique et se rapportent à l'invariant anthropologique *travail*.
- les sciences historico-herméneutiques ayant un intérêt pratique de *communication*.
- les sciences critiques - dont les prototypes, selon Habermas, sont le marxisme et la psychanalyse - qui ont un intérêt émancipatoire et se ramènent donc à l'invariant *domination* [cf. HAB68]

L'intérêt (lui-même émancipatoire ?) de la typologie des sciences introduite par Habermas réside bien sûr dans sa manière habile de résoudre la scientificité âprement discutée de certaines disciplines. L'épistémologie tripartite déployée évite de définir de façon privative les sciences historico-herméneutiques ou critiques par rapport aux sciences empirico-analytiques. Nous aurons plusieurs fois l'occasion de nous élever contre la prétention de constituer une "théorie unifiée de la science" à la manière de certaines tendances du Cercle de Vienne. Il n'est pas inintéressant de constater au passage que le problème de la typologie des sciences esquissé ci-dessus à propos de la tripartition d'Habermas rejoint *ipso facto*, mais de manière subtile et détournée, cette prétention - notamment en ce qui concerne les sciences critiques. À travers la question de la structuration d'un domaine où le substantif *science* semble préalablement admis, la philosophie réunit implicitement et synthétiquement le champ scientifique à l'aide de taxinomies dont les présuppositions idéologiques sont au moins aussi manifestes (et contestables) que dans les théories analytiques explicitement unificatrices. La typologie des sciences et la définition du champ scientifique sont manifestement imbriquées et forment une même problématique. Les

⁷ - Ce découpage traditionnel est évidemment aussi contesté que la présentation de la théorie de la connaissance comme "miroir de la Nature" (cf. supra) - en particulier pour ce qui tient aux sciences humaines et sociales (mais pas uniquement; il existe ainsi un courant important et fort intéressant de la philosophie des mathématiques qui rapproche celles-ci des sciences empiriques en récusant leur caractère kantien de vérités *a priori* [cf. par exemple TYM86]).

statuts divergents attribués à certains domaines ballottés au gré des vents épistémologiques et des courants idéologiques sont révélateurs de ces liens étroits. Popper, contre qui les thèses d'Habermas se sont souvent constituées, estime par exemple que le marxisme ou la psychanalyse ⁽⁸⁾ ne sont pas des sciences, parce que ce ne sont pas des doctrines constituées d'énoncés qui soient par essence falsifiables; ce sont des disciplines à prétentions cognitives ou explicatives « affligées d'invulnérabilité » affirme Popper, et comme telles, il les rejette du corpus des véritables sciences. Une typologie des sciences n'est donc absolument pas indépendante de la définition du caractère "scientifique" et suppose posé (sinon résolu) le problème de la démarcation. Avant de détailler la structure fine du lieu épistémologique que constitue la science, ses contours approximatifs doivent être connus. Ce ne sont pas des questions autonomes et elles appellent toutes deux la même approche. Nous allons nous attacher par la suite aux caractérisations définitionnelles proposées par le courant de la philosophie moderne appelé *positivisme logique* ou *empirisme logique*.

I.4. Le critère de signification de l'empirisme logique

Les quelques lignes qui suivent ont pour objectif d'introduire, par contraste, au concept poppérien de *critère de démarcation* déjà effleuré précédemment. Les thèses essentielles de Popper - dont cette fameuse notion de démarcation - se sont en effet développées en constante opposition à celles de l'empirisme logique du Cercle de Vienne tout en conservant un cadre logiciste prédominant. C'est en ce sens que plusieurs auteurs jugent fondé le regroupement de l'empirisme logique et de la philosophie de Popper sous la dénomination de *positivisme logique* (cf. par exemple [MAL76 et JAC80]). C'est aussi l'une des raisons - toutefois mineure - pour lesquelles nous porterons une telle attention à la logique dans le troisième chapitre. Puisqu'en effet, comme nous le verrons alors, la logique classique garde toute sa valeur et sa spécificité malgré les attaques des théories relativistes de la connaissance envers son absolutisme, le projet du positivisme logique ne peut fondamentalement souffrir des critiques portées à son cadre théorique. Le logicisme dont il est empreint est certainement critiquable, mais à travers la place excessive accordée à la logique dans une philosophie des sciences où celles-ci apparaissent reconstruites et par les mérites législateurs et statutaires qu'on lui prête - non à travers la logique elle-même.

⁸ - Dans un petit livre critique absolument dénué de tout positivisme, Isabelle Stengers a montré l'ambiguïté du positionnement de la psychanalyse vis-à-vis du champ scientifique et le caractère inhérent de ce flou au projet même de Freud [STE92]. Elle n'en conclut pas, bien au contraire, à la disqualification poppérienne de la psychanalyse (preuve s'il en est besoin que la philosophie des sciences n'a pas besoin de la *pensée démarcative* mais doit revenir sans cesse sur la question de la nature du champ scientifique et reste ainsi continuellement aspirée par la *problématique démarcative* et son succédané typologique).

Pour l'empirisme logique, la philosophie des sciences doit devenir une théorie de l'unité des sciences ou plus exactement une théorie analytique du champ scientifique. Les difficultés auxquelles le philosophe peut se heurter dans cette entreprise de réduction proviennent donc de soucis de pureté, de consistance et de cohérence de la future "théorie des sciences" que d'aucuns ont même souhaité "science des sciences". Dans l'empirisme logique, l'histoire ou la pratique des sciences ne constituent jamais des écueils insurmontables à une théorie analytique de la connaissance. Et cela est compréhensible puisque le travail de toute épistémologie positiviste est discriminant et fondateur. Or, tout discours de fondation est nécessairement reconstituteur; il ne saurait donc trop s'embarrasser des soucis d'exactitude particuliers à l'histoire des sciences et refléter fidèlement la "vie" propre des sciences (⁹). Selon notre point de vue, pourtant, l'épistémologie - en tant qu'interprétation des sciences et de leur l'histoire et même si elle n'est pas uniquement assimilable à cette interprétation - doit avoir la plus grande vigilance envers toute falsification ou simple reconstruction de cette histoire, que celles-ci soient conscientes ou non.

Il est significatif que l'empirisme logique se soit plus intéressé à résoudre ses propres *difficultés théoriques* que les *difficultés exemplaires* qu'il n'a pas manqué de rencontrer, mais qui sont toujours susceptibles de donner lieu à des réinterprétations permettant de les résoudre. Voici un exemple, devenu classique, d'une difficulté théorique que rencontre la reconstruction positiviste des sciences inséparable de l'empirisme logique.

Dans la recherche du fondement rigoureux d'une science, l'épistémologie doit procéder à partir d'énoncés de base suffisamment clairs et immédiats pour qu'ils soient acceptables "par tout un chacun". Or, la détermination de ces énoncés indiscutables ne peut se réaliser que de trois manières également insatisfaisantes; c'est le *trilemme de Fries* selon lequel la détermination des énoncés de base d'une théorie est effectuée soit au moyen d'autres énoncés avec un risque de régression à l'infini, soit par un consensus entre spécialistes avec un risque de psychologisme, soit en posant ces énoncés comme dogmes. Nous verrons comment le système de Popper résout cette difficulté théorique de l'empirisme logique (et en fait, de toute épistémologie conçue comme une reconstruction fondatrice des sciences). On peut d'ailleurs se demander avant toute autre question ultérieure s'il est légitime ou tout au moins pertinent de tenter de cerner une science uniquement par la détermination non-ambiguë de ses énoncés de base. En dehors du fait que ceux-ci ne sont pas toujours faciles à isoler, les projets reconstituteurs peuvent en effet passer sous silence des aspects considérables d'une théorie, à savoir les méthodes et concepts extérieurs à l'assise de cette théorie; en utilisant à nouveau la comparaison mathématique évoquée dans la note précédente, l'image de la science que renvoie la théorie analytique de l'empirisme logique est aussi réelle que celle de l'arithmétique à travers une page de définitions axiomatiques... à moins d'accepter que l'intérêt de la théorie des nombres ne dépasse pas celle des

⁹ - Un peu, comme en mathématiques, les projets fondateurs de l'arithmétique de la fin du siècle dernier (Peano, Frege) restent très algébriques et laissent à penser que les méthodes développées tout au long de l'histoire de la théorie des nombres ignorent, par exemple, l'analyse...

axiomes de Peano. Bachelard déjà s'était élevé contre la confusion du primitif et du fondamental (et cette mise en garde vaut pour tout projet fondationnel...). En outre, les énoncés de base et les constructions qui utilisent ces énoncés de base ne sont jamais indépendants de l'état historique et épistémologique de la théorie ainsi fondée. En poursuivant notre comparaison mathématique, doit-on construire les nombres réels de manière classique (on dispose d'ailleurs de trois grandes constructions au moins) ou selon l'analyse non-standard d'Abraham Robinson ? La confusion du primitif et du fondamental ainsi que le caractère historique et multiple des approches reconstructives constituent deux difficultés semi-exemplaires complémentaires de la difficulté que constitue le trilemme de Fries. Elles sont largement aussi importantes que cette dernière objection purement théorique.

Cependant, l'empirisme logique a surtout échoué dans sa conception du fameux *critère de signification* des énoncés. Les philosophes du Cercle de Vienne ont en effet constamment soutenus que les énoncés théoriques, pour être scientifiques, doivent être *significatifs* et qu'il en est ainsi uniquement lorsqu'ils sont susceptibles de vérifications concluantes. L'histoire de ce critère de signification est bien connue. Le Cercle de Vienne a emprunté le dogme de la signification à Wittgenstein qui lui-même avait repris à son compte la tripartition effectuée par Russell entre énoncés vrais, énoncés faux et énoncés dépourvus de sens. Déjà pour Wittgenstein, « la totalité des propositions vraies constitue la totalité des sciences de la nature » [WIT21, 4.11 voir aussi 4.26]. Ainsi, la métaphysique ou plus généralement "ce qui ne fait pas partie de la science", est un ensemble de propositions sans significations [ibid. 6.53]. Nous retrouvons ici la problématique de la démarcation subordonnée à celle de la signification chez un auteur devenu ensuite beaucoup moins catégorique, assez circonspect et presque étranger à une approche démarcative. Les philosophes du Cercle de Vienne, et particulièrement Rudolf Carnap, fonderont alors l'exclusion de la métaphysique - ou plutôt, ils passeront sous silence le *no man's land* "non-scientifique" - en ne considérant comme dignes d'étude que les énoncés estimés doués de sens selon leurs théories. La nature de ce critère de signification a beaucoup évolué au cours du développement de l'œuvre de Carnap: critère de vérification fruste directement inspiré de celui de Wittgenstein, il devient plus sophistiqué et formalisé, se transforme en critère de confirmation lui-même systématisé en logique inductive et en degrés probabilistes de confirmation. Cet élargissement (libéralisation) du critère initial de l'empirisme logique s'est réalisé, dans une large mesure, en tenant compte des critiques constantes de Popper. Et d'ailleurs, Carnap a défendu en 1963 la compatibilité du critère de signification de l'empirisme logique et du critère poppérien de démarcation; selon lui, le premier distingue les énoncés scientifiques et pseudo-scientifiques d'une part et les pseudo-énoncés d'autre part, le second différencie dans le premier terme de ce distinguo les énoncés scientifiques des énoncés pseudo-scientifiques. Pour Popper en effet il est faux de vouloir rejeter les énoncés "métaphysiques" (ou "non-scientifiques") comme dénués de sens. Les énoncés scientifiques et les énoncés pseudo-scientifiques sont également doués de sens. C'est d'ailleurs une évidence qui requiert très peu de théorisation; nous comprenons fort bien les propos politiques, littéraires, de comptoir ou astrologiques, qui n'ont rien de scientifiques. Et pourtant, ces derniers sont indubitablement pseudo-scientifiques selon

le positivisme logique puisqu'ils prétendent à un contenu cognitif (entre autres contenus...) ou même revendiquent un statut scientifique. En fait, Popper n'a pas été le seul à mettre en évidence les limites du critère de signification. Elles sont apparues aussi dans l'objection théorique essentielle que formula "le second" Wittgenstein à la doctrine russellienne de la tripartition des énoncés; comment en effet un énoncé insensé (i.e.: dénué de signification) peut-il être l'objet d'un quelconque jugement ? On ne peut rien en dire puisqu'il n'a pas de sens. Si, avec toute la tradition des philosophes du langage, on identifie plus ou moins le connaissable et le dicible, on ne peut situer un tel énoncé dans le champ du non-connaissable. Un énoncé insensé est neutre vis-à-vis de la philosophie de la connaissance.

Enfin, l'une des principales difficultés théoriques de la logique vérificationniste opérant au sein du critère de signification reste sans conteste ce que l'on appelle le *paradoxe de Hempel*. Il est habituellement formulé de la manière suivante. Soit à établir sur une base vérificationniste la proposition *Tous les corbeaux sont noirs*; alors, non seulement l'observation d'un corbeau noir nous confortera dans la véracité de cette loi, mais encore, l'exhibition d'une entité "non-noire" et "non-corbeau", une oie blanche par exemple, corroborera la même loi en vérifiant sa contraposée *Toute chose non noire n'est pas un corbeau*. La proposition *Tous les corbeaux sont noirs* dépasse certes la possibilité de vérification expérimentale par recensement de tous les corbeaux du monde - ce qui constitue le propre d'un énoncé universel comme le sont les énoncés théoriques -, mais aussi parce que le sens de cet énoncé est pratiquement étendu à l'univers entier par la seule "puissance" du calcul des propositions. C'est semble-t-il donner beaucoup d'importance aux corvidés... En escamotant derrière une négation supplémentaire l'impression d'omniscience paradoxale du jeu logique vérificationniste, Popper a eu l'idée de situer la valeur d'un énoncé théorique non plus dans ses confirmations effectives, mais dans la possibilité de recherche expérimentale de sa falsification.

I.5. La démarcation selon Popper

Le problème de Kant tel que nous l'avions formulé consiste donc à distinguer le rationnel de ce qui ne l'est pas, et en particulier, dans l'épistémologie positiviste, de la "métaphysique". Le nœud de cette discussion épistémologique se situe bien au point de départ logique, au moment où l'on définit ce qu'est une science. Ainsi apparaît la nécessité impérieuse de ce que Karl Popper appelle un *critère de démarcation* et qui, en fait, est le leitmotiv plus ou moins explicite de tout le positivisme depuis Comte. Nous avons vu d'ailleurs que la résolution de ce problème tient en grande partie dans l'explicitation des *méthodes positives* d'acquisition des connaissances. Nous avons aussi remarqué que cette solution positiviste oppose les systèmes scientifiques qui ont "bien réussi" à un conglomérat informe de doctrines incluant la métaphysique traditionnelle (quand elle n'est pas trop maltraitée), les parasciences ou même certaines théories scientifiques périmées qui n'ont pas toujours l'alibi de la coupure épistémologique et ne peuvent invoquer les nécessités historiques de la croissance des

connaissances pour être au moins reconnues au titre d'ancêtres glorieux. Pour nombre d'historiens, philosophes ou scientifiques, tout se passe comme s'il y avait besoin d'exorciser l'aspect nocturne, non-scientifique, de certaines élaborations/élucubrations intellectuelles un peu primitives ou fantasques pour mieux faire ressortir la pertinence de l'aspect diurne et scientifique d'autres constructions plus recommandables. Le critère de démarcation positiviste - et plus généralement la *pensée démarcative* - est à la fois ce qui fonde les caractéristiques communes des sciences (respectivement: la physique, l'astronomie, la chimie, l'arithmétique, etc.) et disqualifie les non-sciences, les divagations métaphysiques ou les parasciences (respectivement: la métaphysique au sens habituel d'ontologie, l'astrologie, l'alchimie, la mystique des nombres, etc.). La définition de la ligne de crête que constitue la démarcation suffit pour le positivisme à caractériser la science; la question centrale de la philosophie des sciences se réduit en dernière analyse à la détermination de l'adret connaissable en face de l'ubac non-connaissable et en tout cas sans aucun intérêt. Si l'on ne peut guère penser les sciences sans propension discriminante, le positivisme quant à lui est bel et bien une philosophie discriminatoire.

Ainsi donc, si Popper nous propose plusieurs illustrations scientifiques de cette notion de démarcation dans *La Logique de la découverte scientifique*, il n'en précise de cette manière que la moitié de la portée. Il développe en effet dans son ouvrage majeure quantité d'analyses philosophiques parsemées d'exemples essentiellement puisés dans la physique relativiste ou quantique, mais on n'y trouve aucune référence à l'autre versant de la pensée dont le critère de démarcation est sensé nous prémunir, sinon de vagues allusions à des "énoncés métaphysiques". Popper démarque la science de quoi au juste ? Son ouvrage suivant sur la philosophie des sciences, *Conjectures and Refutations*, reprend de même une "définition" elliptique et quasi-tautologique de la démarcation puisque l'auteur y affirme à propos du fameux critère en question: « Je voulais établir une distinction entre science et non-science. » [POP63 p. 33]. Un véritable manifeste-haïku de la pensée démarcative ! Remarquons tout de même pour clore provisoirement sur une note provocatrice cette première interrogation sur le sens du critère poppérien de démarcation que la différenciation ainsi établie doit être duale si l'on veut éviter de "démarquer du vide" certaines parties du champ scientifique (ou, à l'inverse, certains domaines "métaphysiques"). Une démarcation suppose-t-elle que chaque science doive posséder, plus ou moins comme dans la série d'exemples ci-dessus, un pendant non-scientifique et réciproquement ? Ce serait présumer de l'état actuel des recherches expérimentales en sorcellerie ou des interprétations transcendantales de la mécanique quantique - qui existent d'ailleurs ⁽¹⁰⁾...

Mais revenons au critère de démarcation proprement dit. Il convient en premier lieu de signaler que l'auteur distingue soigneusement et à maintes reprises son critère de celui prôné par les empiristes, et en particulier les empiristes logiques et

¹⁰ - Voir par exemple [THU89] et [TER91]. L'"esprit de Cordoue" des années quatre-vingt - amalgame spiritualo-scientifique brumeux et passablement médiatisé - semble en ce moment migrer de la physique quantique à la cosmologie...

néopositivistes du Cercle de Vienne ou leurs proches parents. Au terme de longues discussions, notamment sur le dogme de la signification de la méthode inductive, Popper conclut en effet ainsi: « Au lieu d'extirper la métaphysique des sciences empiriques, le positivisme conduit à l'incursion de la métaphysique dans le règne scientifique » [POP34 pp. 30-33] (par *positivisme*, l'auteur entend bien sûr l'empirisme logique du Cercle de Vienne; nous rappelons que nous y incluons la philosophie de Popper elle-même). Si elle reste marquée par la polémique, la condamnation ne saurait être plus claire; la vérifiabilité positiviste est inopérante et tous les projets d'une démarcation entre science et non-science qui reposent sur un critère de signification ont échoué. Popper renverse alors cette conception "vérifiabiliste" ⁽¹¹⁾. Mais il la renverse "véritablement" si l'on veut bien me passer ce mot, car selon lui, un énoncé doit être sous une forme logique "falsifiable" pour faire partie de la science empirique. Un système d'énoncés scientifiques doit pouvoir être réfuté par l'expérience, c'est-à-dire par la soumission à des tests portant sur les énoncés singuliers qui composent ce système. C'est la nature des énoncés singuliers constitutifs d'une théorie *t* qui nous renseigne sur le caractère scientifique ou non de cette théorie. Les énoncés de *t* doivent être falsifiables pour être scientifiques; et si l'un d'eux, *p*, est effectivement falsifié, c'est-à-dire invalidé par les faits, on abandonne la théorie *t* en vertu du modus tollens classique $((t \rightarrow p) \wedge \neg p) \rightarrow \neg t$. La théorie *t* n'est plus pertinente et doit céder la place à une autre théorie *t'* dont on doit pouvoir dériver, directement ou en tant qu'approximations, tous les énoncés singuliers de *t*, sauf au moins *p* remplacé par *p'* qui prend en compte et explique le phénomène sur lequel *p* a été falsifié.

Bien que tout à fait impropre, le terme *falsification* est devenu habituel en français pour qualifier ce que l'on devrait plutôt nommer le principe de *réfutation* (ou mieux de *réfutabilité*) de Popper. Certains scientifiques réputés ont pris mauvais prétexte de ce glissement de sens regrettable pour fustiger la logomachie des représentants des sciences humaines qui s'évertuent à discourir sur l'art de raisonner [LWO83]. Fallacieuse objection qui nie que la philosophie, comme la science d'ailleurs, puisse disposer de son propre vocabulaire - même choisi à mauvais escient - et disqualifie ainsi ex abrupto un art de critiquer qui n'est pas si éloigné de l'art de raisonner en question. Quoiqu'il en soit de ces incompréhensions sémantico-épistémologiques, les termes *falsification* et *falsifiabilité* sont devenus pertinents et consacrés en philosophie des sciences et nous utiliserons ces concepts dans leur sens poppérien. Et d'ailleurs, plusieurs auteurs avaient déjà exprimé des idées analogues sur le caractère épistémologiquement distingué des théories où il est possible de réfuter une proposition. Popper a certes été le premier - et le seul - à développer un système complet à partir de ce principe, mais on peut déceler chez

¹¹ - Depuis Marx renversant le système d'Hegel, cela semble être devenu une habitude des philosophes que de remettre ainsi sur leurs pieds les doctrines de leurs devanciers. Je doute par contre que l'anti-positivisme contemporain puisse être considéré comme une correction de la verticalité du positivisme. On y jette trop volontiers le bébé analytique avec l'eau du bain démarcatif...

Charles S. Peirce des anticipations des thèses poppériennes sur la falsifiabilité [BAR68 p. 64] ⁽¹²⁾.

La conception poppérienne est somme toute éminemment sympathique car elle est "faillibiliste" (je dois ce néologisme à Pierre Thuillier). À l'orgueilleuse *signification* de l'empirisme logique, elle oppose une philosophie certes tout aussi ambitieuse, mais plus en accord (en apparence tout au moins) avec la pratique scientifique comme le dit Jacques Monod dans sa préface à *La Logique de la découverte scientifique*. On a d'ailleurs remarqué que cette conception plaît souvent aux scientifiques - sans doute moins cependant pour son adéquation au travail scientifique réel que par la description idéale et reconstruite qu'elle donne du progrès des sciences. La démarcation de Popper nous apprend qu'il n'est pas honteux de se tromper; ce sont bien au contraire les dogmes, les théories invulnérables constituées d'énoncés non réfutables, qu'il faut éviter comme la peste ⁽¹³⁾.

Comment Popper comprend-il l'utilité de son critère ? Il affirme que son but n'est pas d'entraîner la défaite de la métaphysique,... [sans avoir préalablement précisé ce qu'est pour lui la "métaphysique", il reconnaît par ailleurs que certaines idées de cet ordre comme l'atomisme spéculatif ont contribué au progrès scientifique]... « mais de caractériser la science empirique, c'est-à-dire, de dire si un système d'énoncés est ou non du ressort de la science empirique. » [POP34 p. 34]. Il s'agit donc d'une explication de la nature positive de la science empirique et non pas, du moins explicitement, du caractère "négatif" de ce qui n'est pas ou plus scientifique - qui reste toujours appréhendé "en creux" chez Popper comme dans toute pensée démarcative. Il serait en effet intéressant d'étudier l'adéquation du critère de démarcation à des théories scientifiques qui purent, au cours de leur histoire, être figées à l'état de dogmes et dont on ne se demandait plus si tel ou tel énoncé était réfutable. Comment, par exemple, les énoncés qui constituent le noyau du système du monde médiéval ont-ils perdu leur caractère falsifiable au cours des siècles qui suivirent la construction du système de Ptolémée ? Car il est difficile de ne pas qualifier celui-ci de "scientifique" en face de certaines conceptions du monde qui l'ont précédé, et l'hypothèse géocentrique poussée à ce degré de sophistication fait traditionnellement partie à juste titre des manuels d'histoire des sciences. Comme le dit Popper lui-même: « Si nous caractérisons la science empirique par la simple structure formelle ou logique de ses énoncés, nous ne serons pas en mesure d'en exclure cette forme courante de physique qui résulte de l'élévation d'une théorie scientifique au rang de vérité incontestable. » [ibid. p.47]. Faute d'exemple précis, on peut supposer que la physique visée ici est plus

¹² - Certaines remarques de Wittgenstein renferment aussi une sorte de "crypto-falsifiabilité", par exemple quand il déclare: « Si la loi doit en être une, il faut qu'il y ait possibilité de certains événements qui la contredisent; et si ceux-ci apparaissent, il faut qu'ils trouvent leur explication dans une autre loi. » [WIT30 p. 275].

¹³ - Au passage, nous relèverons que ce rejet du dogme a été étendu par Popper à sa philosophie politique où il a exporté sa méthodologie falsificationniste. Il s'est engagé ainsi dans la lutte contre tous les totalitarismes politiques. La fugace "nouvelle droite" scientifique (sic) et fort peu libérale que nous avons connu il y a quelques années était donc pour le moins malhonnête (mais habile) de s'en être réclamé.

probablement aristotélicienne que quantique ou relativiste; ce qui ne limite d'ailleurs pas la valeur de cette remarque. Popper affirme là que la seule structure logique d'une science n'est pas suffisante pour la caractériser. Nous avons précédemment relevé une idée semblable en remarquant que l'assimilation de la pensée rationnelle à la pensée scientifique est un abus; il existe ainsi des pensées rationnelles qui sont donc structurellement logiques mais demeurent pourtant non scientifiques (cf. § I.2). En plus d'être rationnelle, la science doit être issue de ces fameux *modes positifs d'acquisition des connaissances*. D'autre part, il intervient au sein des sciences tout un aspect non rationnel, intuitif, informel, sociologique et même idéologique en rapport étroit avec la genèse et l'histoire des disciplines envisagées. Cet "aveu" de Popper envers l'insuffisance de la seule structure logique des théories a une raison toute simple; comme celles de Carnap, Husserl ou du premier Wittgenstein, la pensée de Popper étudie essentiellement l'emprise de la logique déductive (en tant que constituant essentiel du rationalisme) sur l'ensemble des sciences. Tout naturellement, l'impérialisme de la logique a donc gagné la philosophie des sciences [cf. RAY77 chap. VII et MAL76 p. 170]. Or comme toutes les philosophies, l'épistémologie est beaucoup plus récalcitrante que les sciences elles-mêmes à intégrer les catégories de la logique et à s'y diluer sous la pression d'une doctrine réductionniste (quand bien même ce dessein serait-il réellement envisageable pour les sciences; ce que je conteste). Lors de la mise en œuvre de ce projet, il apparaît un certain nombre de difficultés dont celle que nous venons de relever. Mais ce n'est pas la seule.

Popper détaille lui-même les principales objections à son critère [POP34 p. 38 sq.]. Les deux premières sont d'ordre logique, mais nous les passerons sous silence malgré leur intérêt, et nous examinerons la troisième objection qui introduit à nouveau le problème des constructions *ad hoc*: « Le critère de falsifiabilité n'est pas opérant. On peut toujours trouver une hypothèse *ad hoc* ou modifier *ad hoc* une définition. On peut caractériser la méthode empirique comme excluant ces moyens d'échapper à la falsification bien que ces moyens soient logiquement admissibles ». Popper ne prétend pas répondre définitivement à cette objection et cela ne doit pas nous surprendre. Dès que l'on s'éloigne de la calme sphère de la critique reconstructive et logique des sciences, on entre de plein pied dans l'histoire et la pratique scientifique; et la manière laborieuse et maïeutique dont sont construites les théories ainsi que la façon dont on teste en laboratoire et non pas sur le papier les énoncés falsifiables doivent être prises en compte. Pourquoi et comment un théoricien est-il amené à proposer une hypothèse *ad hoc* ? Pourquoi et comment un expérimentateur est-il conduit à tester un énoncé réfutable ? Sur ces points fondamentaux, le logicisme de Popper fait place à une composante empirique inévitable et directement issue des doctrines du Cercle de Vienne. Une première précision d'importance intervient ici: « Chaque énoncé scientifique ne doit pas être soumis à des tests pour être accepté, mais il suffit qu'il le puisse » [ibid. p. 45]. Mais comment définir cette *potentialité* des énoncés à se soumettre aux tests autrement qu'en adoptant un certain empirisme accompagné d'une bonne dose de pragmatisme puisque l'expérimentateur ne peut s'affranchir de l'état de sa discipline et de ses techniques expérimentales spécifiques ? Ou peut-être cette falsifiabilité potentielle existe-t-elle dans un immense laboratoire divin ? Et c'est bien cette classique attitude empiriste sur l'expérimentation qu'adopte

Popper quand il déclare « qu'un fait est ce qui peut être reproduit par quiconque effectue l'expérience de la façon prescrite [et donc,] la question de savoir s'il existe des événements qui ne se produisent qu'une fois et ne peuvent être répétés n'est pas scientifique, mais métaphysique » [ibid. p. 43]. Cette dernière prescription alliée à la potentialité des énoncés à se soumettre aux tests semblent constituer des règles raisonnables d'hygiène méthodologique si ce n'est qu'elles déniaient - en tant que non répétable et donc non falsifiable - tout caractère scientifique à la question cosmologique ou à tout autre problème des origines (cf. chapitre IV). Néanmoins, Popper nous accorde qu'une assertion qui ne peut être soumise à des tests en raison de sa forme logique peut, dans les meilleurs cas, jouer dans la science le rôle d'un stimulus [ibid. p. 99]; il pense ici, par exemple, au grand problème de Fermat en mathématiques ou aux "effets occultes" (14) dans les sciences empiriques. Mais il subsiste une difficulté dans cette distinction entre *énoncé falsifiable* et *stimulus*. Le critère de démarcation, en tant que falsifiabilité potentielle d'un énoncé, est immergé dans l'histoire de la discipline dont fait partie cet énoncé. Il dépend entièrement de l'époque à laquelle on pose le problème. Au XVIII^e siècle, la question de la nature physique des étoiles était complètement inaccessible, non-testable, sans aucune fonction de stimulus, donc non-scientifique. Était-ce pourtant une question métaphysique au sens traditionnel du terme ? Le positivisme logique retombe malgré lui sur la vieille assimilation du falsifiable ou du testable et du "décidable" (notion logique) alors que l'on sait depuis longtemps que la falsifiabilité a trait au "posable" (assemblage de notions empiriques, pragmatiques et sémantiques). Encore une fois, on ne peut juger *a priori*, sur la seule forme logique d'un énoncé, s'il est testable ou non. Différentes conjectures en mathématiques ne sont pas actuellement sous forme démontrables. Certaines sont totalement stériles et ne peuvent guère être considérées comme des stimuli. Peut-être d'ailleurs resteront-elles non démontrables très longtemps, voire toujours si elles s'avèrent indécidables dans le cadre des axiomatiques en vigueur... En tout cas, elles ne seront probablement jamais considérées comme métaphysiques...

On a l'impression que Popper évite d'étudier la façon dont se forment les hypothèses scientifiques, toute la démarche heuristique laborieuse et souvent intuitive qui précède la construction des bons concepts ou la mise au point des bonnes méthodes - et où, horreur, les constructions *ad hoc* ont leur importance. Que dit-il en effet là-dessus ? Tout en reconnaissant que les observations sont toujours des interprétations de faits observés à la lumière de théories [ibid. p. 107], et donc, incidemment, qu'il existe une certaine relativité historique de la falsifiabilité des énoncés scientifiques, Popper estime que l'interprétation d'un résultat d'observation en terme d'hypothèse théorique est susceptible d'analyse logique - et donc an-historique puisque formelle; d'où contradiction. Par exemple et pour retrouver ces fameuses constructions que la

¹⁴ - Popper appelle "effet occulte" un « effet ne pouvant être reproduit en raison des résultats négatifs des tests ultérieurs et que l'on considère par la suite comme dû à des sources d'erreurs inconnues » [ibid. note de la p. 43]. Les soucoupes volantes ou les serpents de mer entrent-ils dans cette catégorie à côté des résultats forts controversés des expériences sur la fusion froide ? N'existe-t-il aucune nuance épistémologique entre tous ces effets occultes ?

méthode empirique est censée exclure, parmi les hypothèses théoriques auxiliaires (*ad hoc*), seules sont acceptables celles dont l'introduction ne diminue pas le degré de falsifiabilité du système, mais au contraire l'augmente. En suivant cette idée, Popper développe à la fin de son ouvrage une théorie logique de la mesure des degrés de falsifiabilité. Ainsi, le principe d'exclusion de Pauli est acceptable, mais la contraction de Fitzgerald-Lorentz ne l'est pas [ibid. p. 81]. Ceci revient en fait à tenter de "mesurer le caractère *ad hoc*" d'une hypothèse scientifique. La mesure d'*ad hoc* du principe de Pauli est nulle puisqu'il introduit de nouvelles conclusions susceptibles d'être testées; ce qui n'est pas le cas de la contraction de Fitzgerald-Lorentz dont la mesure d'*ad hoc* est ainsi tout à fait positive ! Le degré de falsifiabilité d'une hypothèse est déterminé par le développement propre de la théorie d'origine de cette hypothèse ainsi que par l'évolution des méthodes d'expérimentation. Et ceci est également vrai pour les hypothèses *ad hoc* sanctionnées comme telles par le développement d'une théorie. Une hypothèse *ad hoc* qui s'avère riche de nouveaux résultats ou concepts perd bien vite cette étiquette infamante pour être intégrée à un corpus en cours de renouvellement; c'est une lecture tout à fait plausible de l'hypothèse copernicienne originelle par exemple. Autrement dit, la notion d'hypothèse *ad hoc* est lourde d'un jugement *a posteriori*. Chez Popper, comme plus tard et plus sommairement dans les théories systémiques (cf. § I.1), la manie de la simplification formelle n'a pas épargné la compréhension du rôle de ces hypothèses inconvenantes dans la constitution des théories scientifiques. Et cela nous plonge dans un certain désarroi car alors l'exclusion de ce type d'hypothèse relève de l'histoire et de la méthode empirique (voir supra) et doit en même temps être intégrée à la forme logique des théories qui les contiennent. On frôle le grand écart épistémologique. Pour les exclure d'une théorie scientifique, Popper exige donc un examen logico-empirique serré de la nature de ces fameuses hypothèses *ad hoc* et de leur théorie d'accueil. Ce problème apparaît ainsi comme un excellent révélateur de la philosophie générale des divers systèmes épistémologiques; dites-moi quel est "votre *ad hoc*", je vous dirai quel est votre système (15). Sur cette

¹⁵ - Si Popper estime qu'on peut les soumettre à une analyse logique interne, on ne sera pas surpris que cet aspect éventuel des hypothèses *ad hoc* ne passionne pas Paul Feyerabend (cf. § I.8). Si celui-ci y porte un intérêt soutenu, c'est pour de toutes autres raisons - si l'on peut employer ce terme à son propos. Avec son "irrationalisme" provocateur, Feyerabend voit dans les hypothèses *ad hoc* l'un des moteurs essentiels de l'activité scientifique: « Il y a des circonstances où il est conseillé d'introduire, élaborer et défendre des hypothèses *ad hoc* » [FEY75 p. 23]. Nous verrons plus loin que, selon lui, Galilée et bien d'autres n'ont pas procédé autrement. Feyerabend ne tente même pas de théoriser l'utilité heuristique des hypothèses *ad hoc*. Pour ma part, je ne suis pas loin de croire que, chez lui, *prévision* et *ad hoc* sont pour ainsi dire complémentaires si l'on s'en tient à leurs mouvements macroscopiques respectifs; la prévision est un stimulus de test de la théorie par un phénomène, alors qu'une hypothèse *ad hoc* est une description rapide d'un phénomène directement intégrée à une théorie dans un but de stimulus heuristique. En poursuivant d'ailleurs cette approche selon une dialectique simple mais pas obligatoirement absurde, la méthode scientifique, le va-et-vient continu entre la théorie et la praxis, exige donc que l'on atténue la différence de valeur épistémologique accordée aux prévisions/stimuli de test et aux hypothèses *ad hoc*/stimuli heuristiques. Cette opinion à l'emporte-pièce sur les hypothèses *ad hoc*, inspirée par un auteur dont je ne partage pas habituellement les vues, ne bouleverse évidemment pas leur compréhension mais réhabilite, contre Popper, l'aspect heuristique et la démarche certes épistémologiquement

(suite de la note page suivante)

question comme sur la nature de la falsifiabilité, le dosage entre les deux composantes *logique* et *empirique* s'avère très délicat...

Parmi les grandes difficultés théoriques relevées après la publication de *La logique de la découverte scientifique*, il en est une essentielle qui tient à l'analyticité poppérienne - directement issue du logicisme de Frege et Russell à travers celle du Cercle de Vienne. La thèse connue sous le nom de *Duhem-Quine* stipule en effet que ce n'est jamais un énoncé isolé qui passe les tests du critère de démarcation, mais la théorie "en bloc" si l'on peut dire. L'histoire des sciences nous enseigne que la "communauté savante" ne juge pas du caractère valide ou non d'une théorie sur l'examen d'une faille bien précise de cette théorie (la falsification de l'un de ses énoncés). De multiples tests portant sur des énoncés distincts et si possible à l'aide de méthodes différentes ainsi qu'un long travail d'interprétation de ces tests prenant en compte l'ensemble de la théorie sont nécessaires pour juger celle-ci irrecevable. On n'abandonne pas aussi aisément une cohorte d'énoncés éprouvés parce que l'un d'entre eux présente quelques signes de faiblesse. Le rejet d'une conception théorique est un aboutissement critique *éventuellement* initié par la falsification d'un énoncé. Ce n'est pas un processus mécanique simpliste. À l'instar de la nature de la falsifiabilité et de la question des hypothèses *ad hoc*, la thèse de Duhem-Quine constitue une difficulté théorique du système de Popper. Nous étudierons plus loin dans l'esprit de cette thèse une autre approche globale de la démarcation à travers la notion de "paradigme".

La falsifiabilité logique du critère de Popper réalise en fait deux choses. Elle ambitionne certes de démarquer la science de la métaphysique, mais elle décrit et explique aussi le phénomène de *croissance de la connaissance* en termes de *conjectures* et *réfutations de conjectures*. Si l'on connaît d'après Popper le moteur du processus d'accroissement des connaissances, on connaît *ipso facto* la démarcation. La logique - au sens large et bien sûr plus inductif que déductif - à l'œuvre dans la méthodologie est en elle-même la caractérisation des sciences. Mais privilégier ainsi l'aspect *démarcatif* de la falsifiabilité par rapport à l'intérêt que présente ce concept pour la compréhension de la *croissance de la connaissance* relève d'un autre monisme, d'un autre impérialisme que celui de la logique décelé précédemment. On peut l'appeler le monisme du "non-recouvrement" car Popper subordonne toute question relative à la croissance des connaissances à une définition non-ambiguë, à une caractérisation scientifique de ces connaissances; toute thèse qui peut satisfaire au critère de démarcation est scientifique et pour la recouvrir par une thèse plus performante, la thèse initiale doit être falsifiée et rejetée du domaine scientifique avant que la nouvelle ne prenne sa place. Bien entendu, la mécanique bien huilée de ce scénario poppérien diverge en certains endroits de l'histoire réelle des sciences. Quoique ce soit assez rare, on n'attend pas toujours qu'un énoncé candidat à la scientificité soit falsifié pour l'abandonner; l'Académie des Sciences a refusé par exemple d'examiner les "démonstrations" de la quadrature du cercle avant que la transcendance du nombre π

opportuniste mais néanmoins proprement scientifique qui peut parfois être à l'œuvre dans leur utilisation.

ne soit acquise. Mais surtout, la falsification d'un énoncé n'empêche pas que sa théorie de référence puisse subsister longtemps et même en concurrence avec d'autres thèses comme durant les années 1920-1940 lors de l'émergence de nombreuses théories cosmologiques (cf. chapitre IV) ⁽¹⁶⁾. Le système de Popper revient en fait à une sophistication logiciste de la notion stricte de démarcation, conduite de manière à atténuer le désagréable sentiment de reconstruction artificielle de l'histoire des sciences occasionné par l'application tout azimut de la notion de falsifiabilité.

Malgré les quelques critiques que nous avons esquissé ci-dessus, un aspect (au moins !) du système analytique de Popper mérite à notre avis d'être (très provisoirement) conservé: la notion de démarcation, même si elle s'avère à l'usage fort complexe et multiforme, est enfin substituée aux chimères idéalistes d'une vérité conçue comme formelle. Les philosophes croyaient savoir ce qu'est une *science* et voguaient parmi les concepts éthérés de la signification; les voici amenés à mieux définir la notion de *science* et à ne pouvoir envisager cette définition que *par rapport* à ce qui n'en est pas une. Le positivisme est enfin au pied du mur conceptuel élevé avec ténacité par la philosophie classique. Son projet démarcatif est clairement dévoilé. En bref, l'épistémologie abandonne le critère de signification pour celui de démarcation, même si, dans sa réalisation post-poppérienne, on doit subordonner cette dernière problématique aux questions que posent la croissance des connaissances et, plus généralement, au choix d'une représentation du monde dans laquelle s'inscrivent ces connaissances. Et d'ailleurs, les points de vue du Cercle de Vienne et de Popper ne sont pas si divergents qu'il y paraît si on les subordonne effectivement à cette fameuse question de la croissance des connaissances; la recherche de confirmations, qui est en fait le cursus habituel et commun de l'histoire des sciences, revient intrinsèquement à une "exposition maximale" des théories aux feux de l'expérience, et donc, à une recherche de réfutations. On peut exprimer synthétiquement le rapport entre ces deux conceptions par une remarque somme toute fort banale: la potentialité d'une falsification augmente avec la multiplicité et la qualité des vérifications; la vulnérabilité croît avec la diversité et l'intensité des assauts en règle, mais aussi avec la prolifération des escarmouches insignifiantes.

I.6. La logique de la découverte restreinte à l'heuristique

Nous devons prendre conscience de la très forte objectivation de la logique existant au sein de toute démarche scientifique. Dans leur travail, les scientifiques sont si familiers et utilisateurs de ses lois qu'ils en deviennent souvent, presque par nature,

¹⁶ - Popper constate également que l'on doit se réserver le droit de proposer de nouvelles interprétations des tests ayant falsifié une théorie [POP34 p. 104 sq.]. Plus prosaïquement, le maintien d'un énoncé mis en échec est indispensable pour permettre d'analyser les sources possibles d'erreurs aux tests en question. Ainsi, après que Milikan eut mesuré en 1909 la charge de l'électron, Ehrenhaft a contesté cette valeur par d'autres mesures. Milikan rejeta celles-ci en y décelant des infractions aux conditions de son expérience.

très proches d'un certain réalisme envers la logique - et, en ce qui concerne la "valeur" de celle-ci, aux antipodes du relativisme culturel ou du relativisme ontologique que nous étudierons au chapitre III. On doit reconnaître toute l'importance de ce sentiment somme toute pragmatique et utilitariste. Notre raisonnement et toutes nos sciences font un usage intensif de la logique déductive classique. Et c'est sur cet usage que les philosophes du positivisme logique, du Cercle de Vienne à Popper, ont construit leurs systèmes. Ce logicisme est donc une extension de la logique à la philosophie des sciences, un monisme logiciste [MAL76] que d'aucuns ont même interprété comme un impérialisme de la logique [RAY77].

Mais si cet usage est effectivement intensif, il n'est sûrement pas exclusif. L'utilisation de la logique déductive par les sciences exige une distinction philosophiquement aussi importante que les critiques qui concernent sa supposée relativité culturelle ou son impérialisme. Depuis Bacon, la philosophie classique a reconnu l'importance de la logique inductive utilisée dans la connaissance empirique; les mathématiques par contre sont souvent qualifiées de sciences empirico-déductives où la logique inductive n'aurait pas sa place. Il n'en est rien. Dans le processus de découverte des lois ou des concepts, toutes les sciences - y compris les mathématiques - utilisent un raisonnement qualifié de *plausible* par Georges Pólya [POL45; POL54] et d'*heuristique* par Imre Lakatos [LAK76]. Par contre, lorsqu'elles sont exposées dans les manuels (souvent dans les deux sens du terme *exposer*), les sciences deviennent discursives et font usage du raisonnement *démonstratif* (Pólya) ou *euclidien* (Lakatos). La logique constitutive du néopositivisme est bien sûr inspirée par la logique déductive classique du raisonnement démonstratif. Les philosophes du Cercle de Vienne la complètent par une interprétation épistémologique de la confirmation/vérité des énoncés, Popper par une interprétation de leur réfutabilité. Le positivisme logique a ensuite promu sur cette base logique la vérifiabilité et la falsifiabilité aux rangs respectifs de critères de signification et de démarcation. L'un des nombreux intérêts de l'heuristique mathématique de Pólya et Lakatos que nous allons maintenant présenter est de dissocier les trois espaces épistémologiques que sont la logique de la découverte ("la science en train de se faire"), la logique de la justification ("la science reconstruite") et la fondation du champ scientifique. Selon ce point de vue, la vérifiabilité (Carnap) et la falsifiabilité (Popper) sont essentiellement des explications de la notion de *croissance des connaissances* et doivent perdre leur aspect de critère statutaire et définitionnel de ces connaissances.

Au cours de ses études sur la logique du raisonnement plausible en mathématiques, Pólya avait dégagé des lois de l'induction et de l'heuristique de la découverte bien distinctes des lois de la logique déductive classique. Pour lui, un grand nombre de recherches fructueuses dans cette discipline ont leur origine dans l'observation attentive des objets mathématiques ⁽¹⁷⁾ et utilisent divers arguments

¹⁷ - Le concept d'*expérience mathématique* emprunté à Euler par Pólya [POL54 p. 3] est à rapprocher du sentiment "réaliste" envers la logique que nous évoquions à l'instant. La quasi-réification des concepts et l'idée d'expérimentation *en pensée* sont très répandues chez les scientifiques et particulièrement les mathématiciens et philosophes des mathématiques. On les retrouve chez Wittgenstein [WIT30 p. 51], Cantor, Lakatos [LAK76 p. 9], Paul Bernays, Jean
(suite de la note page suivante)

heuristiques, sous forme de généralisations, particularisations et analogies, afin de dégager et d'éprouver des hypothèses formulées à partir de ces observations. Analogie au schéma déductif classique de la logique habituelle

$$((p \rightarrow q) \wedge p) \rightarrow q$$

le schéma inductif fondamental de la logique du plausible peut être formulé de la manière suivante:

$$((p \rightarrow q) \wedge q) \rightarrow (p \text{ plus plausible})$$

C'est-à-dire, « la vérification de toute nouvelle conséquence d'une hypothèse augmente la confiance à accorder à cette dernière. » [POL54 pp. 20 et 151]. Le système de la logique du plausible de Pólya explicite en quelque sorte des pratiques heuristiques utilisées au cours de la recherche et reconnues d'ailleurs depuis longtemps, en particulier par l'empirisme logique avec ses *règles méthodologiques*. Ces pratiques heuristiques sont diverses et la logique du plausible utilise plusieurs schémas analogues à celui décrit ci-dessus. Pour être plus souple et plus proche de la réalité des processus de la découverte, Pólya les agrmente de la notion de *variétés de plausible*. On entrevoit alors toute la difficulté de cette quasi-formalisation quand on cherche à préciser ce que signifient des expressions telles que "plausible", "légèrement plus plausible" ou "légèrement moins plausible". L'introduction de degrés dans la logique de l'induction souffre évidemment de psychologisme, et d'ailleurs, l'auteur reconnaît que s'il existe effectivement des règles générales du raisonnement plausible, on ne peut juger impersonnellement du poids des arguments utilisés au sein de l'heuristique mathématique.

Appuyé sur de nombreux exemples, Pólya poursuit plus un but pédagogique qu'une véritable réflexion philosophique ou historique, et s'il donne quelques renseignements sur les méthodologies inductives utilisées au cours de découvertes mathématiques importantes, il les décrit trop anecdotiquement pour pouvoir juger de la réalité de sa logique inductive. Il reste cependant un auteur important redécouvert assez récemment par le courant "quasi-empiriste" en philosophie des mathématiques. Une des questions qu'il traite est reprise avec de grands détails historiques et de judicieux commentaires par Imre Lakatos. Il s'agit de l'histoire mouvementée de la démonstration de la fameuse relation $S - A + F = 2$ qui existe entre le nombre des faces

Dieudonné, Alain Connes [CHC89], etc. Même dénuées de tout caractère ontologique - et reposant d'ailleurs parfois sur une véritable profession de foi anti-platonicienne -, elles paraissent bien constituer une caractéristique de la pensée philosophiquement très importante et dont les motivations ne semblent pas bien étudiées. Il est vrai que les récents développements de la théorie de la démonstration à travers la théorie algorithmique de l'information font apparaître quelques résultats presque "aléatoires" ou "statistiques" au cœur des mathématiques et paraissent de plus en plus leur conférer une dimension quasi-empirique et expérimentale [cf. par exemple CHA87, TYM86, IRV90]. La conception de la logique et des mathématiques comme une "ultra-physique" semble y puiser de nouveaux arguments.

(F), le nombre des arêtes (A) et le nombre des sommets (S) des polyèdres. Lakatos examine soigneusement comment sont nés les notions et les résultats liés à ce problème pour en extraire des remarques philosophiques esquissant une méthodologie générale des sciences. La logique de la recherche est selon lui une logique *situationniste*, interne au travail mathématique. Elle n'est ni mécanique, ni irrationnelle; la création des concepts et la découverte des résultats ne se conforment pas plus à l'exposition discursive développée dans les manuels scientifiques qu'elles n'échappent à toute règle méthodologique.

Lakatos reprend l'aspect heuristique de la recherche de la preuve selon Euler. La quasi-expérimentation ou *expérimentation en pensée* s'apparente en fait à l'ancienne conception pré-euclidienne de la preuve et suggère de sérier les difficultés. Le mathématicien doit décomposer la conjecture qu'il propose de prouver en sub-conjectures ou en lemmes, et ce travail est suscité par une preuve grossière et approximative de la conjecture initiale. Plus précisément, voici récapitulé en quelques règles le canon de la logique heuristique que Lakatos appelle *méthode des preuves et réfutations*:

« **Règle 1.** En présence d'une conjecture, efforcez-vous de la prouver ou de la réfuter. Examinez votre preuve soigneusement afin de dresser une liste de lemmes non-triviaux (c'est la preuve analytique); trouvez des contre-exemples à la fois à la conjecture (contre-exemples globaux) et aux lemmes suspects (contre-exemples locaux).

Règle 2. En présence d'un contre-exemple global, écartez votre conjecture, ajoutez à votre preuve analytique un lemme convenable qui soit réfuté par le contre-exemple, et remplacez la conjecture écartée par une autre qui soit meilleure en lui incorporant ce lemme comme une condition [N.B.: c'est le principe de *retransmission de la fausseté*]. Mais n'acceptez pas qu'un contre exemple soit écarté comme un monstre [N.B.: la méthode des *exceptions exceptées* n'est pas une méthode]. Essayez enfin de rendre explicites tous les "lemmes cachés".

Règle 3. En présence d'un contre-exemple local, vérifiez s'il n'est pas non plus un contre-exemple global. Si c'en est un, vous pouvez aisément appliquer la Règle 2. » [LAK76 pp. 49-50].

Bien que certains positivistes puissent douter de l'importance des règles méthodologiques dans le travail scientifique (¹⁸), la méthode des preuves et réfutations

¹⁸ - « Il ne faut pas attendre d'une méthodologie de profondes découvertes » affirme par exemple Popper [POP34 p. 52].

On ne semble pas avoir remarqué que la méthode des preuves et réfutations peut assez facilement être paraphrasée pour décrire le processus d'écriture des logiciels.

En présence d'un problème de traitement de l'information (≈ conjecture), écrivez d'abord un programme (≈ preuve) général et global qui vous permette de dresser une liste des cas-limites (≈ contre-exemples) qui ne sont pas traités par celui-ci ainsi que des parties de programmes et sous-programmes (≈ lemmes) suspects, mal écrits ou à venir. Distinguez les cas-limites globaux et les cas-limites locaux aux sous-programmes. Reprenez ensuite les sous-programmes de façon à ce qu'ils traitent ces cas-limites globaux en remplaçant le problème traité par un autre qui soit mieux formulé et qui incorpore les sous-programmes modifiés comme des
(suite de la note page suivante)

est un canevas très général de la découverte mathématique. Elle a cependant été reconnue assez tardivement, vers 1840, par P. L. Seidel, en même temps qu'il découvrit la notion de convergence uniforme à partir de l'analyse de la preuve erronée donnée par Cauchy du théorème énonçant la continuité de la fonction limite d'une suite convergente de fonctions continues. La méthode des preuves et réfutations est en effet très générale et ne se limite pas, ainsi qu'on l'a objecté à Lakatos, à des sujets "quasi-empiriques" comme l'étude des polyèdres. En face de la méthodologie déductiviste issue de la logique de la justification et de l'exposition rationnelle des sciences - et qui est donc une reconstruction historique et parfois fondatrice de ces dernières -, il existe bien une logique de la découverte conforme au schéma faillibiliste des preuves et réfutations. Car bien entendu, cette méthodologie est très "falsificationniste" et marquée par l'héritage poppérien; on sait que Lakatos était un élève "dissident" de Popper (19). Et si celui-ci critiquait (pour cause de psychologisme) l'induction en tant que logique de la découverte scientifique, Lakatos conteste quant à lui que la déduction puisse jouer ce rôle. En fait, d'après lui, l'anti-psychologisme et le logicisme de Popper lui ont caché que la nature de la recherche n'est ni psychologique,

contrôles (≈conditions). Mais n'écrivez jamais dans votre programme du code qui traite ces cas-limites comme des exceptions...

Henry Ledgard a proposé dans un livre devenu classique une méthodologie de la programmation assez comparable à celle des preuves et réfutations [LED75].

La "métaphore du logiciel" peut d'ailleurs être utilisée pour décrire d'autres aspects de l'histoire ou de la philosophie des sciences. Ainsi, les processus d'accroissement respectifs de la connaissance scientifique et de l'industrie du logiciel sont très similaires. En une cinquantaine d'années, cette industrie a en effet récapitulé par un raccourci saisissant les tâtonnements, expérimentations, mises au point, échecs, erreurs, succès, complexifications de plusieurs siècles d'histoire des sciences; leurs outils respectifs se sont considérablement améliorés (des langages machines aux langages objets, il y a la même différence qu'entre l'astrolabe et le télescope orbital); depuis les premiers calculs purement scientifiques de sa préhistoire, les domaines abordés par l'informatique se sont élargis à un point tel que peu d'activités humaines y échappent (de la même façon que l'approche scientifique s'est immiscée partout); leur organisation a suivi une évolution comparable (des équipes de recherche-développement ont succédé à des chercheurs isolés et sont de plus en plus remplacés par de grands projets impersonnels - avec d'ailleurs la même conséquence quant à l'ampleur des productions qu'aucun individu, aussi génial soit-il, ne peut plus parvenir à maîtriser intégralement...). Le parallèle peut aisément être poursuivi. Jusque dans la forme de leurs évolutions respectives; tout comme une science passe par des étapes de changements mineurs ou majeurs et subit parfois des mutations de paradigmes, les logiciels évoluent de versions mineures en "releases" majeures et sont parfois complètement réécrits. De la même manière, certains faits mettent en échec une théorie et aucun programme informatique d'envergure n'est exempt d'erreurs, de "bugs". Et la correction de ces bugs est bien souvent réalisée à l'aide de ces fameux branchements inconditionnels, les révoltants GOTO, contraires aux règles d'une programmation saine. Seraient-ils assimilables aux replâtrages, voire aux hypothèses *ad hoc*, du développement des sciences ? La "métaphore du logiciel" est décidément bien séduisante... La nature de la science est-elle si éloignée de celle de la technique (et de l'industrie) ? Il s'agit là d'une question d'un tout autre calibre que la constatation, maintenant banale, de l'imbrication étroite entre science, technique et industrie.

¹⁹ - Sur les rapports parfois orageux entre Popper et Lakatos, on lira la longue introduction de Luce Giard dans [LAK78].

ni logique, mais qu'elle constitue pour une grande part une discipline indépendante: la *logique de la découverte*, l'heuristique.

Ainsi décrite très rapidement, l'heuristique de Lakatos apparaît comme un changement dans la pratique de la logique et pas du tout comme un abandon de la doctrine faillibiliste. La logique poppérienne de la découverte n'est pas totalement disqualifiée, c'est sa "façon de voir" qui est modifiée. La logique heuristique de Lakatos est une sorte de version faillibiliste élaborée de la logique du plausible esquissée par Pólya. Si la méthode des *preuves et réfutations* est bien directement issue de la logique des *conjectures et réfutations*, elle a complètement abandonné la fonction de critère de démarcation que celle-ci prétendait jouer pour se limiter à expliciter la méthodologie de la croissance des connaissances; ce qui est déjà une vaste tâche comme on peut facilement en juger par la densité de l'œuvre de Lakatos - dont ce n'est toutefois pas l'unique thème ⁽²⁰⁾.

Isabelle Stengers dans l'ouvrage déjà cité a identifié la fin de la « tradition démarcationniste » avec la reconnaissance de l'impossibilité de formuler explicitement des critères [STE93 pp. 41 sq.]. Je crois cependant que cette reconnaissance, si elle sonne effectivement le glas du néopositivisme, n'a pas entraîné la disparition du positivisme *en tant que projet inhérent à la pensée démarcative ou crypto-démarcative*, c'est-à-dire, *la pensée qui privilégie la question de la qualification définitionnelle du champ scientifique sur la question de la cohérence d'une représentation du monde*. Certes éloignée de la notion de *critère*, nombre de réflexions contemporaines n'en restent pas moins empreintes d'idées démarcatives - servies le plus souvent avec un subtil dosage de thèses faillibilistes et paradigmatiques. Elles demeurent positivistes en filigrane. Néanmoins, avec la fin d'une certaine tradition démarcationniste axée sur la notion de *critère*, la falsifiabilité redevient ce qu'elle n'aurait jamais dû cesser d'être: un moteur de la méthodologie scientifique fort utile, mais insuffisant à lui seul à statuer de la nature des connaissances. Cependant, ce dernier projet de démarcation des sciences n'a pas été abandonné pour autant et une autre voie s'est ouverte dans les années soixante en dehors de la mode logicienne avec le sociologisme de Thomas Kuhn.

²⁰ - À ce propos, il est assez incroyable qu'en France on en était encore il n'y a pas si longtemps à estimer que l'analyse conceptuelle issue du positivisme logique tende à verser dans des subtilités qui rappellent la scolastique décadente [RUS78]. Je pense plutôt avec Jean Largeault que ceux de nos philosophes des sciences qui ignorent la descendance du positivisme logique - et dont quelques-uns en sont toujours à digérer leur Althusser - ont trois-quarts de siècle de retard [LAR77]. Après avoir été quelque peu caricaturé, Popper est enfin sérieusement étudié ici avec plus de vingt ans de retard dans la traduction de certains de ses ouvrages. *The Methodology of scientific research programs*, texte majeur de Lakatos, a connu un délai comparable. Il est remarquable et heureux que l'excellent *Proofs and Refutations* n'ait attendu que huit ans, sous l'impulsion d'ailleurs de mathématiciens et didacticiens passionnés par cet essai...

I.7. Les paradigmes de Kuhn

L'une des objections fondamentales développée dès la parution de *La Logique de la découverte scientifique* met en avant l'insuffisance de sa conception internaliste et isolante à rendre compte de la réalité des sciences. Cette critique joue en effet sur ces deux plans. La philosophie poppérienne de la connaissance fait abstraction du contexte historique dans lequel se développe toute discipline scientifique, et elle isole les énoncés les uns des autres dans le sens où elle envisage la falsifiabilité énoncé par énoncé en perdant de vue le caractère systémique de toute science; il s'agit là de l'objection de Duhem-Quine déjà mentionnée. La double exigence d'historicité et de globalité dégagée alors conduit à penser que la seule démarcation encore envisageable distingue des systèmes d'énoncés différents et analysés dans leurs contextes historique et sociologique.

Popper, nous l'avons vu, reconnaît déjà qu'un fait est toujours observé à la lumière d'une théorie ou d'une interprétation. Souvent mentionnée dans la philosophie moderne, cette vérité laconique résume assez bien l'un des problèmes essentiels que se doit de résoudre la théorie de la connaissance. Il n'existe pas de fait brut, d'expérience indépendante d'une théorie et qui permettrait de comprendre (par son extériorité) son dépassement par une autre théorie. La croissance de la connaissance et la méthodologie de cette croissance ont été considérées à juste titre comme des problèmes essentiels par la philosophie analytique des années soixante/soixante-dix. Nous venons de voir que ces thèmes sont dominants chez un auteur comme Imre Lakatos. Et de ce point de vue, le problème de Kant devient prioritairement l'étude de la méthode d'acquisition rationnelle des connaissances plutôt que celle du "dicible" rationnel *a priori* ⁽²¹⁾.

Analysée et théorisée par le positivisme, la question de la croissance des connaissances donne naissance à la théorie démarcative des sciences de Popper. Mais si l'on se contente de l'observer et de la décrire, on ne peut manquer de le faire en terme de changements de paradigmes et souligner ainsi l'importance épistémologique de cette notion sociologique. Dans *La Structure des révolutions scientifiques*, Kuhn a expliqué la progression des sciences comme une suite de changements de paradigmes - c'est-à-dire de conceptions dominantes, de matrices disciplinaires - initiés par des découvertes suffisamment remarquables pour soustraire un groupe cohérent d'adeptes à d'autres formes d'activités concurrentes et ouvrant des perspectives suffisamment vastes pour fournir à ce nouveau groupe de chercheurs toutes sortes de problèmes à résoudre [d'après KUH62 p. 25]. La conception kuhnienne du changement de paradigmes distingue deux régimes spécifiques de l'activité scientifique: l'activité de *science normale*, fonctionnant sous un paradigme généralement unique et stable par discipline, et la *crise scientifique* qui correspond approximativement à la transition pointue entre deux paradigmes stables. L'une des idées les plus intéressantes et

²¹ - « Le sens d'une question, c'est la méthode pour y répondre. Dis-moi comment tu cherches et je te dirai ce que tu cherches » [WIT30 p. 66]. Cette remarque de Wittgenstein est curieusement proche de la célèbre formule de Bachelard: « Dis-moi comment l'on te cherche, je te dirai qui tu es ». [BAC34 p. 139].

controversées de Kuhn est celle d'*incommensurabilité des paradigmes*: deux paradigmes correspondent à deux états de science normale de part et d'autre d'une crise scientifique et relèvent donc de deux représentations distinctes du monde. Ces paradigmes différents sont tous deux valables historiquement, indépendants, incommensurables dit Kuhn, mais non point incommunicables; car sinon, comment rendre compte de la méthodologie de la croissance des connaissances et des programmes de recherche considérés un peu comme le lancement d'un pont entre deux paradigmes, l'un connu et présent, l'autre inconnu et futur.

Il s'agit donc d'une conception essentiellement discontinuiste qui nous apparaît déjà fort éloignée de celle de Popper; elle est entachée de *psychologisme* et de *sociologisme*, et en cela indéterminable "positivement" à l'aide d'un critère objectif puisque c'est un consensus entre spécialistes qui permet de prendre la décision collective d'abandonner une théorie [ibid. p. 235]. Les critiques n'ont évidemment pas manqué de se développer contre ces deux "péchés mortels" que le néopositivisme abhorre. Une difficulté exemplaire immédiate peut être formulée de la manière suivante: si l'on adopte cette définition psychologue et sociologue de la notion de paradigme, on prend le risque d'admettre l'astrologie parmi les sciences puisqu'elle est organisée comme un regroupement de chercheurs acceptant une matrice disciplinaire [d'après MAL76 p. 164]. Il était inévitable que nous rencontrions à nouveau nos parasciences au détour d'une conception paradigmatique de la connaissance...

Pour Kuhn, les parasciences comme l'astrologie ou l'alchimie sont sur le même plan que, par exemple, le système de Ptolémée, l'électricité de l'abbé Nollet ou la chimie du phlogistique; ce sont des survivances d'anciens paradigmes incommensurables avec les nouveaux et dont les protagonistes sont restés dans les secteurs de la philosophie qui ont donné naissance à tant de sciences nouvelles [d'après KUH62 p. 35]. Il est dommage que l'auteur ne développe pas d'autres exemples que ceux qu'il puise dans les sciences classiques et n'explique pas cette survivance des anciens paradigmes qui deviennent *ipso facto* non scientifiques (et renvoyés d'ailleurs à d'obscurs « secteurs de la philosophie » - l'expression est piquante et guère plus précise que la « métaphysique » chez Popper). Son ouvrage comporte pourtant d'intéressantes remarques sur la distinction entre science et non-science et renvoie à des travaux personnels antérieurs sur les principes métaphysiques sous-jacents à la recherche scientifique. En suivant la terminologie que nous avons introduite précédemment (cf. § I.3), la conception de Kuhn est typiquement une philosophie non *démarcationniste* mais qui demeure profondément *démarcative*; le concept de critère formel est bien abandonné mais la *pensée démarcative* reste très présente et ne manque pas de soulever plusieurs problèmes. Dans le cas de l'astrologie, par exemple, comment a fonctionné la crise kuhnienne, si tant est qu'elle ait existé ? Quel nouveau paradigme a été mis sur pied pour expliquer ou nier les influences astrales et pourquoi l'astrologie y a survécu ? En ce qui concerne le système de Ptolémée, l'électricité de l'abbé Nollet ou la chimie du phlogistique, le fonctionnement des crises est bien décrit par l'histoire des sciences et les nouveaux paradigmes mis en place sans ambiguïtés ne laissent aucune chance à leurs prédécesseurs. La comparaison avec l'astrologie ne peut donc pas se poursuivre bien loin sans approximations épistémologiques et dommages philosophiques. Ces dernières théories ont disparu de

la scène en quelques années ou quelques décennies; elles n'ont pas survécu de la même façon que l'alchimie ou l'astrologie qui toutes deux sont beaucoup plus coriaces que les élucubrations de ce pauvre abbé... Nous devons en effet mesurer toute l'importance de cette notion de *survivance des paradigmes*. Elle n'existe que dans certains cas de crise kuhnienne et suppose en premier lieu, pour qu'il y ait changement effectif de paradigme, l'apparition d'une théorie concurrente, quelle que soit celle-ci. Or en ce qui concerne l'astrologie et abstraction faite de la place que le positivisme lui attribue dans la hiérarchie des constituants de la représentation occidentale du monde, le problème de l'influence des astres n'a jamais véritablement reçu d'autres interprétations globales. En Occident, il n'existe pas d'autres paradigmes que l'astrologie sur cette question et la science moderne nie que cette question exige un tel modèle d'ensemble (cf. chapitre VII). Elle admet tout au plus que certains phénomènes de cet ordre demandent quelques explications spécifiques; la théorie des marées par exemple, longtemps intégrée à l'astrologie, n'a en fait rallié un nouveau paradigme explicatif qu'après l'apparition du modèle gravitationnel newtonien. Il n'y a pas eu disqualification ou limitation de l'astrologie par la constitution d'une théorie rivale ou d'un ensemble de conceptions concurrentes, et le problème de l'influence des astres demeure en grande partie sous sa coupe en l'absence d'un nouveau paradigme plus consistant. Une place reste à prendre dans les théories des phénomènes naturels, même s'il s'agit d'établir que ces phénomènes n'en sont pas... Et cette situation ne relève plus du scénario linéaire de Kuhn car son système a une "peur bleue" du vide théorique. Pour lui en effet, « décider de rejeter un paradigme est toujours simultanément décider d'en accepter un autre » [ibid. p. 100]. La réalité est plus tortueuse et le rejet de l'astrologie par la pensée scientifique sans véritablement proposer une conception de substitution globale ainsi que la survivance générale des parasciences infirment totalement cette règle. Cette dernière semble par ailleurs sous-entendre que l'absence d'explications plus performantes participe à la survie des anciens paradigmes. De prime abord cela paraît plausible, mais est-ce vraiment la carence observationnelle et théorique sur la question de l'influence des astres qui a laissé s'épanouir l'astrologie en un corps de doctrine stable (un paradigme) par systématisation, complexification et bientôt sclérose de quelques idées frustes ? On peut en douter lorsque l'on connaît la prolifération des "médecines parallèles" qui ne sont nullement gênées d'"expliquer" les mêmes phénomènes que la médecine scientifique. Kuhn a bien introduit une notion de résistance au changement de paradigme, mais uniquement comme un effet de la spécialisation, un peu comparable à l'obstacle épistémologique bachelardien que constitue l'*esprit de système*. Sur ce point, il ne fait qu'esquisser l'aspect idéologique des survivances de paradigmes (y compris les paradigmes parascientifiques) et ne mesure pas véritablement l'importance de ce phénomène pour la théorie de la connaissance (22).

22 - En ce qui concerne l'histoire des idées scientifiques, Kuhn défend une conception proche de celle de Whorf pour l'ethnolinguistique (voir plus loin § III.1.1): l'incommensurabilité des paradigmes ou matrices disciplinaires différentes est analogue à celle des représentations du monde; on doit toujours en avoir une, et l'on ne peut pas en soutenir deux qui soient concurrentes ou incompatibles sans risque de schizophrénie ou de crise épistémologique. Et de même, la
(suite de la note page suivante)

Quelles sont les articulations de ces deux notions centrales de l'épistémologie contemporaine que sont les *paradigmes* et la *falsification* ? Les conceptions de Kuhn et de Popper se traduisent par un empilement de paradigmes et de falsifications tout au long de l'histoire des sciences. Plus exactement, si les paradigmes sont quasi-obligatoirement superposés en diachronie (sauf survivances...), les falsifications peuvent quant à elles présenter un certain étalement synchronique, car des expériences-tests indépendantes doivent être réalisées sur des périodes parfois brèves en vue de réfuter divers énoncés d'une même théorie. Si en outre on atténue comme nous le souhaitons la distinction entre la vérifiabilité et la falsifiabilité (cf. § I.5), les tests n'ont plus guère de sens que quasi-synchroniquement. Le processus envisagé ici revient en fait à une suite de coupures épistémologiques classiques (diachroniques pour nous). Nous avons déjà soutenu le point de vue selon lequel "dans l'absolu", d'une manière an-historique typique des reconstructions positivistes de l'histoire des sciences, aucun critère de démarcation réellement opérant ne peut exister. On peut même aller jusqu'à affirmer qu'un critère de démarcation n'existe que rétrospectivement à une "démarcation historique" effective sous la forme d'une (ou plusieurs) réfutation(s) d'énoncés d'un ancien paradigme suivie(s) de l'émergence d'une nouvelle matrice disciplinaire. En conclusion, la notion de démarcation du positivisme accompagne un peu celle de crise scientifique en observant le schéma simplifié suivant:

Paradigme/substrat scientifique antérieur ou même, parfois, substrat idéologique, philosophique, métaphysique, religieux...



Nouveaux faits ou limitation (falsifications d'énoncés) de la conception antérieure.



Compréhension des nouveaux faits ou de la limitation et, quelquefois, extension de la limitation.



Annonce d'un nouveau paradigme répondant aux nouveaux faits ou à la limitation.



communicabilité assure la traduction entre les paradigmes distincts ou les représentations du monde distinctes. Nous reviendrons sur ce parallèle.

Approfondissement et systématisation du nouveau paradigme.

{Si le substrat est dominant}

{Si le substrat est dominé}

(Après reconstruction positiviste, cette flèche est en fait identifiée au sens de l'histoire...)



Constitution d'une science fossile ou d'une parascience ("non-science"), ou conservation d'un fort substrat métaphysique, idéologique, philosophique...

Constitution d'une science, c'est-à-dire, d'un système d'énoncés réfutables, et élimination du substrat ou du paradigme antérieur.

Ainsi donc, l'étude de la **survivance des anciens paradigmes** et celle des **substrats ou des aspects marginaux de paradigmes**, qu'ils soient jugés scientifiques ou non, constituent des méthodes essentielles pour comprendre le mécanisme limitatif de la démarcation positiviste.

I.8. Sur les parasciences et l'irrationalisme

La position spontanée habituelle des scientifiques sur la question des parasciences peut être résumée de façon simple. Dans le cas d'une science, il existe un ensemble de phénomènes descriptibles, une phénoménologie qui pose problème, une énigme qui mérite une explication, alors que dans le cas d'une parascience, il n'existe pas de phénoménologie reconnue et l'on doit se tenir coi; et ceci, sous peine d'entrer dans un domaine difficile à définir, spirituel, métaphysique, qualifié de "parascientifique" faute d'un meilleur terme - puisqu'il se rapporte dans sa formation même aux sciences -, mais en tout cas illégitime et honteux. La définition d'une science à partir d'une phénoménologie reconnue n'est pas ambiguë et quiconque la transgresse est généralement disqualifié. *Généralement*, car cette "position spontanée habituelle" (en fait un positivisme rigide et assimilable au scientisme) est loin de faire l'unanimité. La communauté scientifique partage schématiquement deux opinions sur le problème des parasciences. Le point de vue probablement très majoritaire estime qu'il ne s'agit là que de chimères, et que, face à la montée de ces idéologies irrationnelles, la Vraie Science doit se défendre et mener à bien l'éradication de ces croyances d'un autre âge. Ce n'est évidemment pas mon opinion. Le second point de vue est beaucoup plus souple; on accepte de reconnaître qu'il puisse exister dans certains cas de vrais problèmes parmi l'ensemble des phénomènes que les parasciences

prétendent expliquer, et l'on souhaite que ceux-ci soient étudiés d'une façon plus approfondie. Ce n'est pas non plus dans cette optique que je traiterai ces sujets. Plus précisément et pour ne pas prêter à confusion, je vais donner maintenant mon sentiment sur les différentes doctrines irrationnelles. Car les propos que je tiens sur les parasciences tout au long de cet essai, et particulièrement au chapitre VII sur l'astrologie antique, peuvent paraître nuancés. Ils sont en fait tout à fait neutres. Je ne fais jamais la moindre allusion à la pseudo-vérité des parasciences ou à la réalité de phénomènes paranormaux ou inexplicables. Ce débat n'est d'ailleurs pas le nôtre. Etudier expérimentalement et selon un protocole rigoureux la torsion des cuillers à distance ou collecter des séries statistiques sur les dates de naissance constituent sans doute des attitudes rationalistes parmi les plus ouvertes et conciliantes. Ces comportements sont louables, mais il sont hors de notre sujet dans le sens où ils ne prennent pas en compte les parasciences *en leur état* [voir par exemple BRO85]. Il n'est pas *raisonnable* du point de vue du philosophe *rationnel* d'attendre qu'une hypothétique approche scientifique de tels phénomènes aboutisse (!). Le problème n'est pas de repousser la compréhension de la démarcation aux calendes grecques, mais de discerner la pertinence (ou non...) d'une frontière actuelle. Et de toute façon, le doute et la prudence sont absolument de rigueur quant à la réalité des pseudo (?) phénoménologies parascientifiques (n'oublions pas non plus que les phénomènes avérés restent eux aussi toujours susceptibles de réinterprétations). Il semble toutefois difficile, par exemple, de considérer comme fondées les corrélations soi-disant relevées entre la position des planètes et divers événements liés à la vie des hommes. Un phénomène pourtant mesurable tel que l'influence de l'activité solaire sur la météorologie (le fameux cycle de onze ans), souvent reconnu comme plausible voire même vérifié, est solidement mis en doute par de nombreux astronomes et météorologistes. Alors pour ce qui est de l'effet de la position de Saturne sur nos humeurs... En l'absence d'indubitables faits parascientifiques, l'observateur épistémologique reste agnostique pour ce qui est du fondement phénoménologique d'une croyance. Reconnaître ou non l'existence d'un phénomène naturel intéresse certes le philosophe mais n'est pas *en soi* une question philosophique au même titre que la comparaison des caractéristiques des sciences et des parasciences.

Il existe néanmoins un argument spécieux contre les parasciences et je désire le réfuter tout de suite. Il est d'ailleurs tout à fait semblable à celui que je viens d'évoquer pour douter de la réalité des phénomènes parascientifiques ! Nous devons en effet rejeter avec vigueur l'*invraisemblance* comme *critère* de non-scientificité. En ce qui concerne l'astrologie, pour rester sur l'exemple standard, l'argument classique des astronomes positivistes est celui-ci: on ne peut pas croire que, par un phénomène physique qui aurait échappé à notre vigilance, des planètes situées à des millions de kilomètres de la Terre puissent avoir une influence sur notre vie et que cette influence puisse être prédite d'après leurs positions par rapport à des alignements fortuits d'étoiles. C'est incroyable, ce n'est ni crédible ni fondé, c'est donc impossible; voilà le raccourci malhonnête d'une certaine pensée scientifique. Certes, rapportée aux paradigmes scientifiques actuels, la vraisemblance manque manifestement aux parasciences. Mais l'invraisemblance constitue-t-elle leur apanage ? Il est très facile d'exhiber des hypothèses invraisemblables, présentant cependant des caractères on ne peut plus scientifiques, éventuellement agrémentées de raisonnements, d'équations ou

de modèles compliqués, proposées par des savants renommés et qui se sont révélées pour le moins osées. En astronomie toujours, les canaux de Mars de Schiaparelli, la "théorie" de Chklovski sur l'origine artificielle des satellites Phobos et Deïmos, celle de Velikovski sur les mondes en collision, ou, dans un autre registre tout de même, les nombreuses cosmologies fantastiques et mort-nées du début du siècle rivalisent d'invraisemblance avec l'influence astrologique sur le microcosme. Non, décidément, la vraisemblance n'est pas un critère épistémologique sérieux...

En ce qui concerne les parasciences, nous éviterons soigneusement le type de référence sulfureuse que tout le monde connaît bien. Ce genre de littérature foisonne en astrologie et sa méconnaissance des rudiments de l'astronomie n'a d'égale que celle des scientifiques intransigeants envers l'histoire des doctrines parascientifiques - et parfois aussi, malheureusement, envers l'histoire des sciences. C'est pourquoi est intéressante et rare l'opinion de ceux qui tentent d'expliquer en quoi l'astrologie a pu (ou peut encore) prétendre s'insérer dans une représentation cohérente du monde. Mais il s'agit toutefois de ne pas sombrer dans ce courant de l'intentionnalité, pour, *in fine*, hisser les parasciences au rang de doctrines représentant le monde tout aussi rationnellement que les sciences classiques. Un auteur assez approximatif sur le plan épistémologique affirme ainsi avec aplomb: « Dire que l'alchimie ou l'astrologie en occident sont manifestations d'une pensée "pré-scientifique", "pré-logique", ou même "non-scientifique", n'a croyons-nous, aucun intérêt, sinon d'interdire de les comprendre. Elles sont au contraire profondément scientifiques » [LAR73 p. 76]. On ne peut être que mal à l'aise en présence de tels propos. La première partie de cette présomption d'innocence est certainement juste et mériterait d'abondants développements; mais ce ne sont pas seulement de longues années d'"aliénation positiviste" qui font réagir à la dernière assimilation excessive bon nombre de lecteurs, même parmi les mieux disposés et les plus ouverts envers les "pensées non rationnelles".

L'astrologie ne fait pas partie des sciences, bien que la tâche qui consiste à préciser en quoi elle s'en distingue n'est certainement pas triviale et exige d'importantes ressources historiques, critiques, comparatives et épistémologiques. Ce n'est pas, en tout cas, en escamotant l'analyse de leurs doctrines derrière leurs intentions qu'astrologie et alchimie viennent se ranger bien sagement au côté des sciences. La guerre aussi a très souvent des intentions similaires à la politique, mais elle n'est pas pour cela identifiable à une activité spécifiquement politique. S'il suffisait de souhaiter posséder une qualité pour en être pourvu, cet exercice serait encore plus prisé qu'il ne l'est déjà... L'intention et la « volonté de faire science » - pour amplifier une expression que l'on doit à Stengers - suffisent à faire philosophie, mais pas à faire science. Pour contredire le genre de propos exprimé plus haut, on doit cependant prendre un peu plus de temps que n'en accordera le lecteur positiviste moyen à une telle assimilation hâtive. Si l'explicitation de l'intention est exigible pour la compréhension des parasciences, une critique immédiate diminuera son importance en pensant qu'on ne peut en aucun cas évacuer le problème de leur contenu. Car si, à la rigueur, on peut souscrire à cette thèse subversive selon laquelle ce n'est pas dans la non-existence de phénomènes inconnus que se situe la confusion et l'erreur des parasciences, la question de leur contenu réel reste toujours posée. Et plus encore,

évidemment, si nous situons, avec outrance et démagogie anti-positiviste, toute la "valeur" des parasciences dans ce qu'elles croient reconnaître comme phénomènes et dans leurs intentions. Si l'on veut sortir des formules philosophiques convenues pour ce qui touche à l'intention ou au contenu des parasciences, on doit engager un travail un peu plus étoffé sur ces doctrines. Les historiens et philosophes des sciences ont-ils toujours analysé des théories qui rencontrèrent le succès ? Non, fort heureusement, et du système géocentrique de Ptolémée à la génétique de Lyssenko, la liste est longue des hypothèses malheureuses ou des constructions théoriques abusives et tout de même très étudiées.

Notre position de principe est ainsi limitée par deux attitudes épistémologiques extrêmes. L'intégration irréfléchie des parasciences dans la pensée scientifique, ou leur exclusion passionnée et irrémédiable de toute histoire des idées un peu sérieuse. Des doctrines "irrationnelles" comme l'astrologie, même si elles restent commercialement fort vivaces, sont des fossiles de la connaissance; la philosophie doit les manipuler avec précaution et il serait très dommageable de les condamner sans autre forme de procès. Nous devons, bien au contraire, nous efforcer de comprendre les parasciences dans leur esprit et leurs fonctions, sans pour cela les intégrer aux sciences sous prétexte qu'elles ont des intentions similaires. Pour comprendre le crible de la démarcation positiviste, scruter ce que l'on rejette est aussi important que vérifier ce que l'on retient. Si la démarcation est considérée comme une règle par le positivisme, les formes de pensée qui transgressent cette règle sont aussi importantes que celles qui la respectent; l'infraction vaut de ce point de vue autant que l'observance. Ce genre d'analyse en compréhension sur des exemples puisés dans l'histoire des sciences ou ses scories fait d'ailleurs l'objet principal de nombre d'études nouvelles en philosophie des sciences. Mais pour en arriver à cette relative "tolérance" envers les parasciences ou les doctrines périmées, le rationalisme est progressivement devenu moins rigide, moins passionné, et surtout dissocié du positivisme. *Comprendre* l'astrologie d'un point de vue épistémologique et rationaliste n'est pas en effet chose si facile et nécessite que le philosophe effectue une véritable "révolution ptoléméenne" pour renouer avec une pensée anthropocentrique endormie et même exilée par plusieurs "révolutions coperniciennes". Certains n'ont pas compris que cette tolérance nouvelle nécessite un tel effort et ne signifie pas que l'on s'abandonne au laxisme dans la caractérisation du scientifique ou du rationnel. On ne peut en effet s'empêcher d'être surpris par l'irrationalisme et parfois même l'obscurantisme primaire d'une certaine mode philosophique qui a dû rater un épisode fort long de l'histoire de la pensée. Même en comprenant la révolte contre le scientisme imbécile ou le positivisme intransigent, le relâchement dans la distinction entre science et parascience est bien souvent la marque d'une indigence conceptuelle; on ne balaye pas le vieux Comte d'un revers négligent de la main et sans proposer quelque réflexion un peu substantielle. Comment peut-on passer aussi rapidement d'un monisme pur et dur de la connaissance soi-disant positive à ce magma flasque, basé sur une tolérance ou un relativisme mal compris, et où se mêlent sciences, parasciences, métaphysique et spiritualité ?

Tout autre est le projet de Paul Feyerabend. L'auteur de *Against method* n'est certes pas assimilable à un philosophe mystico-spirituel fumeux malgré son irrationalisme tapageur. Son analyse critique et historique de certaines sciences et même de certains domaines irrationnels est en effet précise et argumentée. Après

quelques remarques générales esquissant une théorie anarchiste de la connaissance ⁽²³⁾, Feyerabend développe une thèse originale sur la rationalité des méthodes de découverte dans l'œuvre de Galilée. Le vent a tourné depuis longtemps chez les philosophes des sciences. Le mythe du savant pur et désintéressé, uniquement préoccupé par sa quête rectiligne de la vérité, n'a plus cours. L'hagiographie est définitivement exclue de l'histoire des sciences. Auparavant, même si la déviance de certains savants par rapport aux canons de la rationalité était reconnue, elle restait marginale. Parmi bien d'autres, Newton l'alchimiste, Kepler le visionnaire somnambule, Wallace le spirite, Saussure le chercheur de cryptogrammes prosodiques ou Cantor le théologien de l'infini ne relevaient même pas d'une sorte d'épistémologie tératologique. Bien sûr ils eurent quelques faiblesses, quelques lubies parascientifiques ou métaphysiques; mais cela était dû à leur fatigue ou à leur grand âge, ou même à la rigueur, à rien de bien particulier sinon un besoin de s'évader des rigueurs de la raison; en tout cas ces caprices n'ont aucune commune mesure avec leur activité scientifique véritable qui, elle, demeure gravée en lettres d'or sur les tablettes de la grande épopée de la Science; oublions ces fantaisies... Il était courant jusqu'à ces dernières années de falsifier ainsi l'histoire, de rédiger une sorte de *De viris illustribus* destiné à faire entrer ces vénérables figures de savants dans le cadre d'un système philosophique. On en est revenu, fort heureusement, et Feyerabend ambitionne même de montrer que le père de la science moderne, l'instigateur de la méthode expérimentale, le martyr de l'obscurantisme médiéval, le grand Galilée lui-même n'a pas procédé moins irrationnellement que beaucoup d'autres.

Feyerabend nous trace un portrait assez étonnant d'un Galilée introduisant l'inertie comme une hypothèse *ad hoc* contre l'impetus aristotélicien et qui est aussi, suprême sacrilège, un mauvais observateur [FEY75 p. 129]; il est même qualifié de « menteur et d'escroc » dans son ouvrage suivant [FEY87 p. 129]. Feyerabend résume lui-même son argumentation de cette manière: « Quand "l'idée pythagoricienne" du mouvement de la terre fut ressuscitée par Copernic, elle fit face à des difficultés qui excédaient les difficultés rencontrées par l'astronomie ptoléméenne contemporaine. Strictement parlant, on aurait pu considérer l'astronomie copernicienne comme réfutée. Galilée, qui était convaincu de la vérité des vues coperniciennes et ne partageait pas l'opinion commune - et bien qu'il n'ait obtenu cette conviction par aucun moyen universel ou croyance en une expérience bien fondée -, chercha de nouveaux faits qui

²³ - Malgré le sous-titre de son ouvrage, il ne s'agit pas bien sûr d'une théorie mais plutôt de l'absence de théorie: « il n'y a qu'un principe: tout marche [everything goes] » [FEY75 chap. I]. Le livre de Feyerabend regorge de ces petites formules qui font le délice du lecteur un tant soit peu sensible à la provocation mais effarouchent le cochon positiviste qui sommeille à son corps défendant en tout philosophe des sciences; le passe-temps préféré de l'anarchiste épistémologue est en effet de « confondre les rationalistes en inventant des raisons contraignantes en faveur des doctrines irrationnelles » [ibid. p. 129]. On pourrait comparer ces formules aux sentences expéditives de l'utilitarisme sur les sciences. John Stuart-Mill, par exemple, était très choquant dans ses jugements sur les mathématiques; ainsi, pour lui, les éléments de l'algèbre « contiennent autant de fictions que le droit anglais et de mystères que la théologie » [STU61 p. 90]. N'en déplaise à ses admirateurs subjugués par ses apophtegmes, Feyerabend n'a rien inventé en matière de provocation...

pourraient supporter Copernic et qui fussent acceptables par tous. Il obtint ces faits de deux manières différentes. Premièrement par son *télescope* qui changea le *noyau sensoriel* de l'expérience quotidienne et le remplaça par des phénomènes intrigants et inexplicables; ensuite par son *principe de relativité et sa dynamique* qui changèrent les *concepts*. Ni les phénomènes télescopiques, ni les nouvelles idées n'étaient acceptables par l'opinion commune ou par les aristotéliens » [FEY75 pp. 159-160. Les italiques sont de l'auteur]. On le voit, la méthode scientifique de Galilée ainsi décrite par Feyerabend n'est guère transparente et n'est pas exempte de motivations inavouables. Mais ce n'est rien à côté de la manière dont il a défendu ses vues. Les aristotéliens n'ont pas été convaincus par des évidences expérimentales ou des raisons théoriques. Bien au contraire, les vues de Galilée se sont imposées parce qu'elles étaient « supportées par des moyens irrationnels tels que la propagande, l'émotion, des hypothèses *ad hoc*, et un appel à des préjugés de toutes sortes » [ibid. p. 154]. Nous avons déjà relevé par ailleurs que ces fameuses hypothèses *ad hoc* sont un tas de pierres d'achoppement pour une épistémologie moins subversive et plus rigoureuse, celle de Popper.

La Raison est la grande obsession de Feyerabend. Il veut l'anéantir. « Elle doit aller rejoindre tous ces autres monstres abstraits que sont l'Obligation, le Devoir, la Moralité, la Vérité, ou leurs prédécesseurs plus concrets, les Dieux, qui furent jadis utilisés pour intimider l'homme et restreindre sa liberté et son heureux développement; la Raison dépérit... » [ibid. p. 180]. Dans la postface à *La Structure des révolutions scientifiques*, Kuhn se défend de l'accusation d'irrationalité à laquelle pourrait conduire sa notion d'incommensurabilité; Feyerabend, lui, revendique cette éclipse de la Raison.

Mais pourquoi abandonner ainsi ce presque synonyme de l'esprit scientifique, et que va-t-on devenir sans son rôle régulateur ? Pour Feyerabend, il existe au moins une bonne raison (sic) à l'anéantissement de la raison; dans le travail scientifique comme dans toute création⁽²⁴⁾, la raison n'existe pas; ou bien elle est très fugace. Il n'y a rien de manifestement raisonnable dans la recherche scientifique; « le copernicanisme et d'autres conceptions rationnelles n'existent aujourd'hui que parce que la raison a été maltraitée à un moment donné de leur passé. (Le contraire est également vrai: la sorcellerie et d'autres conceptions "irrationnelles" ont cessé d'être influentes uniquement parce que la raison a été maltraitée à un moment donné de leur

²⁴ - Le travail de *création* ou de *découverte* est ici distingué d'une manière générale de la *justification* et de l'exposition de ce travail [cf. l'ouvrage collectif désormais classique LAK70]. Comme tous les concepts de la philosophie des sciences, *découverte* et *justification* sont des notions idéales. L'histoire des sciences poursuit plutôt une sorte de mouvement de la rationalité partant de la découverte vers la justification. C'est peut-être d'ailleurs cet effort continu, de la découverte fugitive, imprécise, mal assise et souvent trompeuse, vers une forme toujours plus rigoureuse et achevée de justification, que l'on doit appeler *raison*. Cette dualité abrupte entre justification et découverte se manifeste dans la distinction pragmatique qui existe entre une inférence (modus ponens) et sa contraposée (modus tollens). Pour Lakatos, ce sont aussi ces deux modes de raisonnement qui éloignent un peu trop définitivement les sciences hypothético-déductives, qui se caractérisent par une méthodologie justificationniste et un principe de transmission de la vérité basés sur le modus ponens, et les sciences empiriques, dont la méthodologie inductiviste et le principe de retransmission de la fausseté sont fondés sur le modus tollens.

passé) » [ibid. p. 155]. Voici apparaître de nouveau nos doctrines irrationnelles (et nos parasciences). Privé du garde-fou de la raison, Feyerabend défend lui aussi dans son ivresse libertaire des thèses fantastiques. Nos philosophes ne savent plus établir de distinction entre science et non-science et proclament cette ignorance comme une grande innovation. Pour l'un, le rejet des équations simplistes et dictatoriales du scientisme *sciences = vérité rationnelle* et *parasciences = erreur irrationnelle*, ne peut se réaliser que par l'émergence d'une autre égalité qu'il croit tout à fait subversive et libératrice *sciences = parasciences*. Pour l'autre, l'apparition de la science et la disparition des parasciences sont dues au renversement de la raison au cours de leurs développements respectifs. Faut-il croire *a contrario* que délaisser la physique pour participer à l'essor de la sorcellerie nous rende plus raisonnable ? Les magiciens n'avaient plus redressé la tête depuis un certain matin que l'on croyait lointain... C'est de la filousophie, quand bien même l'opinion de Feyerabend, par l'ampleur de sa critique et ses références, est celle d'un véritable philosophe des sciences.

Non, *tout ne marche pas* ! Certaines façons de penser sont meilleures que d'autres à l'intérieur d'une conjoncture épistémologique donnée. En étant indulgent, la part de provocation admissible chez Feyerabend tient en ce que cette dernière proposition fonctionne plus ou moins dans les deux sens: l'astronomie possède plus de contenu explicatif que l'astrologie dans un contexte "empirico-rationaliste", et l'inverse est vrai dans un contexte "prédictivo-divinatoire"...

En quoi l'anarchisme épistémologique est-il néanmoins stimulant et pourquoi lui avoir réservé cette place dans notre examen de diverses philosophies ? La position de Feyerabend peut être caractérisée comme une surestimation de la place que l'idéologie occupe dans la méthodologie des sciences. Mais le slogan *tout marche*, s'il possède une quelconque réalité (bien improbable) dans la pratique scientifique, permet évidemment tous les abus possibles et imaginables. Il est en particulier évident qu'il autorise lui aussi l'assimilation des parasciences aux sciences. Malgré cette immense tare, la prise en compte de l'idéologie et la recherche des motivations irrationnelles dans la constitution des sciences sont tout à fait justifiées et argumentent substantiellement en faveur du rejet contemporain du scientisme, ou, plus globalement, de la "valorisation sublimante de la science" (y compris dans le positivisme). Une critique sarcastique sur la valeur de la connaissance scientifique renferme toujours un fond de pertinence dans son impertinence. Sur ce plan, je suis très favorable à l'exacerbation de l'aspect idéologique de la connaissance tout en considérant l'assimilation des parasciences aux sciences comme une erreur de parcours de l'épistémologie provoquée par un manque d'analyse de la notion de science et, peut-être plus encore, de ce que sont véritablement les domaines non-scientifiques et en particulier les parasciences. Malgré la justesse de sa critique envers l'absolu des sciences et la pureté de leur méthodologie, les complaisances de Feyerabend à l'endroit des approches irrationnelles sont un grave défaut qu'il convient de dénoncer. De toute manière, par leurs frasques, les positions de Feyerabend ont essentiellement pour but de renouveler la réflexion et provoquer l'épistémologie beaucoup plus triste des "anciens" philosophes tout en possédant un appareil critique et une connaissance du sujet qui font parfois cruellement défaut à d'autres, soi-disant "nouveaux", qui

s'aventurent à parler des sciences ou des parasciences. Ce n'est d'ailleurs pas le moindre des paradoxes de Feyerabend que sa dextérité à manier... la raison.

En ce qui concerne la démarcation, celle de Feyerabend serait donc plutôt une non-démarcation. Depuis Carnap et Popper en passant par Lakatos, on mesure donc tout ce qui sépare le positivisme logique du rejet anarchiste de la raison. La pertinence épistémologique de la démarcation positiviste, laissée en retrait et pratiquement ignorée par Lakatos, est annihilée par Feyerabend dans une philosophie des sciences certes stimulante, mais aussi très discutée. La position de Lakatos, « ami et frère en anarchisme » de Feyerabend, semble ainsi bien plus crédible. Si sa philosophie des sciences s'oppose en effet à celle de Popper en amont par le quasi-abandon de la notion de démarcation, elle s'oppose aussi en aval à celle de Feyerabend en se réclamant explicitement du rationalisme. Que je revendique également *avec force*... Car à mon sens, ce n'est pas la rationalité en tant que telle qui est à proscrire ainsi que le proclame Feyerabend, ni même l'idéologie rationaliste constitutive du champ scientifique. En dernière instance en effet la règle du jeu épistémologique - dans sa forme simpliste, mais semble-t-il incontournable que réalise la démarcation (et nous devons encore expliquer en quoi cette forme simpliste est effectivement incontournable) - exige de choisir son camp, ou plutôt, de qualifier ou disqualifier un domaine comme *scientifique* (avec autant de prudents niveaux que l'on voudra...); et ce, même si ce choix n'est pas réalisé en fonction d'un quelconque critère mécanique et doit intégrer de nombreuses données, y compris psychologiques, sociologiques, historiques et idéologiques. Si je critique constamment la *pensée démarcative*, la *problématique démarcative* reste quant à elle têtue. Choisir le "mauvais camp" ou même choisir de ne pas choisir ne constituent pas de bons choix (*sic*). Ce sont bien plutôt les abus de l'idéologie rationaliste que l'on doit combattre, la falsification et la reconstruction de l'histoire des sciences dans un sens rationnel. La méfiance légitime envers le positivisme ou même parfois envers le rationalisme reconstructeur ne doit pas nous faire oublier le grand risque d'irrationalisme ou de métaphysique inconsistante (avec comme corollaire, l'obscurantisme) que cela comporte. Cette méfiance ne doit donc pas s'exercer sur le positivisme ou le rationalisme proprement dits, mais plutôt sur leurs prétentions idéologiques à l'universalité et à la vérité ⁽²⁵⁾. Si tant est qu'une critique idéologique puisse subsister - et je le crois -, elle doit être "réduite" à ce que nous avons relevé comme étant le plus important: le moment historique où une évolution des idées prend un aspect démarcatif, où un changement de paradigmes entre pré-science/non-science et science devient conscient et peut éventuellement être suivi dans ce processus par la survivance d'anciens paradigmes. Il n'y a pas en effet transcendance de la démarcation; c'est

²⁵ - Notons au passage que les abus de l'idéologie rationaliste sont aussi présents dans le fait que certaines interprétations critiques, telles le marxisme, ne peuvent laisser place à l'indétermination de par leur engagement. À la différence des sciences classiques, ces doctrines utilisent un principe de raison suffisante suffisant (*sic* à nouveau...) non pas seulement en postulant que tout est explicable (ce qui découle plus ou moins elliptiquement du principe de raison suffisante), mais en proposant *toujours* des explications, en ne laissant rien indéterminé - ce qui n'est plus seulement idéaliste comme précédemment, mais relève du dogmatisme...

seulement à certaines époques de l'histoire d'une science que l'on introduit une distinction entre les explications "vraies", qualifiées alors de scientifiques, et les explications frelatées, qu'elles soient pré-, para- ou non-scientifiques. Je crois du reste que c'était plus ou moins la thèse initiale de Feyerabend, en particulier lorsqu'il analyse l'œuvre de Galilée. Dans les chapitres théoriques de *Against method* peut-être a-t-il été lui aussi entraîné par son ardeur iconoclaste (il aurait dit "ma propagande") ? Peut-être a-t-il proprement forcé sa réduction idéologique ? D'historique et légitime qu'était sa prise en compte des éléments irrationnels, celle-ci a été volontairement étendue à toute la science en tant que système. Encore une fois, on ne doit pas mésestimer la part de provocation que les propos de Feyerabend comportent, par exemple quand il déclare que l'appel à la raison est une manœuvre politique [ibid p. 25]. La montée de diverses idéologies irrationnelles tend, avons-nous dit, à ramener les parasciences, et singulièrement son stéréotype l'astrologie, au rang de sciences victimes du rationalisme et du positivisme conjugués dans leur effort d'épuration - ou bien, plus intelligemment, au rang de doctrines incommensurables avec les sciences modernes. La chute du néopositivisme et l'anémie du positivisme déclaré ont entraîné la défiance envers le rationalisme et avec elle, bien évidemment, l'apparition de doctrines latitudinaires inconsistantes. Nous allons essayer au chapitre suivant de concevoir la fin du positivisme à l'aide d'une nouvelle approche "périphérique", mais rationnelle, de la notion de science.

CHAPITRE II

EN MARGE DES PARADIGMES

II.1. Les insuffisances des critères de démarcation et l'idéologie démarcative

Nous présentons dans ce chapitre la notion d'*ensemble de démarcations sans critère* considéré comme une hiérarchie simplifiée mais probablement inévitable des constituants d'une représentation cognitive privilégiée du monde. Cette interprétation conduit alors à l'étude de situations démarcatives qui se présentent dans certains aspects de domaines parfois *marginiaux* de la connaissance.

Rappelons d'abord brièvement en quoi consistent les critères de démarcation, explicites ou non, les plus fréquemment rencontrés dans le sillage du néopositivisme ou en réaction envers lui:

- Pour l'empirisme logique du Cercle de Vienne, on peut éliminer la métaphysique ou les spéculations non scientifiques à l'aide de la distinction entre énoncés dépourvus de sens et énoncés sensés, ces derniers étant seuls susceptibles d'une analyse rationnelle, logique et donc scientifique.
- Pour Popper, c'est la potentialité d'une soumission aux tests expérimentaux, la falsifiabilité des énoncés élémentaires d'une théorie qui détermine l'aspect scientifique global de cette théorie.
- Pour Kuhn, une activité de recherche en régime normal, en dehors de toute crise, est scientifique quand l'ensemble des chercheurs concernés la reconnaît, par consensus, comme un paradigme qui mérite ce qualificatif.
- N'oublions pas enfin que la *fin de la tradition démarcationniste* - plus ou moins identifiée à la fin du néopositivisme - s'est concrétisée dans diverses philosophies qui ignorent cette question ou la considèrent tacitement résolue à l'aide de thèses faillibilistes et paradigmatiques amalgamées, ou bien encore, affirment leur opposition résolue au rationalisme et nient la spécificité du champ scientifique par rapport à d'autres disciplines à prétentions cognitives ou explicatives.

Le premier groupe de difficultés théoriques que rencontre la notion positiviste de démarcation tient à l'insuffisance de chacun de ces grands critères pour rigidité mécanique (Popper) (1), imprécisions psychologiques et sociologiques (Kuhn) ou sémantiques (Cercle de Vienne).

¹ - Remarquons encore qu'en "méta-analysant" la théorie de Popper, celle-ci n'apparaît pas constituée d'énoncés *intrinsèquement* falsifiables si bien que la construction poppérienne semble, en tant que potentiellement non testable, plus proche de la métaphysique que de la science. Une telle auto-réfutation s'applique d'ailleurs à toute philosophie positiviste; elle est inhérente à la pensée démarcative qui, à l'exception de certaines doctrines de l'empirisme logique concernant une *métascience* qui serait scientifique, hésite à se positionner elle-même par rapport au schéma dual science/non-science puisqu'elle est une philosophie.

Après la réforme post-poppérienne débarrassant le critère de falsifiabilité de sa fonction statutaire et normative de la science pour le ramener à celle de moteur principal du processus de croissance des connaissances, la notion de démarcation a été reprise implicitement par la typologie des sciences. Popper n'avait en vue que le contrôle des seules sciences empiriques de la typologie traditionnelle (et une partie de ses conclusions politiques, l'autre aspect de son œuvre, vient de l'exportation de son critère au domaine des sciences sociales où la dépendance évidente de l'*agir* et du *savoir* atteint les limites du seul rationalisme [d'après MAL76]). La typologie d'Habermas par contre distingue les sciences empirico-analytiques, les sciences historico-herméneutiques et les sciences critiques. Elle introduit une démarcation tacite beaucoup moins formelle sur la base de la *théorie critique* s'appliquant aux trois invariants anthropologiques dans lesquels s'enracine cette typologie: le travail, la communication, la domination (cf. § I.3). Selon Jean-François Malherbe, « le critère de démarcation de Habermas ne rejette hors de la science que l'idéologie dont le discernement est l'affaire des sciences critiques. Pour lui, toute démarche rationnelle, c'est-à-dire toute démarche régie par une méthodologie articulée sur un intérêt de travail, de communication ou d'émancipation est scientifique. » [MAL76 p. 263. On notera que le terme *science* est utilisé pour qualifier un outil démarcatif...]. En suivant cette notion faible et implicite de démarcation, le rationalisme critique d'Habermas ne rejette du domaine scientifique que l'*idéologie en tant que telle*. Mais alors, étrange conséquence, le postulat idéaliste de la démarche scientifique, le principe de raison suffisante dans ses développements idéologiques et ses prétentions positivistes relève plus de la métaphysique que de la science. Comme le philosophe un tant soit peu ordonné a tout de même scrupule à ranger dans le même "sac métaphysique" les parasciences et l'idéologie, on peut s'attendre alors à rencontrer des clivages insoupçonnés jusqu'à présent dans la nébuleuse non-scientifique où voisinaient l'alchimie et l'épistémologie positiviste. Curieuse solution en vérité pour qui pense encore qu'une typologie des sciences et une approche démarcative de la connaissance peuvent être entreprises en conservant les insuffisances conceptuelles du qualificatif *métaphysique* tout en exigeant une grande rigueur dans l'attribution du label *scientifique*. Même une typologie des sciences non explicitement démarcationniste - au sens elle serait étrangère à la formulation d'un quelconque critère - ne peut faire l'économie de penser le non-scientifique; en cela, elle se rattache à la *problématique démarcative*.

Nous avons vu d'autre part que la réduction idéologique existe aussi dans un sens irrationaliste chez Feyerabend avec les non moins étranges conséquences, incohérentes, obscurantistes et dangereuses, de la négation du problème démarcatif. La critique effrénée de la *pensée démarcative* annihile alors intempestivement la *problématique démarcative*; on relèvera d'ailleurs que, de la même façon que refuser d'avoir des opinions politiques est une attitude politique ou prétendre ne pas avoir de philosophie déclarée est toujours avoir une philosophie spontanée (deux refrains assez connus...), nier la pertinence d'une distinction des sciences parmi l'ensemble des doctrines à prétentions cognitives relève déjà de la *pensée démarcative*. C'est pourquoi, à mon avis, ce n'est pas sur la caractérisation métaphysique de l'idéologie proprement dite que devrait porter la notion de démarcation réduite à la typologie, mais bien plutôt sur les abus et l'accumulation de l'idéologie dans l'histoire et la philosophie des

sciences (2). L'abus essentiel du positivisme tient dans la reconstruction historique des sciences, l'histoire récurrente, et le discrédit ou la minimisation du rôle joué par les bonnes idées spéculatives; celui de l'irrationalisme est le rejet d'une hiérarchie des points de vues culturels ou des représentations du monde, et, à l'extrême, la négation d'une méthodologie de la croissance des connaissances: *tout marche*.

Le débat ne porte pas en fait sur la justesse universelle des différentes conceptions du Cercle de Vienne, de Popper, Habermas, Kuhn, etc. Simplement, leurs frictions et insuffisances nous suggèrent que l'ère des grands systèmes épistémologiques clos et totalisants est révolue; nous l'avions déjà affirmé d'emblée et comme une position de principe au premier chapitre (cf. § I.1), mais cela est devenu manifeste lorsque l'on examine l'histoire récente de la pensée démarcative. Les seuls concepts de vérifiabilité, de falsifiabilité et de paradigme ne sont pas suffisants; la vérifiabilité de l'empirisme logique tient difficilement son rôle de critère de signification, la falsifiabilité poppérienne n'est pas un critère de démarcation opérationnel et le fonctionnement paradigmatique de la science selon Kuhn manque de consistance épistémologique. Et cependant, ces notions sont utiles et même incontournables chacune en leur compartiment de la philosophie des sciences. La première dans le discours de la confirmation, le contexte de justification cher au Cercle de Vienne, la seconde (dans sa version illustrée par Imre Lakatos notamment) est présente dans l'heuristique et dans la méthodologie inductiviste de la découverte, et la troisième est un concept central de la sociologie des sciences.

Débarassées de leurs prétentions définitionnelles et légiférantes, les recherches d'une typologie des sciences adéquate et de critères épistémologiques variés restent des ambitions légitimes de la philosophie des sciences et leurs diverses expressions sont utiles, mais ne règlent pas loin de là toutes les questions que posent la problématique démarcative. Dans le positivisme moderne, la séparation nette entre science et métaphysique était devenue aussi classique que la distinction entre science empirico-formelle et science humaine dans la typologie traditionnelle. Habermas a rendu la démarcation et la typologie totalement dépendantes en introduisant la notion de *science critique* qui déplace vers les sciences un ensemble de doctrines qui, telles le marxisme ou la psychanalyse, ne satisfont pas le critère poppérien de falsifiabilité. Mais les quelques exemples que nous allons analyser par la suite montrent que si l'on adopte le "stratagème" d'Habermas en bouleversant la typologie traditionnelle, il est également nécessaire de forger des notions du genre *science en gestation* ou *domaine à prétention scientifique* pour caractériser des constructions intellectuelles aux statuts scientifiques discutés ou niés. Si l'on suit la typologie de la théorie critique en ne sacrifiant pas la scientificité de l'histoire ou du marxisme sur l'autel de la falsifiabilité érigée en critère définitif de démarcation, on doit aussi, d'un point de vue analogue, défendre la scientificité de certaines théories synthétiques ou holistes comme la théorie

² - L'anti-autoritarisme - excessif parce qu'idéologique - de l'anarchisme épistémologique doit se transformer en anti-dogmatisme (dans la tradition qui va du doute cartésien au postulat de révisabilité de Quine) et en défiance envers les scléroses et abus de l'idéologie.

des systèmes ou celle des catastrophes qui ne sont pourtant ni des sciences historico-herméneutiques, ni des sciences critiques (et encore moins bien sûr des sciences empirico-analytiques si l'on se réfère au sens immédiat des deux termes *empirique* et *analytique* - et bien qu'elles aient des intentions souvent proches de cette catégorie traditionnelle de disciplines. Cf. chapitre V). Nous avons besoin d'un continuum typologique du champ de la connaissance, et il doit d'ailleurs être suffisamment vaste pour y intégrer des disciplines fort controversées. Néanmoins, en raison des deux grandes difficultés (il en existe d'autres) du concept de démarcation que sont les faiblesses théoriques des différents critères et le rôle historiquement avéré de la "métaphysique" dans le processus de constitution des sciences, l'intrusion de l'idéologie dans les questions de philosophie des sciences constitue un réel progrès. De ce fait, la démarcation implicite d'Habermas n'est donc pas seulement un stratagème au sens où sa nouvelle typologie des sciences peut apparaître comme une simple fluctuation de terminologie destinée à faire rentrer marxisme et psychanalyse, entre autres, dans le giron des sciences (critiques en l'occurrence). Elle marque d'une certaine façon la fin de la tradition démarcationniste axée sur les critères épistémologiques ainsi que l'irruption de l'idéologie, mais elle reste manifestement dans la sphère (paradigmatique ?) de la pensée démarcative.

Nous avons déjà fait allusion au double aspect de l'approche démarcative:
 - *a priori*, sous la forme de son aspect idéologique; « Il existe des sciences et des non-sciences ».

- *a posteriori*, sous la forme logico-rationnelle et moyennant quelques reconstructions de l'histoire (ou alors sous l'apparence paradigmatique, ou bien encore inhérente à toute typologie); « Telle discipline a conquis ses lettres de noblesse scientifique grâce à Untel qui a proposé telle formulation, à telle époque, et ses spécialistes se retrouvent autour de la revue Machin, etc. ».

L'intention sournoise de tout positivisme est de régler la première forme sur l'une des secondes (et tout particulièrement la forme logico-rationnelle en ce qui concerne le néopositivisme), d'escamoter l'allure dogmatique de son idéologie démarcative derrière un vernis emprunté aux sciences elles-mêmes (que ce soit la logique, la sociologie ou la taxinomie...). Dans tous les cas, l'analyse de la démarcation porte sur une science reconstituée alors qu'elle devrait traiter soit des énoncés compris comme utilisation de notions ou de concepts explicatifs, soit de la genèse de ces concepts. Le statut d'une théorie, qui est au cœur de la problématique de la démarcation, est inséparable de son origine, de son projet, de sa pratique, de son pouvoir descriptif ou explicatif, mais aussi de ses rapports avec *l'ensemble d'une représentation du monde* plus ou moins admise en arrière-plan. C'est en ce sens que l'aspect historique, sociologique et idéologique de la démarcation intervient et reste indissociable de la seule analyse désincarnée et transcendante des énoncés. La "métaphysique" semble invaincue par les critères habituels de démarcation sinon à l'aide d'une histoire récurrente des sciences au service d'un postulat positiviste, idéologiquement abusif, et qui donc relève plus de cette métaphysique que l'on cherche à éliminer que de la science que l'on cherche à fonder. L'inanité de la notion de démarcation positiviste est à rechercher dans sa mise en forme idéologique de la critique épistémologique et historique des sciences ou de tout domaine à prétention scientifique. *Le positivisme est une forme subtile du*

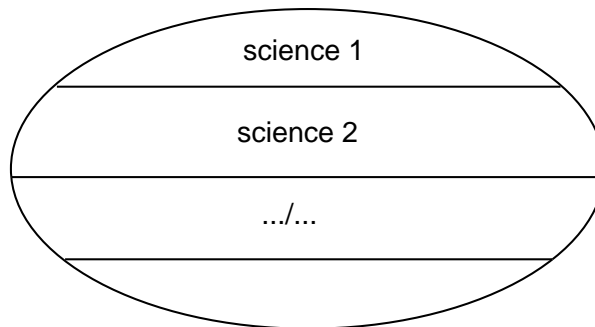
scientisme; sa version philosophique. La pensée démarcative est sa signature.

II.2. Les marges de la démarcation

La limitation d'une théorie scientifique est réductible selon Popper à la falsification d'un énoncé de cette théorie. Sa conception de la démarcation est avant tout restrictive; observé de près, un énoncé est scientifique lorsqu'il possède intrinsèquement une limitation de son terrain de validité - en clair, s'il est potentiellement falsifiable ou relié à des énoncés qui sont eux-mêmes potentiellement falsifiables; et la "scientificité globale" d'une théorie intègre la falsifiabilité de chacun de ses énoncés. Nous préférons raisonner plus généralement en terme de **limitation de paradigme**; mais de limitation intrinsèque au paradigme à la différence du sociologisme de Kuhn. Il s'agit d'une caractérisation de la problématique démarcative certainement plus grossière et surtout moins sujette à l'analyse logique que les conceptions néopositivistes, mais elle possède néanmoins le mérite de s'opposer à la notion d'**extension de paradigme** et de se poursuivre dans celle d'**extension de la limitation**, deux concepts importants pour la compréhension de la démarcation de certains domaines et que nous rencontrerons à ce titre au cours des chapitres suivants. Toutes ces notions sont assez peu théorisées et apparaîtront plutôt comme des *interprétations* des différentes études de cas abordées dans la seconde partie. L'étude de la démarcation des sciences (ou plus exactement des démarcations; le pluriel est de rigueur comme nous le verrons) est avant tout comprise ici comme celle de l'*ensemble de leurs limitations*; la falsifiabilité potentielle et plus encore la falsification effective de leurs énoncés certes, mais aussi les tares métaphysiques originelles, les prétentions idéologiques, l'impérialisme conceptuel, les constructions *ad hoc*, la sclérose, l'inertie, etc., de tout paradigme quel qu'il soit, jugé scientifique ou non dans la représentation occidentale du monde. La *normalité* de la croissance des connaissances apparaît ainsi indissolublement liée à l'étude de la *pathologie* des divers paradigmes constitutifs de ces connaissances, voire même à l'examen des paradigmes rejetés lors de ce processus historique de croissance.

Les notions fondamentales mais tout de même fortement idéalisées que sont la *falsifiabilité*, la *typologie* des sciences, et surtout les *paradigmes* de la science normale sont complémentaires, et leur choc nourrit encore de nombreux débats de la philosophie de la connaissance (une grande partie de l'épistémologie contemporaine fonctionne presque sous le paradigme ... des paradigmes ou en rapport immédiat avec celui-ci). Nous allons en quelque sorte "visualiser" ces concepts devenus indispensables pour préciser ici notre idée d'*ensemble de démarcations (sans critères)* comme étude des *marges des paradigmes*.

À tort ou à raison (mais probablement à raison...), il existe une conscience de l'unité des sciences, un "esprit scientifique" commun à des disciplines très diverses; l'ensemble des paradigmes scientifiques considérés à un moment donné peut alors être figuré par une surface connexe feuilletée, une bulle cloisonnée si l'on préfère.



Telle pourrait être imagée la pensée démarcative, qu'elle soit revendiquée ou non en tant que philosophie positiviste. Le trait extérieur démarque les sciences des non-sciences et son franchissement relève d'un (ou de plusieurs) critère(s) de démarcation s'il en existe. Les traits intérieurs figurent les frontières inter-paradigmes, les cloisons de la typologie des sciences, ce que nous préférons pour notre part appeler les coupures épistémologiques synchroniques ⁽³⁾. Or il n'est absolument pas évident que la ligne de démarcation soit une courbe de Jordan, qu'elle délimite sans ambiguïté un intérieur scientifique et un extérieur qui ne le serait pas; et d'ailleurs, la nature topologique des coupures synchroniques de la typologie n'est pas beaucoup plus évidente. On est même en droit de se demander s'il est bien vrai ou seulement nécessaire que ces différentes *clôtures* soient bien sans trous, pour reprendre une image utilisée par Wittgenstein et rapportée au début de cet essai. Car *les cloisons poreuses demeurent des cloisons*; et laissent passer le ver, mais aussi la semence...

³ - À proprement parler, une coupure épistémologique s'entend comme diachronique, un peu à la manière d'un changement historique de paradigme. Mais les notions de démarcation et de typologie ressemblent en fait à une projection synchronique d'une coupure traditionnelle. Rupture bachelardienne, coupure épistémologique, démarcation, typologie possèdent un *air de famille*. Pour comprendre ceci, interrogeons-nous sur le cursus philosophique d'un témoin lors d'une coupure; car la typologie et la démarcation des sciences n'existent pas "en l'air" mais seulement par leurs praticiens qui évoluent et les font évoluer. Ainsi donc, le parcours historique - la crise au sens de Kuhn - qui mène d'un paradigme "métaphysique" à un paradigme scientifique a pour composantes divers trajets individuels; un trajet épistémologique de ce type, ou celui - plus commun - d'un individu s'initiant à une autre science, ou même celui d'un scientifique qui franchit la ligne de démarcation "à rebours" en passant du refus ou de l'indifférence à la sympathie pour une sorte de tournure d'esprit parascientifique possèdent tous un air de famille. Bien qu'ils soient rares, signalons que ces trajets dernièrement décrits existent; certains physiciens contemporains, par exemple, interprètent tout à fait étrangement le paradoxe d'Einstein-Podolsky-Rosen.

Puisque la philosophie ne clôture pas la science (cf. § I.1), on pourrait donc imaginer que l'épistémologie "parlant de l'intérieur des sciences" puisse s'infiltrer et se diluer dans tous les compartiments de notre bulle et fasse ressortir ainsi un champ homogène de la connaissance. Mais cette manière de démarcation par chevauchement philosophique des différents domaines scientifiques oublie la spécificité de chacun des paradigmes. Elle uniformise chacun des segments des lignes de démarcation/typologie que sont le "bord" de la science 1, le "bord" de la science 2, etc. Si en effet le problème de la démarcation n'est pas réglé par une philosophie clôturante ou réductionniste, il reste à caractériser ce qu'est une science sans porter atteinte à la diversité des domaines, sans rechercher une factice unité de la science. C'est une issue trop facile de gommer les cloisons typologiques entre sciences, les coupures synchroniques, pour bétonner le mur qui sépare science et non-science. Même si elles sont utilisées parfois comme des armes par certains auteurs irrationalistes, les "non-sciences" ne constituent pas une agression (à la rigueur, une régression...) et il n'est nul besoin pour les sciences de s'unir ainsi afin de résister à un environnement fort mal connu mais qui serait néanmoins perçu comme hostile. Pour *cerner* la notion de science, on doit plutôt, comme le mot le suggère, s'intéresser à sa frontière. Si la science est "ce qui est à l'intérieur d'une (hypothétique) ligne de démarcation", c'est bien l'analyse de la périphérie des sciences qui permet de les circonscrire et d'en saisir l'unité. Et la périphérie des sciences est plus accessible à travers les sciences les plus controversées, les domaines qui présentent, tout comme la science 1 de notre schéma, le maximum d'exposition au champ non-scientifique. Ainsi donc, on s'intéresse de préférence à la frange (la fange ?) du champ scientifique selon le principe bien connu et pénétrant suivant lequel *la marginalité aide à connaître la normalité*: « si nous voulons apprendre quelque chose de réellement profond, nous devons l'étudier non pas sous sa forme "normale", courante et usuelle, mais dans ses états critiques, dans la fièvre, dans la passion. Si vous voulez connaître le corps sain et normal, étudiez-le quand il est anormal, quand il est malade. Si vous voulez connaître les fonctions, étudiez leurs singularités. » [LAK76 p. 23. Paraphrasé d'après un article du mathématicien Arnaud Denjoy paru en 1919] (4). Au chapitre précédent, nous avons

⁴ - C'est aussi l'un des thèmes majeurs de la pensée de Riemann que de caractériser les fonctions analytiques par leurs singularités.

Sur le *pathologique* et le *normal*, on consultera bien sûr l'ouvrage classique de Georges Canguilhem [CAN66]. Bien entendu, comme pour tout principe très général, les illustrations abondent; jusque dans le langage courant ("Les trains qui arrivent à l'heure n'intéressent personne") ou dans le domaine socio-politique où ce sont souvent les crises qui provoquent les sursauts de conscience nationale ainsi que les multiples exemples récents nous le rappellent. La question est de savoir si l'on peut englober dans une véritable théorie explicative cette étude des pathologies perçues comme révélatrices de la normalité ou s'il s'agit là uniquement d'un principe unitaire, d'un ensemble d'analogies intuitives, d'une *forme de loi* au sens du *Tractatus* [WIT21, 6.3 à 6.34]. Ce principe apparaît en effet si proche de la "métaphysique" que l'on peut, sans trop forcer l'image, proposer une interprétation de ce type en comparant la connaissance au fameux Yin-Yang composé de deux plages bien nettes et juxtaposées, l'une blanche piquée d'un point noir et l'autre noire piquée d'un point blanc; dans le blanc de la science, le point noir des aspects métaphysiques marginaux et pathologiques fait ressortir par contraste l'unité du champ scientifique... Je n'ose imaginer le sens du point blanc dans la surface noire...

indiqué que la connaissance scientifique se juge non pas exactement sur le produit *science*, mais sur les fonctions de modélisations de la nature qui doivent être positives; dans un langage plus habituel, la méthode positive qualifie les sciences. Nous pouvons préciser maintenant en poursuivant la métaphore mathématique que cette "positivité" des fonctions de modélisations est déterminée grâce à leurs singularités (les modes d'acquisition de la connaissance qui s'écartent de la méthode positive) et leurs productions anomales (les disciplines controversées, les paradigmes qui présentent des aspects contestés, pathologiques, situés aux confins de la démarcation positive).

Nous avons qualifié ce point de vue où l'accent est mis sur certains aspects controversés de la connaissance, d'étude de la *marge des paradigmes* et non des paradigmes marginaux. La distinction dépasse en effet la connotation sulfureuse de l'adjectif "marginal". L'astronomie et l'astrologie sont par exemple des domaines stabilisés habituellement sans équivoque de part et d'autre d'une ligne de démarcation promptement tracée. L'astrologie est ainsi souvent qualifiée de "marginale" vis-à-vis de l'astronomie; et ce terme provient bien de la notion positive de démarcation, même si, dans l'irrationalisme contemporain, il souhaite y échapper muni d'une auréole usurpée lorsqu'il est précédé du mot "science". Or, notre propos n'est pas de situer l'ensemble des connaissances dans un canevas tracé conformément à un critère épistémologique. Il s'agit à l'inverse très exactement de concevoir de multiples démarcations graduées et spécifiques à des paradigmes généralement bien catalogués par ailleurs, mais dont certains aspects parfois mineurs (leurs "marges") sont moins clairement définis. **L'étude cas par cas** des marges de paradigmes constitue ainsi, par accumulation de ces cas, une présentation de la notion de démarcation plus conforme à l'idée d'*épistémologie intérieure aux sciences* que nous réclamions au premier chapitre, et, en conséquence, moins liée aux dogmes théoriques d'un positivisme qui demeure prégnant.

Les indications précédentes doivent permettre au lecteur de mieux resserrer le fil conducteur de cet essai, et surtout de mieux comprendre et admettre le mélange de genres qui va suivre. Il s'agit, là aussi, d'un *parcours* dans la philosophie des sciences. L'un de nos objectifs immédiats est d'affirmer que les certitudes du positivisme et plus généralement de l'approche démarcative n'en sont pas; la pensée démarcative est un succédané du positivisme et la démarcation positive des sciences est une forme philosophique déguisée du dogmatisme scientiste. Et nous souhaitons le montrer sur le maximum d'exemples, d'une manière très figurative, en s'intéressant à des domaines divers tant scientifiques que "métaphysiques". Une idée résistante et attractive comme la pensée démarcative ne peut être mise en échec par une seule sorte de difficulté telle que la reconnaissance de l'impraticabilité d'une démarcation objective et exprimable sous la forme d'un *critère*; les insuffisances théoriques des critères de démarcation que nous avons mentionné brièvement au premier chapitre ne concernent d'ailleurs que le seul positivisme démarcationniste. On lira donc la suite de cet essai comme un ensemble d'articles qui traitent tous d'aspects marginaux de paradigmes. Nos études de cas ne sont pas des exemples controuvés destinés à mettre en péril le positivisme - ce courant philosophique n'a guère besoin de cela pour être mal en point -, mais leur diversité met en échec tout replâtrage du positivisme en une pensée ingénieuse qui continuerait à privilégier la question « *Est-ce une science ou non ?* » sur toute autre interrogation. La multiplicité de ces études subordonne le

problème de la démarcation à celui de la croissance des connaissances à l'intérieur d'une représentation du monde certes non unique, mais privilégiée, que nous caractériserons par la notion de *consistance rationnelle*.

II.3. "Métaphysique moniste"

Nous allons en effet examiner successivement des domaines intellectuels à prétentions cognitives ou explicatives et qui sont *a priori* hétéroclites:

- la logique et les fondements des mathématiques,
- la cosmologie,
- la dialectique de la nature et quelques théories modernes qui, à notre sens, en prolongent implicitement et involontairement certains aspects (théorie générale des systèmes, théorie des catastrophes, etc.),
- le pythagorisme,
- l'astrologie antique.

Cet ordre d'exposition suit donc une scientificité supposée décroissante. C'est une descente (quatre à quatre !) d'une échelle de Comte étendue vers le bas aux domaines non scientifiques; les deux premières disciplines sont en effet proprement scientifiques et les trois autres plus spéculatives ou même pour l'une franchement parascientifique. Cette dernière démarcation, tout à fait classique et immédiate selon la représentation scientifique/rationnelle habituellement reçue, n'est pas ambiguë - encore une fois, j'accepte cette leçon rationaliste -. Et ce sont des aspects de ces divers paradigmes situés aux alentours de cette ligne de démarcation traditionnelle et grossière qui feront l'objet des chapitres suivants.

La plupart de nos développements concernant la logique et les fondements des mathématiques (chap. III), la cosmologie (chap. IV) et le pythagorisme (chap. VI) sont assez bien connus. Le lecteur familier de l'histoire des sciences et de l'épistémologie ne trouvera là rien qui lui soit étranger. Les interprétations proposées ont trait au problème de la démarcation tel que nous l'avons exposé et sont par contre parfois différentes d'interprétations plus traditionnelles (sur le pythagorisme en particulier). Certains faits évoqués ou certaines analyses sont par ailleurs peu fréquemment abordés par la philosophie des sciences, et notamment en ce qui touche à la dialectique de la nature (chap. V) et à l'astrologie antique (chap. VII). J'ai fourni alors de plus amples explications et tenu à discuter quelques idées en détail. Dans toutes ces études de cas cependant, les opinions qui sont émises sans mention explicite d'une source n'engagent bien sûr que l'auteur.

Le substrat du schéma décrit au premier chapitre (cf. § I.7) est habituellement une science qui précède un changement de paradigme; c'est la conception classique de la crise avec son stéréotype, la mécanique de Newton ancêtre de celle d'Einstein. Mais il peut s'agir aussi de "quelque chose qui soit moins manifestement scientifique", une bonne idée d'origine philosophique ou métaphysique par exemple, comme le principe de moindre action de Maupertuis. Ce n'est pas une nouveauté de constater qu'une idée

spéculative peut donner naissance à un nouveau paradigme scientifique ou tout au moins l'initier et le stimuler. Engels en particulier reconnaît explicitement l'importance des bonnes idées philosophiques dans l'histoire des sciences, et il en donne quelques exemples: les origines supposées métaphysiques du calcul différentiel chez Leibniz, la nébuleuse primitive de Kant ou la théorie de l'évolution chez Oken [ENG73 p. 205]. Mais Engels n'est pas philosophe des sciences. Ses bonnes idées d'origine philosophique ou métaphysique dans l'histoire positiviste des sciences ne sont même pas semblables aux "bons nègres" du colonialisme. Son argumentation est bien plutôt une diversion destinée à légitimer le caractère scientifique de la dialectique. Selon son raisonnement, puisqu'il est manifeste que les bonnes idées philosophiques peuvent être à l'origine de conceptions scientifiques, la dialectique idéaliste joue ce rôle vis-à-vis du matérialisme historique. Marx serait ainsi au système d'Hegel ce que Laplace fut à l'hypothèse de Kant. Par ce procédé comparatif relevant du tour de passe-passe, la dialectique gagne ses galons scientifiques en perdant (?) ses origines métaphysiques (cf. § V.3).

Souvent justifiée ainsi à la manière d'Engels, il existe donc une réelle stimulation de la métaphysique sur l'ensemble de la connaissance. Et ce, jusque dans les sciences dites dures. Koyré, Bachelard, Popper et bien d'autres ont aussi souligné l'importance des idées métaphysiques, spéculatives et philosophiques dans l'histoire des sciences (5).

À l'image du *domaine en instance de science* complétant la typologie des sciences, une notion de *paradigme spéculatif utile* - incluant les bonnes idées d'origine métaphysiques ou philosophiques - est nécessaire pour caractériser des doctrines entières qui ont servi de ferment à des résultats bien intégrés par la suite aux sciences classiques. On doit donc pour cela imaginer une typologie de la métaphysique qui mette un peu d'ordre dans l'ubac de la démarcation - peuplé, dans le bestiaire positiviste, par la métaphysique au sens traditionnel, la religion (6), la philosophie, les parasciences, etc. L'extérieur de la bulle que nous figurions plus haut doit aussi se strier; le continuum typologique réclamé doit être étendu au delà de la frontière démarcative.

Cependant, nos études de cas dépassent cette concession à la métaphysique qui reste somme toute assez peu compromettante pour un positivisme modérément

⁵ - Feyerabend, par contre, dépasse l'aspect anecdotique que peut prendre parfois cette concession du rationalisme ou même du positivisme. Il intègre tant d'ingrédients dans la méthodologie des sciences qu'il parle même de la philosophie et de l'histoire comme de véritables instruments de recherche [FEY75 p. 61]. Bien entendu, cette opinion provient en partie de son rejet des cloisonnements entre histoire, sciences et philosophie des sciences [ibid. p. 48].

⁶ - Remarquons également qu'une espèce de critère de démarcation politico-positiviste qui disqualifierait la religion comme "opium du peuple" semble rencontrer autant de difficultés que les critères épistémologiques habituels. Chez les Indiens d'Amérique du Nord, par exemple, la spiritualité fait partie intégrante de la revendication culturelle et possède un aspect révolutionnaire en tant qu'élément de résistance à l'intégration. En calquant une typologie de la métaphysique sur les invariants anthropologiques d'Habermas, on peut dire que la spiritualité des Indiens possède un caractère émancipatoire et rejoint donc les *sciences critiques*. Paradoxe ?

libéral. Nous souhaitons mettre en évidence quelques aspects controversés qui vont au delà et pour y introduire, il n'est peut-être pas inutile d'essayer d'emblée de caractériser globalement, et donc d'une toute autre manière, la nature particulière des disciplines retenues.

Si l'on doit détacher les bonnes idées métaphysiques du magma ébauché ci-dessus, il existe de surcroît dans les domaines examinés au cours des chapitres suivants, une "métaphysique" qui est en quelque sorte diffuse et d'ordre supérieur. Il s'agit de la volonté de généralité des différentes théories et conceptions de ces domaines; et cette *métaphysique moniste et parfois holiste* peut servir à caractériser globalement (et pour l'instant) l'aspect particulier de ces paradigmes. Les phénomènes qu'ils prétendent expliquer ou décrire sont en effet loin de ressembler à des épiphénomènes: lois universelles de la pensée pour la logique, théorie des structures abstraites les plus générales pour les mathématiques, origines de l'univers pour la cosmologie, lois générales du devenir et du changement pour la dialectique, morphologies universelles pour la théorie des catastrophes, théorie générale des systèmes, lois de la destinée individuelle ou collective pour l'astrologie... Il ne s'agit pas de modestes théories descriptives sans ambitions et confinées dans une spécialisation étroite. Ces constructions ont de grandes prétentions; de celles que Bachelard stigmatise sous le nom d'*esprit de système*, de connaissance unitaire ou d'*attrait de l'universel*. Les différentes disciplines examinées ici possèdent donc des aspects dont la scientificité est parfois discutée, et l'on peut lier ces apparences controversées à une métaphysique unitaire ou moniste sous-jacente. La distinction de ces théories - et pour certaines leur caractère spéculatif - provient probablement de leur globalité et s'exprime quelquefois dans le fait que les idées et concepts principaux qu'elles utilisent paraissent "évidents", "simples" ou "immédiats". Par exemple:

- La cosmogénèse du Big-Bang est la plus simple dans le sens où elle est une hypothèse "archétypale" et intuitivement claire pour expliquer l'origine de l'univers. Et nous verrons que cela lui pose d'ailleurs des problèmes pour se débarrasser des apparentements terribles à la métaphysique qu'implique cette remarque.
- Nous insisterons plusieurs fois sur l'évidence des lois de la dialectique et nous mentionnerons les critiques contemporaines d'Engels concernant la platitude de la loi de transformation mutuelle de la quantité en qualité. En ce qui concerne la théorie générale des systèmes, qui constitue l'une des théories qui, à notre sens, prolongent implicitement certains aspects de la dialectique de la nature, les mêmes critiques ont été avancées pour montrer qu'elle n'explique rien (7). Nous verrons aussi que la théorie des catastrophes, un autre de ces prolongements implicites, n'échappe pas à de tels doutes. Les réalisations naturelles de catastrophes nous donnent le sentiment d'être trop simples, trop aveuglantes intuitivement pour exiger une théorie si difficile et qui explique si peu ou si différemment de nos habitudes. La théorie des catastrophes a

⁷ - « Pour les uns, c'était trivial; nos isomorphismes n'étaient que des illustrations simples de l'axiome qui dit que les mathématiques peuvent être appliquées à toutes sortes de choses; en conséquence, çà n'avait pas plus de poids que la découverte de ce que $2 + 2 = 4$ marchait avec des pommes, des dollars ou des galaxies » [BER68 p. 12].

subit le même reproche que la théorie des systèmes: elle explique tout, donc elle n'explique rien [THO80 p. 99].

Cette "métaphysique moniste" et les explications presque triviales ou faussement banales qui parfois en constituent l'expression introduisent aux caractères controversés des cinq domaines que nous avons retenu. En dehors de la démarcation nette que nous avons tracée plus haut entre deux de ces champs proprement scientifiques et les trois autres, il apparaît ainsi plus facile de comprendre le flou des lignes de démarcations qui encerclent et définissent chacun de ceux-ci. Les chapitres suivants n'ont d'autres prétentions que d'esquisser une *théorie des démarcations* (et non d'une démarcation) moins rigides et qui n'apparaissent pas toujours là où on les attend; d'illustrer et évaluer, en bref, la notion d'*ensemble de démarcations*, mais en abandonnant définitivement la subordination de la problématique démarcative à un critère positiviste et en comprenant cet ensemble comme une approximation attractive et inévitable des conséquences épistémologiques de la **consistance rationnelle**.

Deuxième partie: Etudes de cas

CHAPITRE III

LA METAPHYSIQUE DANS LA CONNAISSANCE LOGICO-MATHEMATIQUE

III.1. Métaphysique relativiste

III.1.1. Les éléments subjectifs du langage et l'hypothèse de Sapir-Whorf

Pour qui n'est pas convaincu par des arguments philosophiques et croit encore à la pureté cristalline de la notion de science, il est temps d'aborder l'étude des exemples que nous avons retenus. Quelques aspects de la connaissance logico-mathématique et de la cosmologie moderne vont ainsi nous servir à montrer que certaines parties ou certaines interprétations des sciences sont si controversées que l'on est en droit de douter qu'elles aient pleinement réussi à se débarrasser de leurs origines et tendances *métaphysiques* (à défaut d'un meilleur terme, j'emploierai ici ce qualificatif au sens désobligeant de la pensée démarcative: *hors du champ scientifique*). Elles en conservent quelques traces, même si ces traces peuvent être jugées parfaitement nobles au regard des vestiges bien conservés dans les parasciences ou dans les mythes. Le choix de la logique et de la cosmologie n'est pas arbitraire; ce sont en effet deux sciences bien établies, qui font partie du "noyau dur" de la représentation scientifique du monde, et dont les fondements, les origines et parfois les méthodes restent néanmoins parmi les plus farouchement discutés. Un chapitre sur la scientificité chancelante de la psychanalyse ou de l'histoire par exemple n'aurait pas le même impact. Le caractère bâtard de la psychanalyse, coincée entre l'organique et le psychologique, et la subjectivité inhérente à l'histoire constituent presque les stéréotypes des difficultés que rencontrent les sciences humaines à intégrer sous contrainte épistémologique les supposés canons de la scientificité hérités des sciences empirico-déductives.

Nous proposons de relever trois types de *traces métaphysiques* au sein des débats qui concernent les principes de la connaissance logico-mathématique; une métaphysique relativiste multiforme tout d'abord, une métaphysique platonicienne ensuite et enfin une métaphysique liée à l'adéquation des mathématiques au monde

physique. Notre propos est de montrer qu'il y a bien là différentes espèces de métaphysiques et pas seulement une apparence ou un cordon ombilical mal coupé avec des origines suspectes. Les différentes discussions qui vont suivre sont révélatrices de ce que la métaphysique n'est jamais bien loin de l'épistémologie; la question *connaître quoi* est intimement liée à la question *comment connaître*.

Ces discussions ne sont d'ailleurs pas aussi éloignées qu'il y paraît de nos débats précédents. La théorie de la connaissance scientifique selon le positivisme logique possède en effet une volonté d'objectivité constamment revendiquée. Les systèmes qui s'en réclament se prétendent souvent scientifiques et ne peuvent tolérer aucun relativisme de la connaissance. Ils ignorent ou rejettent donc les éléments subjectifs postulés par les philosophies du langage que nous allons examiner maintenant. De plus, l'utilisation à forte dose de la logique par les néopositivistes ne doit-elle pas, logiquement (!), amener à se poser la question de son universelle valeur ? Existe-t-il donc une logique "en soi" ? Cet éternel et stérile problème platonicien d'existence - parfaitement métaphysique sous cette forme - s'est de nouveau posé dans les années trente à cinquante (environ) en même temps que la question des fondements des mathématiques, et ce, sous la forme d'une opposition déguisée, mais néanmoins presque scolastique, entre le *nominalisme* et le *réalisme*. Le triomphe peu modeste - mais épistémologiquement daté - du formalisme en mathématiques a bien sûr donné de solides arguments en faveur d'un nominalisme parfois radical. Cependant, on ne doit pas mésestimer dans l'approche de cette question l'importance des arguments issus d'une critique philosophique plus classique. Le problème de la logique "en soi" est en effet inséparable de celui du mode d'acquisition de la *pensée logique*; c'est cela d'ailleurs qui intéresse la théorie de la connaissance, ou plus exactement la théorie de la croissance des connaissances. Mais la compréhension du processus d'accroissement des connaissances dans le domaine de la logique divise toujours les philosophes en deux catégories (au moins !). Ceux qui croient en son caractère universel et neutre: les *réalistes* de la logique objective; et ceux qui estiment que, dans ce processus, il existe des éléments subjectifs subtils et souvent corrélés au langage: les *nominalistes* de la logique relative.

Le langage constitue en effet le facteur subjectif le plus immédiatement susceptible d'influencer - à des degrés divers selon les auteurs - notre représentation du monde. Cependant, si nous nous restreignons ici à parler des philosophes, c'est uniquement parce que ce sont eux qui posèrent d'abord le problème. Il est bien clair qu'une étude approfondie devrait nécessairement prendre en compte l'avis des psychologues et des psycholinguistes. Selon Adam Schaff d'ailleurs, cet avis est bien décevant [SCH64]. Dans son ouvrage *Langage et connaissance*, il esquisse une histoire de ce problème et attribue à Herder (1770) la première conception systématique de l'influence de la langue sur la vision du monde de ses locuteurs. Cette idée est plus développée et aussi mieux connue dans l'œuvre de Humboldt où elle prend la forme de thèses postulant l'influence de la langue sur l'"esprit de la nation". Mais c'est au vingtième siècle que la théorie de l'influence du langage sur la pensée prend tout son essor.

Schaff distingue trois courants philosophiques modernes qui l'ont développé: le néokantisme de la philosophie des formes symboliques (Cassirer), le

conventionnalisme de la construction arbitraire de la connaissance (Boutroux, Poincaré, Le Roy, Duhem...), et le néopositivisme de la réduction de la philosophie à une philosophie du langage (Wittgenstein, le Cercle de Vienne, Russell...). Bien sûr, le regroupement de tous ces auteurs sous une même bannière déforme complètement leurs perspectives respectives. Mais pour Schaff ce rapprochement est justifié, car tous considèrent, à des degrés divers, que le langage crée l'image de la réalité et rejettent la thèse de la connaissance comme reflet objectif de la réalité [ibid. pp. 49 et 79]. Il s'agit là d'un jugement un peu péremptoire, que l'on peut estimer correct - à la rigueur - uniquement pour ce qui concerne une forme ultra du néokantisme. Kant en effet reconnaissait la réalité objective du monde en même temps qu'il privilégiait, dans la théorie de la connaissance, la "construction de l'esprit" par les jugements *a priori*; la contradiction entre ces deux thèses est alors levée dans le néokantisme par la suppression drastique de la première, ou tout au moins de sa conséquence gnoséologique: la thèse du reflet.

Mais le néokantisme ultra est le seul à rejeter ouvertement la thèse du reflet dans le processus de la connaissance. En tout cas, ce n'est pas ce qui domine chez Wittgenstein par exemple, où le développement de la thèse de l'antériorité du langage sur la pensée l'emporte de beaucoup sur une quelconque théorie du reflet ou son rejet. Sa philosophie seconde est à la recherche des éléments conventionnels et "langagiers" du processus de la connaissance. Son conventionnalisme est parfois manifeste, mais on ne doit pas croire qu'il se réduise à une construction sans aucun rapport avec la réalité; le reflet et la signification existent chez Wittgenstein. Qu'en est-il alors pour lui de la nature des sciences et particulièrement de la logique et des mathématiques ? La critique de l'absolu de la pensée grâce à sa philosophie du langage s'accompagne là encore de remarques conventionnalistes. L'antériorité du langage le conduit à formuler des appréciations relativistes assez radicales. Tout comme le langage ou la pensée, la logique et les mathématiques n'ont pour lui rien d'unique, d'absolu ou de *sublime*; cette conception réaliste est une superstition dont on doit se débarrasser. À partir de sa réflexion purement philosophique, il en vient à construire des arguments "démonstratifs" de la relativité de la logique en ayant même envisagé un moment la possibilité de contourner l'intouchable principe du tiers exclu [cf. BOU88 chap. 5/7]. La thèse philosophique qui postule l'existence d'éléments subjectifs langagiers dans la connaissance engage ainsi bien souvent, sous des formes fort diverses, à défendre une certaine relativité des représentations du monde - en commençant par celle que nous privilégions d'ordinaire, et ce, jusque dans son socle aristotélicien.

Les philosophes protagonistes de la thèse du langage formateur de la connaissance semblent assez peu préoccupés par les fondements empiriques de cette doctrine qu'ils ont, pour l'essentiel, développé à partir de leur réflexion introspective. Il ne paraît pas non plus qu'ils aient très bien résolu le conflit de la relativité des représentations du monde ainsi induite avec le caractère privilégié, déclaré ou tacite, de la pensée scientifique ou plus généralement de la pensée rationnelle; nous verrons ultérieurement quelle solution peut apporter à ce problème la relativité de l'ontologie de Quine.

Jusqu'à quel point les arguments philosophiques en faveur des langages formateurs sont-ils en fait des *a priori* éthiques qui relèvent d'un *postulat humaniste* ?

À l'exception notable de Feyerabend, on semble en effet s'être peu aperçu que la tendance généreuse à la conciliation des différentes représentations du monde réclame des arguments solides pour pouvoir affronter l'impérialisme positiviste en jeu dans la croyance répandue en une certaine valeur absolue et universelle des sciences. Il est nécessaire ici que nous caractérisions un peu mieux la relativité des pensées que l'humanisme et l'anti-impérialisme culturel soutiennent. Car parler de "pensée" n'a aucun sens. Même en conservant l'idéalisme de ce terme, le pluriel est au moins de rigueur. Individuellement et surtout culturellement, les hommes ne pensent pas de la même façon. En particulier et malgré ses prétentions, la pensée rationnelle (i.e.: analytique, occidentale, etc.) n'a rien d'unique. Certains ethnologues ont ainsi distingué et opposé la pensée rationnelle et la "pensée primitive ou sauvage" (l'expression est suffisamment surannée et consacrée pour qu'elle ne prête pas à confusion ici; et utiliser des locutions formées à partir des termes *irrationnel*, *non-rationnelle*, *non-analytique*, *non-occidentale*, etc., est-il beaucoup plus pertinent ?). Si nous accordons tant de crédit à la première à cause de sa quasi-identification (abusive) avec la méthode scientifique, nous devons admettre qu'elle possède une supériorité pour la connaissance du monde. Même libéré du positivisme, il est faux de croire que tous les points de vues sont équivalents et l'on doit expliquer cette "infériorité" inhérente à la "pensée primitive ou sauvage"; la philosophie de la connaissance doit comprendre en quoi les représentations "primitives" du monde, tout en étant justifiées et parfaitement respectables *de jure*, sont incomplètes et même fausses *de facto*.

Lucien Lévy-Bruhl a proposé dans les années trente une théorie restée fameuse et qui permet de préciser d'une façon un peu abrupte ce qu'est la "pensée primitive". Selon cette caractéristique qu'il a appelé "loi de participation", un être, un objet ou un phénomène peut être à la fois lui-même et autre chose que lui-même - c'est la participation statique. Il peut encore agir et subir dans des conditions de lieu et de temps qui excluent matériellement toute action possible - il s'agit alors de participation dynamique [d'après REG71 p. 290]. L'auteur qualifie ensuite la pensée primitive de "prélogique" car l'application de cette loi de participation s'oppose manifestement au principe de non contradiction de notre logique; le "prélogique" est ainsi compris comme un *manque* par rapport à la logique habituelle ⁽¹⁾. Sur ce rapport entre la pensée primitive et la logique, nous sommes fort heureusement revenus à plus de circonspection; la théorie en question ne s'appliquait guère qu'aux sociétés exotiques, bien que l'on imagine mal d'ailleurs que leurs "pensées primitives" respectives puissent être facilement appréhendées d'une manière unique. En fait, nous ne jugeons plus, comme le faisait Lévy-Bruhl, la pensée primitive à l'aune de notre pensée rationnelle et analytique. Comme le dit très bien André Régnier: « Sans cette projection de notre propre manière d'appréhender le monde, la participation ne peut être contradictoire: ce n'est donc pas par son rapport à la logique qu'il faut situer la pensée primitive et l'opposer à la nôtre, mais par sa représentation du monde radicalement différente de

¹ - Ce terme de "prélogique" est pris dans un sens quasi-historique par le psychanalyste Imre Herman non pour qualifier un quelconque *manque* mais pour justifier une évolution très hypothétique et assez curieuse: « La science de la logique serait un prolongement tardif et pour ainsi dire sublimé de la façon de penser magico-mystique et totémique. » [HER24 pp. 116-117; voir également REG66 pp. 131-139].

celle que la logique suppose. La participation exclut la représentation analytique et c'est par là qu'elle nous apparaît irrationnelle, mais elle ne contredit pas la logique elle-même, elle échappe à sa juridiction. Comparer la pensée primitive à la nôtre ne peut donc se faire au niveau de la logique, mais seulement au niveau de leurs représentations du monde respectives. » [ibid. p. 292]. Mais comment juger des représentations du monde ? Sur ce point, les anthropologues et le bon sens s'accordent à dire que l'étude du langage constitue un moyen privilégié pour accéder à ces représentations. La thèse fondamentale des philosophes du langage formateur se retrouve donc chez les ethnolinguistes. En fait, l'idée d'une influence du langage sur la représentation du monde s'est naturellement imposée au moment où l'on a commencé à étudier sérieusement les langues exotiques; et la thèse connue sous le nom de Sapir-Whorf n'a pas de liens directs avec celles des philosophes très brièvement évoqués plus haut. Il n'est donc pas étonnant que les premiers théoriciens des "représentations primitives du monde" furent des anthropologues et linguistes. En approfondissant des idées exprimées pour la première fois par Edward Sapir, Benjamin Whorf entreprend une véritable "démonstration" de la corrélation qui existe entre les représentations du monde et le langage. Son premier principe affirme qu'il n'existe pas de langues supérieures à d'autres; c'est d'ailleurs un corollaire immédiat de ce que j'ai appelé le *postulat humaniste*. Il est alors naturel d'admettre la pluralité et même la validité des représentations du monde décrites par les diverses langues. Pour Whorf, les différentes langues segmentent la réalité de différentes façons. Mais il attribue également un sens épistémique à ces descriptions du monde réalisées à l'aide du langage. Ainsi, de par la grammaire de sa langue, un indien Hopi n'aura pas du tout la même conception du temps et de l'espace qu'un Occidental. Si les représentations du monde sont différentes, c'est parce que les faits sont dissemblables pour des locuteurs dont l'arrière-plan linguistique en donne une formulation dissemblable [WHO56 p.164]. Une certaine distance linguistique, un certain contraste entre les langues sont nécessaires pour que ce phénomène devienne manifeste. Il est évident de ce point de vue que la représentation occidentale du monde peut prétendre à une unité et à un consensus parce que nos langues sont, dans leur grande majorité, structurellement proches. La représentation scientifique ou rationnelle du monde nous donne l'impression d'être a-culturelle et universelle parce qu'il en existe déjà les fondements au sein des langues indo-européennes qui sont de loin dominantes dans l'aire culturelle occidentale. Whorf va même plus loin en ce qui concerne l'influence supposée de la langue sur le développement de notre civilisation et inverse totalement cette perspective. Pour lui en effet, « ce que nous appelons la "pensée scientifique" n'est qu'une spécialisation du langage indo-européen de type occidental... » [ibid. pp. 123 et 184] ⁽²⁾.

² - Cette opinion originale a été reprise par Feyerabend et poussée plus loin encore dans ses conséquences épistémologiques. Car si Whorf pensait encore en termes de "représentation" d'une réalité, d'un monde objectif unique et indépendant de chaque observateur, Feyerabend estime que des locuteurs différents posent des faits différents. Ce n'est d'ailleurs pas, semble-t-il, une idée extrêmement nouvelle. Dans l'ouvrage que nous avons mentionné, Schaff parle par exemple de certains kantien extrémistes qui pensent que le langage crée le monde, et il estime bien sûr qu'ils ont une position fantastique et mystique [SCH64 p. 199]. Le solipsisme épistémologique est moins
(suite de la note page suivante)

La numération constitue un bon exemple de manifestation de la relativité des représentations du monde, de plus assez proche des préoccupations habituelles des scientifiques. Whorf relève que la langue Hopi possède une nuance qui n'existe pas dans les langues occidentales; elle distingue des pluriels réels et des pluriels imaginaires, en sorte que les nombres cardinaux ne seront appliqués qu'à des collections réellement imaginables pour un indien Hopi. Pour les autres pluriels non perçus objectivement, le Hopi empruntera une tournure linguistique contournée utilisant un nombre ordinal. Ainsi, puisque la langue Hopi ne considère pas le futur à notre manière, il n'existe pas d'expression comme "dix jours" et l'on doit dire "jusqu'au onzième jour". Autrement dit, le concept de nombre cardinal Hopi ne recouvre pas exactement le nôtre. La distance culturelle serait d'ailleurs encore plus sensible si l'on s'intéressait à des langues comme l'esquimo sud-groenlandais avec son système fini basé sur les doigts des pieds et des mains (et ne dépassant donc pas le nombre 20), une certaine langue indienne, le tchipewayan, où les nombres diffèrent selon qu'il s'agit de personnes ou de choses, des langues australiennes où l'on ne dépasse que rarement le nombre 3, ou même le parler dravidien andaman où la numération semble manquer... Or, si l'on accepte à la fois la relativité des représentations du monde sur la base de leurs déterminations linguistiques et le point de vue de Feyerabend, doit-on aussi accepter une relativité culturelle des fondements de l'arithmétique ? Qu'est-ce que cela veut dire ? Quels sont les rapports de valeur ou d'utilité que posent l'acceptation de la relativité du concept de nombre ? Quels problèmes insurmontables apparaissent immédiatement lorsque l'on considère avec la même valeur épistémologique le référentiel ordinaire de notre arithmétique, N , et une sorte de système apparemment élémentaire du type $\{1,2,3,\text{beaucoup}\}$? Si pour nous le terme *arithmétique* renvoie à N et non à $\{1,2,3,\text{beaucoup}\}$, c'est en vertu de notre représentation du monde, de notre vie quotidienne et commerciale, de notre culture scientifique qui ont besoin de N . Nous sommes familiers avec le type de nombre que cet ensemble recouvre et en conséquence nous estimons que le terme *nombre* renvoie immédiatement à cette conception du nombre entier et pas à autre chose. Mais si l'on prête aux protagonistes d'un système du type $\{1,2,3,\text{beaucoup}\}$ des objectivations conceptuelles analogues aux nôtres (bel exemple de projection culturelle...), leur concept de nombre est totalement différent, leur arithmétique est incommensurable à la nôtre pour reprendre une terminologie que nous commençons à bien connaître. Et si l'on poursuit ce

flagrant chez Feyerabend et ses thèses sont bien moins irréelles quoique aussi contestables. Après une longue analyse de la vision du monde chez les Grecs, il postule que la relativité des représentations culturelles du monde et l'incommensurabilité des paradigmes sont des notions similaires: « les vues des scientifiques et spécialement leurs vues sur les sujets de bases sont souvent aussi différentes les unes des autres que le sont les idéologies des différentes cultures. » [FEY75 p. 271]. Ce rapprochement entre les conceptions de Kuhn et de Whorf tend même vers une assimilation et constitue un argument central de l'anarchisme épistémologique. À titre anecdotique, j'en profite pour signaler qu'il existe même un modèle mathématique commun aux thèses de Kuhn et de Whorf [cf. PAU80]. Nous avons là l'une des manifestations de la "formalité" aiguë qui atteint jusqu'à la philosophie - maladie qui, elle, n'est pas anecdotique... (la notion d'*air de famille* n'y a pas échappé non plus [cf. CAM65]...).

raisonnement, le statut de nos sciences et en particulier celui de notre logique et de nos mathématiques est relativisé. Les nombres, nos nombres, existent-ils en dehors de notre vision du monde, de notre mathématique ? Non, répond catégoriquement la thèse de la relativité des représentations du monde, mettant ainsi un terme au réalisme à l'aide d'une sorte de "relativité culturelle de l'ontologie" en arithmétique.

En ce qui concerne la logique, la thèse de Whorf soutient également le relativisme. Puisque la distinction sujet/prédicat (grosso modo: substantif/verbe) n'existe pas dans toutes les langues, et en particulier en Hopi, Whorf estime qu'il s'agit là d'une distinction arbitraire, une "catégorie implicite", un "cryptotype" selon ses propres termes. Or cette dichotomie absolument fondamentale est au cœur de la formulation aristotélicienne de la logique et de notre calcul des prédicats. Là comme en arithmétique, il existe donc une part d'arbitraire dans notre conception de la logique; et on peut imaginer, sur l'exemple de la relativité des catégories linguistiques ou des conceptions du nombre, une relativité des façons de penser logiques, et même, d'autres mathématiques [ibid. pp. 168 et 180-181]. Il est remarquable que, en partant de prémisses analogues - l'influence du langage sur les représentations du monde -, mais en utilisant des argumentations très dissemblables, Wittgenstein et Whorf aient conclu leurs réflexions par la thèse de la relativité de la pensée scientifique occidentale - et singulièrement, de la logique, tant il est vrai que toute réflexion sur les sciences finit par se focaliser sur leur socle (ainsi que nous sommes en train de le faire !).

Même si elles restent floues et bien sûr éminemment contestables, ces conclusions convergentes des philosophes du langage formateur et des ethnolinguistes sont importantes pour notre sujet. Car comme nous l'avons vu dans notre première partie, l'un des buts principaux de l'épistémologie positiviste consiste à singulariser et démarquer la science comme représentation privilégiée du monde en face d'un conglomérat "métaphysique" auquel on ajoutera donc (ce qui ne simplifie pas sa typologie) les "pensées primitives ou sauvages". Les thèses de provenances diverses concernant la relativité des représentations du monde sont alors troublantes. La solution consiste à ne pas concevoir cette relativité comme un véritable principe épistémologique. On peut seulement dire que cette issue relativiste n'est plus uniquement épistémologique, mais devient éthique, et par là se rattache donc paradoxalement à la métaphysique. Tous les principes de tolérances sont justes autant que peuvent l'être les principes, et les arguments des philosophes du langage formateur et des ethnolinguistes nous confortent dans la condamnation de l'absolu du point de vue occidental; il reste sa spécificité et son efficacité indéniable que l'on peut très bien prétendre expliquer sans que cette entreprise ait pour but d'anéantir les représentations du monde plus fragiles - qui d'ailleurs subissent bien d'autres menaces plus graves que celle de la philosophie ! Il ne faut pas confondre l'entreprise anti-positiviste de dévalorisation ou mieux de "défétichisation" des prétentions de la science et son élimination ou sa dilution dans l'ensemble des cultures du monde nivelées par un *postulat humaniste*. Utilisant une conception trop radicale de la relativité/validité des représentations du monde, la position anarchiste de Feyerabend est au plus haut point discutable. Un texte de lutte contre le positivisme ne saurait suffire, car pour étayer et argumenter un combat contre la valeur de la représentation scientifique du monde et

non seulement contre son absolu, on ne peut se contenter de multiples *a priori* éthiques et détourner de leur véritable sens les arguments des philosophes du langage formateur et des ethnolinguistes - quand bien même sont-ils quelque peu complices... Si l'on refuse la règle du jeu épistémologique au motif de son conditionnement langagier irréductible ou de sa soumission à une morale métaphysique et à un tolérantisme axiologique extrême, on ne peut plus rien en dire; on rejoint alors l'indicible, et conformément à une illustre conclusion, on se tait... Assurément, la relativité des représentations du monde ne taxe pas la science de nullité; elle dénie seulement tout caractère d'universalité impérialiste à la connaissance scientifique. On ne peut plus parler des sciences qu'à l'intérieur d'une sorte de consensus culturel que l'on nommera faute de mieux *représentation occidentale du monde* - qui donc n'annexe pas les "pensées primitives ou sauvages", mais englobe néanmoins des étrangetés comme les parasciences ou la métaphysique. D'autres questions d'influence du langage reviennent alors de droit dans le champ de l'épistémologie sous la forme d'obstacles ou de conditionnements (3).

III.1.2. La multiplicité des logiques

Si, dans la discussion des éléments subjectifs de la connaissance, nous avons évoqué une certaine relativité des logiques, c'est bien sûr comme exemple-type de domaine réputé scientifique - et même pivot de la pensée rationnelle - où certains croient pouvoir déceler des éléments subjectifs, donc peu scientifiques et même métaphysiques. Après avoir examiné très brièvement les attaques conduites par les philosophes relativistes du langage formateur et les ethnolinguistes contre l'absolu de la logique, nous étudierons la chute de l'évidence logique d'un point de vue interne au formalisme logico-mathématique.

Il est bien connu que la crise des géométries non-euclidiennes est à l'origine de cette révision de notre point de vue sur les principes logiques. Au moment de leur découverte (Lobatchevsky 1829, Bolyai 1838), on a pu encore penser que ces théories devaient être vraies ou fausses. Actuellement, cette dernière question ne semble plus concerner que les cosmologistes, et encore ne posent-ils pas du tout le problème en ces termes. Le problème de la validité universelle du principe du tiers exclu s'est donc posé en même temps que l'abandon de l'évidence et de la primauté de la géométrie euclidienne. Tout se passe en effet comme si l'on ajoute à un système d'axiomes S une proposition P ou sa négation $\neg P$ (ici le postulat des parallèles d'Euclide ou l'une de ses négations). La seule question utile et légitime du point de vue métamathématique consiste alors à déterminer si $S \cup \{P\}$ et $S \cup \{\neg P\}$ sont des systèmes individuellement

³ - Par *conditionnements*, nous entendons par exemple une sorte de "réflexe" épistémologique que des phrases du genre « *La vitesse de la lumière est une vitesse limite* » provoquent en nous lorsque nous perdons le véritable sens de certaines lois; celle de l'addition des vitesses relativistes en l'occurrence. Petit problème d'influence du langage par rapport à l'ampleur des conséquences de l'hypothèse de Sapir-Whorf, mais réel problème néanmoins...

consistants; c'est-à-dire, de prouver qu'ils ne peuvent engendrer à la fois une proposition et sa négation - sinon, on pourrait en déduire ce que l'on veut, toute thèse serait un théorème comme disent les logiciens, et cela rendrait les mathématiques beaucoup trop faciles... Quand la condition essentielle de consistance est vérifiée comme dans le cas des géométries euclidienne et non-euclidienne, les deux systèmes $S \cup \{P\}$ et $S \cup \{\neg P\}$ coexistent parfaitement. Le principe du tiers exclu appliqué à P en tant que tel et isolément n'a plus aucun sens. Ce fut la première faille mathématiquement tangible dans la compréhension limpide de ce principe qui avait prévalu auparavant. Par la suite, on a découvert d'autres propositions analogues au postulat d'Euclide, par exemple la célèbre hypothèse du continu dans la théorie des ensembles ou même une équation diophantienne dans la théorie des nombres. Remarquons au passage que dans ces problèmes, le principe de non contradiction se trouve lui-même nécessairement projeté sur un plan métamathématique en excluant les théories non consistantes - et c'est un peu en poursuivant cette idée sur le plan de la philosophie de la connaissance que je suggère, dans la conclusion de cet essai, d'introduire la notion de *consistance rationnelle* (semblable à une sorte de principe de non contradiction épistémique) en lieu et place du concept positiviste de *démarcation* (analogue à un principe du tiers exclu épistémologique).

La théorie de la démonstration de Hilbert et ses multiples développements ont permis une véritable approche de la consistance des théories mathématiques. Or, on sait quelles furent les limites des démonstrations de consistance. Les théorèmes de Gödel et d'autres ont mis un terme à la prétention d'atteindre la possibilité de tout démontrer à l'intérieur d'un même système. En particulier, la non contradiction de l'arithmétique est une méta-proposition indécidable avec les seuls moyens de l'arithmétique. Les limitations métamathématiques furent de ce point de vue l'aboutissement épistémologique des premières attaques inaugurées par les géométries nouvelles contre la signification claire du principe du tiers exclu. On ne peut plus être sûr *a priori* d'atteindre la vérité ou la fausseté de certaines propositions mathématiques. Mais cette affirmation demande à être expliquée; car en vertu de quoi postulons-nous la vérité d'une proposition en dehors de sa démonstration technique effective sinon une application tacite et intuitive d'un principe du tiers exclu omniscient ?

Au début du siècle, un courant d'idées au confluent de la philosophie, de la logique, des mathématiques et même de la linguistique (4) a donc conforté les logiciens dans la possibilité d'autres logiques. La logique aristotélicienne avec ses principes duaux de non contradiction et du tiers exclu devait devenir aussi évidente et primitive

4 - Voici un autre exemple classique - très différent de l'hypothèse de Sapir-Whorf - de cet aspect linguistique. Une grande partie des remarques de Russell concernant l'analyse du principe du tiers exclu sont autant des paradoxes sémantiques que logiques. Ainsi, sa célèbre proposition P : *L'actuel roi de France est chauve* et sa négation sont toutes les deux fausses, car P est la conjonction des deux propositions P_1 : *Il existe un individu nommé roi de France* et P_2 : *Cet individu est chauve*. Comme P_1 est fausse, les deux propositions P et $\neg P$ que l'on peut analyser respectivement comme $P_1 \wedge P_2$ et $P_1 \wedge \neg P_2$ sont fausses toutes les deux, et ceci viole le principe du tiers exclu. Pour élucider cet imbroglio logico-sémantique, on doit sortir du seul calcul logique. L'énoncé P_2 n'est ni vrai ni faux; il n'a pas de sens puisqu'il suppose la vérité de P_1 qui n'est elle-même pas acquise. La logique classique n'est pas applicable sans une sémantique appropriée.

que la géométrie euclidienne; sans doute la plus importante et la plus utile des logiques, mais pas pour cela unique (5).

A partir de 1920 environ, la contingence de la logique classique est concrétisée par l'apparition de nombreuses logiques alternatives: logiques multivalentes, modales, probabilistes, quantiques... Même les intuitionnistes (6) construisirent une logique consistante en accord avec leurs exigences philosophiques et où, donc, le principe du tiers exclu est remplacé par un principe de l'absurdité de l'absurdité du tiers exclu que l'on peut formuler ainsi: $\neg\neg(P \vee \neg P)$ est un axiome. Cela les a d'ailleurs obligé à abandonner ou à reformuler des pans entiers des mathématiques, mais c'est là une autre histoire. Les critiques philosophiques adressées à l'évidence logique prennent enfin corps dans des théories formelles consistantes. Les principes de double négation et du tiers exclu rejoignent le postulat d'Euclide dans la liste des évidences éternelles déchuës. Dès lors, après que ces deux principes aient perdu leur inéluctabilité, la voie devenait ouverte pour une interprétation "ontologique" de ces logiques non-standards. Sans y insister, il est important de remarquer que ces logiques supportent mal une interprétation sans que celle-ci n'apparaisse quelque peu artificielle; elles modélisent difficilement les règles de l'entendement qui, somme toute, se satisfont fort bien du canevas aristotélicien... Une logique à trois valeurs par exemple postule qu'il existe, en plus des énoncés vrais ou faux, des énoncés non vérifiables et non falsifiables qui correspondent à la tierce valeur. Mais que dire alors d'un tel énoncé tiers ? Correspond-il à un énoncé indécidable au sens de la théorie de la démonstration ? À un énoncé dépourvu de signification au sens de l'empirisme logique viennois ? À un énoncé où le *vrai* et le *faux* sont imbriqués au sens de la dialectique ? À un événement probable au sens de la théorie des probabilités ? À un futur contingent ? À une proposition plausible au sens de la logique inductive de

⁵ - Avec une connotation à la fois ontologique et fictionnaliste qui nous est devenu étrangère, cela était déjà envisagé par Boole qui déclare à propos des lois de base de sa logique: « ... Si elles étaient autres qu'elles ne sont, le mécanisme entier du raisonnement, que dis-je, les lois et la constitution même de l'esprit humain en serait radicalement modifiées. Il pourrait certes y avoir une logique; ce ne serait plus celle que nous possédons. » [BOO47 introduction].

⁶ - Les intuitionnistes, dont le plus célèbre fut L.E.J. Brouwer, considèrent que les objets mathématiques doivent être construits pour exister. Les intuitionnistes n'admettent pas la quantification $\exists x$ à la manière formelle habituelle *Il existe un x*, mais exigent que l'on soit en mesure de l'interpréter comme *Une entité x a été construite*. En ce qui concerne la logique, ils refusent de faire usage de la loi du tiers exclu dans le sens où l'on admet la proposition $(P \vee \neg P)$ même si l'on ne sait prouver ni P , ni $\neg P$. Brouwer a même soutenu une conception très proche de la thèse de Sapir-Whorf en considérant la croyance en l'universalité du principe du tiers exclu comme un fait ethnographique: « Le dogme de la validité universelle du principe du tiers exclu est un phénomène historique de civilisation, comme les croyances anciennes dans le caractère rationnel de π ou dans la rotation du firmament autour de la Terre. » [BRO48]. Le principe du tiers exclu n'a jamais cessé d'être débattu en mathématiques. Il est récusé actuellement par un philosophe non-intuitionniste comme Marco Panza pour qui « la solution consistant à accepter toute démonstration par l'absurde - ou, ce qui revient au même, celle d'introduire le principe du tiers exclu, sous une forme quelconque, dans toute théorie mathématique - est inacceptable. [...] Il vaut beaucoup mieux - si une démonstration différente ne peut pas être rédigée - se résigner à introduire un nouvel axiome et augmenter ainsi la force démonstrative du système. » [PAN95 p. 128].

Pólya ? Et la liste des interprétations possibles n'est pas close puisque Susan Haack recense dans son ouvrage *Deviant Logic* une dizaine de ces logiques formelles à trois valeurs [HAA74]. Avec un peu de ténacité bibliographique, on pourrait d'ailleurs probablement augmenter substantiellement ce nombre. Il existe de plus des logiques multivalentes d'ordre supérieur et chacun de ces systèmes a fait l'objet de plusieurs interprétations... En règle générale donc, en face des interprétations difficiles et divergentes des nombreuses logiques non-standards, la logique classique apparaît bien plus qu'un simple formalisme; elle reste incomparablement plus signifiante. Les logiques multivalentes ne sont en comparaison que « de la logique par analogie: en réalité il s'agit de théories non interprétées ou d'algèbre abstraite. » [QUI75 p. 124] (7). Nous tenons là cependant une parenté certaine et fondamentale du relativisme/nominalisme de Quine avec la relativité des représentations du monde. En effet, ce relativisme rend incommensurables des doctrines différentes tant sur le plan mathématique que culturel. À l'instar des logiques déviantes, « les logiques de deux cultures seront au pire incomparables, et jamais en conflit, car un conflit ne ferait que rendre notre traduction douteuse. » [ibid. p. 143]. Mais la solution de Quine ne peut être vue seulement comme un succédané de l'hypothèse de Sapir-Whorf appliqué aux sciences - à la manière de Feyerabend par exemple. Car dans la multiplicité formelle, on doit choisir. Et notre choix d'une "bonne" logique ne se fait pas parmi un ensemble de logiques concurrentes qui, à la vérité, n'existent guère qu'à l'état d'ectoplasmes épistémologiques (à l'exception peut-être des logiques quantiques). Ce sont plutôt les logiques non-standards, les arguments des philosophes du langage formateur, ceux des ethnolinguistes et, dans une moindre mesure, les critiques des philosophes de l'heuristique comme Pólya et Lakatos qui ont troublé l'absolu des lois logiques. On est en droit de douter que les propositions de la logique ou des mathématiques puissent être connues *a priori* (8).

⁷ - Si Quine veut établir ici que les logiques multivalentes et plus généralement déviantes sont en fait des rivales factices de la logique classique, des "logiques de paille", il convient de rappeler que son argumentation ne fait pas l'unanimité puisqu'elle est, par exemple, solidement critiquée dans le livre déjà cité de Susan Haack. Putnam pense également que les logiques non-standards sont de même nature que les géométries non-euclidiennes et peuvent recevoir des interprétations [PUT75 p. 169]. Avec Reichenbach, il a d'ailleurs proposé au début de sa carrière des interprétations des logiques de Lukasiewicz et Post; il a également étudié l'impact épistémologique de certaines logiques sur la compréhension de la théorie quantique.

⁸ - On peut se demander à ce propos dans quelle mesure la "proximité de la base axiomatique" aide à accepter cette notion de "révisabilité" des propositions mathématiques. Par exemple, la relativité axiomatique des résultats "contradictaires" de Gödel et Gentzen est bien comprise. Un mathématicien renommé estime ainsi qu'après avoir « ébranlé notre conception de la vérité mathématique, le théorème de Gödel nous semble maintenant assez naturel, et en fait même quelque peu trivial » [RUE91 p. 191]. Naturel, sûrement. Trivial, c'est moins sûr. Tout au moins pour ce qui concerne les prolongements modernes des travaux sur l'incomplétude. On a ainsi pu démontrer que le théorème d'incomplétude de Gödel est équivalent à l'assertion selon laquelle on ne peut pas toujours prouver qu'un programme d'ordinateur puisse s'arrêter ou produire un résultat. Gregory J. Chaitin a montré également en étudiant les propriétés des programmes qui peuvent produire (ou non) une infinité de résultats que des propositions indécidables encore plus « dévastatrices » [*devastating undecidable propositions*. CHA87 p. 2] existent dans la théorie des

(suite de la note page suivante)

Peut-on décider de l'adoption ou du rejet d'une interprétation ontologique autrement que par empirisme ? Possède-t-on des moyens philosophiques autres que pragmatiques et utilitaristes pour introduire une note de réalisme dans un relativisme inconsistant et indécis ? Dans le cas par exemple de la multiplicité des principes des "n exclus" (extensions du tiers exclu) que le formalisme des logiques déviantes autorise, c'est la simplicité ⁽⁹⁾ et bien sûr la consistance des axiomes de bases de ces logiques qui permet l'acceptation de leur relativité, plus que l'interprétation de ces tiers exclu dont le seul naturel, malgré l'omniscience qu'il implique et l'ontologie platonicienne qu'il supporte reste encore le tiers exclu aristotélien.

III.2. Métaphysique platonicienne: le constructivisme

Si l'on accepte, même prudemment, une certaine relativité de la connaissance logico-mathématique pressentie par les philosophes du langage et les ethnolinguistes (et supportée par les réalisations formelles non-standards) comment expliquer les tendances réalistes très fortes qui existent en logique et en mathématiques ? Des mathématiciens ont ainsi estimé que leur discipline est une partie des sciences de la nature (Pasch) étudiant des objets aussi réels que ceux de la zoologie (Russell). La plus célèbre et remarquable des professions de foi réalistes reste encore celle de Charles Hermite qui affirmait: « Je crois que les nombres et les fonctions de l'Analyse ne sont pas un produit arbitraire de notre esprit; je pense qu'ils existent en dehors de nous, avec le même caractère de nécessité que les choses de la réalité objective, et nous les rencontrons ou les découvrons, et les étudions, comme les physiciens, les chimistes et les zoologistes. » [BOU69 p. 30]. Ces interprétations ultra-réalistes étaient au début du siècle au moins aussi répandues que les opinions diamétralement opposées de l'idéalisme ou du conventionnalisme pour qui les nombres, par exemple, sont une construction de notre esprit (Dedekind, Hankel, etc.). Le triomphe du formalisme eut au moins le mérite de vider les interprétations réalistes de leur sens ontologique. Dès les années cinquante, un auteur comme Georg Kreisel avait déjà signalé avec vigueur

équations diophantiennes. Nous sommes donc sur le point d'imaginer la quasi-relativité de théories ou de résultats proprement mathématiques, qui prennent, peut-être à cause de leur éloignement des axiomes des théories concernées, une connotation ou même une signification ontologique très forte (que l'on songe seulement à la transcendance du nombre π , prototype de l'énoncé mathématique prenant un sens réaliste, réifié comme étant une propriété aussi "palpable" que la dureté intrinsèque de l'acier, et par conséquent reçu comme non révisable...). Les mathématiciens et les philosophes attendent fébrilement la démonstration de propositions "cataclysmiques" pour amplifier l'expression de Chaitin; quelques conjectures de la théorie des nombres premiers pourraient, selon certains, se révéler l'épicentre d'un tel cataclysme. Encore un effort et les mathématiques atteindront enfin les sphères de la transcendance où l'on peut croire ou ne pas croire... (à moins plus probablement que nous soyons en train de vivre une révolution conceptuelle analogue à la crise des irrationnelles...).

⁹ - L'argument de la simplicité technique était déjà invoqué par Poincaré pour justifier la primauté de la géométrie euclidienne sur les autres géométries.

qu'une véritable philosophie réaliste n'a rien à voir avec la question de l'existence des entités mathématiques mais a trait au problème de l'objectivité des mathématiques. Sur ce point, plus personne à ma connaissance n'ose encore poser le problème en termes platoniciens d'existence *en soi*. Si nous attribuons une existence aux nombres, c'est peut-être en vertu de multiples arguments philosophiques qui s'avèrent parfois complexes (cf. [PAS95]), mais plus prosaïquement sans doute parce que nous sommes familiers avec eux ⁽¹⁰⁾. C'est effectivement en termes opérationnalistes d'*attribution de l'existence* qu'une solution est donnée indépendamment par Wittgenstein et par Quine à cet éternel balancement stérile entre nominalisme/idéalisme et réalisme. Déjà pour Wittgenstein, « l'arithmétique ne parle pas des nombres, mais elle travaille avec des nombres [et ainsi] il n'y a pas de nombre en dehors d'un système. » [WIT30, 109 et 188]. Et Quine dit à peu près la même chose: « On ne peut pas dire absolument ce que sont les nombres; il n'y a que de l'arithmétique. [...] il n'y a pas de sens à dire ce que sont les objets d'une théorie, on peut tout juste dire comment interpréter ou réinterpréter cette théorie dans une autre. » [QUI69 pp. 58 et 63]. Dans le formalisme expliqué par le relativisme ontologique de Quine, il en est des objets mathématiques comme de leur définition axiomatique. Moyennant certains contrôles, l'hygiène minimale et bien naturelle de la non contradiction par exemple, *ils existent*; on peut parler d'objets, en termes réalistes donc; mais ce statut ontologique reste relatif et révisable. Si j'ai des scrupules à les intégrer à mon univers mathématique, si je ne peux les concevoir comme objets ou même tout bêtement (!) si je ne les comprends pas, je les refuse; mais personne n'est obligé de me suivre dans ce rejet parce que je ne saurai inventer d'arguments contre cette interprétation ontologique, sinon des arguments philosophiques toujours réfutables. Philosophiquement, cela revient à troquer une métaphysique réaliste ou platonicienne contre une métaphysique subjectiviste qui, paradoxalement, peut conduire à appauvrir et entraver l'univers conceptuel exactement de la même façon que pour l'intuitionnisme. Rien n'interdit en effet que j'ai quelques idées bien arrêtées sur ce qui est valide et licite en mathématiques; mais il se peut alors que certains "interdits" ou certaines préventions intuitionnistes me privent de quelques théorèmes qui m'auraient fait plaisir et sont acceptés par d'autres qui n'ont pas les mêmes tabous ontologiques que moi. On sait qu'il s'agissait là, à l'époque des fameux débats sur les fondations des mathématiques, de l'argument choc du formalisme contre l'intuitionnisme et subséquemment, contre toute philosophie réaliste et trop tolérante envers l'intuitionnisme. Il est manifeste que la relativité ontologique n'est pas loin de prêter le flan à cette même critique.

¹⁰ - Avec les plus petits d'entre eux tout au moins; les grands nombres ne nous sont en effet accessibles qu'à travers une sorte de "principe d'induction de l'ontologie" fondé sur une technique d'écriture homogène, depuis les petits nombres facilement réifiés jusqu'aux plus grands et aussi loin qu'on le désire. Un tel procédé d'écriture des nombres est déjà décrit dans l'*Arénaire* d'Archimède. Ces techniques de représentation ou d'écriture des entités mathématiques jouent souvent un rôle capital non seulement dans ces questions de "statut ontologique" mais aussi, moins philosophiquement, dans l'avancement même d'une théorie. Ainsi, l'absence d'une représentation correcte des nombres complexes et leur statut d'imaginaires a longtemps retardé l'essor de la théorie des fonctions analytiques.

La question du statut "ontologique" des objets et concepts qui fondent les mathématiques et la logique appelle trois réponses traditionnelles:

- l'acceptation réaliste,
- le rejet nominaliste,
- l'acceptation empiriste et pragmatiste "parce que c'est bien commode ainsi".

Ce dernier point de vue est particulièrement bien illustré par Hilary Putnam: « Il n'y a aucune raison, en formulant des principes logiques, d'être plus puriste ou de se sentir plus contraint d'éviter une référence à des "entités non physiques" que dans le discours scientifique en général. La référence à des classes de choses - et pas seulement à des choses - est une façon de parler banale et commode. Si le nominaliste veut l'abandonner, il doit nous fournir une autre façon de parler qui fonctionne seulement aussi bien; et ce, pas uniquement en logique pure, mais également dans des sciences aussi empiriques que la physique qui est remplie de références à des entités "non physiques" tels que les vecteurs d'état, les hamiltoniens, les espaces de Hilbert, etc. Si jamais il y réussit, cela affectera notre manière d'exposer tous les principes scientifiques et pas seulement ceux de la logique» [PUT71 p. 17]. L'acceptation pragmatiste et la relativité de l'ontologie que nous venons d'examiner très rapidement ajoutent toutes deux une autre réponse; ce genre de problème n'a plus qu'un sens subjectif puisque quand on change de doctrine, on change de sujet (Quine). Les débats sur la question ontologique sont vidés de leur sens et se transforment alors en incommunicabilité entre mathématiciens d'opinions différentes, ou tout au moins en incommensurabilité si l'on retient la distinction de Kuhn ⁽¹¹⁾.

La relativité de l'ontologie de Quine et le réalisme pragmatique de Putnam constituent des tentatives d'évacuation des aspects métaphysiques du relativisme. Ces conceptions sont exemplaires d'une certaine philosophie des mathématiques. Le courant constructiviste que nous allons examiner maintenant brièvement est issu de l'intuitionnisme et effectue une démarche très différente. Nous venons de rappeler l'objection cruciale que la conception formaliste des mathématiques porte à l'encontre de l'intuitionnisme: cette philosophie ne peut admettre comme réellement admissible qu'une partie des mathématiques. Rappelons de même les critiques essentielles que formule l'intuitionnisme contre le formalisme; elles sont de deux sortes:

- Le formalisme possède des limitations syntaxiques dont les plus célèbres sont les résultats de Gödel et de Cohen. Selon un certain "intuitionnisme naïf", les exhibitions d'énoncés indécidables en mathématiques n'ont rien de surprenant puisque le principe du tiers exclu ne peut être appliqué de manière universelle ⁽¹²⁾. D'ailleurs, les

¹¹ - L'incommunicabilité entre mathématiciens d'opinions différentes était d'ailleurs déjà invoquée par Poincaré et Hadamard en guise de statu quo dans le débat réalisme/nominalisme [HAD45 p. 90].

¹² - Je dis "intuitionnisme naïf" parce que l'indécidabilité est évidemment relative à une axiomatique. Pour paraphraser Quine, quand on change d'axiomatique, un énoncé indécidable peut changer de statut. Ainsi, en 1963, Gödel réclamait des axiomes nouveaux au système de Zermelo et Fraenkel pour décider de l'hypothèse du continu, et Kreisel a conjecturé que cette même hypothèse est décidable dans un système du second ordre. La "naïveté" tient ici du conditionnement langagier (à la Whorf ?) puisque l'intuitionnisme naïf confond l'indécidabilité métamathématique et l'indécidabilité
(suite de la note page suivante)

intuitionnistes relèvent un hiatus incompréhensible dans le programme originel du fondement formaliste des mathématiques. Alors qu'en mathématiques proprement dites, *démontrer* signifie *déduire conformément aux règles du calcul*, y compris les règles usant de l'infini actuel et du principe du tiers exclu, dans la théorie de la démonstration initiale de Hilbert, on ne légitime que les procédés finitistes et *démontrer* signifie donc *montrer au moyen de raisonnements intuitionnistes*. Ainsi, en métamathématiques, de l'impossibilité de la non-existence d'une formule non-démontrable, on ne peut pas conclure à son existence cependant qu'on use, sans interdit de ce genre, de démonstrations par l'absurde en mathématiques [d'après HEY55 pp. 44 à 46]. Les intuitionnistes ne sont pas plus choqués par l'incomplétude gödelienne de l'arithmétique que du fait qu'on puisse y obvier, depuis les résultats de Gentzen, en abandonnant la restriction finitiste en théorie de la démonstration. Pour eux, l'omniscience qu'implique le principe du tiers exclu est la même en mathématiques classiques, formalistes, qu'en métamathématiques infinitistes; ils ne font pas la distinction hilbertienne entre énoncés *réels* et énoncés *idéaux*, tous doivent être réels et appartenir aux mathématiques.

- Le formalisme possède également des limitations et des insuffisances d'ordre sémantique. De même que le seul formalisme est insuffisant pour distinguer notre logique habituelle parmi la multiplicité formelle des logiques, nous avons besoin d'arguments d'ordre intuitif et sémantique pour éliminer les modèles non-standards de l'arithmétique de Peano ou de l'axiomatique de la théorie des ensembles - il s'agit là de l'interprétation essentialiste par Skolem du théorème de Löwenheim-Skolem ⁽¹³⁾; la "relativité de la théorie des ensembles" stipule en effet qu'on ne peut atteindre des absolus intuitifs comme la dénombrabilité d'un ensemble. La théorie des modèles non-standards a ainsi complètement anéanti les sentiments de familiarité et de réalité ontologique que l'on pouvait éprouver avec les modèles classiques.

Ces critiques bien connues de l'intuitionnisme envers le formalisme visent à mettre en évidence le caractère irréductible au seul langage formel du sens des énoncés mathématiques. Le postulat fondamental de l'intuitionnisme, et qui d'ailleurs déborde fort heureusement le strict intuitionnisme, prétend en effet que la mathématique n'a pas seulement une signification formelle, mais aussi un contenu [ibid. p. 15]. Il existe une herméneutique du formalisme que les constructivistes, les seuls dissidents de

empirique, c'est-à-dire le fait que l'on suspende la qualification *vrai* ou *faux* et même (*vrai ou faux*) (pris comme une seule proposition) d'énoncés provisoirement (?) non démontrés.

¹³ - Le "paradoxe de la relativité de la théorie des ensembles" décrit par Skolem peut s'exprimer ainsi en langage très intuitif:

Considérons la théorie des ensembles sous forme axiomatisée. D'après la construction de la diagonale de Cantor, il existe des ensembles qui, du point de vue de la théorie, sont non-dénombrables, c'est-à-dire, qui ne peuvent être mis en correspondance biunivoque avec l'ensemble des nombres entiers. Et ces ensembles apparaissent non-dénombrables dans tous les modèles de la théorie. Mais si l'on observe ces ensembles du point de vue de la métathéorie, de l'extérieur de la théorie si l'on peut dire, ils peuvent apparaître dénombrables [voir par exemple KLE71 pp. 326-336].

l'intuitionnisme non encore réduits à une *curiosité historique* ⁽¹⁴⁾, situent dans l'exhibition effective et explicite des objets mathématiques. Pour les constructivistes, les mathématiques doivent faire l'économie de l'inconstructible; selon leur conception, on doit *détruire* ou à tout le moins ignorer ce que l'on ne peut *construire effectivement*... En suivant ce point de vue effectiviste, les constructivistes puristes ont, par exemple, une conception peu classique des nombres réels; pour eux, seule la construction de l'analyse de Cantor-Méray est susceptible d'être sauvée moyennant éventuellement quelques artifices techniques; la construction de Dedekind est par contre irrémédiablement perverse puisqu'elle suppose l'appréhension immédiate et simultanée par notre pensée d'ensembles infinis. Par ce biais, on retrouve aussi dans le constructivisme le traditionnel privilège du *local* sur le *global*. Les constructivistes estiment ainsi que seuls les nombres réels effectivement exhibés sont susceptibles d'être connus - ou "connus avec précision" chez les moins radicaux d'entre eux. Des théorèmes sur la transcendance des nombres comme ceux de Baker sont pour eux décisifs par rapport aux théorèmes de seule existence parce qu'ils fournissent des déterminations effectives de nombres transcendants et de mesures de transcendance. Mais cette importance de l'explicite n'est pas différente, à notre avis, de celle qu'eût en son temps la construction de Liouville en face de la démonstration cantorienne de l'existence des nombres transcendants. Ce dernier résultat, contrairement à l'opinion de Lebesgue, reste important dans sa généralité sans que l'on ait besoin de savoir construire un nombre transcendant. Si l'on sait le faire, même pour des nombres transcendants un peu artificiels comme ceux de Liouville, c'est beaucoup mieux; c'est même tout à fait autre chose; mais cela n'enlève rien au résultat global. On ne peut pas dire que connaître un individu est incomparablement supérieur à tenter de cerner une population dans son ensemble. Un changement d'échelle ressemble parfois à un changement de sujet. La connaissance directe des individus ne doit pas conduire à oublier l'approche sociologique. L'actualité de l'infini et les résultats globaux en théorie des nombres sont si utiles qu'on ne peut guère se passer de les appréhender quasi-ontologiquement. Le constructivisme et l'effectivisme sont des conceptions parfois marquées de scrupules ontologiques extrêmes auxquels est applicable une règle d'Occam pragmatiste et utilitariste à la manière de Putnam - on ne doit pas multiplier les entités sans nécessité, certes, mais quand la nécessité en question semble inévitable et conduire à des résultats dont on n'imagine pas pouvoir se passer...

L'attitude du constructivisme est intéressante parce qu'elle peut être considérée comme une réponse (parfois caricaturale par son souci de pureté) aux flasques ontologies laxistes du formalisme/nominalisme en mathématiques et du

¹⁴ - Dixit Bourbaki - dont la conception des mathématiques est elle-même devenue une curiosité historique. L'intuitionnisme partage ce curieux privilège avec le néopositivisme d'avoir été singulièrement mal compris en France. Il serait tout de même temps que la postérité philosophique de l'intuitionnisme soit mieux considérée ici où l'on caricature encore bien souvent les intuitionnistes "historiques" (Brouwer, Heyting) tout en ignorant que le constructivisme reste très présent et stimulant dans la philosophie contemporaine des mathématiques (cf. Dummett, Bishop, Troelstra, Chihara, etc.) et n'a pas démerité dans l'histoire de cette discipline [cf. par exemple MAR95].

relativisme inconséquent en philosophie de la connaissance mathématique. Il existe donc en philosophie de la connaissance logico-mathématique et parfois au sein de la logique elle-même, un certain nombre d'arguments empreints de métaphysique. Les plus attractifs relèvent du subjectivisme et du platonisme à travers, respectivement, les interprétations relativistes du formalisme et les différentes versions constructivistes de l'intuitionnisme. Le réalisme ontologique et le pragmatisme constituent des thérapeutiques à la métaphysique de l'incommensurabilité, tandis que le relativisme et la "révisabilité universelle" sont des remèdes à la métaphysique platonicienne. Dans la chasse à la métaphysique au sein des fondements de la logique et des mathématiques, on est donc bien en présence d'une boucle épistémologique vicieuse qui pourrait être formulée ainsi: réalisme (constructivisme) → métaphysique platonicienne → solution de la relativité de l'ontologie ou du pragmatisme → nominalisme/subjectivisme (formalisme) → métaphysique de l'incommensurabilité → solution de la distinction ontologique → réalisme ⁽¹⁵⁾.

Mais nous n'en avons pas fini avec les "traces de métaphysique" dans les philosophies de la connaissance logico-mathématique.

III.3. Métaphysique de l'adéquation mathématique

Les philosophies du langage formateur et de la relativité de l'ontologie illustrent respectivement les aspects gnoséologiques et ontologiques des formes modernes du conventionnalisme suivant lequel il entre une part variable de convention dans toute représentation du monde. Mais depuis les grands ancêtres Duhem et Poincaré, le conventionnalisme conduit irrémédiablement au fictionnalisme, c'est-à-dire à la thèse qui voit dans les théories, les concepts et les lois scientifiques, des fictions utiles et cela seulement. En dernière instance idéaliste, le fictionnalisme estime qu'on ne peut rien dire d'objectif sur les entités réelles que les sciences prétendent décrire. Il prétend même dans sa forme ultime que l'existence objective du monde réel est un postulat métaphysique - prétention réfutée instantanément par la moindre chiquenaude (méthode qui constitue depuis toujours le meilleur moyen de réveiller les penseurs enclins au solipsisme...).

Le monde réel est rétif à ce genre de métaphysique parce que justement *il est réel*. En utilisant une image mathématique, nous "tournons" autour de la réalité à la

¹⁵ - Dans ce cycle, chacune des opinions estime bien sûr avoir la raison de son côté et rejette la métaphysique dans l'autre camp: « La conception formaliste des mathématiques est celle qui est exempte des penchants métaphysiques. » [CUR70 p. 51]. Qui peut encore croire que la réflexion sur les mathématiques soit définitivement à l'abri de conceptions analogues à l'approche démarcative positiviste ? Ces deux métaphysiques doivent pour nous être renvoyées dos à dos pour enraciner enfin la connaissance dans son processus de croissance; l'herméneutique du formalisme n'est pas le constructivisme ou la simplicité axiomatique, mais l'histoire, le projet et la pratique des mathématiques qui contiennent aussi l'objectivité qui manque au relativisme, qu'il soit culturel ou philosophique.

manière d'une suite convergente qui tend vers une limite. Non seulement il est commode d'objectiver la limite, "la réalité", mais aussi de lui attribuer les propriétés de ces différentes approximations en vertu d'une sorte de principe de Leibniz de la connaissance selon lequel *ce qui est vrai en deçà de la limite, l'est aussi à la limite* ⁽¹⁶⁾. La tâche de la science consiste alors à déceler et à mesurer l'écart entre les propriétés de la limite réelle et les propriétés des approximations théoriques en testant celles-ci, puis de construire de meilleures approximations qui fassent disparaître ou tout au moins atténuent cet écart.

En fait, la réfutation de la métaphysique idéaliste du fictionnalisme est inséparable de la pratique et du projet même des sciences. On ne peut guère poser la question ontologique en dehors des explications que les sciences prétendent apporter. La vérité ultime d'une théorie et l'ontologie qu'elle implique sont inaccessibles et idéalistes; seule l'*adéquation* de cette théorie possède un sens. Qu'est-ce donc que l'adéquation ?

Les théories scientifiques ont une valeur d'explication qui nous paraît dégagée de toute métaphysique, et en cela, démarquée des mythes, des religions ou des parasciences. Mais la question de l'explication *en soi* est elle-même empreinte de métaphysique si elle reste posée sous la forme de l'*intelligibilité* de la nature ou de l'*adéquation* des théories scientifiques - ces deux notions étant en fait deux formulations duales des rapports qu'entretiennent le "réel" et son modèle.

Puisque les méthodes mathématiques sont dominantes au sein des paradigmes "emblématiques" de l'épistémologie - à commencer par la physique -, nous restreindrons la question à examiner très sommairement la nature de l'applicabilité de ces techniques, à rechercher d'où les mathématiques tiennent leur puissance d'explication. Cette restriction du problème de l'adéquation aux seules mathématiques est peu justifiée, je l'accorde, mais on peut toujours postuler que les concepts non mathématiques utilisés dans d'autres sciences sont susceptibles d'analyses similaires; en tout cas, ce problème est par lui-même suffisamment ardu pour que ce ne soit pas seulement l'impérialisme de fait des méthodes mathématiques qui explique cette exclusive d'ailleurs traditionnelle en philosophie.

Avec René Thom, nous pouvons donner trois réponses au problème de l'accord des mathématiques et du monde inanimé:

« • La première attribue cet accord à une harmonie préétablie entre mathématiques et réalité. C'est le point de vue platonicien (ou plus exactement pythagoricien): Dieu fait toujours de la géométrie.

• La deuxième attribue l'apparition de la structure mathématique à un phénomène d'équilibre local, ou, comme on dit en mécanique, à la solution d'un problème d'extrémalité.

• La troisième attribue l'apparition de la structure (et les répétitions morphologiques qu'elle présente) à une hypothèse de genericité: en toute circonstance, la nature réalise

¹⁶ - Le philosophe gardera à l'esprit que ce principe exige une construction et des définitions soignées pour établir une propriété aussi simple que la continuité d'une fonction limite d'une suite de fonctions continues. Sans autres précisions, cette règle reste une "forme de loi" encore largement engluée dans la métaphysique...

la morphologie locale la moins complexe compatible avec les données initiales locales. » [THO74 pp. 24 et 133].

La première réponse est délibérément métaphysique, elle n'intéresse pas le débat scientifique et très peu l'épistémologie. Seule la seconde réponse peut être considérée comme scientifique puisqu'elle est parfois susceptible d'une vérification quantitative; que l'on se souvienne seulement des applications directes, quantifiables et vérifiables de ce principe d'extrémalité, par exemple la classique justification "minimaliste" de la propagation de la lumière selon Fermat. Quant à la troisième solution, celle que préconise l'auteur de la théorie des catastrophes, elle n'a pas un statut bien clair. Plus souple que le second point de vue, elle n'est pas incompatible avec lui. Thom propose ainsi implicitement une réponse hybride au problème de l'adéquation. Celle-ci serait expliquée *qualitativement* par une hypothèse de généralité et se traduirait *quantitativement* dans les phénomènes par un principe d'extrémalité. Ce dernier principe ne serait alors que la partie émergée d'une explication morphogénétique plus profonde et encore obscure, qui est en germe pour l'auteur dans la théorie des catastrophes. Les réponses données au "miracle" de l'adéquation des mathématiques à la nature sont ainsi relativement claires. La généralité et l'extrémalité semblent dégagées de la métaphysique pythagoro-platonicienne de l'harmonie préétablie.

Ceci ne signifie pas cependant que le problème de l'adéquation soit de la sorte affranchi des interrogations philosophiques. Rien n'est plus étranger à notre propos que de laisser croire qu'actuellement cette question soit en train d'échapper aux philosophes pour enfin, diraient certains, rentrer bien sagement dans le giron des sciences. Si les deux dernières réponses que donne Thom se cherchent actuellement une formulation moins "métaphysique" - par exemple dans la théorie des processus optimaux, celle des attracteurs, ou celle des catastrophes - les discussions philosophiques autour de ces réponses modernes restent encore très proches d'un principe universel au fort goût d'aphorisme métaphysique - du genre *Les voies de la nature sont les plus courtes* ⁽¹⁷⁾. En fait, si l'explicitation de l'adéquation des mathématiques à la nature est plus claire actuellement qu'à l'époque de Platon ou de Fermat, la question de savoir si ce problème reste plongé dans la philosophie ou s'il a enfin accédé au stade scientifique n'a guère d'intérêt. Elle peut même être considérée comme une interrogation typique de la *pensée démarcative*. Les principes d'extrémalité ou de généralité constituent à la limite une sorte de "loi transcendante" semblable à la "sympathie" de Posidonius entre le supralunaire mathématique et éthéré et le sublunaire physique et corruptible (voir § VII.1). On a simplement voulu détacher ces principes de leurs origines métaphysiques honteuses. Ce sont des principes métaphysiques laïcisés. Dans cet esprit refusant l'alternative démarcative entre la *science* et la *philosophie*, mieux vaut travailler à une nouvelle présentation de la question de l'adéquation, à la fois sur les terrains mathématiques et philosophiques,

¹⁷ - ...*les plus simples* disait Fermat. Ou bien, encore plus caractéristique, cette justification théologique du principe d'extrémalité que l'on doit à Euler: « Puisque la structure de l'Univers est la plus parfaite qui soit et qu'elle fut imaginée par le Créateur le plus sage, rien ne se produit où l'on ne puisse percevoir quelque raison de maximum ou de minimum ». La seconde réponse à la question de l'adéquation devient alors fort proche de la première.

plutôt que de se demander si telle approche est plus valable que telle autre; abondance de méthodes ne nuit pas (la philosophie en est une vis-à-vis de la métaphysique...), surtout quand les problèmes sont difficiles et controversés.

Le constat que l'on vient d'établir ne règle pas la question de la métaphysique sous-jacente à l'adéquation. Pourquoi en cherche-t-on la source dans la nature, dans un principe d'extremum ?

Voilà ma représentation du monde. Dire ceci, c'est déjà affirmer qu'il y a un monde et un discours sur le monde (voir § I.2). Si je trouve ce discours sensé, c'est parce qu'il existe une isomorphie partielle entre les deux termes et alors on ne peut guère échapper au réalisme platonicien des structures. Ce fameux réalisme des structures postulé par l'intériorisation à la Nature de sa propre intelligibilité est une variété sournoise de métaphysique platonicienne. C'est en ce sens que l'on détecte et relie les "métaphysiques" de l'ontologie et de l'adéquation. C'est aussi l'un des intérêts de la relativité de Quine que de faire l'économie de ce platonisme à la fois sur le plan ontologique et sur le plan de l'adéquation; avec toutefois un risque de métaphysique subjectiviste que l'on ne doit pas négliger. Et pourtant, malgré son intériorisation à la Nature, le problème de l'adéquation doit être formulé dans la théorie de la connaissance. Il est certes tentant de parler de l'intelligibilité de la Nature en termes ontologiques du type "extrémalité" ou "généricité"; mais on doit se souvenir que *l'adéquation d'une théorie est un problème épistémologique inséparable du projet ainsi que de l'histoire de la théorie considérée* (quand bien même la théorie préexistait à toute application) et qu'il reste nécessaire de briser la dualité relevée précédemment entre intelligibilité et adéquation. À l'image des problèmes que posent le relativisme subjectiviste et le réalisme ultra de type platonicien, l'intelligibilité de la nature et l'adéquation mathématique sont intérieures à la genèse des sciences et à leur pratique; il est de la nature du travail scientifique d'utiliser les mathématiques; et les rapports qu'entretiennent le *modèle* théorique et le *réel* physique sont propres à l'histoire du *modèle*, pas à la nature du *réel*.

En conclusion, les "traces métaphysiques" décelées dans la philosophie de la connaissance logico-mathématique et jusque dans les fondements mêmes des mathématiques, qu'elles soient subjectivistes, platoniciennes ou de l'adéquation ⁽¹⁸⁾, ne sont que les aspects ontologiques que prennent les problèmes gnoséologiques - dont les véritables solutions tiennent donc dans l'histoire et la pratique des sciences; et ceci est dû à la forme particulièrement attractive et peut-être inévitable qu'adoptent ces

¹⁸ - Ce ne sont pas les seuls endroits où la métaphysique transparaît en filigrane dans les mathématiques contemporaines. On peut encore citer par exemple certaines argumentations concernant la "thèse de Church" sur l'identification des fonctions effectivement calculables (notion intuitive et quasi-empirique) aux fonctions récursives (concept logico-mathématique). Cette thèse peut facilement aboutir à une conception quelque peu mécaniste et insatisfaisante mais elle reste confirmée par toutes les définitions équivalentes à la récursivité; son acceptation n'est pas d'ordre mathématique mais pragmatique et *a fortiori* son dépassement ne peut guère éviter les ratiocinations métaphysiques.

problèmes lorsqu'ils sont posés de manière idéaliste comme intériorisés aux théories en question ou à la Nature.

CHAPITRE IV

LA COSMOLOGIE LABORIEUSEMENT SCIENTIFIQUE

IV.1. Quand est née la cosmologie scientifique ?

Depuis Platon et grâce en grande partie à leur statut traditionnel de sciences hypothético-déductives, la logique et les mathématiques sont le lieu de rencontre habituel des sciences et de la philosophie. Et en étudiant la connaissance logico-mathématique au chapitre précédent, nous avons un peu sacrifié à l'usage et guère quitté de fait le débat proprement philosophique. La cosmologie quant à elle donne l'impression que sa scientificité parfois controversée relève tout autant d'argumentations techniques internes que de discussions philosophiques ou métaphysiques.

La démarcation par consensus paradigmatique, qui semble immédiate et inattaquable, rencontre en réalité de multiples difficultés au cours de l'histoire des sciences. Il n'est pas toujours aisé d'accepter une discipline ou une doctrine comme scientifique, ou de la rejeter comme non scientifique. Dans toutes les révolutions scientifiques, au sens de *changement de paradigme*, la discussion est vive à l'intérieur du groupe des spécialistes; le consensus est long à se mettre en place, en bref, la démarcation est plongée dans l'histoire de la théorie.

Comment et quand se pose le problème de l'accession de la cosmologie au stade scientifique ? À quel moment peut-on dire qu'elle est passée du stade de paradigme pré-scientifique ou même métaphysique à celui de paradigme scientifique ? Nous choisissons d'étudier la cosmologie de ce point de vue pour illustrer le fait que le doute ne règne pas seulement à propos de théories "souffre-douleur" de l'épistémologie positiviste comme la psychanalyse ou le marxisme - ou bien dans les hauteurs conceptuelles de la logique - mais également au cœur même des sciences physiques...

Les historiens des sciences antiques se plaisent à distinguer les premiers systèmes cosmologiques grecs (de Thalès à Démocrite) des cosmologies religieuses et mythiques antérieures. Citons à titre d'exemple les immenses mérites qu'un spécialiste de la science hellène relève dans la cosmologie de Thalès de Milet: « [Il] a été le premier à poser correctement le problème de la science, à concevoir la possibilité d'une connaissance du monde essentiellement fondée sur la raison, à définir quelques-unes des exigences de cette dernière, et enfin à comprendre la nécessité de ramener la multiplicité des phénomènes à l'unité structurale d'un principe. [...] On ne saurait exagérer l'importance de l'hypothèse cosmologique de Thalès. Dans sa simplicité merveilleuse, elle enferme un des germes les plus féconds de la pensée scientifique. [...] [Thalès] est aussi, en un sens, le véritable fondateur de la science cosmologique. Ici, sans doute, il est plus difficile [qu'en géométrie], aujourd'hui, d'apprécier son œuvre équitablement. Les antiques conceptions du physicien d'Ionie nous semblent

puériles, et toutes pareilles à ces balbutiements des enfants qui découvrent le monde extérieur. Eh bien ! ne craignons pas de le dire, c'est là une erreur de perspectives ! Nous ne devons pas juger la valeur des systèmes de nos premiers savants d'après nos idées actuelles; ce serait nous exposer à commettre non seulement une grande injustice, mais aussi une très grave faute de jugement. Car ce qui importe, dans ces systèmes, c'est moins leur contenu, qui fut de bonne heure caduc, que leur forme hardie, simple, et universelle. » [BAC51 pp. 44-45-64]. Il est intéressant de comparer cette opinion enthousiaste envers l'un des fondateurs de la science grecque, avec celle, beaucoup plus mesurée et critique, de deux cosmologistes contemporains. Chacun semble défendre sa spécialité et tirer à soi la couverture de la respectabilité scientifique; l'historien des sciences magnifie la cosmologie de l'Antiquité tandis que le cosmologiste moderne minimise son importance: « Certes, l'élaboration des premiers systèmes du monde remonte à l'Antiquité grecque. Ces édifices fragiles étaient assez peu guidés par les premières observations astronomiques et s'inspiraient surtout de l'esthétique ou de la métaphysique de l'époque... [Ainsi par exemple dans le système des sphères d'Eudoxe] il fallait introduire les observations en fonction des postulats qui ne constituaient pas des hypothèses simplificatrices. C'est là, comme on le verra, une différence profonde avec la cosmologie relativiste par exemple. Les hypothèses sont alors motivées plus ou moins directement par l'expérience ou bien posées pour simplifier l'étude mathématique du problème. » [TON62 p. 1349]. Nous reviendrons ultérieurement sur la question de la méthodologie comme critère de démarcation entre cosmologie non scientifique et cosmologie scientifique.

Puisque la scientificité de la cosmologie grecque ne semble pas réaliser le consensus interdisciplinaire que l'on serait en droit d'attendre d'une administration d'un critère paradigmatique, certains, sans doute par respect et admiration pour le fondateur du rationalisme moderne, font débiter la cosmologie scientifique avec la théorie des tourbillons de Descartes: « La plus ancienne des cosmologies scientifiques est la cosmologie de Descartes publiée en 1664 sous le titre: *Le monde ou traité de la lumière*. Pour Descartes, les planètes, le soleil et les étoiles sont nées d'un chaos de particules, obéissant à des mouvements tourbillonnaires... Si modestes que soient les connaissances de Descartes sur l'état réel de la matière, sa cosmologie est un édifice remarquablement rationnel: c'est le premier effort pour expliquer la naissance du système solaire par les seules lois du développement de la matière. » [REG62 p. 1269].

Le parti pris matérialiste, l'opposition aux "mythes antérieurs" ainsi que le pouvoir explicatif sont à peu près identiques dans les théories grecques et cartésiennes. On hésite donc à attribuer aux unes ou aux autres la primeur du début de la cosmologie scientifique. Nous remarquerons toutefois au passage que le problème cosmologique/cosmogonique englobait jusqu'à Copernic les questions de l'agencement et de l'origine de l'ensemble du monde visible. Par contre, à partir de Copernic et jusqu'au dix-neuvième siècle (et plus particulièrement jusqu'aux hypothèses de Wright sur la nature des galaxies, les travaux de Herschell sur la constitution de la Voie Lactée, et les premières estimations de distances d'étoiles par Bessel et Struve), le problème en question se réduit bien souvent aux spéculations sur l'origine du système solaire. La science cosmologique moderne a renoué depuis avec les ambitions universelles et holistes de la cosmologie grecque.

Avec la théorie de Kant et Laplace, la plupart des historiens des sciences estiment que le doute n'est plus permis. La cosmologie atteint enfin le stade scientifique puisque l'hypothèse d'une nébuleuse primitive, sous des formes diverses, est encore à l'origine des principales cosmogonies modernes du système solaire. On remarquera en passant que les modèles en question sont d'ailleurs au nombre d'une vingtaine environ; en y ajoutant une vingtaine d'autres théories non issues de l'hypothèse de Kant-Laplace, les candidats au futur paradigme exclusif expliquant l'origine du système solaire sont nombreux...

Mais le terme *hypothèse* n'est pas tout à fait exact. Laplace avait une nette conscience du caractère scientifique de sa théorie et de la coupure épistémologique qu'il effectuait, puisque, après avoir réfuté la théorie catastrophique de Buffon, il introduit la sienne en ces termes: « Voyons s'il est possible de s'élever à la véritable cause de ces phénomènes ». Il est d'ailleurs assez curieux que les cosmologistes contemporains éprouvent le besoin de se référer constamment à l'hypothèse de Kant-Laplace, si transfigurée qu'elle puisse être au sein des théories modernes de l'origine du système solaire. Est-ce à dire que le prestige de ses auteurs, leur volonté d'accéder à la véritable compréhension des choses, ou la longévité que l'on prête à cette hypothèse accèdent son caractère scientifique ?

Si nous ne savons pas déterminer précisément quand est née la cosmologie scientifique, la plupart des historiens des sciences et des astronomes s'accordent par contre pour reconnaître que nous vivons depuis un bon moment déjà dans la période scientifique de la représentation globale de l'Univers. Certains astronomes estiment même que seule la cosmologie moderne peut prétendre au statut tant convoité de science. Depuis le dix-neuvième siècle, les problèmes de la forme et de l'origine du cosmos ont bien entendu retrouvé leurs prétentions antiques et se sont élargis à l'Univers pris dans son ensemble; et l'on doit peut-être préciser ici que les cosmologistes contemporains traitent indissolublement les problèmes cosmogoniques, ceux qui concernent l'origine de l'Univers, et les problèmes cosmologiques qui traitent de la forme, de la géométrie et de l'évolution de l'Univers. C'est en cela seulement que l'on peut parler d'une certaine continuité du problème cosmologique depuis les premiers philosophes/physiciens grecs. Comme dans toute science, la plupart des coupures épistémologiques dans l'histoire de la cosmologie peuvent en effet se lire "en continuité"; par exemple, le système de Copernic procède en un certain sens de la réfutation du système de Ptolémée et ainsi, la cosmologie de la Renaissance prolonge celle de l'Antiquité. La rupture doit pouvoir se comprendre en continuité pour que subsiste l'intelligibilité de la théorie écartée. La cosmologie moderne ne provient par contre d'aucune réfutation. Elle n'a fait que combler un vide dans la connaissance du monde au dix-neuvième siècle. Car il existait alors pour la question de l'origine de l'Univers une situation un peu analogue à celle qui a donné naissance à la psychanalyse; un créneau béant était disponible entre neurologie, psychologie et biologie dans lequel Freud a construit son édifice, et il est remarquable que la cosmologie moderne soit née, un peu de la même manière, d'une rencontre, d'un croisement de plusieurs sciences. Comme le rappelle Jacques Merleau-Ponty, « La cosmologie moderne n'est pas née d'un effort pour dépasser les contradictions de la cosmologie classique (qui à la vérité n'a jamais existé), mais elle est issue d'une

rencontre imprévisible entre deux mouvements de pensées scientifiques très importants et très différents: un mouvement de réflexion théorique sur les principes de la géométrie et de la physique, qui aboutit avec Einstein à une remise en question tout à fait radicale des postulats géométriques que nous avons découverts à la base de la physique classique; un mouvement de recherche et de découverte astrophysique qui aboutit à un changement total de perspective sur les phénomènes observés dans l'Univers. » [MER71 p. 339].

Que la cosmologie scientifique remonte à Thalès, à Descartes, à Laplace ou à Einstein et Hubble, peu importe semble-t-il pour l'astronome moderne. La cosmologie moderne du Big-Bang n'apparaît pas être un paradigme mythique ou métaphysique, et avec elle nous sommes enfin entré de plein pied dans une représentation scientifique de la totalité de l'Univers. La préhistoire de la discipline compte peu puisque les astronomes s'accordent à trouver justifié le projet scientifique de la cosmologie contemporaine. Malheureusement, il n'en est rien. En dehors du fait que les critiques envers la théorie du Big-Bang sont nombreuses - et nous les examinerons bientôt - un astronome aussi réputé que Victor Ambartzoumian ne croit pas encore venu le temps d'une théorie globale de l'Univers. Pour lui, l'Univers est trop complexe, les objets cosmiques sont trop divers et l'observation ne nous donne aucune mesure fiable de leur distribution spatiale. Il est donc prématuré de tenir pour valide l'hypothèse de l'isotropie et de l'unité cosmique qui est à la base de toute la cosmologie. Ce fameux *principe cosmologique* comme on l'appelle n'est qu'une simplification très forte de la réalité, justifiée seulement par la commodité des calculs astrophysiques. Une théorie globale de l'Univers, une cosmologie/cosmogonie au sens plein du terme, reste encore à inventer. Seules sont légitimes des théories spéciales, des théories cosmogoniques restreintes et particulières comme celles de l'origine des planètes, des étoiles, des galaxies, et surtout des objets et processus non-stationnaires dont Ambartzoumian a été l'un des pionniers. Autrement dit, le célèbre astrophysicien ne fait débiter la cosmogonie scientifique avec aucun des grands noms cités ci-dessus, mais dans le futur...

Quoiqu'il en soit de la première cosmologie reconnue comme scientifique, la théorie du Big-Bang a tellement bien réussi à réunir sur elle tout le petit monde des astrophysiciens qu'il fallût du temps et un certain esprit frondeur pour la voir maltraitée et comparée à un mythe.

IV.2. Les difficultés de la cosmologie

En juillet 1976, un article de Hannes Alfvén a déclenché quelques vagues dans le milieu des spécialistes de la cosmologie. Prix Nobel de physique, Alfvén a appliqué ses propres recherches en magnéto-hydro-dynamique aux problèmes de l'origine du système solaire. Et c'est certainement en raison de cette notoriété et de cette compétence que son article connut un tel retentissement; car d'autres, bien avant lui, avaient déjà sévèrement critiqué la théorie du Big-Bang, allant jusqu'à la comparer à un mythe.

Alfvén développe deux sortes d'arguments que l'on peut qualifier de philosophiques et de techniques. L'argument central, philosophique et plus précisément épistémologique, tient à l'hermétisme des théories cosmologiques. Il met en parallèle la cosmologie moderne et la théorie de Ptolémée; toutes deux se sont tellement compliquées que, chacune en leur temps, elles sont devenues sacro-saintes et défendues par une élite. De ce fait, toute vulgarisation devient un travestissement de la théorie et conforte l'élitisme des spécialistes de la discipline. Ces deux aspects - hermétisme du sujet et élitisme du groupe des spécialistes ⁽¹⁾ - expliquent le rapprochement qu'il effectue entre science cosmologique et mythe cosmologique. Ainsi, « [le modèle cosmologique moderne] est un mythe, orné de formules mathématiques sophistiquées, qui le rendent plus crédible, mais pas nécessairement plus vrai. » [ALF76]. Il existe un certain nombre de faits significatifs de cette assimilation drastique. Tout d'abord ce que l'auteur appelle le *tabou des hypothèses de base*. Dans le système de Ptolémée, par exemple, la fascination pythagoricienne de la perfection du cercle a entravé la recherche d'autres modèles du système planétaire. L'artifice mathématique des quatre dimensions d'espace-temps dans la relativité restreinte - introduit pour des raisons de commodité de calcul par Minkowski - a été élargi de la même façon au rang de réalité physique dans la relativité générale. Le concept d'espace à quatre dimensions s'est "ontologisé" et il est ensuite devenu intouchable; cette dernière formulation a ainsi conditionné le développement ultérieur de la cosmologie. L'auteur ne précise pas toutefois quand est apparue pour la première fois cette "réification" de l'espace-temps. Je ne suis pas sûr d'ailleurs qu'elle soit aussi généralisée chez les cosmologistes, et en tout cas, elle n'apparaît pas ouvertement sous cette forme ontologique chez Einstein qui a pleinement conscience de l'aspect formel de l'artifice de Minkowski.

L'irrationalité du tabou des hypothèses de base n'est pas la seule étrangeté que relève Alfvén dans la cosmologie moderne. Pour lui, le développement même de la cosmologie/cosmogonie scientifique possède quelques rapports de forme avec les anciens mythes; car si tous les modèles cosmogoniques décrivent des états originels simples et vont vers des états plus compliqués, c'est en réminiscence inconsciente de la croyance mythique en la simplicité des origines. La question de la singularité

¹ - Il est à craindre que l'hermétisme des sciences modernes accentue toujours plus cette impression qu'elles échappent au commun des mortels pour être servies par une élite. On a pu estimer par exemple que quelques centaines de mathématiciens seulement sont capables de comprendre *dans tous ses détails* la démonstration du grand théorème de Fermat par Andrew Wiles. Chacun sait qu'il n'existe pas de voie pédagogique royale; je crois donc que les solutions complexes à cet état de fait sont toujours à rechercher du côté d'une éducation et d'une vulgarisation exigeantes (pas uniquement scientifique d'ailleurs mais également philosophique; la reconnaissance du seuil épistémologique nécessaire et *suffisant* à la compréhension d'une discipline ou d'un résultat n'est pas chose facile). Les lamentations sur l'hermétisme de la science, l'élitisme des spécialistes et ses effets pervers technocratiques ou mandarinaux ne seront pas apaisées en tout cas par une démission devant la tâche ou par une sorte d'optimisme démagogique et laxiste vis-à-vis de la rigueur intellectuelle (on peut reconnaître à tout le monde le droit d'avoir une opinion sur tout, mais il est fort peu probable que celle-ci soit toujours pertinente; j'espère en tout cas qu'il existe d'autres issues que l'acte de foi, la crédulité aveugle ou le vote de certains "grands électeurs" pour admettre un théorème...).

cosmologique initiale n'est pas en effet des plus claires pour notre entendement. Dans toute théorie cosmogonique, même pourvue d'un appareillage mathématique touffu, elle reste aussi difficile à comprendre que l'Immaculée Conception. Bien que non expressément qualifiés ainsi, ce sont des arguments franchement *métaphysiques* (telle la simplicité des origines) ou à la rigueur teintés de "réalisme" comme celui de l'universalité des lois de la physique, qui permettent d'induire une origine ponctuelle et unique à l'Univers. Ensuite, mais ensuite seulement l'interprétation cosmologique de certains résultats observationnels est venue se greffer. Inductivement métaphysique, tout problème d'"origine" le reste dans la déduction. Ainsi que le note Jacques Merleau-Ponty [MER65 p. 344 sq.], les cosmologistes scientifiques du début du siècle ont presque tous évacué le problème des origines pour l'abandonner à la philosophie, aux religions, ou même le laisser en suspens comme Georges Gamow qui s'occupe uniquement d'expliquer comment s'est formé l'Univers en supposant donné de la matière. Mais est-ce bien sérieux de remonter ainsi le temps et de considérer que la description de l'Univers à partir de la première nanoseconde qui suit le Big-Bang est une véritable question scientifique pour abandonner ensuite l'onomatopée elle-même à la métaphysique ? Qu'on l'appelle *atome primitif*, *Big-Bang*, *Ylem*, ou tout autre terme plus ou moins exotique, le passage du *rien* métaphysiquement induit au *tout* physiquement constaté, la création de l'Univers, reste hors de portée bien que la cosmologie démarre tout de suite après ⁽²⁾.

Mais venons-en aux arguments techniques, ceux sur lesquels les astronomes attendaient Alfvén. Car les difficultés de la théorie du Big-Bang que notre grand pourfendeur de mythes avait choisi de relever sont assez facilement expliquées par l'astrophysique moderne: formation des galaxies, anisotropie de la distribution des quasars, écarts à la loi de Hubble, formation des éléments simples, etc., toutes ces "petites discordances" peuvent rentrer dans le cadre de la théorie du Big-Bang à l'aide d'explications théoriques spécialisées qui réajustent certaines données expérimentales. L'argument choc en faveur de la théorie du Big-Bang reste en fait fondamentalement pragmatique. Seul ce modèle explique *simplement* certains résultats observationnels; à savoir, le décalage vers le rouge ("redshift") des objets lointains, le fond cosmique universel à 2,7K, l'abondance de l'hélium et du deutérium dans l'Univers, auxquels on doit ajouter, je pense, une solution élégante au fameux paradoxe théorique d'Olbers ⁽³⁾. Le Big-Bang rend compte de ces phénomènes, mais de ces phénomènes seulement. Tous les autres résultats expérimentaux, y compris ceux qu'Alfvén utilise contre la théorie du Big-Bang, sont explicables par des théories satellites et non-expressément

² - Un ouvrage d'Edgar Morin [MOR77 p. 44] aborde l'idée du Big-Bang considéré comme une catastrophe à la manière de Thom. Un tel modèle catastrophique de la création de l'Univers existe-t-il ou n'est-ce qu'une simple image suggérée à l'auteur par son goût immodéré de la métaphore ?

³ - Le paradoxe construit par Olbers en 1826 repose sur le *principe cosmologique*, c'est-à-dire l'hypothèse que les étoiles sont distribuées isotropiquement dans l'Univers. Chaque étoile étant de luminosité intrinsèque constante, un simple calcul d'intégration montre que tout point d'un Univers infini doit recevoir une quantité infinie de rayonnement. La plus banale nuit, pas même câline, contredit le calcul...

cosmologiques ou cosmogoniques. Il existe ainsi une et même plusieurs théories de la nucléosynthèse à l'intérieur des étoiles, une théorie expliquant la formation des galaxies, d'autres pour les quasars et les radiosources, des hypothèses variées comme l'anisotropie initiale du milieu cosmique ou l'excès de neutrino permettent de réajuster quantitativement la constante de radiation à 2,7K, etc. Au total, un flot de théories diverses et d'hypothèses ingénieuses empiètent sur le terrain de la grandiose explication unique du Big-Bang et limitent son intérêt. Pour un peu, cela nous conduirait à considérer ces "petites" théories effrontées qui veulent se hisser au niveau des majestueuses synthèses universelles pour des constructions *ad hoc* avec toute l'horreur que ce qualificatif inspire au positivisme.

Plus graves sont les travaux récents qui mettent ponctuellement en cause la loi de la récession des galaxies de Hubble; car cette loi demeure la plus importante explication d'un fait d'observation (le "redshift" des objets lointains) que nous procure la théorie du Big-Bang. Plusieurs observations viennent en effet battre en brèche la belle linéarité de la relation entre la distance et le décalage vers le rouge des galaxies. Les astronomes ont découvert des objets multiples, galaxies ou quasars, dont les composantes paraissent physiquement associées et qui possèdent des décalages spectraux différents (mesures de Arp); de plus, il semble exister une anisotropie dans la distribution des vitesses radiales de certains types de galaxies et une non-uniformité de la constante de récession (mesures de G. de Vaucouleurs), etc. Bref, toutes sortes de phénomènes saugrenus viennent troubler la loi fondamentale de la cosmologie. Pour remédier à ces écarts à la loi de Hubble, certains astronomes et physiciens avaient vite imaginé une hypothèse de remplacement à la classique et quantique théorie de la lumière. Mais en aucun cas, dans ce modèle dit "théorie de la lumière fatiguée", il n'est question de mettre en cause le Big-Bang: « [... rien dans notre théorie de la lumière] ne vient contredire l'existence du grand phénomène découvert par Hubble... Ce fait doit être intégré dans tout modèle cosmologique qui s'appuie sur l'expérience. » [NOT76]. Il s'agit là en fait d'un autre exemple assez récent du comportement que nous décrivions précédemment; on ne doit absolument pas revenir sur la théorie du Big-Bang qui semble être la seule à pouvoir expliquer certains faits. Si des difficultés apparaissent, on préférera rechercher dans d'autres directions, quitte à ce que les nouvelles hypothèses soient discutables, voire bouleversent la physique plus profondément encore qu'une modification ou même une simple retouche à la théorie cosmologique. La théorie du Big-Bang est un nid douillet que l'on ne quitte pas si facilement...

Pour Alfvén, les théoriciens du Big-Bang professent un dogmatisme quasi-religieux. Il se plaint par exemple de ses collègues qu'il n'est pas possible de contredire lors des congrès. Mais une lecture toute autre de l'aspect doctrinaire du modèle du Big-Bang est possible. Une vieille croyance dans le monisme théorétique a peut-être agi inconsciemment sur les cosmologistes. Grâce à ses succès plus probants que ceux des nombreuses théories concurrentes, le modèle du Big-Bang a été reconnu pour le seul qui soit vraiment plausible et il a bien vite détenu le monopole du label *scientifique* en mésestimant ses propres difficultés. Il a glissé du *plausible* vers le *vrai*. À l'exception de quelques combattants d'arrière-garde ou de quelques farfelus, il a été adopté par la quasi-totalité de la communauté astrophysique. Il s'est affirmé en tant que

nouveau paradigme scientifique par l'élimination des autres prétendants au titre. Car si la théorie du Big-Bang baigne à peu près dans l'huile actuellement, c'est une huile de vidange dans laquelle flottaient encore il y a peu les débris conceptuels épars de nombreuses théories rivales. Les années 1920-1940 furent en effet prolifiques en théories cosmologiques antagonistes, et cette lutte parfois épique entre théories peut être illustrée par l'examen sommaire de quelques-unes d'entre elles.

La théorie du Big-Bang a longtemps été en compétition avec la *Steady State Theory* (S.S.T.) de Bondi, Gold et Hoyle. Le postulat de base de celle-ci est simple. La cosmologie relativiste introduit plusieurs simplifications pour poursuivre la résolution des équations d'Einstein. Elle assimile ainsi bien souvent l'ensemble de l'Univers à un gaz dont chaque molécule est une galaxie et conjecture que la matière est distribuée de façon isotrope dans l'Univers. Cette seconde simplification est justifiée par le fait que les observations n'indiquent pas d'anisotropie globale marquante dans la distribution des galaxies et des radiosources. Cette hypothèse d'isotropie est de plus assez naturelle du point de vue épistémologique. Après la bévue anthropocentrique du système de Ptolémée, il était prudent d'étendre le décentrement copernicien à l'ensemble de l'Univers. Le *principe cosmologique* postule donc que l'aspect de l'Univers est analogue dans toutes les directions. Certains astronomes - peut-être guidés en cela par l'équivalence relativiste formelle entre l'espace et le temps - ont proposé par la suite d'étendre cette isotropie à la dimension temporelle. Plus exactement, ce fameux principe cosmologique, devenu "parfait" chez ces auteurs, « postule que l'Univers est homogène et stationnaire dans ses apparences à grande échelle, aussi bien que dans ses lois physiques. » (Bondi et Gold cités dans [MER65] p. 224). Mais s'il adopte le principe cosmologique parfait, le cosmologiste doit "ruser pour sauver les apparences" car le résultat de Hubble est là sous nos télescopes; les objets lointains ont un décalage spectral d'autant plus grand qu'ils sont plus éloignés, et la récession des galaxies expliquée par l'hypothèse de l'expansion de l'Univers reste l'interprétation la plus simple de ce phénomène. Aussi bien, les auteurs de la S.S.T. ne remettent-ils pas en cause l'expansion de l'Univers, qui, ne l'oublions pas, a aussi l'avantage d'éviter le paradoxe d'Olbers. Pour que l'Univers apparaisse stable à grande échelle, il suffit alors de postuler la création de matière *ex nihilo* et à un taux adéquat. Bondi, Gold et Hoyle ne s'embarrassent pas de subtilités épistémologiques pour décrire et expliquer cette création; bien sûr elle viole le principe de conservation de la masse-énergie, elle est difficilement testable pratiquement, et on ignore totalement quel processus physique ou magique peut créer de la matière. Mais il suffit d'ériger la création continue en loi et le tour est joué: « Lorsque l'origine de la matière devient une loi de la physique, elle est tout à fait à l'abri de questions aussi indiscretes que celle-ci: d'où vient la matière ? » [HOY56 p. 367]. Remarquable tour de passe-passe dont on peut seulement s'étonner qu'il n'ait pas été utilisé plus souvent, par exemple pour expliquer l'origine de la vie ou celle du langage ! D'ailleurs, poursuit Hoyle, la conservation de la quantité totale de masse-énergie dans un univers infini et en expansion n'a aucun sens. La seule façon de poser correctement le problème consiste à définir cette loi sur des volumes finis et constants. Mais alors, puisqu'il y a expansion de l'Univers, la loi de conservation de la masse-énergie exige une création continue de matière. Et l'on parvient avec de tels raisonnements spécieux à ce paradoxe d'une loi de la conservation de la masse-énergie

qui met en échec les cosmologies relativistes habituelles et conforte la S.S.T. Qu'elle soit continue ou singulière comme dans la théorie du Big-Bang, il est bien évident que le problème de la création de la matière reste obscur et loin d'être débarrassé de métaphysique malgré la volonté des cosmologistes "créationnistes" défenseurs acharnés de leur orthodoxie scientifique.

Mais la S.S.T. n'est pas, loin de là, la seule théorie cosmologique qui possède d'étranges bases ou conséquences épistémologiques. Bien oubliée aujourd'hui, la relativité cinématique (Kinematic Relativity - K.R.) de Milne, Whithrow et Walker reste peut-être l'une des plus curieuses. En dehors de toutes considérations techniques, les motifs philosophiques de la construction de Milne sont tous développés en réaction avec la science du moment: rejet de la relativité générale pour cause d'obscurité par exemple, ou idéalisme forcené dans l'emploi de la méthode déductive. Ce dernier point mérite d'ailleurs que l'on s'y arrête brièvement. Selon leurs auteurs, la cosmologie de la K.R. doit être établie *a priori*: « Au lieu d'être le terme ultime d'une extrapolation, la cosmologie devient la science logiquement première, celle à laquelle la physique doit emprunter ses principes. » [MER65 p. 120]. N'est-ce pas là une expression parfaite de l'idéalisme métaphysique qui règne parfois lorsque l'on aborde la cosmologie avec l'idée implicite qu'elle "surplombe" en quelque sorte l'ensemble des autres disciplines - et pourquoi pas l'ensemble des activités humaines ? Cette déduction forcenée de la physique à partir de la cosmologie exige une complète mise en parenthèses de tous les concepts et lois habituels. La K.R. reconstruit ensuite ces lois sur cette table rase d'une manière totalement idéaliste et à l'encontre de la méthodologie scientifique habituelle.

Et il y a plus "métaphysique" encore dans le foisonnement des théories cosmologiques apparues au début du siècle. Le hiatus entre l'aspect changeant de l'Univers, son expansion, et l'invariance des lois de la nature est l'un des écueils mystico-épistémologiques que rencontre toute cosmologie. Nous avons vu que la S.S.T. le contourne en postulant la stabilité de l'Univers à grande échelle. Certains cosmologistes estiment encore actuellement que cette question reste si épineuse qu'elle exige carrément une nouvelle physique. De ce point de vue, les auteurs de la K.R. furent des précurseurs; et nous avons observé également que la théorie de la "lumière fatiguée" évoquée plus haut pose elle aussi les jalons d'une nouvelle physique, il est vrai beaucoup moins idéaliste et reconstructiviste. D'autres astrophysiciens ont proposé de fonder toutes les lois de la physique de la même manière que la loi de l'inertie dans la théorie de la relativité générale, en utilisant un "principe de Mach généralisé". De la même façon que l'inertie d'un corps est, grosso modo, l'expression de sa non-accélération par rapport à l'ensemble des autres corps composant l'Univers, on peut voir dans toute loi de la physique l'expression de l'action de l'Univers sur l'une de ses parties. Développée par Hoyle et Narlikar, cette idée pour le moins audacieuse est véritablement une "méthode systémique" avant l'heure (cf. § V.8) et partage d'ailleurs avec ce courant de pensée le fait d'être fort éloignés de la pratique habituelle des sciences.

C'est cette même planche de salut de la modification des lois physiques que Dirac, Eddington et Jordan ont utilisé à partir de 1937 pour construire leurs modèles

cosmologiques. Mais ce qui caractérise l'originalité des différentes théories de ces auteurs, c'est la façon dont cette modification est épistémologiquement conçue; les combinaisons diverses des constantes fondamentales de la physique servent à postuler formellement de nouvelles lois. Et, surtout chez Dirac, elles ne sont plus ces variables sages de la physique classique. Les constantes flottent ! Plus exactement, « tandis que les "petites" constantes numériques, - celles qui sont voisines de Un à quelques faibles puissances de dix près -, doivent être considérées comme de vraies constantes, les très grands nombres, qui sont tous de l'ordre de 10^{39} , ou du carré de ce nombre, doivent être considérés comme proportionnels à l'âge de l'Univers ou à son carré, avec des coefficients voisins de l'unité. » [MER65 p. 261]. Développé par Dirac et poussé à l'extrême dans la cosmologie de Jordan, ce principe repose évidemment sur des bases floues et fort peu justifiées par l'expérience. Il s'agit en fait d'une excroissance de la dernière des théories d'Eddington qui combinait des constantes physiques de toutes les manières possibles pour tenter de découvrir des lois cachées de la nature. On croyait ces théories étranges sombrées depuis longtemps avec tant d'autres cosmologies malchanceuses, mais il n'en est rien. Des tests effectués il y a quelques années par A. Maeder laissent à penser que le modèle de Dirac dans lequel la variation des constantes est proportionnelle au carré du temps, résiste aux observations aussi bien que la théorie du Big-Bang ou les divers réajustements de celle-ci. Décidément, si les spectres épistémologiques se rebiffent...

Nous terminerons là notre brève mention de quelques théories cosmologiques. Il en existe encore bien d'autres dont les caractères fantastiques relèvent presque du jeu, parfois même du gag, et supportent mal l'épreuve des tests. Par exemple, l'univers tout à fait exceptionnel de Gödel où le voyage dans le passé n'est pas fondamentalement interdit ou bien le modèle plus "physique" de Roland Omnès qui postule la séparation de la matière et de l'antimatière aux premiers âges de l'Univers, et par conséquent l'existence d'antimatière en grande quantité dans le cosmos. Il est très important pour notre propos de remarquer que *l'ensemble des théories cosmologiques*, réfutées ou non, crédibles ou fantaisistes, sont ressenties comme tout à fait *scientifiques* par la majorité des astrophysiciens. Bien que leurs principes de bases exhalent parfois un parfum d'hypothèses *ad hoc* ou même de métaphysique, que leurs méthodologies soient parfois fort hétérodoxes et que la théorie du Big-Bang les rende toutes pratiquement obsolètes, elles jouissent de la condescendance accordée aux adversaires malheureux. Peut-être qu'avec plus de rigueur et moins d'in vraisemblances auraient-elles pu réussir ou même seulement bien résister ? Mais voilà, il existe une théorie dont les tares sont beaucoup plus subtiles. Car en plus des critiques formulées par Alfvén envers la théorie du Big-Bang proprement dite, son cadre habituel, la grande, la belle et raffinée cosmologie relativiste n'est pas exempte de reproches. Le développement cosmologique de la relativité générale débouche sur la mise au point de plusieurs solutions modélisant la géométrie de l'Univers, y compris des solutions invraisemblables comme l'Univers vide et paradoxal de Willem de Sitter. De plus, certains détails techniques comme l'introduction de la constante cosmologique qui permet justement une telle variété de modèles, sont très débattus parmi les spécialistes. Même le fleuron de la cosmologie relativiste, l'explication de la récession des galaxies en termes d'expansion de

l'Univers, pose un problème. Comment concilier en effet la covariance des équations de la relativité générale - c'est-à-dire, grosso modo, l'indépendance du choix des coordonnées d'espace-temps vis-à-vis des lois physiques - et la direction privilégiée du temps cosmique de la dilatation de l'espace-temps ? N'oublions pas non plus que depuis sa création en 1916, la relativité générale elle-même reste controversée, et ce malgré ses confirmations récentes par des expériences spatiales. D'ailleurs, à l'instar de la cosmologie du Big-Bang, elle est constamment assaillie par des théories de la gravitation ouvertement rivales (et aux dents longues) - on peut citer ici les noms de Brans et Dicke, Rosen, Ni, Ferrara et Freedman, etc.

Pour nous résumer, nous avons examiné trois types d'arguments venant malmener le caractère scientifique bien établi de la cosmologie moderne et, singulièrement, de la théorie du Big-Bang:

- Arguments historico-épistémologiques tout d'abord. Nous ne savons pas quand est née la cosmologie scientifique. La notion de consensus paradigmatique manque de précision en ce domaine; et si nous situons ses origines vers 1920-1940, nous restons mal à l'aise devant la prolifération incontrôlée des théories cosmologiques de cette époque, un peu analogue au foisonnement des systèmes cosmologiques présocratiques (4). De la même manière d'ailleurs, deux théories devenues dominantes ont émergé du nombre: le système géocentrique et le Big-Bang. Et souvenons-nous du destin funeste de la forme la plus achevée du géocentrisme...

Nous aurions pu également discuter la singularité de la cosmologie par rapport aux disciplines scientifiques apparentées. On a souvent rapporté en effet que la cosmologie est assez particulière parce qu'elle satisfait mal aux réquisits épistémologiques de la méthode hypothético-déductive issue des sciences physiques. Qu'en est-il de la méthode expérimentale et de la séparabilité de l'objet d'étude lorsque l'on considère l'Univers dans son ensemble ? L'Univers est décidément un objet rare [GAU94 p. 17].

- Arguments techniques ensuite. Le cadre théorique de la relativité générale subit de nombreux assauts, et l'interprétation cosmologique du décalage spectral des objets lointains ne fait pas toujours l'unanimité.

- Amalgamés à toutes ces raisons, notre discussion a fait apparaître de nombreux arguments philosophiques ou épistémologiques liés surtout au caractère presque *ad hoc* ou parfois même quasi-métaphysique de certaines hypothèses cosmologiques. Il est remarquable également que les débats téléologiques et donc véritablement métaphysiques - il ne s'agit plus alors de simples "traces" - concernant le fameux *principe anthropique* (5) et son utilisation en cosmologie soient si vivants depuis une quinzaine d'années environ.

⁴ - Luc Brisson et F. Walter Meyerstein ont étudié ce parallèle entre la cosmologie moderne et un système antique - le *Timée* de Platon - du point de vue de la philosophie de la connaissance [BRI91].

⁵ - Le *principe anthropique* présente plusieurs formes.

- Forme faible: « La présence d'observateurs dans l'Univers impose des contraintes sur la position temporelle de ceux-ci, ainsi que sur les variables cosmologiques telles que la taille et la densité de l'Univers. »

(suite de la note page suivante)

La cosmologie du Big-Bang est certes un paradigme qui, au moins dans ses grandes lignes, tend à devenir un cadre classique. Mais au cours de son histoire - y compris son histoire récente - la représentation globale de l'Univers et de ses origines n'a pas toujours fait l'unanimité quant à sa nature scientifique. La notion de *consensus paradigmatique* ⁽⁶⁾ dissimule trop d'exceptions et de controverses pour constituer la démarcation entre *science cosmologique* et *mythe cosmologique* que l'on est en droit d'attendre de la philosophie des sciences. Bien que les débats et les critiques fassent partie de la vie normale des sciences, leur aspect parfois imprégné de "métaphysique", leur importance, leur diversité, leur fréquence et parfois leur âpreté sont frappantes dans le domaine de la cosmologie; la nature et les prétentions démesurées de cette discipline n'y sont sans doute pas étrangères.

• Forme forte: « Elle stipule que l'existence d'observateurs dans l'Univers impose des contraintes sur l'ensemble des caractéristiques de celui-ci, y compris les valeurs des paramètres fondamentaux de la physique qui le caractérise. Autrement dit, les lois et les constantes de la nature doivent être telles que la vie puisse exister à un certain moment, donc l'Univers doit être adapté à l'apparition d'observateurs. » [DEM91 p. 275. D'après Carter].

⁶ - Si la caractérisation scientifique de la cosmologie/cosmogonie moderne ne semble pas réalisée par consensus paradigmatique, elle ne paraît pas mieux établie par la testabilité ou la falsifiabilité poppérienne de ses énoncés. L'application de critères de vérifications et de tests est pratiquement inopérante tant les théories y résistant victorieusement sont nombreuses modulo quelques réajustements. On exige donc des théories qu'elles *prédisent* des faits nouveaux qui seront peut-être mieux testables: « Lorsqu'une hypothèse cosmogonique ne peut qu'être "mise en accord" avec les faits, sans prédire de nouveaux phénomènes, et demande pour correspondre aux nouveaux faits d'expérience qu'on avance toute sortes d'hypothèses *ad hoc* supplémentaires et d'autant plus artificielles, cela implique généralement qu'elle ne rend pas clair le mécanisme réel des phénomènes qu'on explique. » [KAZ71 p. 336]. Et d'ailleurs, il semble bien que l'intérêt des tests cosmologiques se soit déplacé du terrain proprement cosmologique - où ils sont décevants - au terrain spécifiquement astrophysique [LEQ78].

CHAPITRE V

LA DIALECTIQUE DE LA NATURE ET SES PROLONGEMENTS IMPLICITES

V.1. La première difficulté de la dialectique

Ce chapitre met en parallèle deux courants philosophico-scientifiques historiquement et épistémologiquement distincts, mais proches par leurs interrogations, et quelquefois, par leurs réponses. L'un de ces courants est la désuète dialectique de la nature, l'autre est un ensemble de méthodologies ou de théories modernes qui étudient les phénomènes ou les objets naturels d'une manière plus synthétique que les sciences classiques. Ce rapprochement est justifié par deux raisons essentielles. Tout d'abord, la dialectique de la nature et les théories synthétiques modernes procèdent à notre avis d'une même vision macroscopique et holiste de la nature physique. Les explications justifiant cette thèse de l'identité d'intention formeront la partie la plus importante de la conclusion de ce chapitre. La seconde raison tient un peu à la première. Les objets divers qu'étudient la dialectique de la nature et les théories synthétiques (respectivement: les sociétés, les êtres vivants, les langues, les objets physiques...) sont en effet abordés d'une manière très analytique par les sciences classiques (respectivement: la sociologie et l'ethnologie, la biologie, la linguistique, la physico-chimie...). Les succès manifestes de la démarche analytique font douter *a priori* du nouveau point de vue adopté par le courant synthétique. En conséquence, il existe dans la pratique scientifique une précellence méthodologique de l'analytique sur le synthétique qui s'exprime par la réticence que l'on peut légitimement éprouver à qualifier de *scientifiques* la dialectique de la nature et les théories synthétiques. Et ici, nous rejoignons notre problème de la démarcation positiviste entre science et non-science qui, nous l'espérons, a perdu sa limpidité lors de nos discussions sur la connaissance logico-mathématique et la cosmologie. Avec les domaines que nous abordons maintenant, nous quittons de fait les sciences bien établies pour nous aventurer dans des constructions aux statuts parfois forts controversés (1). Ce ne sont plus seulement des *aspects* de théories, des commentaires un peu externes et accessoires, ou des *méthodes* qui posent problème, mais un ensemble de diverses disciplines qui sont perçues, dans leur intégralité, comme "à cheval" sur la ligne de

¹ - Je dois peut-être préciser une fois de plus que rechercher la signification d'une théorie et la comparer à d'autres disciplines ne signifie pas que l'on y adhère d'une quelconque façon. Jacques Monod avait qualifié la dialectique de la nature de « désastre épistémologique » et expliqué cette faillite à l'aide du concept de « projection animiste » [MON70]. L'obsolescence de la dialectique de la nature est en effet acquise depuis fort longtemps et j'ajoute qu'elle a également représenté un désastre *pour* l'épistémologie mais cela ne nous dispense pas de comprendre pourquoi elle a pu paraître receler une vérité.

démarcation positiviste; bien entendu, en poursuivant cette progression, les domaines étudiés au cours des deux chapitres suivants seront eux complètement désarçonnés !

Mais avant d'étudier la thèse principale de ce chapitre - à savoir en quoi les théories synthétiques peuvent être vues comme des prolongements implicites, des dépassements de la dialectique de la nature - il convient de repérer les points critiques de cette conception. Et pour l'un d'eux, cela peut être mis en évidence à l'origine même de la dialectique.

La pensée dichotomique est très répandue dans l'histoire des civilisations occidentales. On a d'ailleurs pu imaginer que cette pensée bipolaire fort ancienne puisse être liée aux grammaires des langues indo-européennes avec leur distinction très marquée entre les verbes et les substantifs. Quoiqu'il en soit, Héraclite est le premier philosophe dont on soit sûr qu'il ait dépassé la bipolarité statique pour introduire le dynamisme dialectique. Il a donc été tenu pour le précurseur et même l'inspirateur de la dialectique moderne. Où se situe la rupture et l'incompatibilité entre la dichotomie et la dialectique héraclitéenne ? C'est toute la nature de celle-ci qui est posée dans cette question. D'emblée avec Héraclite est définie « la loi qui régit le devenir du monde ». Le monde n'est plus statique; il est en devenir. La suite de ce fragment nous donne même cette fameuse loi du devenir dont les hommes « s'écartent tout en se confondant sans cesse avec elle ». Héraclite procède souvent de cette même manière qui est bien plus que stylistique. C'est dans l'harmonie des contraires, que l'on nommera plus tard *dialectique*, qu'il place l'explication de tout mouvement, et donc de l'ensemble du monde perçu comme étant en mouvement: « Le monde est une harmonie de tensions tour à tour tendues et détendues, comme celle de la lyre et de l'arc... Les contraires s'accordent, la discordance crée la plus belle harmonie: le devenir tout entier est une lutte ».

La difficulté immédiate d'une telle conception n'a pas échappé aux philosophes présocratiques. On oppose traditionnellement Héraclite à Parménide sur ce terrain. Il est vrai que ce dernier a clairement exprimé une forme de principe que la logique aristotélicienne a précisé par la suite sous le nom de *loi de non contradiction*: « Il est, et il est impossible qu'il ne soit pas ». Et évidemment, ce principe est incompatible avec l'accord héraclitéen des contraires. Il est d'ailleurs probable qu'il y eut bien conflit entre les deux systèmes puisque Parménide déclare, tout en donnant une excellente définition de la dialectique: « Ils [les héraclitéens ?] se sont résolus à nommer deux figures dont aucune ne doit se nommer seule, ce en quoi ils se sont fourvoyés » (2). La réponse classique à ce conflit entre Héraclite et Parménide est une forme d'échappatoire: « Si la logique distingue deux formes de l'opposition des concepts (contraires [blanc/noir] et contradictoires [blanc/non blanc]), Héraclite ne pense pas dans les cadres de la logique formelle et conceptuelle dont le courant, parti des recherches de Zénon, aboutit à l'axiomatisation d'Aristote. » [AXE71 p. 49]. Au passage, malgré l'autorité d'Aristote et l'importance des idées de Zénon, rendons tout

² - Le rejet parménidien de la dialectique pour incompatibilité avec la logique classique reste actuel, puisque ce type d'argument est encore invoqué par Popper pour réfuter le cadre conceptuel du marxisme [MAL76 p. 268].

de même à Parménide le privilège d'avoir proposé la première formulation explicite des principes de la logique et soulevé ainsi la première difficulté de la dialectique.

Mais avec une telle réponse, la dialectique reste toujours aussi insaisissable et son conflit avec la non contradiction parménidienne est éludé un peu trop facilement. Quand on a irrémédiablement éloigné les deux domaines, a-t-on vraiment tout dit ? Les représentations du monde de Parménide et d'Héraclite - l'une utilisant la logique, l'autre la dialectique - sont incommensurables. C'est un stratagème radical et devenu un peu usé qui rend compte de l'esquive par la dialectique du principe de non contradiction, mais ne l'explique pas réellement. La progression dans la compréhension de la nature de la dialectique doit faire appel à une dimension historique qui est absente de la logique; la violation du principe de non contradiction « dans l'historicité ne signifie nullement le scandale stérile logico-formel qu'est l'équation très indéterminée, très abstraite et purement symbolique *A est non A*, mais ce scandale logique fécond (chargé de dialectisme et de mouvement) qu'est une signification historique très déterminée, contradictoire et antinomique, qui suscite pour cela son opposé ou son contraire très déterminé, qui le résout. » [VOL67 p. 42]. L'exclusion des deux domaines n'explique rien; il est nécessaire de comprendre leur articulation, le rapport entre le dynamisme dialectique et la logique statique. Dans l'Antiquité, les difficultés théoriques de la dialectique sont donc apparues dans ses liens avec la logique. Ces difficultés se sont plus ou moins estompées avec la solution de l'historicisme de la dialectique, en face donc de l'an-historicisme de la logique. Nous constaterons cependant avec quelle insistance et urgence se posent à nouveau les rapports entre la dialectique et la logique dans les essais de formalisations exposés au paragraphe 5 de ce chapitre.

Examinons maintenant les problèmes originaux introduits par la dialectique de tradition marxiste. C'est en effet plus encore sur ceux-ci que porte la scientificité discutée de la dialectique.

V.2. Les lois de la dialectique marxiste

Hegel est bien le grand continuateur de l'idéalisme philosophique, en particulier en ce qui concerne la dialectique. Depuis Héraclite jusqu'à Hegel, la dialectique est surtout invoquée en tant que loi du développement de la pensée. Comme le clame Héraclite, « il n'existe qu'une seule sagesse: connaître la Pensée qui pilote toutes choses à travers tout. ». La difficulté théorique principale de la dialectique idéaliste reste son rapport avec la logique et la solution de Hegel est assez différente de la désormais traditionnelle séparation de deux domaines, l'un historique et l'autre non. Pour lui, en effet, « le destin de la logique se tient à un carrefour: ou bien la marche à la mathématisation ou bien la conversion hégélienne à la dialectique. » [DUB72 pp. 20 et 46]. Et, avec modestie et simplicité, il parie sur la seconde éventualité. Choix malheureux sans aucun doute, car si l'on a réussi à formaliser la logique et même de très nombreuses "espèces" de logiques toutes fort différentes, le plongement de l'un quelconque de ces systèmes dans la dialectique n'est pas encore tout à fait réussi, c'est le moins que l'on puisse dire.

D'intuitive et idéaliste qu'elle était jusqu'à Hegel, la dialectique se veut scientifique (déjà avec Hegel), et surtout matérialiste avec Engels, Marx et leurs successeurs. Et cela sans perdre, bien au contraire, son immodestie hégélienne. Après le problème fondamental de ses liens avec la logique, ce nouveau statut épistémologique introduit alors celui de la base empirique et expérimentale qui permet de parler de la dialectique comme d'une *loi de la nature*. Mais avant de nous attacher à ces deux problèmes essentiels, il est utile d'organiser le noyau conceptuel de la dialectique marxiste autour d'un axe enchaînant les diverses contributions de ses fondateurs. Nous récapitulerons dans un petit tableau les différentes "lois" relevées chez Engels, Lénine, Staline et Mao-Ze-Dong (je laisse le lecteur juge de la "qualité" philosophique ou politique de chacun de ces auteurs; seul nous intéresse ici le fait qu'ils aient tenté d'exprimer exhaustivement des principes dialectiques).

Tableau des lois dialectiques

Signification gnoséologique

Processus matérialiste de la connaissance (Lénine).

Interdépendance générale (Lénine).

Interdépendance de tous les phénomènes (Staline).

Thèse du mouvement général (Lénine).

Principe du mouvement (Staline).

Toute réalité est processus (Mao).

Signification ontologique

La contradiction comme essence interne des phénomènes (Lénine).

Tout processus se ramène à un système de contradictions (Mao).

La loi des contraires conçue comme contenu interne du processus de développement (Staline).

Dans un processus, c'est-à-dire dans un système de contradictions, il y a toujours une contradiction principale (Mao).

Lois descriptives diverses

Il existe différents types de contradictions (Mao), dont la contradiction quantité/qualité.

Loi de la transformation mutuelle de la quantité en qualité (Engels, Staline).

Loi de l'interpénétration des contraires (Engels).

Loi de la négation de la négation (Engels).

Loi du développement en spirale (Lénine).

Aspect principal de la contradiction (Mao).

On peut bien sûr étoffer ce tableau avec toutes sortes de thèses complémentaires ou de gloses de provenances diverses - et donc, d'un point de vue marxiste, d'orthodoxie suspecte. Ces dernières explicitent bien souvent le passage entre des thèses fondamentales qui s'enchaînent difficilement. Althusser explique par exemple le passage de la loi *Tout processus se ramène à un système de contradictions* à la loi *Dans un processus il y a toujours une contradiction principale* en y intercalant la notion de "condensation" de contradictions; une contradiction principale apparaît au cours d'un processus à l'endroit où existe une concentration exceptionnelle, une condensation de contradictions.

La lecture de notre tableau figure l'enchaînement des diverses "lois" de la dialectique. Présenté sous cette forme synthétique, on remarque bien l'aspect cohérent du noyau conceptuel marxiste et la superposition "sans faille" des thèses de la dialectique. *Sans faille* certes, mais avec une coupure distinguant deux problématiques fondamentales de la dialectique. Les lois disparates du bas du tableau tentent en effet d'expliquer ce qu'est une contradiction dialectique et comment elle fonctionne. En particulier, la loi de la double négation d'Engels nous ramène au vieux conflit entre Héraclite et Parménide examiné précédemment. Et le haut du tableau pose la nouvelle question que nous pressentions cruciale après que Marx eût octroyé un statut épistémologique matérialiste à la dialectique: à quoi s'applique la dialectique ? A-t-elle un intérêt pour notre compréhension de la nature ou régit-elle seulement la pensée ? En bref, quels sont les phénomènes (Lénine) ou les processus (Mao) où la dialectique intervient ?

La théorie dialectique a connu un lent progrès depuis Héraclite jusqu'aux théoriciens du marxisme. Indépendamment de tout jugement d'ordre politique ou philosophique, on pourrait même considérer que l'opuscule *De la contradiction* [MAO37] est suffisant pour l'étude de la dialectique. Avec son caractère construit et grâce notamment à l'exposition progressive de ses cinq lois fondamentales, il a pu paraître définitif en son temps à bien des glossateurs. En fait, il reste muet ou profondément naïf sur les deux questions qui nous préoccupent ici. Ce progrès s'est en effet effectué en escamotant la difficulté parménidienne et en créant une nouvelle complication largement aussi difficile ⁽³⁾. Car tant qu'elle prétendait décrire le mouvement de la pensée, tout allait bien. Personne ne sait réellement comment fonctionne la pensée; alors pourquoi pas dialectiquement ? Mais quand la dialectique s'est déclarée matérialiste, rien n'allait plus. Quels sont les objets matériels, les phénomènes dont le développement relève de la dialectique ? Les sociétés et leurs rapports de classes socio-économiques répond Marx. Mais il n'en va pas des sociétés comme des idées. Les rapports de classes sont tout de même plus palpables, plus

³ - Esquiver une question obscure à l'aide d'une fuite en avant, en posant une autre question, est une vieille recette ... dialectique; comme le scientifique, le philosophe est pourtant plus à l'aise avec une autre sorte de "fuite en avant" qui consiste à poser un nouveau problème provoqué par la *compréhension* ou tout au moins l'examen soigneux d'un problème précédent - je ne parle même pas de *résolution* -.

matériels et leur théorisation est donc plus facile à tester que celle de la pensée. Et ce décentrement de l'objet de la dialectique, de la pensée vers les phénomènes sociaux, a conduit Engels à une nouvelle thèse curieuse - déjà esquissée par Hegel - concernant certains phénomènes naturels qui sont quant à eux très facilement observables et même mesurables.

V.3. La dialectique de la nature selon Engels

L'approfondissement et l'élargissement de la théorie dialectique a inspiré à Engels un recueil de textes intitulé *Dialectique de la nature* - livre parmi les plus embarrassants et discutés de la littérature marxiste où l'auteur postule que la dialectique intervient dans les phénomènes naturels. Bien qu'inachevé et décrié par les critiques non marxistes de tout bord, c'est, à mon avis, l'essai épistémologique le plus stimulant - par l'absurde - de ce type de littérature. Développer une hypothèse pour que d'autres s'aperçoivent, même lentement, de sa platitude et de sa stérilité est certes ingras mais bien plus utile que de conserver coûte que coûte celle-ci sans analyses; et c'est ce que les successeurs marxistes d'Engels ont tardé à admettre en maintenant tacitement cette théorie par la seule autorité de ses initiateurs. Certains d'entre eux se sont bien livrés à une nécessaire et sévère critique de la dialectique de la nature. Mais si cet exercice est salutaire, on ne décèle guère de perspectives nouvelles dans leurs propos malheureusement souvent proches du verbiage. La situation de la dialectique de la nature est donc tout à fait critique et loin d'être claire. De tous les bords du marxisme contemporain, le bilan philosophique négatif de la dialectique de la nature d'Engels tend néanmoins à percer, mais au prix d'une évacuation de la question même comme étant insensée et donc sans intérêt. On évoque chez l'un « l'élimination d'une (mythique) "dialectique de la nature" souvenir hégélo-engelsien; la part de nature susceptible d'analyse (historico-dialectique) n'étant que la nature que l'on peut appeler socialisée c'est-à-dire dominée et touchée par la technologie. » [VOL67 p.24]. Or la dialectique de la nature n'est pas dénuée de sens. Elle est même assez facile à comprendre. Possède-t-elle une réelle valeur de connaissance ? C'est autre chose... Est-elle réellement mythique, alors ? Conclure par l'affirmative d'un simple mot (même avec le bémol des parenthèses) semble quelque peu laconique et à tout le moins cavalier envers les fondateurs du marxisme... La philosophie des sciences peut parfois être sévère dans ses jugements, mais elle ne saurait être aussi expéditive. Pour d'autres, Marx et Engels ont effectivement prétendu qu'il y a des contradictions dans les choses, c'est-à-dire que la dialectique intervient dans la nature, mais ce n'était pas vraiment essentiel à leur pensée [PAT76]. Mais l'essentiel en question est de savoir si la dialectique existe dans la nature, si l'hypothèse d'Engels est vraie et pas seulement de nous restreindre son champ d'action *ex abrupto* et sans autre justification que de pardonner aux grands ancêtres leurs élucubrations... La dialectique préservée par tous ces auteurs se replie dans l'histoire sociale, bien sûr, mais aussi dans une explication macroscopique du progrès et dans la théorie de la connaissance - la classique thèse du reflet qui, bien que contestée, demeure beaucoup moins controversée que l'existence de contradictions au sein même des choses ou des phénomènes. Pour eux comme pour la

plupart des marxistes, la dialectique est reléguée au rang d'une théorie générale et macroscopique du progrès historique et particulièrement du progrès scientifique. Remarquons en passant que les exemples appuyant cette thèse dialectique restreinte au progrès ne semblent guère plus probants que ceux tirés directement des sciences et que nous examinerons bientôt. La loi du passage de la quantité à la qualité s'illustre par exemple ainsi: Herschell a notablement augmenté les dimensions habituelles des télescopes pour découvrir la planète Uranus. Certes, mais quel besoin a-t-on de théoriser une telle banalité ? Les promoteurs des grandes machines accélératrices de particules doivent déployer d'autres types d'arguments pour convaincre les pouvoirs publics de leur consacrer tant d'argent. En matière de croissance de la connaissance, la dialectique serait plus utile en nous aidant à distinguer entre progrès et gaspillage...

Nous en venons maintenant au détail de l'application de la dialectique aux sciences de la nature. Après la conception statique de la nature chez les premiers penseurs grecs, la réhabilitation héraclitéenne du mouvement et la reprise de ce thème par Hegel, la dialectique a envahi tous les domaines du monde physique. On ne peut plus penser depuis Engels d'une manière dichotomique sans y voir d'opposition dialectique ; selon une formule célèbre, « dans toute différence il y a une contradiction, et la différence elle-même constitue une contradiction ». Pour dire ceci d'une autre façon, une contradiction ne peut être conçue autrement que comme une contradiction dialectique. Après Marx qui remet la dialectique sur ses pieds, Engels reconnaît que celle-ci est d'origine idéaliste et qu'elle a été "plaquée", dans *Le Capital*, comme un modèle théorique de l'économie politique. Engels utilise un argument quelque peu étrange pour exorciser ces origines honteuses de la dialectique: « Même dans la science de la nature, nous rencontrons assez souvent des théories dans lesquelles le rapport réel est mis sur la tête, le reflet pris pour la forme primitive, et qui ont donc besoin d'être retournées de cette façon. » [ENG73 p.54]. Par exemple, la théorie de la substance calorique aux XVII^e-XVIII^e siècles, ou la théorie du phlogistique en chimie ont fourni des résultats expérimentaux indiscutables; ceux-ci furent réinterprétés par la théorie mécanique de la chaleur et la théorie de Lavoisier, mais ils ne furent en aucune manière éliminés par les nouvelles conceptions. Ainsi, « la théorie de la substance calorique est à la théorie mécanique de la chaleur, la théorie du phlogistique est à celle de Lavoisier comme la dialectique de Hegel est à la dialectique rationnelle. » [ibid. p.55]. La volonté de fonder la dialectique comme une science conduit donc Engels à devenir le précurseur instinctif d'une certaine épistémologie en magnifiant l'importance des idées métaphysiques, idéalistes ou irrationnelles dans la formation des concepts scientifiques. Mais les rapprochements entre *substance calorique*, *phlogistique* et *dialectique hégélienne* restent fort peu probants. Où sont en effet les résultats expérimentaux qui confortent la dialectique de Hegel ? S'ils sont ignorés par la philosophie hégélienne, cela signifie-t-il qu'ils soient encore à rechercher dans la nature, et que les sciences classiques, même du temps de Engels, gagnent à leur hypothétique reformulation dialectique ? Mais alors, la physique marche-t-elle sur sa tête ?

Si le discours théorique d'Engels sur la dialectique de la nature est assez considérable, les exemples qu'il nous donne sont peu nombreux et très superficiellement décrits. Un physicien de son époque les jugeait déjà forts triviaux.

Quels sont-ils ? Engels détaille et illustre de la manière suivante la première de ses trois lois dialectiques, celle du passage de la quantité à la qualité et inversement: « Dans la nature, les changements qualitatifs ne peuvent avoir lieu que par addition ou retrait quantitatifs de matière ou de mouvement (comme on dit, d'énergie). » [ibid. p.70]. Et de citer, à titre d'exemples, plusieurs phénomènes physiques empruntés à la chimie et à l'électricité, notamment des effets de seuil comme l'intensité électrique minimum nécessaire à l'incandescence d'un fil. Toutes ces notions de seuils ou de points critiques reviennent d'ailleurs souvent dans diverses théories modernes comme celles des catastrophes ou des transitions de phases. C'est d'ailleurs l'une des raisons majeures qui nous font considérer la dialectique de la nature comme une sorte d'"ancêtre épistémologique" de ces théories modernes (ou ces dernières comme des prolongements implicites et involontaires de la dialectique de la nature). Nous y reviendrons au cours de ce chapitre.

À la lecture des trois ou quatre pages d'exemples de la première loi dialectique, on ne peut s'empêcher de trouver celle-ci très descriptive. Engels lui-même déclare que ses détracteurs estiment qu'elle est quelque chose de tout à fait évident, de banal et de plat qu'ils ont utilisé depuis longtemps et qu'ainsi on ne leur a rien appris de nouveau [ibid. p. 74]. Encore fallait-il le dire explicitement semble-t-il penser, et reconnaître que cette loi dialectique, dans sa généralité, est utile pour la compréhension de la nature; sa valeur procède de son universalité ⁽⁴⁾.

La principale illustration de la dialectique de la nature reste celle de la loi de l'interpénétration des contraires. Obnubilé comme tout dialecticien par le mouvement et la dualité, Engels identifie des manifestations délibérées de la dialectique dans tout phénomène changeant ou dans toute conception nécessitant le recours à une forme de variabilité, de sécabilité ou de séparabilité duale. Prenons l'exemple des mathématiques. Son analyse de la dialectique en ce domaine débute par le classique catalogue des oppositions suivantes : +/-, multiplication/division, logarithme/exponentielle, etc. Mais tandis que d'autres en seraient restés là ⁽⁵⁾, Engels nous propose des exemples un peu plus substantiels. Tout d'abord, selon lui, c'est la grandeur variable de Descartes qui a introduit le mouvement et la dialectique dans les mathématiques. Il analyse ensuite l'opposition du droit et du courbe posés comme

⁴ - Plus d'un siècle après *Dialectique de la Nature*, je ne suis pas sûr que l'on ait beaucoup progressé dans la compréhension de la loi dialectique quantité/qualité. La physique moderne interprétée par le marxisme propose bien d'autres exemples de cette loi qui reste malgré cela toujours aussi superficielle, et comme plaquée, là aussi, sur les résultats des sciences. Un physicien marxiste nous parle ainsi de la multiplicité des particules élémentaires considérée comme l'expression de la diversité de la matière, ou, si l'on préfère, de la matière elle-même considérée comme l'unité de ces différents aspects particuliers [BIT73 pp. 70-71]. Ce qu'il appelle ainsi *caractère contradictoire de la matière* n'est autre que l'un des déguisements de la première loi d'Engels où une quantité de particules élémentaires constitue la qualité "matière" dans les formes multiples que peut prendre celle-ci. Ce genre d'exégèse n'est que l'un des exemples phraséologiques qui révèlent qu'un certain marxisme n'a absolument pas évolué sur ce sujet...

⁵ - Mao-Ze-Dong, par exemple, qui reprend les maigres oppositions mathématiques de Lénine (+ et -, différentielle et intégrale), pour les qualifier de *dialectiques* sans autres commentaires. Ces deux stéréotypes de "contradictions dialectiques mathématiques" semblent d'ailleurs directement empruntés à Hegel [DES75 p. 48].

identiques (!), en dernière analyse, dans le calcul différentiel. Illustration typiquement engelsienne de l'identité des contraires. Mais surtout, il détaille la nature dialectique de l'unité. Arrêtons nous plus longuement sur cette question.

L'identité de l'*un* et de l'*unité* - l'*un* étant considéré comme un nombre et l'*unité* comme base constitutive des nombres - est l'une des pierres d'achoppement conceptuelles aux fondements de l'arithmétique. En effet, d'après Husserl, il existe trois écueils à une conception naïve du nombre cardinal:

- la compatibilité entre l'identité des unités et leur discernabilité.
- les définitions des nombres 0 et 1.
- la définition des grands nombres.

Dans les *Fondements de l'arithmétique*, Frege étudie particulièrement la première question et passe en revue les opinions de divers philosophes et mathématiciens. Il s'arrête en particulier à la position de Leibniz pour qui l'abstrait de l'un est l'unité ⁽⁶⁾. L'unité est un concept sous lequel tombe l'objet *un* répétable *ad infinitum*. La contradiction qui existe entre l'identité et la distinctivité des unités est ainsi résolue par Frege; le mot *unité* possède un double sens. D'une part les unités sont identiques, car le concept *unité* défini à la manière de Leibniz est unique; d'autre part, les unités sont distinctes dans le sens où elles sont des instances du premier concept et désignent des objets comptés distincts [FRE84 p. 182]. Ce genre de réflexions et de solutions à de vieux problèmes conduit d'ailleurs Frege à la première définition moderne et logiciste des nombres cardinaux. Pour notre propos, il est intéressant de noter dans cet exemple que le conflit entre l'identité et la distinctivité des unités est résolu par Frege à l'intérieur de la pensée mathématique. Même si l'auteur des *Fondements de l'arithmétique* utilise tacitement une certaine dialectique dans la manipulation des concepts, cet aspect est complètement masqué par l'intégration de ses travaux dans le champ des fondements des mathématiques. Dans les définitions actuelles des nombres cardinaux plus encore que chez Frege, l'opposition de l'*un* et de l'*unité* est tout à fait évacuée; elle semble concerner un débat d'un autre âge certes philosophiquement intéressant mais qui relève de l'histoire des mathématiques et, en tout cas, reste étranger à toute contradiction dialectique.

Engels décrit d'autres exemples de couples dialectiques en mathématiques. Mais depuis lors, avec l'émergence des grandes structures algébriques, d'autres classes d'oppositions sont apparues. Dans sa préface à la réédition des œuvres de Lautmann [LAU37], Jean Dieudonné en dresse la liste non exhaustive suivante: fini/infini avec l'articulation supplémentaire infini actuel/ infini potentiel, discret/continu, local/global, commutatif/non commutatif... Il commente ensuite: « Une partie importante des thèses de Lautmann est consacrée à l'examen de ces oppositions, sur lesquelles sa position est voisine de celle de Hilbert, chez qui l'on trouve exprimée avec force la conviction qu'il ne s'agissait là que d'apparences superficielles masquant des parentés beaucoup plus profondes. Tout le développement des mathématiques depuis 1940 n'a fait que confirmer la justesse de cette position; on a ainsi reconnu que ces prétendues oppositions étaient en réalité des pôles de tension au sein d'une même structure et que

⁶ - Frege ne semble pas avoir remarqué que cette idée n'est pas nouvelle puisque Théon de Smyrne déclarait déjà que l'unité n'est pas un nombre, mais le principe du nombre [MIC50 p. 332].

c'est de ces tensions que découlent les plus remarquables progrès. » Il est très frappant qu'un tel flot d'oppositions - évidemment tenues pour dialectiques par les successeurs d'Engels - soit analysé et expliqué au sein des mathématiques, de leur histoire et de leur philosophie. Bien sûr, le vieil argument de la dialectique semblable à la prose que l'on manie sans le savoir est inexpugnable. Mais ce n'est rien de *percevoir* des oppositions comme dialectiques, il faut *s'apercevoir* qu'un travail critique, explicatif et même historique, reste à réaliser à la suite de cette intuition. La situation des différents couples relevés ci-dessus est un peu similaire à celle de l'opposition entre l'identité et la distinctivité des unités. Ce dernier problème a progressé avec la définition du nombre cardinal de Frege, mais pas après qu'Engels ait déclaré qu'il s'agit là d'une opposition dialectique (7).

Nous avons déjà remarqué que la dialectique de la nature inaugurée par Engels embarrasse beaucoup de marxistes. Quelles sont donc les raisons qui ont conduit Engels à échafauder une telle théorie ? L'hypothèse la plus vraisemblable prétend qu'il fut amené à étendre la théorie dialectique du domaine de l'économie politique à celui de la nature. C'est une idée attribuée à Sartre et à Marcuse par Rolando Garcia dans son article au titre humoristique *À propos de la contradiction dans la dialectique de la nature*. « L'attribution de la dialectique à la nature est une exigence qui découle de la position épistémologique du marxisme », conclut-il [GAR73 p. 184]. La dialectique de Marx, issue donc de la dialectique idéaliste de Hegel, a été forgée pour la compréhension des rapports socio-économiques entre classes dans les sociétés industrielles modernes. Mais, comme le noyau théorique présent chez Marx fut bientôt érigé en dogme scientifique - il est des vérités banales que l'on doit inlassablement répéter -, il devenait d'une impérieuse nécessité de rechercher où la dialectique prend sa source. Puisqu'en effet il n'était pas convenable de revenir sur l'œuvre de Marx qui avait descendu la dialectique hégélienne des sphères idéalisées de la pensée, il était naturel de rechercher l'origine de la théorie dialectique plus près de la matière, dans la nature elle-même, dans les sciences physiques. Si cette hypothèse s'avère exacte, nous tenons là une **extension** (cf. § II.2) typique du paradigme *dialectique* - depuis la philosophie idéaliste à l'économie politique dans un premier temps ; de l'économie politique à un ensemble hétéroclite de sciences par la suite. On peut à la rigueur juger la première extension avec indulgence eu égard à l'état embryonnaire de l'économie théorique du temps de Marx; la seconde en tout cas est manifestement un échec.

V.4. Les fondements de la dialectique de la nature

⁷ - Raymond Queneau est d'ailleurs encore plus radical. Pour lui, la dialectique des mathématiques chez Engels est une « théorie anecdotique » [QUE35]. Elle provient d'une façon réaliste et superficielle d'interpréter le symbolisme et le langage mathématique: l'opposition +/-, la droite considérée comme une courbe, etc.

« L'insécabilité des deux termes d'une opposition dialectique semble constituer un obstacle majeur à la dialectique de la nature, à moins que l'on ne considère cette insécabilité comme effective uniquement dans une théorie initialement bien spécifiée. Par exemple, la conception du temps et de l'espace dans le ds² relativiste est souvent présentée comme prototype de l'existence d'une dialectique dans la nature. Mais l'espace et le temps peuvent être parfaitement disjoints et même donner naissance, ainsi que l'histoire le prouve, à des sciences totalement étrangères à toute dialectique spatio-temporelle: en l'occurrence, la géométrie et la cinématique. La relativité réconcilie ainsi dans une vue unifiée des concepts qui étaient antérieurement distincts. C'est bien aussi le sens de la résolution de la cosmologie relativiste qui, dans le concret de l'espace-temps, efface la distinction et l'incommunicabilité abstraite entre géométries euclidienne et riemannienne. La modélisation relativiste de la physis assure leur réconciliation par la séparation du local (euclidien) et du global (riemannien). À la limite (de la dialectique !), la résolution de l'opposition entre l'axiome d'Euclide et sa négation [version Riemann] s'appelle masse-énergie et se réalise dans le mouvement gravitationnel. »

Ce genre de propos quasi-métaphysique ne doit pas faire illusion. Il s'agit là d'une imitation (caricaturale ?) du type de discours que tiennent ceux qui tentent de renouveler la compréhension de la dialectique de la nature. Je ne crois pas à la pertinence de ces "placages" d'une dialectique verbeuse sur le corpus des sciences. Il est en effet très facile de voguer ainsi dans une soi-disant dialectique de la nature tout en ayant remis à plus tard la question de sa base matérielle. Ce n'est pourtant pas en essayant de déceler par la seule "puissance" de l'esprit un aspect dialectique à la nature et en oubliant l'aspect matérialiste d'une telle conception que cette hypothèse atteindra son statut tant convoité de science; et ceci, même si l'explicitation du premier terme de la locution *dialectique de la nature* paraît de prime abord plus urgente que celle du second. Car comme nous allons le voir, ce n'est pas tant la notion de *dialectique* qui pose problème que son lieu d'application, le point d'ancrage de la dialectique dans la nature. Mais sans doute cette explicitation était-elle moins accessible que la précédente aux commentateurs brumeux de la théorie engelsienne...

Dans un article paru en 1967, Léo Apostel introduit la dialectique en distinguant ainsi entre *contradiction logique* et *contradiction réelle* (au sens où celle-ci intervient *dans la réalité*): « Il y a contradiction réelle entre deux événements s'il y a isomorphie partielle entre le rapport de ces deux événements d'une part et le rapport d'une proposition et de sa négation d'autre part. » [APO67]. Si l'on identifie la notion de *contradiction dialectique* et celle de *contradiction réelle* ainsi décrite, l'existence de la dialectique dans la nature est alors nécessaire. C'est ce que semble supposer l'auteur. Mais, tout en reconnaissant la puissance de la dialectique pour la compréhension de la pensée, il admet ne rien connaître des rapports qu'entretiennent ces supposés processus dialectiques naturels et la pensée dialectique. Élégante manière de s'en sortir ! La discussion est alors close et il ne reste plus qu'à travailler pour découvrir enfin ces processus naturels et leurs rapports avec la dialectique. La théorie marxiste de la connaissance comme reflet du monde semble obligatoirement conduire à distinguer ces deux sortes de contradictions. La contradiction dialectique constitue alors une "façon de penser" les contradictions qui sont supposées présentes dans les processus naturels.

C'est la voie suivie par Michel Paty avec un vocabulaire légèrement différent. Pour lui, une contradiction réelle est caractérisée par sa soumission au principe du tiers exclu; la négation à l'œuvre dans une contradiction réelle est celle de la logique classique. Une contradiction dialectique, quant à elle, est en fait une opposition/inclusion; elle est caractérisée à la manière de la critique parménidienne comme étant non-logique puisque ses termes ne sont pas définis indépendamment. Mais dans la discussion ultérieure, l'auteur est - comme tout le monde - incapable de définir et de préciser ce que pourrait être une dialectique de la nature: « ... je serais tenté de conclure que, au moins dans tous les cas que j'ai étudié, j'ai rencontré la contradiction dans les concepts, dans mon objet de pensée, mais pas dans l'objet réel, parce que je n'ai rien pu en dire. » [PAT76 p.37].

L'approche résumée très succinctement ci-dessus a l'avantage de revenir aux vrais problèmes puisque la contradiction hypothétique entre deux événements est à la base de la thèse d'Engels sur la dialectique de la nature. Mais l'aveu d'impuissance de nos auteurs est facile à expliquer. Ils ne s'affranchissent pas du "platonisme ontologique" élémentaire impliqué par toute dialectique du reflet. Ils veulent découvrir au sein de la nature elle-même des phénomènes descriptibles par le concept central de la dialectique - la contradiction. Cela tient d'une espèce assez commune de placage de concept. Nous avons déjà remarqué qu'il s'agit là également de la démarche d'Engels quand il utilise des notions de seuil en électricité ou en chimie pour illustrer sa loi de la transformation de la quantité en qualité. Au lieu d'analyser et de mieux comprendre cette loi sur des exemples plus précis, les successeurs d'Engels en ont fait un cas particulier de lois plus générales et plus vagues encore. Le raisonnement de cette dialectique systématisée et hiérarchisée est simple. Parmi les différents types de contradictions qui procèdent toutes, plus ou moins, des mêmes lois du développement, il en existe une qui suit la loi de la transformation mutuelle et réciproque de la quantité en qualité. Mais cette présentation au terme d'une théorie globale de la contradiction ne rend pas compte du fait que cette dernière loi demeure *la plus importante* pour la dialectique de la nature, et même pour la dialectique tout court; tout simplement parce qu'elle est la seule qui prétend théoriser un certain nombre de phénomènes physiques que l'on peut mesurer expérimentalement avec quelque précision. Son illustration constitue la partie la plus substantielle du livre d'Engels et il convient pour nous d'en dire quelques mots en vue des développements qui suivent.

Qu'y a-t-il de similaire entre une révolution, un orgasme, le pathos d'une pièce de théâtre, un fil électrique devenant incandescent, un verre d'eau qui déborde, ou un aimant perdant ses propriétés magnétiques lorsqu'on le chauffe ? Le passage d'un seuil, la rupture d'un état d'équilibre à la fin d'un processus d'accumulation, un changement qualitatif par variation quantitative dans le langage de la dialectique...

Ces transitions, ces franchissements de seuils possèdent une profonde unité intuitive imagée par une représentation commune; rupture, limite, seuil, transition, catastrophe, point critique, tous ces termes imposent à l'esprit l'image d'une lente montée, d'une accumulation quantitative suivie d'un brusque changement qualitatif. Cette image peut être figurée par une courbe en "dent de scie".



Mais dans sa simplicité quasiment archétypale, l'image de la dent de scie souffre d'un grave défaut: le plan. La représentation cartésienne du plan est en effet essentiellement quantitative, et un petit effort d'émancipation culturelle est nécessaire pour se détacher de l'idée que "courbe" est synonyme de rectifiable et quantifiable ! Dans le simple petit schéma qui précède, après le passage de l'acmé, de la crête, la courbe devrait être "ailleurs", par exemple au paradis dans le cas d'un orgasme ou d'une révolution (dans le sens utopiste)... Une telle approche naïve d'exemples de la loi quantité/qualité pose évidemment plus de questions qu'elle n'en résout. On pressent cependant intuitivement que la clé du problème se situe dans le passage d'une crête qui ne peut être définie d'une manière unique pour tous les phénomènes où elle se présente sans se perdre en un concept fortement unificateur - et d'autant plus discutable - du type de la contradiction quantité/qualité. Comprendre la nature profonde et variée de ces crêtes est, comme nous le verrons, le rôle de théories particulières, plus spécialisées et en conséquence beaucoup plus élaborées et complexes que la dialectique de la nature.

V.5. Les essais de formalisations de l'opposition dialectique

Le statut fort controversé de la dialectique de la nature n'a pas manqué de susciter des travaux qui tentent de surmonter ses imprécisions conceptuelles, ou des théories développées indépendamment de sa sphère d'influence directe et qui néanmoins s'inscrivent dans le même courant. C'est ce que nous appelons des **prolongements implicites et involontaires** (prolongements par continuité ?) de la thèse engelsienne, ou si l'on préfère, corrélativement à la notion de *substrat* évoquée au premier chapitre, des *superstrats*. Si l'on reprend notre recherche sur le sens de l'expression *dialectique de la nature*, il convient pour éviter de qualifier tout et n'importe quoi de dialectique, d'étudier à la fois ce qu'est une telle opposition et à quels objets ou phénomènes s'applique la théorie d'Engels.

Nous avons essayé jusqu'à présent de montrer la persistance de ces problèmes, le premier depuis Héraclite, le second renouvelé par Engels. Essayons maintenant de savoir si des progrès sont apparus depuis les grands ancêtres marxistes. Remarquons tout d'abord - et cette remarque est cruciale - que ces progrès dans la compréhension de la dialectique de la nature peuvent être conduits dans les deux sens suggérés précédemment: approfondissement du problème de la *base phénoménologique* de la théorie dialectique ou de *ce qu'est une contradiction dialectique* - c'est-à-dire, avec un chiasme dans le plus pur style de Marx, soit par un travail sur la *dialectique de la nature*, soit sur la *nature de la dialectique*. Lorsqu'une théorie est aussi âprement débattue et controversée que la conception dialectique de la nature, on lui cherche en bonne logique un fondement plus stable. C'est ainsi que la solution aux déconvenues engelsiennes semblerait résider dans une reprise totale du

problème, une recherche et une méditation approfondies sur les domaines d'application de la dialectique et en particulier de la dialectique de la nature. Eh bien non ! Après Marx, le caractère scientifique de la dialectique paraissait indiscutable. Tout le petit monde des glossateurs dévots s'est alors engouffré comme un seul homme dans le marais glauque de la nature de la dialectique et de son explication par rapport à la logique. Mais le vieux conflit entre Parménide et Héraclite a tenu bon, et jamais l'antagonisme entre la logique et la dialectique ne s'est laissé réellement résoudre.

D'où vient cette polarisation des recherches théoriques sur la dialectique dans le sens de la logique ? J'ai déjà suggéré, un peu par provocation, que les annotateurs de la dialectique étaient probablement mieux armés pour ce genre d'exercice que pour fonder, par exemple, la physique des transitions de phase... Mais je pense que l'on peut peut-être y voir également (plus sérieusement ?) ce que Pierre Raymond [RAY77] appelle *l'impérialisme scientifique de la logique* à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle et que l'on peut résumer en quelques lignes. Le grand projet reconstructif de Bolzano - détacher les sciences de leur histoire et les isoler de leurs bases empiriques - l'a amené à reprendre le projet leibnizien de langue universelle en initiant les premières recherches modernes de logique symbolique. Après son intrusion utile et révolutionnaire dans le champ des mathématiques par le double mouvement de mathématisation de la logique (Boole) et de logicisation des mathématiques (Frege, Russel), la logique a prétendu régir tout discours théorique - qu'il soit scientifique ou philosophique - voire toute réalité. Les "philosophes de la rigueur", pour reprendre la terminologie de l'auteur, c'est-à-dire Russell, le Wittgenstein du *Tractatus*, Carnap et Popper sont tous les héritiers de la conception logiciste de Bolzano, et témoignent d'une sorte d'impérialisme de la logique sur les sciences. Nous avons appelé ce type de phénomène courant dans l'histoire de la pensée une **extension de paradigme** (cf. § II.2) - celle de la logique à la philosophie en l'occurrence. Par contre, on ne met pas assez en évidence l'emprise de la logique sur les problèmes posés par la dialectique. Bien que son intérêt épistémologique paraisse moins évident que l'extension de la logique aux philosophies de la rigueur, nous allons l'expliquer maintenant.

Comme nous l'avons déjà souligné, les problèmes de compatibilité de la logique avec la dialectique sont résolus par la séparation drastique des deux domaines respectifs; une véritable coupure épistémologique synchronique autoritaire et mal cicatrisée. Quant à la solution hégélienne de plongement de la logique de l'entendement (aristotélicienne) dans la logique transcendantale (dialectique), elle relève définitivement de l'utopie. La logique moderne, excroissance prolifique de celle d'Aristote, fait penser, devant la fluette dialectique et ses quelques lois bien banales, au chameau passant par le chas d'une aiguille. Pour comprendre dans quel sens se sont orientées les idées modernes sur les liens entre la logique et la dialectique, précisons un peu mieux quelques notions. Si les principes classiques de non contradiction et du tiers exclu, à défaut d'être d'une portée universelle, sont clairs pour tout le monde (y compris pour les intuitionnistes - voir le chapitre III), la notion de contradiction dialectique par contre est assez difficile à expliquer (y compris pour les marxistes...). Nous avons dressé plus haut le maigre catalogue des lois dialectiques selon les pères fondateurs du marxisme tout en relevant les lents progrès réalisés dans l'explication de la dialectique elle-même depuis Héraclite. Or, je ne suis pas sûr que l'on ait mieux

défini ainsi ce qu'est cette notion. Rappelons nous ce qu'en dit Parménide, tout en se souvenant bien sûr que l'expression *contradiction dialectique* est une interprétation fort libre de la pensée de l'Eléate: « Deux figures dont aucune ne doit se nommer seule », c'est-à-dire l'insécabilité des deux termes d'une contradiction dialectique qui doivent être pensés ensemble; la même définition que celle de Lénine et de ses successeurs - un peu comme si nous adoptions la définition du *nombre* de Pythagore ou si nous emprunions la notion d'*atome* à Démocrite ! Une contradiction dialectique est donc tout à la fois l'appréhension en bloc de deux termes opposés, l'interpénétration de ces deux termes, le mouvement continu de l'un à l'autre et bien autre chose encore... Ceci privilégie deux frictions essentielles entre la logique et la dialectique; entre le principe de non contradiction et l'identité des contraires d'une part, et entre la double négation de la logique classique et la loi engelsienne du même nom d'autre part.

L'idée est donc apparue de rechercher dans la logique moderne ce qui pourrait permettre d'abolir ces frictions. En ce sens, la solution préconisée par Hegel a été profondément bouleversée. Basée sur l'analyse des lois du raisonnement, la dialectique n'intègre pas la logique, elle la contourne. On n'a pas assez mesuré l'importance du fait que les nouvelles approches des liens entre la logique et la dialectique s'inscrivent presque toutes dans le sens d'une échappatoire à la logique classique illustrée dès la séparation des deux domaines (cf. § V.1). Or, depuis la formidable percée de la logique mathématique inaugurée par Boole, les principes classiques de la logique qui paraissaient les mieux fondés, la double négation et le tiers exclu, ont été réexaminés en profondeur et leur place mesurée au sein des mathématiques. Leur évidence avait caché leur caractère formellement contingent et les mathématiciens ont pu construire des logiques exotiques qui s'en dispensent ou qui leur donnent une autre signification (cf. § III.1.2). Dans la logique aristotélicienne, les principes de non contradiction et du tiers exclu sont duaux modulo la double négation ; ils sont donc équivalents sur le plan de leur sémantique et de leur portée épistémologique. Les développements de la logique ne les acceptent plus comme vrais *a priori*. Comme tout axiome ou proposition mathématique, ils n'ont aucun sens lorsqu'ils sont isolés de leur système ou de leur modèle, en l'occurrence la logique classique. Nous savons maintenant dans quel sens la logique est quelque chose de sublime (Wittgenstein); c'est dans un sens pratique, interne à son utilisation tout au long du développement des sciences (et pas seulement des mathématiques) et même de l'histoire de la rationalité occidentale: « La contrainte logique est une contrainte sociale » (Wittgenstein, toujours, dans une de ses formules que Feyerabend n'aurait sûrement pas renié...). Les principes de double négation et du tiers exclu rejoignent le postulat d'Euclide dans la liste des évidences éternelles déçues. Dès lors, après que ces deux lois aient perdu leur inéluctabilité, les frictions entre logique et dialectique s'atténuent. La voie vers la formalisation de la dialectique semble ouverte, et cette perspective de promotion rend le sourire aux dialecticiens. On est en droit de se demander, d'ailleurs, s'il ne convient pas mieux d'inverser cette dernière remarque; dans quelle mesure les nouvelles possibilités offertes à la dialectique par le flot des logiques non-standards ont contribué à transformer certains marxistes, d'ordinaire circonspects envers tout ce qui tend à s'abstraire de sa base pragmatique et de l'histoire, en farouches partisans du dogmatisme formaliste. Quoiqu'il en soit de la philosophie

discutable de ces essais, plusieurs tentatives de formalisation de la dialectique ont vu le jour. En voici très brièvement deux exemples différents.

Examinons d'abord la formalisation esquissée par Léo Apostel. Pour caractériser la pensée dialectique, celui-ci nous propose la démarche suivante: « Après avoir démontré [une proposition] p et [sa négation] $non p$ en utilisant tels axiomes et telles règles, modifions ces axiomes et ces règles de manière à éliminer la contradiction en gardant la possibilité maximale de démontrer ce qui l'a déjà été. [Et donc, si possible, la conjonction de deux affaiblissements de p et $non p$ qui ne soient plus contradictoires]. » [APO67 p. 138]. L'auteur reste donc obnubilé par le rêve de la formalisation de la dialectique à partir de la logique. Il est curieux de constater que la recherche d'une formalisation de la dialectique soit très souvent effectuée, comme dans la démarche précédente, avec le but avoué d'échapper à la contradiction des contraires, alors que l'angle d'attaque issu de la remise en cause de la logique classique est compris entre la loi de la double négation et celle du tiers exclu. Il s'agit d'ailleurs dans le cas présent d'une intention de formalisation plutôt que d'une réalisation effective (aborder concrètement une telle réalisation risque en effet de laisser le logicien fort perplexe...). Cependant, l'auteur suggère tout de même d'autres axes de recherches à un approfondissement de la dialectique. Sur le plan proprement formel, il mentionne Rogowski qui contourne le principe du tiers exclu à l'aide d'une logique modale, mais omet de citer d'autres essais de formalisations ou d'interprétations dialectiques de logiques déviantes (Klaus, Laskowski, Rescher, Zinoviev...). L'auteur préfère visiblement s'inscrire dans le courant des travaux sur les algorithmes capables de se modifier eux-mêmes, la cybernétique, les processus de Markov, toutes théories qui rejoignent le courant synthétique étudié plus loin. Cette dernière remarque est importante, car, comme nous allons le voir, les liens implicites entre la théorie dialectique et les théories synthétiques existent surtout à propos du renouvellement par les secondes des questions phénoménologiques de la dialectique de la nature (problème d'Engels). Les tentatives que nous venons de mentionner introduisent l'idée nouvelle selon laquelle ces liens existent peut-être aussi sur le plan "théorique" de la nature de la dialectique (problème de Parménide).

Avec Dominique Dubarle, nous sommes de plein pied dans un rêve formaliste puisque le modèle proposé repose sur un réseau booléen destiné explicitement à théoriser la construction hégélienne [DUB72 p. 148]. Le système s'appuie en fait sur l'utilisation des deux termes U (universel) et P (particulier) issus de la pensée hégélienne et ajoutés aux classiques termes *vrai* et *faux*. Les quatre connecteurs unaires de la logique binaire habituelle - dont un seul (la négation) n'est pas trivial et possède une utilité - deviennent alors seize dans cette logique élargie. Et parmi ces nouveaux connecteurs, quatre reçoivent une interprétation hégélienne de la part de l'auteur: l'abstraction, la concrétion, la déposition et le relèvement. Que fait-on des douze autres serait-on tenté de questionner ? Au lieu d'ajouter directement des connecteurs "dialectiques" comme dans la logique modale de Rogowski par exemple, on adjoint des termes particuliers aux valeurs binaires traditionnelles ce qui enrichit *ipso facto* le système en connecteurs. Dans les deux cas le principe du tiers exclu se trouve atténué. Et si l'on semble avoir progressé dans la compréhension de la

dialectique, c'est encore une fois en ayant échappé à la juridiction de la logique classique. Le rêve hégélien de rapprochement de la logique et de la dialectique est réalisé tant bien que mal, mais en sens exactement inverse à celui annoncé et dans un formalisme créé tout exprès à partir de la pensée d'Hegel. Il est vrai que c'est là l'unique ambition de son auteur.

Les précédents essais ou ébauches de "formalisations" de la dialectique donnent une idée très sommaire des méthodes employées mais permettent de comprendre quels sont les buts poursuivis. Il n'est pas nécessaire de nous y attarder plus longtemps. Je me permets toutefois d'ajouter un exemple voisin, mais plus personnel, avant de poursuivre par la caractérisation critique générale de ces diverses formalisations. Supposons donné un système infini $P_0, P_1, \dots, P_n, \dots$ de propositions possédant chacune un degré de vérité inconnu, un peu comme dans une logique probabiliste. Supposons de plus que l'on puisse tout de même déterminer le rapport de vérité entre deux propositions P_i et P_j ayant un contenu analogue, c'est-à-dire s'appliquant à un même objet ou phénomène. Peu importe la manière dont on détermine ce rapport de vérité P_i / P_j - par un contraste, une comparaison de contenu entre P_i et P_j , par exemple. Toute proposition est donc assimilable en fin de compte à un nombre inconnu compris entre 0 (faux) et 1 (vrai) ; on connaît par contre le rapport de toute proposition avec une autre. Les deux propositions contraires P_0 et $1 - P_0$, non totalement vraies ou fausses, échappent alors au principe du tiers exclu; sinon, leur rapport $(1 - P_0) / P_0 = (1 / P_0) - 1$, connu par hypothèse, permettrait de déterminer P_0 . Les propositions P_0 et $1 - P_0$ forment un couple dialectique. Mais, grâce à une variété *ad hoc* de l'axiome du choix et peut-être un peu de chance, on peut exhiber une proposition P_1 telle que le rapport de vérité P_1 / P_0 soit plus grand que 1. On peut qualifier P_1 de proposition extraite de P_0 . En répétant ce processus au plus jusqu'à l'infini (!), on extraira de P_0 une proposition P absolument vraie, c'est-à-dire une proposition logique standard soumise au principe du tiers exclu ⁽⁸⁾.

Si cette ébauche de "formalisation" ne paraît pas très probante au lecteur, il n'y a là rien d'étonnant; à son auteur non plus... La conclusion de ce petit jeu est néanmoins à rapprocher de celle d'un opuscule où il est fait appel à une image géométrique - décidément, nous ne quittons guère les mathématiques en ce moment;

⁸ - De tels jeux quasi-formels sont très faciles à imaginer. Un autre exemple ? Il y a une vingtaine d'années, certains "nouveaux philosophes" sont arrivés au rejet de nombre de thèses marxistes grâce à leur critique de l'autoritarisme inhérent à la pratique du marxisme en Union Soviétique ou en Chine - et en remontant même parfois jusqu'aux écrits de Marx. On peut immédiatement construire un système interprétant la force de conviction autoritaire des "maîtres penseurs du marxisme" comme un moyen de dégager la vérité de propos nuancés. Partons donc d'une proposition nuancée (dialectique ?) présentant à la fois des aspects positifs et négatifs. Comment en extraire la vérité, comment passer de la dialectique à la logique ? Tout simplement en introduisant les connecteurs unaires M , E , et L , respectivement *Marx a dit*, *Engels a dit*, *Lénine a dit*, variantes du célèbre connecteur *J Jacques a dit* utilisé dans un jeu où l'on doit obéir automatiquement. La conjonction de ces trois connecteurs appliquée à une proposition dialectique p panachée de vrai et de faux, la fait passer au stade de proposition logique $(MEL)(p)$, absolument vraie ou absolument fautive. Il est triste que ce ne soit pas seulement un gag pour certains marxistes, qui, il n'y a pas si longtemps, ne craignaient pas d'utiliser un autre connecteur S ...

trait significatif de l'effort méritoire consenti par la dialectique pour rejoindre cette science. « Si nous considérons, sur des sphères dont le rayon tend vers l'infini, des triangles qui soient à la fois rectangles et équilatéraux, les relations *R*: *le triangle T est rectangle* et *S*: *le triangle T est équilatéral* tendent à devenir absolument contradictoires, la contradiction absolue n'étant d'ailleurs réalisée qu'à la limite, dans le plan. La contradiction absolue est ainsi la limite, dans le plan, d'une contradiction dialectique, au terme du mouvement qui tend à en réaliser les conditions. » [CAZ71 p. 17]. Notre pseudo-modèle propositionnel admet bien la même conclusion. À partir de contradictions dialectiques et au terme d'un processus d'extraction de propositions, on aboutit à une contradiction logique. C'est d'ailleurs là une démarche inverse du schéma évoqué précédemment où l'on tente de produire une contradiction dialectique en partant d'une contradiction logique.

Je ne suis pas seul, bien sûr, à estimer que les multiples essais de formalisation de la dialectique sont peu convaincants. Desanti estime ainsi que les tentatives habituelles de formalisation de la langue hégélienne ne sont pas satisfaisantes car elles sont toutes réalisées dans le sens de l'extraction d'une proposition plus proche de la logique à partir d'une proposition dialectique [DES75 p. 63 sq.] ⁽⁹⁾. Or, suivant en cela Dubarle, Desanti estime que la logique hégélienne n'est pas une logique des propositions, mais une logique des concepts. On ne doit donc pas s'étonner de l'insatisfaction que nous procurent les formalisations diverses de la dialectique; elle est inhérente aux projets de réduction des concepts au formalisme.

V.6. La dissymétrie selon Curie et Caillois

Après avoir examiné quelques tentatives plus ou moins réussies de prolongements de la dialectique sur le front de sa nature (problème de Parménide), nous allons revenir à sa base phénoménologique (problème d'Engels) et nous intéresser à des théories qui abordent d'une façon totalement différente les faits naturels qu'elle prétend décrire et expliquer. Les idées de Curie et Caillois sur la dissymétrie serviront de prélude à des théories synthétiques plus étoffées.

Les études sur la symétrie et la dissymétrie chez les êtres vivants ou dans les cristaux restent bien souvent des descriptions brutes sans aucune théorisation ⁽¹⁰⁾. Ces descriptions sont minutieuses et indispensables, bien sûr, mais elles manquent de perspectives générales. L'originalité de l'essai de Roger Caillois [CAI73] tient moins dans ses nombreux exemples que dans l'esquisse théorique et synthétique qu'il en

⁹ - Fondées pour la plupart sur un contournement du principe du tiers exclu et une tentative d'extraction de la logique du premier ordre à partir de la dialectique, les formalisations de la dialectique ignorent très souvent les travaux plus profonds et moins directement utilisables que sont les analyses de la négation logique et les distinctions entre niveaux de négations - par exemple dans la logique combinatoire de Schönfinkel et Curry.

¹⁰ - Pour un large panorama de la symétrie dans les mathématiques, les sciences et les arts, on consultera par exemple l'ouvrage collectif [SYM89] et le livre de Joe Rosen [ROS75].

donne. Après une étude de la dichotomie générale, il nous propose un modèle de la dissymétrie sans aucune référence explicite à la dialectique. C'est dans cette émancipation, cette indépendance par rapport aux anciennes explications que réside la clé du problème de la dialectique de la nature - si tant est qu'elle pose encore un véritable problème (autre qu'épistémologique j'entends). Reprendre l'hypothèse d'Engels à zéro, s'affranchir des "solutions" proposées jusqu'alors et regarder la nature avec des concepts nouveaux qui tiennent compte des progrès récents - et même, nous suggère Caillois, inventer une nouvelle conception de la connaissance rationnelle. Car si l'épistémologie n'est pas explicitement mentionnée dans le texte de Caillois, les premières pages s'ouvrent pourtant sur une interrogation devenue par la suite fort à la mode. La parcellisation des sciences a pour effet d'oublier certains problèmes, relatifs notamment aux aspects différents que peut présenter un même phénomène aux yeux d'observateurs dont les cultures scientifiques s'ignorent. Ces aspects différents sont étudiés chacun de leur côté par des sciences incommunicables, cloisonnées, et il est tentant de songer à s'affranchir de ces cloisons. « D'où l'idée de sciences diagonales qui reliaient des recherches victimes de la fatalité d'isolement qui pèse sur elles ou qui, parce qu'elles se développent dans des domaines en apparence disparates, n'auront jamais connu de points de jonction, alors qu'on sait bien, pourtant, que la science commence avec le refus des apparences et la recherche de l'identité profonde qu'elles dissimulent. » [CAI73 p. 203]. On aura reconnu que ce vœu épistémologique possède un *air de famille* avec la caractérisation de la thèse d'Engels sur l'universalité de la dialectique dans la nature et le projet d'interdisciplinarité des théories synthétiques sur lesquelles nous reviendrons un peu plus loin; sciences diagonales, remède au savoir en miette [MOR77], concepts unitaires amorçant un véritable langage pluridisciplinaire [WAL77], pas important vers l'unification de la science [BER68], etc. Notre affirmation concernant la continuité d'intention implicite entre la dialectique de la nature et les théories synthétiques se précise. Mais revenons à la dissymétrie.

L'observation attentive de phénomènes divers tels que la symétrie des cristaux ou celle des êtres vivants a conduit plusieurs auteurs très différents - dont Pierre Curie dès 1894 et Roger Caillois - à dégager certaines lois générales qui regroupent ces phénomènes et explicitent leur développement. Voici ces lois macroscopiques (pour Curie, cf. par exemple [NIC57 p. 91]):

- Tout milieu homogène et isotrope peut être défini indifféremment comme une absence complète de symétrie ou comme une symétrie virtuelle infinie, sans axe ni centre ni plan privilégiés. Un tel état constitue, à justement parler, l'asymétrie (Caillois).
- Tout état symétrique tend naturellement à une stabilité, laquelle engendre un équilibre capable d'introduire une ou plusieurs symétries effectives (Caillois).
- La symétrie caractéristique d'un phénomène est la symétrie maxima compatible avec l'existence du phénomène (Curie).
- Dans toute symétrie établie peut surgir une rupture partielle et non accidentelle. Une telle rupture est proprement une dissymétrie. Elle a pour effet d'enrichir la structure ou l'organisme où elle se produit, c'est-à-dire de les doter d'une propriété nouvelle ou de les faire passer à un niveau supérieur d'organisation (Caillois).

- Certains éléments de symétrie peuvent coexister avec certains phénomènes, mais ils ne sont pas nécessaires. Ce qui est nécessaire, c'est que certains éléments de symétrie n'existent pas. C'est la dissymétrie qui crée le phénomène (Curie).

Il est remarquable que deux auteurs aussi dissemblables proposent des principes relativement homogènes, analogues et cohérents afin d'approcher des modélisations de certains phénomènes provoqués par une dissymétrie. Ces "formes de lois" très synthétiques sont légèrement décalées par rapport à la dialectique de la nature. *Légèrement* seulement car la dialectique reconnaît également la nécessité absolue de la dissymétrie dans une contradiction à la base d'un processus. C'est la fameuse théorie de l'aspect principal d'une contradiction selon laquelle « dans toute contradiction, les aspects contradictoires se développent d'une manière inégale. Il semble en effet qu'il y ait parfois équilibre entre eux, mais ce n'est là qu'un état passager et relatif; la situation fondamentale, c'est le développement inégal. Des deux aspects contradictoires, l'un est nécessairement principal, l'autre secondaire... Lorsque l'aspect principal de la contradiction, l'aspect dont la position est dominante, change, la qualité du phénomène subit un changement correspondant. » [MAO37]. La similitude est assez étonnante, bien que la dialectique de la nature n'ait apparemment pas reconnu l'importance des *structures symétriques*.

À partir de l'analyse de phénomènes concrets, le "schéma" de Curie et Caillois explicite ce que signifie la thèse exposée ci-dessus. La succession des états *asymétrie* → *symétrie* → *dissymétrie* → *phénomène* détaille, dans une formulation nouvelle et autonome, l'une des lois de la dialectique de la nature. Et ceci bien que les conditions de passage entre ces différents états ne soient pas plus précisées que dans la théorie engelsienne. Par quel mystère, en effet, une symétrie émerge-t-elle du chaos de l'asymétrie, et quel est le miracle qui rompt cette symétrie et permet l'apparition du phénomène ? Nos deux auteurs sont muets sur ces points et rien n'est plus compréhensible puisque leur schéma de modèle, tout en étant plus précis et "matérialiste" que celui de la dialectique de la nature (c'est un paradoxe), reste très macroscopique et descriptif. Il est nécessaire de descendre au niveau où se situe la théorie des transitions de phases pour obtenir enfin des modèles qui reposent sur une compréhension microscopique des phénomènes et qui soient quantitatifs et susceptibles de vérifications expérimentales (cf. § V.9). Néanmoins, quoique ces dernières théories analytiques paraissent bien expliquer certains phénomènes physiques facilement quantifiables, d'autres théories macroscopiques ou synthétiques ont aussi abordé involontairement plusieurs points similaires à des interrogations de la dialectique de la nature.

V.7. La théorie des catastrophes

Les modèles morphogénétiques proposés par René Thom présentent quelques difficultés de compréhension dues à la fois aux raffinements mathématiques qu'ils exigent et à leur démarche tout à fait originale par rapport aux canons scientifiques habituels. Pour ces raisons, nous nous bornerons ici à une présentation descriptive de

cette théorie - et à une forme d'ailleurs appelée *théorie élémentaire* par Thom. Pour introduire à la notion de catastrophe, imaginons un "bassin" mou composé de multiples cuvettes et dont on puisse calculer à chaque instant de la déformation une sorte de potentiel de stabilité [d'après ECK77]. La détermination de ce potentiel définit les états stables du système grâce à l'une des deux règles qui suivent. Si le bassin est rempli d'eau, le système peut être dit en équilibre jusqu'à l'ultime disparition d'une flaque dans l'une des cuvettes; c'est la *règle du retard* selon laquelle la stabilité du système se conserve aussi longtemps que sa configuration topologique ne se trouve pas essentiellement modifiée. Mais on peut aussi comprendre que la stabilité du système puisse être déterminée par un minimum global du potentiel; il s'agit alors de la *règle de Maxwell* où l'équilibre général du bassin est la résultante des quantités d'eau de chaque cuvette. Dans les deux cas, l'apparition de nouvelles cuvettes et leurs profondeurs déterminent les états stables du système. Les transitions entre ces états stables s'appellent des *catastrophes* ⁽¹¹⁾. Et cette notion de *transition* sous-jacente à la théorie constitue la première similitude conceptuelle avec la dialectique de la nature. La théorie de Thom revient à dire, grosso modo, que les catastrophes définies de cette manière quelque peu sommaire constituent également des modèles morphologiques. Plus exactement, la définition générale d'une catastrophe se rattache à la notion de morphologie modélisant les formes des objets et les phénomènes qui les engendrent (le mot *objet* est d'ailleurs un terme beaucoup trop "matériel", trop physique; Thom donne en effet plusieurs exemples d'applications linguistiques et de nombreux auteurs ont utilisé la théorie pour modéliser quantité de phénomènes ou de comportements). Toutes les morphologies usuelles se déroulent dans l'espace-temps R^4 et sont caractérisées par des discontinuités qualitatives de cet espace substrat. Topologiquement, une morphologie se déroule sur un domaine U de R^4 ; un point x de U est dit régulier s'il existe un voisinage $V(x)$ de x dans U tel qu'en tout point y de $V(x)$, le processus étudié a même apparence qualitative qu'en x . Les points réguliers forment donc un ouvert W dans U . Le complémentaire $K = U \setminus W$ s'appelle alors le *fermé des catastrophes* [d'après THO74 pp. 9-10]. La fermeture de l'ensemble K , au sens mathématique, explicite l'aspect net et tranché d'une catastrophe naturelle - qu'il s'agisse du bord d'une table ou de la précision du point de Curie dans les transitions magnétiques par exemple. Cette définition topologique a le mérite d'introduire une caractéristique fondamentale de la théorie. Comme les autres conceptions synthétiques que nous examinerons au paragraphe suivant, la théorie de Thom s'émancipe du réel beaucoup plus que les sciences physiques classiques ; elle se détache de la réalité et modélise les formes et leur évolution de manière "ectoplasmique", sans que l'on ait véritablement besoin de savoir ce qu'est le substrat U d'une catastrophe. Le domaine U reste de toute façon indéterminé puisque, d'après Thom, on ne peut formaliser la notion d'apparence qualitative. En dehors du fait que cette indépendance du substrat pose d'énormes problèmes épistémologiques examinés d'ailleurs par Thom dans l'ouvrage cité [ibid. p. 253], on retrouve dans ce fait l'avantage ordinaire de toute mathématisation. Si le modèle des catastrophes est réussi et probant, il doit permettre

¹¹ - L'expression *théorie des catastrophes* est due à Christopher Zeeman. Thom a toujours pensé qu'il s'agit d'une dénomination assez malheureuse et préfère parler de *modèles morphogénétiques*.

la description d'un certain nombre de phénomènes; il doit expliquer plusieurs ordres de choses, être en bref une théorie scientifique avec ces caractères de modélisation générale, d'explication, d'unité et de prédiction ⁽¹²⁾ que l'on rencontre par exemple dans la théorie moderne des transitions de phase (cf. § V.9. Je pourrai tout aussi bien dire la théorie de Newton pour la gravitation ou celle de Maxwell pour l'électromagnétisme, mais les exemples standards de l'épistémologie méritent d'être un peu renouvelés...).

Nous devons insister sur cette expression "description des phénomènes". Thom lui-même a qualifié sa théorie de *taxinomie*; c'est une science naturelle des discontinuités observables autour de nous. Nous reviendrons sur ce point lorsque nous aborderons la problématique *description/explication* et la question du statut épistémologique de la théorie. Précisons pour l'instant cette taxinomie des catastrophes. Le résultat fondamental de la théorie - issu de longues et difficiles recherches mathématiques de Whitney, Thom, Malgrange, Mather, etc. - peut être formulé de la façon suivante: si l'on utilise trois paramètres externes pour l'expression mathématique des potentiels, il existe cinq catastrophes élémentaires distinctes dont trois dépendent d'une seule variable interne et deux dépendent de deux variables internes; avec quatre paramètres externes, il s'y ajoute deux catastrophes, une dépendant d'une seule variable interne et une dépendant de deux variables internes. Il existe donc au total sept catastrophes élémentaires en plus du minimum simple correspondant à un potentiel nul. On se reportera au tableau donné en *Annexe 1* pour obtenir le détail des potentiels catastrophiques où interviennent ces paramètres et variables. Bien entendu, la théorie détaillée tient compte de raffinements importants comme ceux dus au choix d'une règle pour le calcul des potentiels (règle de Maxwell ou règle du retard).

Les catastrophes élémentaires à trois paramètres externes sont représentables dans l'espace classique R^3 , par exemple par un papier chiffonné: *pli*, *fronce*, etc. Si l'on passe à quatre dimensions externes, c'est-à-dire pour les deux catastrophes cinq et huit situées dans l'espace-temps R^4 , la figuration est plus compliquée car il s'introduit un caractère évolutif; néanmoins, le *papillon* et l'*ombilic parabolique* restent intuitivement accessibles. Il est intéressant de remarquer que la théorie étendue à cinq paramètres externes ou plus ne donne rien ou plutôt trop. Dans un tel espace en effet, on doit ajouter une infinité d'autres singularités à la liste des sept catastrophes élémentaires exposées ci-dessus, et cela manque un peu d'intérêt. L'existence et la saturation de ce système de sept catastrophes élémentaires dans le cas de l'espace-temps ordinaire est donc un résultat remarquable et remarqué par Thom.

Comment se manifestent ces catastrophes dans la nature ? Notre tableau donne deux exemples de catastrophes naturelles modélisables par la théorie. Un exemple

¹² - Une petite curiosité terminologique mérite ici d'être mentionnée. Les termes *prédiction* et *prédictivité* caractérisent très souvent les constructions théoriques capables d'effectuer des *prévisions* - au sens où la mécanique céleste prévoit les éclipses par exemple. De la *prévision* à la *prédiction*, ce glissement de sens est habituel en philosophie des sciences et notamment dans la traduction de la philosophie analytique de l'induction (*forecast*); il rapproche assez curieusement les sciences des arts divinatoires. S'agit-il là d'une prévision épistémologique ou d'une prédiction anti-positiviste ?

spatial (colonne 3) où les représentations de catastrophes sur le plan se retrouvent dans les formes de différents objets naturels; un exemple temporel (colonne 4), plus subtil, fournissant une esquisse de classification des sèmes fondamentaux [d'après THO74]. Ces exemples sont bien sûr limités car la description de la forme des objets et l'étude des "archétypes" sémantiques s'intéressent à des phénomènes beaucoup plus compliqués et variés ⁽¹³⁾. Les approximations inhérentes à tous les modèles théoriques deviennent encore plus sensibles et insatisfaisantes pour les modèles très synthétiques qui schématisent à outrance la réalité. Mais la recherche de modèles moins grossiers semble fortement compromise car la théorie des catastrophes élémentaires est déjà mathématiquement assez abstruse. De plus, les problèmes que l'on rencontre pour dépasser une présentation étroite des catastrophes élémentaires relèvent très vite de l'épistémologie, et les développements ultérieurs de la théorie supposent que l'on ait préalablement résolu ou au moins amoindri les objections et obstacles. Car il en existe, et Thom lui-même les a passés en revue. Examinons tout d'abord les obstacles techniques qui peuvent être formulés de la façon suivante:

- La dynamique qualitative est embryonnaire et la théorie des catastrophes ne peut prétendre décrire l'ensemble des formes ou des phénomènes naturels. Thom estime malgré cette restriction que les catastrophes élémentaires sont si stables et fondamentales qu'on les retrouve très souvent. Elles interviennent avec une telle fréquence dans les formes naturelles qu'il est intéressant d'en posséder une théorie unifiée, même si celle-ci souffre de sa précocité et reste méthodologiquement controversée.
- Nous ne possédons pas encore les moyens mathématiques d'étudier l'agrégation spatio-temporelle des catastrophes élémentaires. Les théoriciens n'ont aucune idée de ce que pourrait être une "théorie des catastrophes généralisées". En nous limitant à un problème bien particulier, nous ne connaissons rien sur la succession temporelle des catastrophes, bien que l'on puisse supposer qu'une telle modélisation exige l'introduction de paramètres quantifiés. Mais cette question soulève un autre obstacle sur lequel nous nous attarderons un peu plus, celui de l'évolution temporelle d'une catastrophe.

Thom a recherché à partir de sa théorie des modèles morphogénétiques des évolutions de catastrophes. En voici un exemple très simple. Prenons un œuf et considérons-le comme un milieu, un substrat homogène appelé U . L'évolution temporelle - i.e. en suivant le temps T - de ce milieu est régie par une catastrophe quelconque contenue dans un espace W . On peut ainsi définir une application $G: U \times T \rightarrow W$, assimilée à une "onde de croissance" décrivant l'évolution morphologique de l'œuf en question. Thom affirme alors que cette onde de croissance G se *déplie* après l'impulsion de la fécondation en une singularité de type *pli*, de potentiel générateur pair; et ceci, même si l'œuf est homogène au début du processus. C'est la clé de l'évolution symétrique ultérieure d'un œuf fécondé. La parité du potentiel de la singularité créée par G devient manifeste au bout d'un certain temps,

¹³ - Une application directe et très imagée de la théorie a été donnée par Michael Berry pour expliquer et classifier les multiples variétés des surfaces caustiques que forment les jeux de lumière dans l'eau.

quand le substrat U se dote d'une symétrie bilatérale en devenant un poussin [ibid. pp. 83-84]. À travers cette nouvelle version de l'histoire de l'œuf et de la poule, nous voyons réapparaître d'une manière sophistiquée un problème crucial que nous avons déjà examiné à propos du passage de l'*asymétrie* à la *symétrie* dans le schéma de modèle proposé par Curie et Caillois; le problème de l'émergence d'une bipolarité, d'une symétrie dans un milieu homogène ou asymétrique. Mais Thom reconnaît qu'il n'existe pas de règle relative à l'évolution d'une onde de croissance et n'explique pas réellement son introduction. Autrement dit, son modèle n'est pas loin d'être une construction *ad hoc*, donc non scientifique dans une optique positiviste et poppérienne. Rien n'interdit en effet qu'à partir du substrat U (dont le caractère mystérieux est d'ailleurs peu élucidé) on puisse construire des poussins complètement farfelus même s'ils restent symétriques... La nécessité d'une description précise de l'évolution des catastrophes ne semble pas comblée par l'apparition de cette notion d'onde de croissance quelque peu "vitaliste". Une véritable dynamique de la morphogenèse reste à construire. Cette future théorie sera très probablement moins "ectoplasmique" et l'on peut souhaiter qu'elle retrouvera en tant qu'approximations les modèles du type de l'onde de croissance G qui perdra peut-être alors son caractère artificiel.

Je voudrais maintenant illustrer plus précisément les fluctuations de catastrophes élémentaires en faisant "ressentir" leur temporalité, leur enchaînement en quelque sorte. Bien que Thom ait relevé l'inexistence d'une règle d'évolution des catastrophes, l'illustration proposée remet cette règle théorique à plus tard en montrant que nous pouvons parfois nous aider de la théorie comme d'un support *heuristique* et rechercher une description empirique plus fine des phénomènes en "lisant" les catastrophes d'une manière verticale.

Laissons tomber un couteau sur une feuille de papier. Quand le couteau n'a pas encore atteint le papier, nous sommes dans un état de minimum simple (catastrophe n° 1), aucune catastrophe n'est à signaler bien que l'on sache très précisément ce qui se prépare. À l'instant précis où l'extrémité du couteau touche la feuille, le système physique *couteau-papier* bifurque avec l'apparition de la catastrophe pli (n° 2). Passé cet instantané, apparaît aussitôt une fente (fronce, n° 3), immédiatement suivie par un creusement du papier (queue d'aronde, n° 4) puis d'une poche (papillon, n° 5) qui atteint sa plus grande profondeur, sa crête (ombilic hyperbolique, n° 6) juste avant que la pointe du couteau n'émerge de l'autre face du papier (ombilic elliptique, n° 7). Enfin, les deux objets *couteau* et *papier* redeviennent progressivement distincts (ombilic parabolique, n° 8). On peut évidemment douter de la pertinence d'une telle description minutieuse et de la distinction de ces huit phases si ténues. Le phénomène décrit précédemment est, dans son ensemble, caractérisé par sa promptitude, excepté aux trois phases catastrophiques 1, 5 et 8. Dans le cas du minimum simple, le couteau peut en effet rester éloigné du papier assez longtemps - cela dépend de la hauteur d'où on le lâche. La phase n° 5 n'est pas instantanée elle non plus, car la poche évolue d'autant plus longtemps que la feuille de papier est plus épaisse. Quant à la catastrophe n° 8, elle se poursuit tant que le couteau ne rencontre pas un nouvel obstacle après sa traversée du papier pleine de péripéties. Or les trois catastrophes "non-instantanées" envisagées ci-dessus sont aussi très spécifiques pour la théorie: le minimum simple du

fait de sa trivialité, le papillon et l'ombilic parabolique parce qu'à la différence des autres catastrophes, ce sont des singularités plongées dans R^4 .

Il est remarquable que des phénomènes divers de seuils tels qu'une révolution, un orgasme, le pathos d'une pièce de théâtre ou un verre d'eau qui déborde (cf. § V.4) suivent qualitativement cette manière d'"enchaînement vertical" des catastrophes élémentaires. Bien entendu, leur description reste souvent beaucoup moins précise que dans l'expérience d'un couteau tombant sur une feuille de papier. Comment, en effet, distinguer des phases aussi fines que celles décrites précédemment dans une révolution, une pièce de théâtre ou un orgasme ? Nous ne possédons aucune méthode fiable d'analyse de ces phénomènes, et ceci est lié à l'absence de paramètres quantifiables qui permettraient de les décrire objectivement et avec précision. Essayons toutefois de nous affranchir de cette imprécision sur l'exemple de l'orgasme. L'acte sexuel peut, dans ce cas, servir de descripteur (mesurable pour certains maniaques du quantifiable) de la succession des états hédonistiques de l'orgasme; il semble d'ailleurs exister une sorte de rapport de cause à effet entre ces deux phénomènes... L'assimilation de la verge au couteau et du vagin au papier permet alors de faire l'économie d'une description bien connue et qui s'annonçait hasardeuse. En dehors de toute considération phénoménologique, remarquons de plus que ce deuxième exemple présente une modélisation des formes plus évidente que le premier. Car si, morphologiquement, le couteau ressemble bien à un ombilic elliptique, il est difficile de préciser ce qu'est une feuille de papier (un minimum ?). Par contre, la verge reste similaire à un ombilic elliptique (parabolique dans son état turgescent), et le vagin possède évidemment une morphologie en queue d'aronde prolongée d'un papillon... Remarquons enfin pour terminer cette petite digression accessoire que la dernière des catastrophes, l'ombilic parabolique, modélise bien grâce à sa dimension temporelle la dernière phase expulsive de tous ces processus: éjection du couteau, éjaculation ou apoplexie orgasmique - « l'acte sexuel est une courte apoplexie » disait déjà Démocrite, « l'homme sort de l'homme, s'en détache et s'en sépare comme sous l'effet d'un coup. »

En suivant cette idée d'enchaînement des catastrophes, l'onde de croissance G évoquée plus haut correspond donc à une tentative d'explicitation du passage du minimum au pli, bifurcation cruciale qui prend tout son sens avec la fronce. L'apparition de la symétrie est en effet initiée par le pli, mais ne devient sensible qu'avec la fronce. On doit d'ailleurs distinguer entre deux aspects de la fronce selon l'orientation de l'axe du temps sur son substrat. Comme toute catastrophe élémentaire, elle possède deux sens intrinsèques: destructif (capture) ou constructif (émission/bifurcation). Les processus décrits ci-dessus à l'aide d'enchaînements de catastrophes élémentaires sont bien sûr constructifs car les apparitions de symétries dans le développement d'un œuf ou l'incision du couteau sont manifestement des catastrophes de bifurcations. Mais comment expliquer alors l'articulation de cette catastrophe "microscopique" d'*émission-bifurcation* avec celle de *capture* modélisant l'aspect "macroscopique" des processus décrits ? Car nous parlons bien d'*union sexuelle* ou de *choc* du couteau sur le papier quand nous observons ces phénomènes à notre échelle; or comme nous l'avons vu, leur description fine commence par une bifurcation. Thom n'aborde pas à ma connaissance ce problème un peu métaphysique de l'aspect macroscopique de la capture et de l'aspect microscopique de la bifurcation

sous-jacente. Comme partout où la théorie devient conjecturale ou incomplète, force est donc de nous en remettre à une indication heuristique expérimentale. Pour cette question particulière de la bifurcation/capture, on doit construire un test (éventuel) de la théorie des catastrophes et envisager un ensemble de processus sur lequel on puisse réaliser une statistique des apparences morphologiques [ibid. p. 264]. Nous ne possédons pas de théorie permettant de comprendre l'articulation entre la capture et la bifurcation, mais rien ne nous interdit de mesurer leurs occurrences dans les phénomènes qu'elle prétend décrire. On s'aperçoit alors, d'une manière générale, que la catastrophe de capture est plus fréquente que celle d'émission. Les gouttes de pluie se rencontrent plus souvent qu'elles ne se scindent (Thom), la collaboration de classe est plus aisée que la révolution (¹⁴), et un ovule n'est pas fécondé à chaque acte sexuel. Il serait intéressant de compléter cet embryon de liste peut-être un peu intuitive avec l'analyse de phénomènes physiques analogues mais plus aisément quantifiables (par exemple, les fréquences comparées de l'effet Compton et de l'effet Compton inverse dans l'Univers). Toute notre argumentation introduit alors à une perspective nouvelle et assez excitante malgré son fantastique. La plus grande fréquence supposée des processus destructifs de capture par rapport aux processus constructifs d'émission - et donc, globalement, la dégradation d'un ensemble de processus - fait évidemment songer à la seconde loi de la thermodynamique selon laquelle un système fermé va des états les plus ordonnés vers les états les moins ordonnés (*grosso modo*...). Nous touchons là quelque chose de troublant et qui n'est qu'un exemple des liens soupçonnés - encore très nébuleux et parfois métaphysiques ne le cachons pas - entre différents domaines (thermodynamique, théorie des systèmes, théorie des catastrophes, théorie des processus irréversibles, etc.) où de multiples convergences apparemment essentielles nourrissent une voie marginale de la réflexion sur les sciences.

Mais revenons aux problèmes qui ont motivé l'introduction de la théorie des catastrophes dans ce chapitre en examinant le dernier des obstacles relevés par Thom. « La théorie des catastrophes est en elle-même purement qualitative; elle ignore à la fois les considérations d'échelle et les lois quantitatives de la physique classique. » [ibid. p. 86]. Ceci amène évidemment une question cruciale: existe-t-il des contrôles expérimentaux à la théorie des catastrophes ? En dernière analyse, cette théorie est-elle une science ? Thom a lui-même reconnu que sa théorie, comme la psychanalyse, ne peut satisfaire au critère de falsifiabilité de Popper [THO80 p. 99]. Pour défendre l'intérêt de sa construction, il contourne l'objection du contrôle expérimental. Il se place d'emblée sur le plan épistémologique en analysant la nature de la distinction entre *description* et *explication* sur un exemple certes un peu rebattu, mais qui reste fondamental; la loi de la gravitation de Newton est-elle une explication ou une description d'un phénomène naturel ? On peut penser en premier lieu que cette loi ne nous dit rien sur la nature d'une force d'attraction ou de la masse d'un corps - la première reste assez mystérieuse, y compris sous la forme plus moderne du concept de

¹⁴ - Le lecteur sagace aura peut-être reconnu la "théorie" maoïste du *1 se divise en 2* que le vrai révolutionnaire doit toujours préférer au *2 fusionne en 1* malgré les sirènes révisionnistes de la plus grande facilité de cette seconde éventualité.

champ. Il s'agit d'une description et c'était d'ailleurs l'opinion de Newton selon sa célèbre maxime *Hypotheses non fingo*. Mais cette description fournit quand même une explication à un nombre considérable de phénomènes naturels, à commencer par le mouvement des astres. Autrement dit, quand on "applique" la loi descriptive de la gravitation, elle devient une explication. La simplification de la description et la réduction de l'arbitraire descriptif constituent épistémologiquement une *explication* [THO74 p. 20]. Le théoricien doit être satisfait quand sa construction permet de rendre compte d'un certain nombre de descriptions auparavant isolées. Alors, il a expliqué quelque chose. Selon cette acception de l'explication scientifique, il devient relativement moins important que la théorie des catastrophes ne soit pas contrôlable par l'expérience et cette constatation est bien sûr le but inavoué de Thom lorsqu'il nous entraîne ainsi sur le terrain épistémologique. La théorie permet une unification de nombreuses descriptions de morphologies naturelles ⁽¹⁵⁾ et fournit donc, au sens de Thom, une explication scientifique de ces phénomènes. Elle organise des données empiriques hétéroclites en structures plus ou moins formalisées qui les subsument et les expliquent [ibid. p. 265]. Avec la théorie des catastrophes, nous disposons d'un exemple de système théorique revendiquant le statut de science en dépit de la faible (ou même non) falsifiabilité de ses propositions assez métaphoriques. Pour le genre de théorie extrêmement synthétique que constitue la construction de Thom ou pour la dialectique de la nature - ne craignons pas de les rapprocher ici de ce point de vue poppérien -, le critère de démarcation est beaucoup trop rigide puisqu'il ne leur laisse d'autre alternative que d'aller se ranger avec la métaphysique ou les parasciences dans le rayon obscur et poussiéreux des systèmes d'énoncés non-testables. Une telle disqualification commune est à tout le moins excessive.

V.8. Les théories synthétiques

Si la dialectique de la nature est la plupart du temps exclue avec véhémence et passion du champ des sciences, les théories synthétiques modernes (y compris la théorie des catastrophes), peut-être en raison de leurs caractères mathématiques quelquefois très développés, sont considérées avec condescendance et très souvent avec bienveillance. Si ce n'est par leur méthodologie qui reste critiquée, elles sont légitimées par leur formalisme et fréquemment considérées comme apparentées aux sciences habituelles. Mais malgré cette mathématisation forcenée qui va bien dans le sens du poil formaliste des années soixante-dix, on leur reconnaît néanmoins un caractère marginal. « Bien qu'apparentée à la fois à une science et à un art (au sens de technique), l'approche systématique ne saurait s'y identifier. Elle n'est pas une science car elle ne recherche pas des éléments de description et d'explication de systèmes

¹⁵ - L'unification tient en ce que la théorie des catastrophes explique comment un *principe d'optimalité* peut engendrer des structures morphologiques (Thom). Mais, selon nous, ce n'est pas tant la grande généralité de ce principe que l'aspect topologique ou "pelliculaire" de la conception catastrophique du monde qui est unificateur et qui d'ailleurs pose des problèmes de contrôles expérimentaux.

concrets logiquement et empiriquement fondés. Elle n'est pas un art car elle n'utilise pas de connaissances existantes pour construire des systèmes ou agir sur eux de façon cohérente et efficace. Oscillant entre les deux rôles, on pourrait plutôt considérer qu'elle panache science et art. » [WAL77 p. 239]. Nonobstant une vision de la science assez idéalisée par son détachement supposé de la praxis (abandonnée à l'art/technique), l'analyse des systèmes à laquelle il est fait allusion ici est l'un des avatars de ce que nous avons appelé le courant synthétique moderne. Voici également ce que déclare un autre théoricien à propos de l'interdisciplinarité, une incarnation différente (méthodologique) de ce courant: « L'authentique interdisciplinarité ne peut être que mathématique (empruntant un langage formel et logique), ou alors métaphorique c'est-à-dire utilisant des images à charges poétiques éventuelles... » [BER75 p. 16].

Panache de science et d'art/technique ou de mathématiques et de poésie, le classement des théories synthétiques bouleverse décidément la typologie des sciences et brouille quelque peu les coupures épistémologiques synchroniques traditionnelles. Le statut des théories synthétiques reste donc éminemment variable. Elles ont une position confuse comme dans les deux citations précédentes; elles sont exclues des sciences chez des auteurs plus sceptiques ou catégoriques, ou bien encore elles sont vigoureusement revendiquées comme de nouveaux paradigmes scientifiques [BER68 préface] ⁽¹⁶⁾. Bien qu'elles soient au cœur de notre propos, les discussions sont toutefois assez peu passionnées sur ce sujet. En l'état actuel des théories synthétiques, on se préoccupe bien plus de savoir si elles présentent une quelconque utilité pour notre compréhension de la nature - et pour nous également, de la dialectique de la nature. On ne peut d'ailleurs caractériser d'une manière unique ces théories dont les ambitions ne recoupent que par endroits et comme sporadiquement celles de la dialectique de la nature. Ce fait cependant ne peut être vu comme une remise en cause d'une certaine unité de pensée implicite et involontaire que nous avons cru déceler entre la dialectique de la nature, le schéma de modèle de Curie et Caillois, la morphogenèse mathématique de Thom et maintenant la théorie des systèmes. Simplement, les divers projets initiaux de ces différentes théories conditionnent bien sûr leurs développements ultérieurs. Comme à leurs origines, la dialectique reste - même après sa remise sur pieds matérialiste - une explication philosophique et très générale du changement, le schéma de modèle de Curie et Caillois constitue un ensemble de remarques synthétiques sur le rôle de la dissymétrie dans la nature, la théorie des systèmes est un courant méthodologique interdisciplinaire, et la théorie des catastrophes est un modèle mathématique des formes naturelles et de leurs transformations. Mais l'*air de famille* commun à ces différentes théories demeure visible; elles sont profondément globales, holistes, unificatrices, synthétiques... et, en

¹⁶ - Les théories synthétiques - auxquelles on adjoindra la théorie des catastrophes - ne sont donc pas reconnues comme scientifiques à la manière du « consensus paradigmatique, par le groupe des spécialistes » préconisé par Kuhn. À moins que l'on entende par *spécialistes* (et grâce à une magistrale pétition de principe corporatiste), les *spécialistes déjà convaincus du caractère scientifique de la discipline candidate*. En plus d'être empreinte de sociologisme et de psychologisme, la définition paradigmatique du champ scientifique reste assez conservatrice lorsqu'on la dirige vers les jeunes théories.

conséquence, controversées. Les coupures épistémologiques synchroniques entre ces différents domaines existent bien sûr, mais elles ne sont pas infranchissables et ne peuvent interdire une approche comparative. Les phénomènes fondamentaux considérés par la dialectique de la nature sont également, quoique fort différemment, étudiés par les théories systémiques ou par la morphogenèse.

Parmi les théories récentes dont le projet avoué est d'étudier la nature d'une manière plus globale, la théorie générale des systèmes (T.G.S.) a conquis à une certaine époque un petit public scientifique. Peut-être devrais-je dire d'ailleurs *les* théories générales des systèmes, car malgré les efforts de ses protagonistes, la T.G.S. reste bien plus un courant spéculatif qu'une discipline constituée, une espérance plutôt qu'une doctrine unifiée. Son fondateur, Ludwig von Bertalanffy, donne ainsi la liste suivante des disciplines et des voies originales qui cherchent à répondre aux besoins d'une T.G.S.: la cybernétique, la théorie de l'information, la théorie des jeux, la théorie de la décision, la topologie (y compris la théorie des graphes), l'analyse factorielle, la théorie générale des systèmes au sens étroit, sans oublier de plus que les modèles en langage courant ont leur place dans la théorie des systèmes [BER68 pp. 23 et 94]; au total donc, une salade non exhaustive ⁽¹⁷⁾ d'ingrédients théoriques ou empiriques. En dépit de son caractère impressionnant d'interdisciplinarité et de ses emprunts hétéroclites à des sciences respectables et bien établies, l'utilité, la démarche, la créativité surtout de la T.G.S. restent très controversés. Il est vrai que nous avons délibérément recherché de telles théories mal confirmées dans leur statut de science. Mais malgré son arsenal de méthodes scientifiques, il reste que la T.G.S. a peu à nous apporter. Dans sa volonté de généralité, cette théorie passe son temps à développer une sorte de formalisation des méthodes mises en œuvre dans les sciences. Elle classe et met en parallèle les modèles scientifiques. Ses rapprochements sont certes parfois séduisants, mais elle oublie de proposer des méthodes nouvelles. Sur le problème de la dialectique de la nature qui nous intéresse plus particulièrement ici, elle nous aide cependant à remettre les questions à leur juste place. Voyons par exemple ce qu'il en est de l'opposition dialectique entre la *quantité* et la *qualité* dans le courant systématique. Dans un ouvrage touffu et après une longue discussion, Pierre Delattre résume ainsi l'interdépendance des notions de qualité et de quantité: « Les changements qualitatifs observés sur un objet quelconque résultent de variations de la structure totale d'un système sous-jacent. Ces variations de structure totale sont réductibles, en dernier ressort, à des apparitions ou disparitions de classes quantitatives situées au niveau d'un système sous-jacent qualitativement stable. » [DEL71 p. 134]. Malgré une formulation plus abstraite que chez Engels et en faisant appel aux notions de *système* et de *structure* (inévitables dans toute théorie systémique), ce résumé ressemble tout de même furieusement à une nouvelle mouture de la loi dialectique de la transformation de la quantité en qualité. Un autre auteur, Bernard Walliser, a développé en détail les conséquences de la première conclusion précédente, mais sans

¹⁷ - On pourrait ajouter probablement des théories plus récentes et qui n'existaient pas à l'époque de la constitution de la T.G.S.: catastrophes, fractales, théorie des attracteurs étranges, théories du chaos, des structures dissipatives, des processus irréversibles, etc.

mention de *quantité* ou *qualité* dans les changements. Son vocabulaire est un peu différent. Chez lui, les systèmes permettant la modélisation des phénomènes évoqués sont d'un type spécial appelé auto-organisateur - je passe sur la définition exacte -, et il existe deux sortes de modifications structurelles dont ce type de système est susceptible: « Une modification du mode d'organisation des sous-systèmes dans le sens d'une simplification ou d'une complexification [...] Une modification des modes de comportement des sous-systèmes dans le sens d'une homogénéisation ou d'une différenciation [...] Un même système peut ainsi connaître des phases de déstructuration et de restructuration se recouvrant partiellement. Ces phases peuvent connaître certains seuils, en particulier lorsqu'un réseau connexe de sous-systèmes se scinde en plusieurs réseaux (transition de percolation) [...] L'auto-organisation peut intervenir lors de modifications lentes et continues de l'environnement [...] Mais l'auto-organisation intervient également lors de modifications brutales (greffes ou mutilations). » [WAL77 p. 87]. Même avec l'utilisation de la notion pseudo-formalisée de *système* et en alliant les efforts de ces deux auteurs, on peut considérer que la présentation systémique reste assimilable à une glose - détaillée et théorisée certes - de celle d'Engels. Pour quitter cette impression de déjà-vu, il nous faut examiner s'il existe des présentations systémiques vraiment nouvelles de la dialectique.

La T.G.S. intègre différents courants scientifiques qui gravitent pour la plupart autour de la cybernétique. Nous allons maintenant examiner un modèle de ce type présenté par Elie Bernard-Weil. Partant de la description de phénomènes biologiques, les ago-antagonismes surréno-post-hypophysaires (!), l'auteur introduit progressivement un système d'équations différentielles qui permet de les modéliser. Il s'agit d'un modèle de la régulation de certaines sécrétions hormonales visiblement inspiré de ceux de Vito Volterra et von Bertalanffy modélisant la lutte pour la vie. Mais celui de Bernard-Weil présente l'avantage de s'appliquer à des phénomènes concrets et surtout quantifiables. En ce sens, sa démarche est un peu comparable à celle de Wilson, qui, pour édifier sa théorie unifiée des transitions, disposait d'un corpus impressionnant de phénomènes dûment étudiés, mesurés, et déjà bien théorisés séparément (voir le paragraphe suivant). Mais la comparaison s'arrête là, immédiatement. Wilson a en effet édifié sa théorie à partir de la compréhension microscopique, en profondeur, de ce qui se passe dans certains phénomènes de transitions. Bernard-Weil, par contre, glisse directement de la description du phénomène au modèle, sans la moindre justification, sans même une explication heuristique. La théorie de Wilson est une théorie spéciale aux transitions de phases, tandis que la modélisation de Bernard-Weil est quasi-systémique; malgré ses apparences, elle est bien plus synthétique qu'analytique.

Le modèle de régulation en question est construit à partir de deux sous-systèmes, le *système de régulation croisé* et le *système de régulation parallèle*. Il est métaphoriquement analogue à une passerelle dont les deux câbles x et y figurent le couple antagoniste; les deux systèmes de régulation en question correspondent alors aux deux conditions de stabilité $x - y \rightarrow 0$ et $x + y \rightarrow m$, où m est une valeur de référence. Le premier système (régulation croisée) règle la différence des opposés qu'il tend à annuler, et le deuxième système (régulation parallèle) règle leur somme qui doit

être égale à une norme donnée: ils sont analogues à l'horizontalité et à la hauteur de la passerelle [BER75 p. 49].

Les équations différentielles proposées par l'auteur combinent ces deux types de régulations. Après quantification du modèle, c'est-à-dire identification des paramètres des équations avec les résultats expérimentaux, il est possible de tracer des courbes théoriques qui sont en bon accord avec les courbes empiriques tracées à partir de régulations thérapeutiques effectives et satisfaisantes. La démarche effectuée ici est donc très différente de la pratique habituelle des modèles analytiques classiques. Mais indépendamment des succès numériques descriptifs, le modèle proposé nous intéresse aussi par sa présentation. L'auteur se situe ouvertement dans le même courant épistémologique que la théorie des systèmes; et, même s'il ne cite pas Engels, son modèle d'antagonismes biologiques poursuit la recherche d'une dialectique de la nature. Pourquoi alors l'avoir qualifié de modèle semi-global ? L'épistémologie professée porte l'accent sur le caractère explicatif du formalisme. Noyées dans une philosophie assez souple et parfois même poétique, certaines idées de l'auteur laissent penser qu'il reste fasciné par ce que nous avons appelé le placage d'une théorie sur des faits, le primat du modèle sur l'expérience, le formalisme. Il refuse d'un côté le dogmatisme terroriste du formalisme qui préside au choix des axiomes (sic) [ibid. p. 130] et de l'autre, il semble revenir au vieil idéalisme du modèle: « ...Le travail d'abstraction sera terminé quand le modèle pourra fonctionner à vide, sans aucune référence aux objets qui ont permis de le découvrir, objets que l'on devrait plutôt considérer comme des flèches de guidage sur une piste que chair autour du squelette de la structure. [...] il serait maintenant permis de supposer que le terme de modèle soit à prendre dans son sens littéral: la nature, dans son enfantement de forme et de structure, a pris comme modèle... un modèle (ou une série de modèles)... » [pp. 34 et 72]. C'est aussi dans cette ambiguïté quasi-métaphysique que le modèle proposé est global et synthétique. Mais comme d'autre part sa présentation est issue de résultats expérimentaux et finit par (assez) bien décrire ceux-ci, le caractère global est escamoté, le formalisme et l'idéalisme sont atténués; c'est un modèle quasi-systémique.

Avant d'aborder enfin la théorie unifiée des transitions de phases au paragraphe suivant, examinons très succinctement les idées de Claude-Paul Bruter. Cela nous permettra d'en terminer avec les théories synthétiques et toutes leurs frustrations vis-à-vis des sciences classiques. Depuis que nous étudions la dialectique de la nature et ses prolongements implicites et involontaires, nous nous intéressons en effet au changement, et en particulier aux changements d'état et de forme des objets naturels. Nous avons vu au paragraphe précédent que le champ d'étude de la théorie des catastrophes englobe la compréhension de la forme même des objets, et que la typologie de ces formes est inséparable de leurs transformations. L'interprétation naïve de la théorie des matroïdes proposée par Bruter présente la particularité de mettre l'accent sur une description encore plus globale des mutations des formes naturelles. Voici tout d'abord la définition des matroïdes.

Avec l'unique donnée d'un ensemble E et d'un ensemble T de parties de E , on définit un matroïde grâce aux deux axiomes suivants:

1 - si S et S' appartiennent à T , et S différent de S' alors S n'est pas inclus dans S' .

2 - si S et S' appartiennent à T , et S différent de S' , alors pour tout élément a de l'intersection de S et S' , pour tout élément b de $S \setminus S'$, il existe S'' appartenant à T tel que b soit élément de S'' et tel que S'' soit inclus dans la réunion de S et S' privé de a . En tant que structures abstraites, les matroïdes sont un peu exotiques dans le paysage mathématique contemporain. Leur théorie constitue pourtant une théorie algébrique complexe et assez proche d'un jeu formel gratuit. L'intérêt de la présentation qu'en donne Bruter procède de l'interprétation des deux axiomes que nous venons d'exposer. « 1 - De deux objets de même nature, l'un se refuse à être le vassal complet de l'autre ⁽¹⁸⁾. Ou encore, si S était contenu dans S' , S ne pourrait être stable puisque S' est déjà un ensemble minimal d'éléments liés entre eux...

2 - La possession commune par S et S' de l'élément a est, d'après l'axiome 1, l'amorce d'un litige et même d'une séparation entre S et S' . Pour prévenir une destruction possible de cette association, qui peut aller jusqu'à l'anéantissement de S et de S' , est créé S'' qui ne contient pas a , source du conflit; S'' a sa figure de régulation propre et contribue à maintenir le lien entre S et S' . » [BRU73 p. 98]. Et dans les développements ultérieurs, l'auteur fait appel à la *forme* des objets naturels pour expliquer ces litiges entre objets S et S' de même nature et ces créations d'objets S'' ; pour lui, les phénomènes formalisés dans les axiomes de la théorie des matroïdes sont fondamentalement des phénomènes issus de formes et créant des formes.

Quel crédit doit-on accorder à de telles recherches de significations physiques portant sur des abstractions mathématiques ? Bruter reconnaît après avoir proposé son interprétation que les objets ou phénomènes qui peuvent donner au modèle une crédibilité suffisante demandent des analyses trop complexes. Pire encore, en dehors de vagues analogies, il est incapable d'exhiber un tel objet ou phénomène. Mais peut-être sommes-nous ici trop pessimiste. Les maigres exemples illustrant son modèle sont aussi (peu) probants que ceux mentionnés par Engels dans *Dialectique de la nature*. En fait, on retrouve dans l'interprétation de la théorie des matroïdes esquissée ci-dessus la même insatisfaction que dans la dialectique; abstraitement, leurs lois ou axiomes sont limpides et emportent l'adhésion de tout un chacun, mais concrètement, leurs pouvoirs explicatifs et leurs applications semblent indéfectiblement banales. Elles souffrent toutes deux - et d'ailleurs toutes les théories synthétiques - d'une trop grande généralité, d'un manque d'exemples analysables et quantifiables, d'une absence de protocoles expérimentaux qui permettraient de les confirmer. La théorie des matroïdes est de plus purement algébrique, et intuitivement, cela lui rend problématique toute modélisation de phénomènes et objets naturels. Car bien sûr, ce sont essentiellement des phénomènes macroscopiquement discontinus comme les transitions de phases qui soulèvent les questions intéressantes de la dialectique de la nature. Ainsi, le modèle analytique de la morphogenèse de Thom possède-t-il plus d'efficacité épistémologique parce qu'il présente une construction détaillée des discontinuités du monde physique à partir de la continuité mathématique. Le primat du continu sur le discontinu est d'ailleurs une constante de la philosophie

¹⁸ - Remarquons le curieux parallélisme qui existe entre cette interprétation du premier axiome de la théorie des matroïdes, la dissymétrie selon Curie et Caillois et l'aspect principal d'une contradiction dialectique.

néo-aristotélicienne de Thom. Alors que la théorie des matroïdes, la dialectique de la nature ou les théories synthétiques décrivent très globalement et en fin de compte "reproduisent" tant bien que mal les discontinuités du monde physique, la théorie de Thom (peut-être avec un succès mitigé) les engendre à partir du continu. Il est significatif de ce point de vue que, pour Bruter, son modèle complète vers le bas celui de la théorie des catastrophes [ibid. p. 127] (19).

V.9. La théorie unifiée des transitions de phases

Les phénomènes de seuils auxquels nous allons nous intéresser maintenant appartiennent fondamentalement à deux classes: les phénomènes qui sont mesurables et ceux qui ne le sont pas (ou pas encore). C'est ainsi, pour reprendre nos exemples précédents, qu'il est facile de distinguer d'une part *orgasme*, *révolution* et *pathos* qui relèvent d'une description/explication qualitative et "littéraire", et d'autre part, *l'incandescence d'un fil électrique*, *un verre d'eau qui déborde* et *un aimant perdant ses propriétés magnétiques*, pour lesquels il existe des appareils capables de mesurer les phases critiques en question. Les sciences physiques fourmillent de tels phénomènes mesurables qui présentent un changement qualitatif par suite de variations quantitatives: point critique (transition liquide/vapeur d'un corps en fonction de sa pression, de sa température ou de son volume), point de Curie (apparition spontanée de l'aimantation d'un corps ferromagnétique à une température précise), transition ordre/désordre en métallurgie, point lambda (manifestation de l'état superfluide de l'hélium pour une certaine température), polymérisation (apparition de longues chaînes de molécules dans une réaction chimique), etc. Le franchissement quantitatif de ces points critiques s'accompagne d'une *transition de phase* qualitative, d'un changement radical des propriétés du corps considéré. Comme nous l'avons dit, tous ces phénomènes ont pour caractéristique commune de posséder des paramètres mesurables avec précision et qui définissent sans ambiguïté leur aspect qualitatif. Prenons l'exemple de l'aimantation spontanée d'un corps ferromagnétique. Un morceau de fer chauffé au rouge n'est pas aimanté. On dit qu'il est dans l'état paramagnétique. Quand le fer refroidit, il apparaît une aimantation spontanée lors du franchissement d'une certaine température critique T_c appelée *point de Curie*. Près de cette température critique, l'aimantation du fer est très sensible aux perturbations extérieures. Il est possible de mesurer précisément cette sensibilité; c'est la susceptibilité magnétique notée $\chi(T)$ et qui varie avec la température T . Au voisinage de T_c , la susceptibilité magnétique est donc très grande. La courbe $\chi(T)$ varie en fait comme $1/(T-T_c)^\gamma$, où $\gamma = 1,33$ pour le fer. La mesure de la constante γ et de la température critique T_c permettent ainsi de réaliser une description mathématique très précise du phénomène. Et cette modélisation existe pour toutes les transitions de phase; chacun des phénomènes

¹⁹ - On peut aussi voir dans ce positionnement souhaité d'une modélisation très confidentielle l'effet d'une sorte de *tropisme épistémologique* provoqué par une théorie des catastrophes devenue médiatique et prestigieuse.

évoqués précédemment - et bien d'autres d'ailleurs - peut ainsi être décrit grâce à de tels "exposants critiques" (20).

Il est remarquable que les phénomènes regroupés sous le nom de *transitions* fassent partie d'un même chapitre de la physique qui utilise des théories souvent transportées d'un domaine à un autre. Ainsi que le dit Nino Boccara: « Sous leur diversité apparente, ces phénomènes présentent toutefois de nombreux points communs, et il est fréquent qu'une théorie proposée pour un type de transition s'applique, après une simple transcription, à un autre type de transition. » [BOC70]. Or l'ouvrage cité a été écrit avant l'apparition en 1972 de la méthode du groupe de renormalisation de Wilson permettant de prévoir les exposants critiques, c'est-à-dire, à un moment où l'on ne possédait que des modèles théoriques particuliers tel celui d'Ising pour la transition para-ferromagnétique ou celui de Landau pour la superfluidité de l'hélium.

La théorie de Wilson est difficile, mais la méthode employée mérite quelques lignes. Reprenons l'exemple de l'aimantation du fer. La description que nous venons de donner pour introduire la notion d'exposant critique est macroscopique. La compréhension du phénomène exige bien sûr un modèle microscopique. L'aimantation globale d'un morceau de fer est la résultante des moments magnétiques de chacun des atomes de fer. Au dessus du point de Curie, la distribution de ces moments élémentaires est aléatoire et leur résultante est nulle; le morceau de fer n'est pas aimanté. À mesure que la température baisse, les moments élémentaires tendent à s'ordonner, d'abord sporadiquement et en modestes associations fluctuantes puis à l'échelle du morceau de fer. L'aimantation apparaît alors. La méthode de Wilson consiste grosso modo à regrouper en blocs les moments élémentaires des atomes et à déterminer les moments résultants de ces blocs. On recommence ensuite l'opération en regroupant en blocs plus grands tous les moments résultants déterminés à l'étape précédente. Et ainsi de suite; c'est d'ailleurs ce "ainsi de suite", la fameuse méthode du *groupe de renormalisation*, qui constitue toute la théorie de Wilson.

Si l'on possède actuellement une théorie unifiée et assez satisfaisante des phénomènes de transitions de phase, c'est parce que l'on comprend ce qui se passe au niveau microscopique. Les succès de la description et de l'explication de ces phénomènes reposent ainsi sur plusieurs conditions toutes nécessaires: la possibilité de transcrire l'aspect qualitatif en paramètres quantitatifs, la compréhension qualitative de la nature profonde des changements, et, dernièrement apparue, la mise au point d'une méthode de calcul adéquate et fournissant de bonnes prévisions quantitatives. La progression théorique depuis les vagues seuils dialectiques quantité/qualité de Engels

²⁰ - Benoît Mandelbrot a donné dans la *théorie des fractales* une présentation très différente et purement mathématique des exposants non entiers. Elle permet la description qualitative de plusieurs objets ou phénomènes plus généraux que les transitions de phase: côtes maritimes, distribution stellaire, structure du savon, etc. Bien qu'elle soit par ailleurs fort intéressante et que ses applications soient loin d'être négligeables, la théorie des fractales ne possède aucune justification microscopique. Elle reste descriptive et ne cherche pas d'explication analytique; en dehors de sa présentation mathématique, les modèles qu'elle propose se rattachent donc épistémologiquement au courant des théories synthétiques [voir par exemple MAN75 et BOU93].

est ainsi considérable ⁽²¹⁾, mais elle nous a obligé à sacrifier tous les phénomènes auxquels il manque ce double caractère de mesurabilité macroscopique et de compréhensibilité microscopique.

V.10. Cicatrices épistémologiques

Les physiciens préfèrent évidemment des théories comme celle de Wilson ou de Prigogine aux interprétations "dialectiques" ou même "catastrophistes" des phénomènes que sont les transitions de phase et les tourbillons de Bénard; ils ignorent d'ailleurs le plus souvent jusqu'à l'existence de la dialectique de la nature et beaucoup restent circonspects envers la théorie des catastrophes. Le philosophe conséquent approuve bien sûr cette prédilection mais reste néanmoins attentif aux théories contestées. Les raisons de cette préférence sont claires. Les théories physiques évoquées sont des modèles en compréhension de phénomènes critiques quantifiables et leur précision n'a jamais été approchée, même de loin, par les théories synthétiques qui demeurent des continents épistémologiques lointains; et aucun gué praticable ne semble émerger entre les théories synthétiques et les sciences analytiques plus "classiques". Les théories de Wilson et de Thom par exemple n'ont jamais été "coiffées" par une théorie des transitions qui expliquerait à la fois leur aspect de catastrophes topologiques et leur quantification à l'aide des exposants critiques.

Prenons un autre exemple dû à Thom. L'ombilic hyperbolique de sa théorie fournit une bonne interprétation qualitative du déferlement d'une vague. Mais jusqu'à maintenant, on ne peut réellement expliquer cette curieuse modélisation. Et le jour (on peut toujours supposer qu'il adviendra) où une théorie hydrodynamique du déferlement sera constituée, elle sera parallèle au modèle de Thom. Ce parallélisme sera-t-il conflit ou harmonie ? Car il se peut que la théorie des catastrophes joue vis-à-vis de ces théories spéciales (théorie unifiée des transitions de phases, thermodynamique des processus irréversibles, et, plus tard, hydrodynamique du déferlement), le même rôle que l'histoire naturelle vis-à-vis des différentes disciplines biologiques. Nous revenons

²¹ - Cette progression théorique dans la compréhension des phénomènes critiques est aussi perceptible dans d'autres directions. En voici brièvement deux autres exemples empruntés à d'autres spécialités. Quand on chauffe un liquide sur sa face inférieure, une casserole d'eau par exemple, la chaleur est d'abord transportée par conduction, et ceci jusqu'à un seuil précis. Passée cette température critique, la chaleur est ensuite transportée par convection; il se forme des tourbillons et des cellules hexagonales appelées cellules de Bénard apparaissent à la surface du liquide. Ce phénomène a reçu une explication thermodynamique en terme de minimum local de l'entropie par Ilya Prigogine. Dans un tout autre domaine, on peut aussi envisager une théorie unifiée des deux grandes figures cosmiques que sont la sphère et l'anneau. Les astrophysiciens essaient en effet de modéliser la génération d'une structure annulaire propre à différents objets célestes - galaxies, certaines composantes de binaires à éclipses, les planètes joviennes, etc. - à partir d'une sphère en effondrement gravitationnel au delà d'un certain seuil. Ce type de modélisation de processus critiques divers tend donc bien dans l'ensemble à prendre le relais des "lois" d'Engels sur la transition quantité/qualité qui se manifeste dans les phénomènes naturels.

avec cette comparaison à la taxinomie des catastrophes naturelles, mais à une taxinomie théorique, non seulement descriptive comme l'est l'histoire naturelle, mais aussi explicative.

Le lecteur méritant qui nous aura suivi dans notre cheminement tout au long de ce chapitre pensera peut-être que nous sommes bien loin de la dialectique de la nature. Que signifie cette revue hétéroclite et sommaire de modèles mathématiques de la morphogenèse, de théories synthétiques, des transitions de phases, etc. ? La continuité (non-coupure) épistémologique entre les interrogations de ces diverses théories a déjà été évoquée à plusieurs reprises. Si elle n'est pratiquement jamais explicite, elle n'en est pas pour cela factice. Il est remarquable de plus que les concepts dégagés et employés par ces différentes théories présentent tous un *air de famille*. Récapitulons ces traits communs.

- L'interdépendance générale ou l'interdépendance de tous les phénomènes dans la dialectique est similaire à l'universalité de tous les systèmes (c'est-à-dire des ensembles à éléments en interactions) que l'on trouve exprimée dans les théories systémiques.
- La loi dialectique de passage de la quantité à la qualité est formulée dans les théories systémiques en termes de modifications de modes d'organisation ou de modes de comportement, ou bien encore d'apparition ou de disparition de classes quantitatives au sein de systèmes qualitativement stables. Et bien sûr, la théorie unifiée des transitions de phases a modélisé très efficacement de nombreux phénomènes physiques qui illustrent cette loi.
- Dans le schéma de modèle de Curie et Caillois, le passage de l'asymétrie vers la symétrie (comparable à l'apparition d'une bipolarité, d'une contradiction dialectique) et la transition de la symétrie à la dissymétrie (analogue à l'exacerbation de la contradiction, à l'aspect principal de la contradiction) sont détaillés par la suite des catastrophes "instantanées" (de dimension trois) de la théorie de Thom: minimum → pli → fronce → queue d'aronde d'une part et ombilic hyperbolique → ombilic elliptique d'autre part. Les deux catastrophes dynamiques, de dimension quatre, se retrouvent ainsi dans la phase non critique d'une contradiction (son développement), et dans le phénomène engendré par celle-ci. L'air de famille entre les modèles de la morphogenèse et la dialectique est d'ailleurs suffisamment évident pour que Thom cite volontiers Héraclite (par contre, il ne mentionne jamais Engels à ma connaissance...).
- Si par contre on revient au problème de Parménide, c'est-à-dire si l'on s'attache à expliquer l'articulation de la logique ordinaire et des lois du développement des contradictions, nous savons quel parti tirer des nuances apportées à la négation habituelle par l'axiomatique; et nous pouvons construire des systèmes quasi-formels et des logiques non-standards plus ou moins en accord avec la dialectique.

L'air de famille en question n'apparaît pas être une expression vaine et les "lois" dialectiques possèdent bien une nouvelle formulation, souvent plus précise, au sein des théories modernes. Divers modèles globaux ou macroscopiques tendent donc à communiquer entre eux malgré leurs projets initiaux éloignés, leurs cloisonnements apparents, et à se fondre dans un courant synthétique complété par des théories

spécifiques de nature plus analytiques comme celles de Wilson ou de Prigogine ⁽²²⁾. C'est le sens de notre locution *prolongements implicites et involontaires*. En adoptant une terminologie introduite au second chapitre, on peut parler en ce sens de coupures épistémologiques atténuées, sinon cicatrisées, entre ces différents domaines; et ce, malgré le peu de rapport apparent entre leurs objets d'étude initiaux. Ce genre de rapprochement, peut-être parfois un peu forcé je l'accorde, relativise la rigidité des cloisonnements, des coupures épistémologiques synchroniques, entre sciences différentes ou même entre les sciences et des domaines qui présentent des statuts forts controversés.

Si donc on peut parler, à propos des théories abordées dans ce chapitre, de *prolongements implicites et involontaires de la dialectique de la nature*, ce n'est évidemment pas dans un sens historique, diachronique, mais en tant qu'elles étudient des phénomènes identiques ou analogues à l'aide de concepts ou modélisations somme toute comparables.

Le caractère marginal - i.e.: le statut scientifique mal établi - de certains de ces prolongements (et de la dialectique de la nature elle-même) constitue aussi une **difficulté exemplaire** à une conception démarcative trop rigide. Car si les cloisonnements sont flous, le caractère scientifique ou non-scientifique de ces théories ne peut être uniforme, ni même toujours fixé sans ambiguïté. Depuis les théories spécifiques et indiscutablement scientifiques de Wilson et de Prigogine jusqu'à la "mythique" dialectique de la nature, les disciplines que nous venons d'étudier très rapidement (et bien d'autres d'ailleurs) illustrent ainsi une sorte de continuum ou plutôt de *gradation* de la notion de démarcation, considérée comme étant de même nature épistémologique que les cloisonnements (cf. § II.2).

Aux tenants d'une certaine scientificité de la dialectique indépendante de toute dialectique de la nature, cette qualification de *mythique* a pu sembler audacieuse, pour ne pas dire iconoclaste. Pour ceux qui, comme moi, doutent de cette fétichisation du scientifique et pensent que toute critique anti-dogmatique ⁽²³⁾ est salutaire, l'analyse

²² - Par rapport aux théories vraiment synthétiques comme la théorie des catastrophes ou celle des systèmes, la méthode de Wilson apparaît bien analytique. Mais elle possède tout de même un statut particulier dans les sciences physiques. Ainsi que le reconnaît son auteur, « le groupe de renormalisation n'est pas une théorie descriptive de la nature mais une méthode générale pour construire des théories. » [WIL79]. La théorie de Wilson, en tant que *méthode générale*, semble ainsi posséder un caractère de globalité intermédiaire entre les théories synthétiques et les modèles analytiques classiques. Toute proportion épistémologique gardée, de la même façon que les modèles d'antagonismes de Bernard-Weil (cf. § V.8) sont quasi-systémiques, elle est, quant à elle, quasi-analytique.

²³ - Anti-dogmatique ne signifie pas nécessairement anarchiste. À la différence de Feyerabend, je ne pense pas que l'anarchisme puisse aboutir à quelque compréhension tant soit peu correcte des sciences. À une vision originale et drôle, oui - d'ailleurs, Feyerabend se reconnaît plus volontiers dadaïste qu'anarchiste. On ne peut pas non plus, avec Popper, ranger la psychanalyse ou le marxisme "en bloc" et sans autre forme de procès auprès de l'astrologie; surtout si l'on se contente d'analyser le critère de falsifiabilité uniquement sur des énoncés scientifiques en escamotant derrière la toute puissance de la logique le caractère non falsifiable ou dogmatique des énoncés non scientifiques de la psychanalyse ou du marxisme. C'est peut-être une attitude laborieuse et hors des

(suite de la note page suivante)

du sens de la dialectique et la comparaison de sa version "physicaliste" obsolète avec différents courants souvent plus établis scientifiquement sont apparues non seulement fondées mais absolument nécessaires. La question de la scientificité de la dialectique de la nature, même et surtout quand elle est abordée par les marxistes, introduit à toutes sortes de problèmes. Après ceux de Parménide et d'Engels, "techniquement" dialectiques si l'on peut dire puisqu'ils concernent ses rapports avec les lois logiques et ses domaines d'application, en voici un dernier d'ordre plus spéculatif. Si la dialectique est un paradigme scientifique, peut-on s'attendre à ce que, comme les autres sciences, elle engendre d'autres paradigmes qui l'englobent ? Et si ce dernier processus est plausible, allons-nous assister à une mutation de paradigme comme il se doit pour toute "bonne" science ? Cela se fera-t-il dialectiquement ? Car la dialectique veut non seulement être une science, mais aussi une méthode d'analyse des sciences, et il existe une épistémologie marxiste non négligeable qui utilise la dialectique dans ses analyses du progrès scientifique. Mais on risque alors de faire face à une sorte de *paradoxe du barbier* de la philosophie des sciences puisque la façon dont est abordée le modèle "scientifique" qu'est la dialectique, son épistémologie et son histoire font partie intégrante du modèle lui-même. C'est un effet de sonde, un paradoxe où l'épistémologie mise en jeu dans l'explication d'une théorie est contenue dans la théorie elle-même. En termes linguistiques, on peut affirmer que la métalangue de la dialectique est identique à sa langue. Et rappelons-nous que cette distinction langue/métalangue est en somme similaire à celle que Russell avait introduite lors de sa résolution de la célèbre antinomie; pour évacuer des paradoxes en forme de cercles vicieux structurellement analogues à celui des ensembles qui se contiennent ou ne se contiennent pas eux-mêmes, on crée des distinctions entre types d'ensembles ou entre ensembles et classes ⁽²⁴⁾, entre types de langues en linguistique, et pourquoi pas pour notre sujet - personne ne semble y avoir songé -, entre types de dialectiques.

La résolution habituelle de l'auto-enchâssement de la dialectique/épistémologie et de la dialectique/science est plus simple qu'une éventuelle distinction entre types de dialectiques sur le modèle des types d'ensembles. Elle constitue même une utilisation de cet auto-enchâssement dans un sens d'achèvement de la doctrine, d'impossibilité de dépassement de la dialectique autrement que dialectiquement. Mais cette clôture sur elle-même de la dialectique présente évidemment un très grave danger. Car c'est non seulement un aspect synthétique et unificateur de la dialectique que d'intégrer sa propre méthodologie réflexive, mais c'est aussi un pas moins avouable vers l'achèvement, le fixisme dogmatique et une an-historicité bien peu hégélienne ou marxiste.

modes épistémologiques que de critiquer en détail le sens de la dialectique dans la nature, mais je ne rejette pas celle-ci parce qu'elle est enrobée dans une théorie dogmatique et non falsifiable (le marxisme), mais parce qu'elle est tombée en désuétude et totalement dépassée par d'autres paradigmes beaucoup plus performants.

²⁴ - Nous tenons là en passant un très bel exemple de construction mathématique un peu analogue aux hypothèses *ad hoc* de la physique contre lesquelles fulminent les positivistes logiques; et pourtant, bien qu'elle fût vite dépassée, la théorie de Russell est reconnue comme tout à fait scientifique, car, comme Tarski l'a montré *a posteriori* en 1935, on ne peut définir de langage universel sans paradoxe du menteur; seule une distinction langue/métalangue permet d'y remédier.

Que nous a appris cette discussion sur la signification de la dialectique de la nature ? À travers la question que nous venons d'effleurer du dépassement de la dialectique "dans son ensemble", le conflit parménidien avec le principe logique de non contradiction et la recherche de formulations dialectiques au sein de la nature ou des mathématiques, est apparu le caractère très contesté de la scientificité de cette théorie. Malgré ceci, à aucun moment nous n'avons perdu son sens. Le critère de signification de l'empirisme logique que nous avons exposé au premier chapitre ne suffit pas à la disqualifier comme non scientifique sous prétexte qu'elle serait dépourvue de sens. Les énoncés que proposent la dialectique de la nature sont également beaucoup trop généraux pour présenter un caractère de falsifiabilité utilisable. Les théories générales du changement comme la dialectique de la nature - ou même, dans un autre registre, l'hypothèse évolutionniste - demeurent si générales qu'elles sont difficilement testables au sens de Popper. Devons-nous croire que, tout en n'étant pas une science, la dialectique de la nature conserve un sens parce qu'elle pose et prétend expliquer des problèmes réels, dont, tout particulièrement, celui de la transition quantité/qualité qui se manifeste dans les phénomènes de seuils ? Mais alors, si sa problématique est correcte, on doit s'attendre à ce que les questions posées par la dialectique de la nature puissent enfin être abordées avec des moyens réellement scientifiques. C'est à mon avis ce que tentent de jouer les prolongements implicites et involontaires de la dialectique que sont les théories modernes des catastrophes, des systèmes... et surtout la théorie unifiée des transitions de phases.

La dialectique, et singulièrement la dialectique de la nature, est une explication théorique très macroscopique, directement issue de faits qui attendent des explications plus profondes. Ces explications véritablement scientifiques sont apparues pour les phénomènes physiques de type critique et cela justifie la disparition de la dialectique de la nature dont ces phénomènes constituent la principale illustration. En ce qui concerne la dialectique dans son ensemble ⁽²⁵⁾, au vu du statut très différent des "sciences sociales marxistes" - notamment leur subjectivité politique en face de l'objectivité supposée des faits naturels - on comprend à la fois qu'elle soit plus difficile à dépasser par des théories concurrentes et qu'elle conserve un pouvoir explicatif beaucoup plus séduisant que la dialectique de la nature.

²⁵ - On ne peut évidemment traiter la dialectique de la nature de la même façon qu'Habermas traite le marxisme *dans son ensemble* (cf. § I.3). La dialectique de la nature ne pourrait avoir dans la tripartition d'Habermas qu'un statut de science empirico-formelle - qu'elle n'a pas, bien sûr - alors que le marxisme dans son ensemble peut au moins sauver ses apparences de science en tant que doctrine critique à intérêt émancipatoire (catégorie créée tout exprès pour lui...).

CHAPITRE VI

LA RUINE COMMUNE DU PYTHAGORISME ET DES MATHÉMATIQUES DU NOMBRE D'OR

VI.1. L'arithmologie pythagoricienne

Nous souhaitons au second chapitre que l'étude de la démarcation des sciences consiste pour une part en l'étude des domaines présentant des aspects locaux controversés, ou même des domaines qui ne sont pas (ou plus) des sciences et demeurent, globalement, des *paradigmes sclérosés*. La sclérose d'un paradigme est souvent synonyme de son dogmatisme. Il prétend alors comme tout dogme à l'expansion universelle, à l'envahissement d'autres domaines. Un paradigme sclérosé devient, à travers une sorte d'"arbitraire du signe (non) scientifique", un cadre théorique formel qui a tendance à être appliqué à tort et à travers. Mais si le débordement d'un paradigme scientifique conduit à une vision polarisée et monolithique, les conséquences négatives d'une telle extension ne sont pas inéluctables ni toujours faciles à apprécier. Un certain recul historique est en effet nécessaire pour décider si *l'extension d'une théorie* a réussi (auquel cas on a affaire à une science) ou si elle a échoué (et il s'agit alors d'un fossile non scientifique). Car c'est une tendance propre à tout système théorique et plus généralement à toute représentation du monde, y compris parmi les sciences les moins discutables, que son extension à d'autres domaines. On peut même remarquer que, plus une science est puissante et vivace, plus ses tendances impérialistes sont manifestes. Ainsi en va-t-il des mathématiques, de la logique symbolique ou de la linguistique. Au premier chapitre, nous avons mentionné l'extension de la logique aux philosophies de la rigueur et en particulier au néopositivisme, ou, sous une autre forme, l'extension de la sémiotique de Morris à l'épistémologie. Le phénomène *d'extension* est bien souvent l'expression d'une sorte de tropisme épistémologique. Il existe alors en partie parce que « lorsqu'une science remporte des succès voyants, les autres sont tentées de capter son mana, tentation qui provient du fait que l'on voit la réussite et non les conditions de la réussite. On eut ainsi jadis du mécanisme, de l'électrisme, du psychologisme, du sociologisme, et j'en passe. De nos jours, la linguistique et les mathématiques sont à la mode, mais beaucoup, même chez les mathématiciens ignorent que ce que les mathématiques appliquées empruntent aux mathématiques ordinaires, ce n'est pas essentiellement leurs résultats, mais leur culture. » [REG71 p. 32]. C'est sur l'exemple de notions mathématiques appliquées à la physique (coniques en astronomie, nombres complexes en électricité, tenseurs en théorie de la relativité, etc.) ou même de "transports" de méthodes et de résultats d'un domaine de la physique à un autre (loi de Newton transposée dans la loi de Coulomb, distribution des étoiles assimilée à un gaz, etc.) que la tendance à la mathématisation brute et forcée est apparue dans les sciences de l'homme.

Les succès des mathématiques, et particulièrement dans les exemples ci-dessus où les méthodes préexistaient à leur application, confortent certains esprits dans leur puissance absolue. La formalisation forcenée se rapporte donc à ce que nous avons appelé une *extension* (cf. § II.2), parfois réussie, mais quelquefois aussi ratée à cause d'une prématurité des problèmes étudiés vis-à-vis des méthodes utilisées ou de l'inadéquation de ces méthodes. Le dogmatisme formaliste peut alors être comparé à une métaphysique en tant que prétention et abus idéologique. Mais si l'on connaît de nombreux exemples d'extensions de sciences à d'autres sciences ou même à la philosophie des sciences, nous n'avons pas encore examiné si ce genre de phénomène existe en ce qui concerne des idées d'ordre philosophique ou métaphysique. Si, en effet, un *substrat* spéculatif ou philosophico-métaphysique peut initier des idées scientifiques et qu'une *extension* manquée de science relève selon nous de la métaphysique en devenant dogme, il est légitime de se demander dans quelle mesure ces deux processus peuvent s'enchaîner et ouvrir ainsi une perspective nouvelle dans la compréhension de certains problèmes de la démarcation. Nous essaierons donc maintenant de mettre en évidence une métaphysique en amont (*substrat*) et en aval (*extension manquée*) d'un domaine comportant des éléments tout à fait scientifiques. Nous évoquerons aussi en conclusion l'aspect extensif des *limitations de paradigmes*.

Nous avons retenu deux exemples pour illustrer la *limitation* et la *sclérose* de substrats spéculatifs dans les sciences: l'arithmo-géométrie des pythagoriciens et les doctrines sur le nombre d'or. Ces deux exemples possèdent tous deux un caractère mathématique et ont, de plus, des origines voisines dont nous discuterons. Ce sont des sujets d'étude moins controversés que l'astrologie (étudiée au chapitre suivant), en raison du fait que leurs doctrines ont des origines plus récentes et mieux connues, mais également parce que, contrairement à la croyance en l'influence des astres, la science classique ne discute pas les résultats mathématiques des pythagoriciens ou la géométrie liée au nombre d'or; selon le point de vue habituel d'une histoire positive des sciences, leurs résultats sont parfaitement intégrés aux mathématiques, une fois débarrassés des "scories métaphysiques" qui les encombraient. Mais pour comprendre cette épuration, nous devons remonter à l'époque où l'arithmologie et la numérologie étaient aussi intimement liées à l'arithmétique que l'astrologie l'était à l'astronomie. Or cette période "pré-démarcative" existe dans presque toutes les civilisations où les différentes numérations furent très souvent chargées de valeurs religieuses, notamment chez les Mayas, les Babyloniens et les Chinois; et ceci en raison sans doute du caractère abstrait des nombres et de leur participation à l'ensemble de la nature (on peut compter toutes sortes de choses), mais aussi parce que la numération et la numérologie furent liées à l'établissement du calendrier et en général à tout ce qui concerne les astres, astronomie et astrologie indistinctement ⁽¹⁾. Lorsque nous parlons d'astrologie, d'astronomie, de numérologie, d'arithmétique comme de disciplines distinctes, on doit se souvenir en effet que nous adoptons une terminologie issue d'une très lente

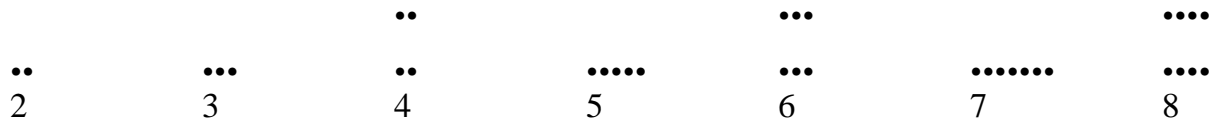
¹ - cf. [IFR94] et [GUI75] (notamment la conclusion de ce dernier ouvrage pp. 763 sq. sur l'influence des préoccupations religieuses dans la formation et la constitution des systèmes de numérations).

décantation historique. Les Babyloniens - et même les Grecs - ne procédaient pas à la même segmentation dans leur représentation du monde.

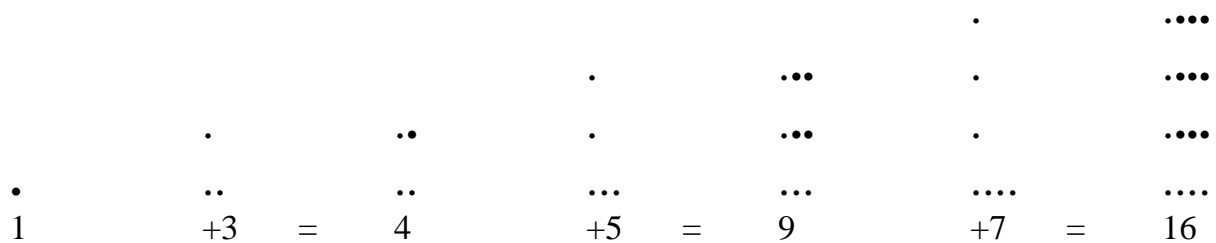
Bien que l'arithmologie soit moins connue que l'astrologie, elle appartient à une tradition ésotérique occidentale ininterrompue et l'on doit se replacer à ses origines pour analyser le sens de ses doctrines. Cette tradition est surtout connue dans le platonisme et à travers lui remonte jusqu'au pythagorisme. La source la plus directe (et la plus ancienne que l'on connaisse avec quelque précision) de la numérologie occidentale est donc le pythagorisme, c'est-à-dire l'ensemble des doctrines des pythagoriciens. Car Pythagore lui-même est un personnage presque mythique. Très tôt, la légende s'est emparée du personnage pour en faire un *daimon*, un demi-dieu, vénéré comme tel dès la seconde génération de ses disciples; il avait une cuisse d'or (!), il était fils d'Apollon, et surtout, ses phénoménales qualités intellectuelles et morales lui avaient permis de découvrir tout ce qui se peut. Plus précisément, la quasi-divinisation du fondateur de l'Ecole a conduit ses disciples à lui attribuer la majorité des développements postérieurs à son époque. Le flou historique qui en résulte nous fait limiter aux premiers pythagoriciens (de la fin du VI^e au début du V^e siècle avant notre ère sauf précisions) notre examen de la doctrine arithmologique. Car la tradition est exacte en rapportant la démonstration du fameux théorème du carré de l'hypothénuse à Pythagore, au moins dans le sens où l'Ecole a toujours vénéré et fait progresser les mathématiques.

On peut difficilement reconstituer les doctrines pythagoriciennes primitives, mais celles-ci constituaient un enseignement complet de mystique, morale, mathématiques, astronomie et acoustique plus ou moins amalgamées (rappelons nous le problème des cloisonnements). Bien qu'il s'agisse peut-être là d'une déformation historique, l'arithmétique nous apparaît dominante dans cet enseignement. Elle a été cultivée dès les débuts de l'Ecole et le Maître lui-même aurait dit: « Tout est dans le nombre ». Mais quelles étaient ces mathématiques pythagoriciennes si imprégnées d'arithmétique ? Qu'elles soient toutes entières fondées sur le *nombre* ne signifie pas que les pythagoriciens ignoraient la géométrie. L'exemple du théorème de Pythagore est là pour nous le rappeler et le corpus des mathématiques abordé par les premiers disciples est assez vaste. Il comprend la géométrie plane élémentaire, le classement des nombres d'après leurs propriétés, les moyennes proportionnelles, les irrationnelles, les polyèdres réguliers inscriptibles et peut-être même les nombres amis [cf. MIC50 pp. 178 et 343].

Jusqu'à la crise des irrationnelles que nous examinerons plus loin, les mathématiques pythagoriciennes sont néanmoins dominées par les nombres, ou plus exactement par un alliage qui nous semble maintenant curieux de géométrie et d'arithmétique que l'on appelle *arithmo-géométrie* ou *doctrine des nombres figurés*. Chacune des unités composant un nombre est figurée par un point, et divers agencements de points traduisent ainsi la nature profonde du nombre considéré. Il est possible par exemple d'"imager" géométriquement la différence qui existe entre nombres premiers (figurés sur une ligne) et nombres composés (figurés par des rectangles), ces derniers incluant bien sûr les nombres carrés:



La figuration des nombres met aussi en évidence quelques formules algébriques dont l'expression rigoureuse en langage moderne nécessite plus de techniques symboliques. Certains théorèmes peuvent être démontrés de cette manière. Prenons un exemple simple et classique, le théorème établissant que la somme des entiers impairs jusqu'à n est égale au carré de n . Sa visualisation et sa (presque) démonstration sont figurées par l'accroissement des nombres à partir de 1 grâce aux "équerres" impaires, les *gnomons* successifs 3, 5, 7, etc.:



Entendons nous bien sur le terme de *démonstration* employé ici. La figuration des nombres ne suffit évidemment pas pour constituer une véritable démonstration aux yeux d'un mathématicien moderne. Mais il convient de se souvenir que les pythagoriciens ont tenu des raisonnements sur de telles figures et que ceux-ci, du point de vue de leur rigueur et de leur logique, ne différaient pas essentiellement des nôtres. Même incomplètes et informelles, leurs démonstrations en sont encore pour nous. Seule diffère réellement leur manière d'appréhender le nombre, imprégnée de géométrisme et proche de l'intuition sensible. « L'arithmétique pythagoricienne est visuelle, avec une tendance à figurer plutôt qu'à définir, et à montrer plutôt qu'à démontrer. » [ibid. pp. 339 et 362].

Dans quelle mesure une telle conception du nombre a-t-elle favorisé une tendance mystique du pythagorisme ? Et tout d'abord, quelles étaient ces conceptions mystiques ? Car les pythagoriciens mêlaient des propriétés spécifiques aux nombres à diverses spéculations sur leur nature et leurs rapports avec l'ensemble de la nature. « Les pythagoriciens voulurent traduire tous les phénomènes (non seulement astronomiques ou physiques, mais biologiques et même sociaux) en formules mathématiques. » [ibid. p. 177]. Comment étaient conçus les nombres dans leurs rapports avec les objets ? Un texte célèbre de la *Métaphysique* d'Aristote fait état de deux doctrines distinctes qu'il attribue à *ceux que l'on appelle les Pythagoriciens*; « [...] ils furent les premiers à s'adonner aux mathématiques auxquelles ils firent faire de grand progrès. Et comme ils en étaient nourris, ils pensèrent que leurs principes étaient principes de toute chose. Et comme de ces principes les nombres sont, par leur nature, les premiers, et que, dans les nombres, les Pythagoriciens pensaient apercevoir plus d'analogies avec les choses qui sont ou deviennent que dans le feu, la terre ou

l'eau, [...], comme ils voyaient, en outre, que les nombres exprimaient les propriétés et les proportions musicales; comme enfin toutes les autres choses leur paraissaient dans leur nature entière, être formées à la ressemblance des nombres, et que les nombres leur semblaient être les réalités primordiales de l'Univers, ils considéraient que les principes des nombres étaient les éléments de tous les êtres... » [ibid. p. 672]. Dans ce texte d'Aristote, Pierre-Henri Michel isole deux doctrines distinctes qui ont pu néanmoins coexister dans le pythagorisme ancien:

- Les nombres sont les principes (*arkhé*) des choses, les éléments premiers.
- Les choses existent par imitation (*mimésis*) des nombres, à leur ressemblance.

Dans le premier cas les choses sont nombres (doctrine de l'immanence), dans l'autre, les nombres sont le modèle des choses (doctrine de la transcendance).

Sans nous attarder sur la signification de cette distinction, il est remarquable que les textes mystiques d'inspiration pythagoricienne, les prières tout particulièrement, intègrent les deux doctrines. Il est donc fort probable que s'il existait au départ une différence entre *arkhé* et *mimésis*, celle-ci est bien vite devenue secondaire et les doctrines pythagoriciennes du nombre - tout au moins celles, exotériques, qui nous sont parvenues - ont par la suite mis l'accent sur l'efficacité plus que sur l'explication de la toute puissance des nombres. Qu'importe la doctrine retenue; tous les pythagoriciens s'accordent à reconnaître que toute chose participe du nombre. Il devient envahissant, sacralisé, panacée épistémologique et moyen d'investigation de l'inconnu. Le nombre sort bien vite de son rôle de principe organisateur. « Sans le nombre, rien ne peut être pensé ni connu: il nous enseigne tout ce qui était inconnu et incompréhensible. » [Philolaos]. Associée aux enseignements ésotériques de Pythagore, cette arithmétisation forcenée du monde dégénère bien entendu en arithmologie.

Si en effet les pythagoriciens soutenaient une conception générale des nombres envahissante, ils avaient aussi développé des spéculations fort étranges à nos yeux. Celles-ci étaient construites sur des relations arithmétiques très simples, interprétées à la lumière de la mystique pythagoricienne des nombres; ce sont des traductions arithmologiques de propriétés arithmétiques élémentaires. Parmi ces doctrines arithmologiques particulières, celle qui concerne la *tétraktys* (c'est-à-dire l'ensemble des nombres 1, 2, 3 et 4) se détache nettement. Nous allons nous y arrêter un moment pour évaluer ensuite la signification de la crise des irrationnelles en tant qu'invalidation du fond spéculatif des doctrines arithmologiques des pythagoriciens par l'intermédiaire de la falsification (au sens de Popper) de leur conception du nombre.

La doctrine de la *tétraktys* est la plus importante des arithmologies pythagoriciennes. Les disciples avaient en effet l'habitude de jurer « par celui qui à notre âme a transmis le quaternaire, source de l'éternelle nature » (extrait des *Vers d'Or*, poème assez tardif, mais comportant tout de même de précieux renseignements sur les croyances anciennes de la secte). Conformément à la conception générale des nombres dans le pythagorisme, la *tétraktys* est quasiment divinisée. Les textes qui la mentionnent ne sont cependant pas très explicatifs de cette divinisation et ne font qu'illustrer les deux doctrines de l'immanence et de la transcendance évoquées précédemment.

La relation $1 + 2 + 3 + 4 = 10$ est à la base de toutes les spéculations sur la tétraktys. L'interprétation arithmologique du nombre 10 est ainsi associée à celle du nombre 4 dans la plupart des textes d'inspiration pythagoricienne. Mais cette relation, si elle est fondamentale, ne donne aucune idée de la supposée mystique originelle de la tétraktys.

Quelle était donc la doctrine primitive ? Était-elle autre chose qu'un vulgaire développement arithmologique ? Possédait-elle une quelconque profondeur mystique ? Il existe un texte assez long de Hiéroclès dans ses *Commentaires sur les Vers d'Or* qui, selon les exégètes, contient quelques éléments archaïques explicatifs de la tétraktys. Il s'agit d'ailleurs pour l'essentiel d'une classification quaternaire de diverses conceptions intellectuelles. Après avoir débarrassé ce texte des arithmologies jouant sur les quatre premiers nombres, on peut résumer dans le petit tableau qui suit les diverses quadripartitions reconstituables et mises en correspondance avec la tétraktys. C'est un bien maigre bilan malgré la multiplicité des sources utilisées (Hiéroclès, Théon de Smyrne, Speusippe, Proclus... cf. [MEU25], [KUC52], etc.).

1	2	3	4
point	ligne	surface	volume
intelligence	science	opinion	sensation
feu	air	eau	terre

Mais si les explications de Hiéroclès semblent provenir de sources anciennes, ceci justifie incomplètement les formules enthousiastes à l'égard de la tétraktys « source de l'éternelle nature ». Une bonne partie du texte de Hiéroclès est en effet bien proche des spéculations néopythagoriciennes que l'on doit soigneusement distinguer de la doctrine primitive. Il reste cependant assez difficile de faire la part entre les spéculations mystiques profondes sur les nombres - pour autant qu'elles aient réellement existé sous forme constituée - et ce qui relève d'un naïf ébahissement devant des relations numériques. La relation $1 + 2 + 3 + 4 = 10$ remonte très certainement aux premiers temps de la secte pythagoricienne. Les générations suivantes et notamment les néopythagoriciens du 1^{er} siècle avant au 1^{er} siècle après notre ère, ont ensuite développé des relations arithmologiques ayant quelquefois été tenues pour anciennes (2).

² - Il s'agit de curiosités récentes par rapport au fond pythagoricien. À titre de récréation, en voici un petit florilège qui permettra de mieux juger la difficulté d'accéder au véritable fond mystico-arithmologique pythagoricien (qui reste très hypothétique):

- L'ensemble des dix premiers nombres contient autant de nombres pairs que d'impairs et autant de nombres premiers que de composés.
- Les progressions géométriques de raisons 2 et 3 à partir de 1 peuvent se ranger dans un schéma du type 8, 4, 2, 1, 3, 9, 27 où l'on retrouve la tétraktys 1, 2, 3, 4 et le fait curieux que la somme des extrêmes et du milieu de la série $8 + 1 + 27$ égale $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8$ et soit le carré de 6 (d'après le *Timée*).
- Les triangles proportionnels aux nombres 3, 4 et 5 sont droits en vertu du théorème de Pythagore $3^2 + 4^2 = 5^2$. Mais de plus, $3^3 + 4^3 + 5^3 = 6^3$ et $3 + 4 + 5 = 12$ "engendre" les nombres 1 et 2.

(suite de la note page suivante)

Parmi toutes les manipulations imaginables sur les nombres 1, 2, 3, 4, il est raisonnable de penser que les plus simples (éventuellement agrémentées de mysticisme) sont à la base de la doctrine primitive de la tétraktys. Toute arithmologie semble en effet se développer de cette manière. À partir d'un noyau primitif empreint de mystique et souvent ésotérique, des générations successives ajoutent des relations beaucoup moins évidentes et très souvent attribuées par récurrence à ce noyau. Ceci nous incite donc à prendre garde quand on parle d'arithmologie. La numérologie spéculative est une "science" si absconse que l'on peut confondre avec une doctrine ancienne et peut-être spirituellement profonde (pourquoi pas...) ce qui en fait n'est dû qu'à la sagacité de commentateurs modernes en arithmétique ludique. L'imagination ne paie pas en ce domaine. Seul le document historique compte. Le noyau spéculatif pythagoricien est peut-être une mystique du nombre et non une arithmologie, mais en l'état de nos sources, cette distinction n'est qu'une affaire de degré de complication. De toute façon, comme nous allons le voir, ce noyau a été dévalué par la crise des irrationnelles et le pythagorisme en bloc a été renvoyé au versant métaphysique de la démarcation positiviste à la suite de cette "falsification".

Après ces quelques digressions sur les doctrines pythagoriciennes spéculatives, il convient de s'interroger sur leur sens et leurs origines. On doit tout d'abord remarquer que très peu de spécialistes de la philosophie bien particulière de Pythagore croient à son originalité totale. Les anciens Grecs savaient déjà que les philosophes présocratiques avaient quelque peu emprunté à leurs prédécesseurs égyptiens et babyloniens. Comme le dit Hérodote à propos de la "théorie" de la transmigration des âmes, elle aussi empruntée, « certains Grecs ont fait usage de cette doctrine, plus ou moins tôt dans l'histoire, comme si elle leur était propre. Je connais leurs noms, mais je ne veux pas les écrire ». Malgré ces cachotteries, on sait qu'il s'agit entre autres de Pythagore, Empédocle et Héraclite. La tradition fait en effet état de voyages d'études de Pythagore en Egypte et à Babylone. Il est donc permis de douter du caractère novateur et totalement original de la mystique pythagoricienne des nombres (3).

Nous devons nous replacer à la naissance de la philosophie occidentale, à ces fameux VI^e et V^e siècles grecs pour mieux comprendre la tendance mystique de

• On sait que les Grecs écrivaient les nombres à l'aide de leur alphabet. En additionnant les valeurs de chacune des lettres qui forme le nom *Pythagore* en grec, on trouve 864. Or 864 multiplié par la tétrade 4 égale 3456 qui "engendre" la suite précédente 3, 4, 5, 6 liée par les cubes. Les arithmologues sont suffisamment perspicaces pour découvrir une "propriété pythagoricienne" plus tordue encore que cette dernière (l'un d'entre eux n'a-t-il pas réussi à affubler d'un nombre fatidique le nom du fondateur d'une entreprise informatique conquérante; il est cependant acquis que cette relation arithmologique n'est pas pythagoricienne...).

³ - Il est remarquable que la religion babylonienne joue beaucoup du symbolisme des nombres. Mais s'il s'agit certainement là d'un emprunt à la religion sumérienne, nous ne savons par contre pratiquement rien des influences de Babylone sur le pythagorisme; et si celles-ci ont existé, cela ne ferait que déplacer l'origine de la doctrine de nombre-forme (par exemple) à d'éventuels prédécesseurs.

l'arithmologie pythagoricienne. Les philosophes contemporains (ou presque) de Pythagore étaient très ambitieux et cherchaient le principe universel de la nature; Thalès le plaçait dans l'Eau, Anaximandre dans l'*apeiron* (l'infini), Anaximène dans l'air, Empédocle dans les quatre éléments, etc. Quant à Pythagore, c'est le nombre qui résume pour lui la totalisation présocratique du savoir. En plus de sa nature conceptuelle multiforme, le principe universel pythagoricien est supérieur aux conceptions des autres philosophes grecs présocratiques, car le nombre possède une force de modélisation beaucoup plus puissante et effective que l'air, l'eau ou même l'infini. Le texte de la *Métaphysique* d'Aristote que nous citons plus haut fait allusion à cette efficacité. Cet aspect intuitif et idéal, cette fonction de modélisation des nombres (et ce, même après la crise des irrationnelles) sont à l'origine de la valorisation importante et de la quasi-sacralisation des nombres dans l'école pythagoricienne (4). Remarquons au passage que les difficultés conceptuelles liées à la reconnaissance d'effectivité universelle du nombre, à son idéalité conjuguée à son immanence intuitive, n'ont jamais tout à fait cessé. La définition ensembliste du nombre cardinal n'est en effet que la cérébralisation de la conception sereine inaugurée par Frege avec son *concept subsumant* et participant à toutes sortes de choses (déguisées par la suite en ensembles). On n'en était évidemment pas là au moment de la valorisation exceptionnelle du nombre dans le pythagorisme, mais cependant, ce type de conception semble si nouvelle, si excitante et attractive dans le contexte philosophique de la Grèce antique que certains spécialistes de la science hellène ont pu parler d'atomisme numérique primitif et de son influence possible sur les doctrines de Leucippe et de Démocrite.

VI.2. La falsification du pythagorisme par les irrationnelles

Après avoir examiné la conception spéculative pythagoricienne des nombres et particulièrement la doctrine de la tétraktys, on doit se demander comment cet ensemble de théories et croyances arithmético-mystiques s'est trouvé falsifié, et surtout, s'il a survécu à cette dure épreuve. C'est la découverte des irrationnelles (nos nombres irrationnels) qui a ouvert une brèche dans la doctrine pythagoricienne du nombre-forme. Cette fameuse crise a donné lieu à d'innombrables analyses. Elles sont

⁴ - Nous avons tenté d'expliquer en quoi les pythagoriciens considéraient les nombres entiers comme des principes universels très performants, plus explicatifs même que la géométrie. On peut ajouter pour conclure que ceci permet souvent d'attribuer au pythagorisme l'origine de l'idéologie qui fait du *quantifiable* un concept d'ordre supérieur au *qualifiable*, où ici, "quantifiable" s'applique au nombre entier et "qualifiable" à la géométrie. De ce point de vue un peu réducteur tout de même, la précellence de l'arithmétique - dans la question du fondement des mathématiques par exemple - peut être considérée comme une survivance du pythagorisme [MIC50 p. 676. voir aussi pp. 44-45]. Il s'agit d'un raccourci audacieux mais dont le fond reste néanmoins très actuel comme en témoignent les nombreux débats sur le rapport entre le quantifiable et le qualifiable autour de la théorie des catastrophes (cf. § V.7) ou sur le discret et le continu dans les fondements philosophiques de l'analyse non-standard [cf. par exemple MNS89].

en général historiques ou pseudo-historiques, mais jamais absentes de réflexions épistémologiques. Un auteur comme Benjamin Farrington écrit par exemple que « le terme d'irrationnel vient des pythagoriciens et indique le choc qu'ils ressentirent quand eux, qui tenaient que le nombre et la raison étaient la même chose, découvrirent qu'ils ne pouvaient exprimer la racine carrée de 2 par aucun nombre. Leur confusion fut grande. » [FAR67 p. 50]. La confusion de Farrington ne l'est pas moins. Car ce n'est pas l'explication du terme *irrationnel* qu'il nous expose ici, mais la reprise de la vieille image du pythagoricien piteux et sacrilège devant sa découverte inattendue de l'irrationalité de la racine carrée de 2. Il s'agit là de l'interprétation classique de la *crise des irrationnelles* décrite comme la fin mal acceptée de la doctrine du nombre-forme et l'ouverture d'un champ nouveau des mathématiques, plus vaste et plus fécond parce que débarrassé de spéculations métaphysiques encombrantes. La plupart des historiens, mathématiciens ou philosophes font une lecture analogue de la crise des irrationnelles ⁽⁵⁾. Même un spécialiste de l'épistémologie des mathématiques comme Jean-Toussaint Desanti, s'il théorise assez abstraitement la crise, n'en explique pas moins sa résolution finale par une expulsion du noyau pythagorien [DES67 p. 451]. Il est en cela conforme à la petite habitude contractée par les philosophes et qui consiste à considérer la découverte imprévue et désagréable de l'irrationalité de la racine carrée de 2 comme l'un des canons de la fameuse *coupure épistémologique* - qui prend en plus dans ce cas un aspect démarcatif positiviste entre les spéculations métaphysiques antérieures et la "vraie" science postérieure. Desanti est d'ailleurs presque *crypto-poppérien* dans son interprétation de la crise des irrationnelles. Une sorte de reconstitution logique de l'histoire des sciences envahit et guide ses conclusions épistémologiques. Il estime par exemple que la découverte des irrationnelles doit être postérieure à l'explicitation du principe de non contradiction par Parménide parce que l'abandon supposé de la théorie pythagoricienne du nombre-forme fut provoqué par la falsification d'un de ses énoncés [ibid. p. 444]. Il s'agit là d'une réinterprétation et peut-être même d'une reconstruction épistémologique de l'histoire, car évidemment rien ne nous autorise à penser que l'on n'ait pu faire usage du principe de non contradiction dans quelque raisonnement (mathématique ou non d'ailleurs) *avant* sa formulation parménidienne explicite.

Comme à son habitude, Pierre-Henri Michel adoptait une opinion moins rigide et moins classique. Après une patiente analyse de la découverte des irrationnelles - fondée surtout sur le rejet de la thèse suivant laquelle la racine carrée de 2 était le seul exemple d'irrationnelle connue dans le premier pythagorisme -, et une critique des sources et des conséquences de celle-ci, il pense que la crise n'a pas fait périlcliter les conceptions pythagoriciennes anciennes. Bien loin de devenir obsolète aussi mécaniquement que par l'application stricte du principe de non contradiction, la doctrine du nombre-forme connaît après cela ses limites et distingue son domaine de validité en s'écartant du champ des irrationnelles: « [...] Il n'y a pas trace d'une résistance à l'irrationnel en soi, à l'irrationnel qu'on refuserait d'admettre, ou qu'on envelopperait d'un voile, ou qui ne serait reconnu qu'à titre d'exception (et d'exception

⁵ - Voir par exemple Baccou [BAC51 p. 18], Bourbaki [BOU69 p. 185], Brunschvicg [BRU48]. Certains historiens comme Léon Robin y font à peine allusion [ROB23 p. 84].

scandaleuse). Il y a trace bien plutôt d'une première tentative de distinction de deux domaines: celui de l'espace continu et celui du nombre discret [...] Deux sciences, dès lors, se distinguent et se développent côte à côte; l'une, proprement arithmétique, même sous sa forme arithmo-géométrique, a pour objet le nombre; l'autre, née de la méditation de l'irrationnel et qui fait dans l'ombre de l'École ses premiers pas, aura pour objet l'espace, non plus découpé en champs égaux et dénombré, mais continu et purifié du nombre. » [MIC50 pp. 492-493]. Nous savons d'ailleurs maintenant que les nombres irrationnels sont insuffisants pour construire une théorie du continu. La crise des irrationnelles est donc effectivement vue ici comme une démarcation par falsification d'un énoncé, mais une *démarcation entre deux sciences* selon les propres mots de l'auteur; une bifurcation plus qu'une transition épistémologique d'un mythe puéril vers une science respectable. Si l'on accepte cette interprétation, *la démarcation n'apparaît pas là où on l'attend*. On peut donc supposer que l'aspect limitatif de la découverte des irrationnelles a mis un certain temps à s'étendre et s'approfondir jusqu'au point où la doctrine du nombre-forme soit abandonnée comme science et se réfugie (peut-être) dans l'arithmologie. La falsification de la théorie du nombre-forme par les irrationnelles ne fut qu'une *limitation*, une *imitation de démarcation* qui sépara (peut-être brièvement) la théorie du nombre-forme proprement dite d'un embryon hésitant de théorie du continu plus qu'elle ne sonna le glas du pythagorisme spéculatif; elle n'a gêné les premiers pythagoriciens que dans la mesure où cela arrangeait les épistémologues futurs... Je pense qu'il s'agit là d'une interprétation plausible du début - tout au moins - de cette fameuse crise des irrationnelles.

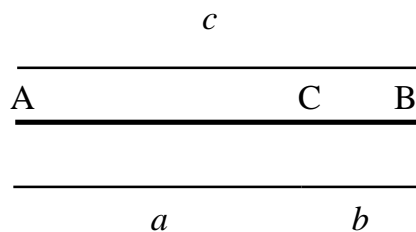
Nous allons maintenant examiner les conséquences de *l'extension de cette limitation* aux doctrines du nombre d'or.

VI.3. Le discrédit du nombre d'or

L'histoire du nombre d'or remonte à celle des médiétés pythagoriciennes. Même si rien ne permet d'affirmer que les premiers disciples ont connu le nombre d'or en tant que tel, ses origines pythagoriciennes indiscutables et les développements néopythagoriciens et mystico-ésotériques qu'il eut par la suite ont joué un grand rôle dans son oubli ultérieur par les mathématiques classiques. Nous avons déjà avancé notre thèse au début de ce chapitre; elle peut être récapitulée ainsi: la doctrine du nombre-forme, en tant que substrat spéculatif du pythagorisme et support probable d'arithmologies diverses, a été *limitée* par l'interprétation de la découverte des irrationnelles - et non par une quelconque mise en échec immédiatement funeste pour le pythagorisme; *l'extension de cette limitation* a rejeté à la fois les spéculations spécifiquement pythagoriciennes et certaines recherches plus ou moins mystico-mathématiques (telles celles sur le nombre d'or) considérées comme des extensions (manquées) du pythagorisme; celles-ci sont passées du domaine de la science à celui de la métaphysique; elles ont franchi la barrière de la démarcation positiviste *en marche arrière* par l'interprétation épistémologique et quasi-idéologique d'un résultat mathématique. Nous sommes renseignés sur la première partie de cette thèse (*la limitation*). Il nous reste à étudier ce qu'est véritablement le nombre d'or et s'il

a mérité sa réputation sulfureuse provoquée par le discrédit des conceptions pythagoriciennes du nombre (*l'extension de la limitation*).

Sous la forme du partage d'une droite en moyenne et extrême raison, l'histoire du nombre d'or remonte donc aux pythagoriciens de la première génération. Nous allons préciser brièvement et en langage moderne le fondement de cette *théorie des médiétés* (pour les démonstrations très élémentaires de ce paragraphe, on consultera par exemple [MIC50 pp. 523 sq.]). Soit un segment AB de longueur c divisé en deux segments AC et CB de longueurs respectives a et b :



Entre les trois grandeurs a , b et c , il existe six rapports possibles et seulement deux proportions non triviales, c'est-à-dire deux égalités entre deux rapports; le partage symétrique $a = b = c/2$, et le partage en moyenne et extrême raison $a/b = c/a$. Le terme de section dorée, inventé par Léonard de Vinci et d'où vient celui de *nombre d'or*, désigne ce rapport privilégié $a/b = c/a = 1,618...$

L'intérêt purement géométrique de la division en moyenne et extrême raison n'est pas complètement nul. Rappelons qu'elle intervient par exemple dans les constructions des pentagones et décagones réguliers (on connaît par ailleurs l'importance du symbolisme du pentagramme dans le pythagorisme). Malgré cet intérêt certes relatif pour un mathématicien contemporain, elle est pratiquement ignorée de l'enseignement moderne. Ceci bien sûr est surtout dû à la regrettable dilution de la géométrie classique dans l'enseignement. Mais puisque les quotients ont survécu aux diverses réformes, il reste curieux qu'il n'existe plus guère de problèmes sur les partages d'une droite dans les manuels scolaires. Une excuse d'ordre mathématique est surprenante. Peut-être s'agit-il plutôt d'une ignorance ou même d'un interdit inconscient de ce domaine mathématique ? Nous allons voir en effet que les mathématiques du nombre d'or posent également des problèmes très controversés liés aux phénomènes de croissance. Or l'exposition des mathématiques à l'école est véritablement une exposition, une visite de musée sous la houlette d'un guide ou d'un montreur de contorsions intellectuelles plus ou moins compétent, mais généralement insouciant de l'origine des notions proposées à l'admiration béate des élèves; ceux-ci reçoivent les mathématiques comme une mécanique bien huilée, sans accroc, achevée et coupée de tous liens avec leur histoire ou avec la nature. Les origines douteuses et inavouables des mathématiques du nombre d'or et leurs rapports controversés et intuitifs avec les phénomènes de croissance ne devraient donc pas jouer dans leur exclusion de l'enseignement. C'est en ce sens que l'on peut soupçonner un tabou très ancien de ce chapitre des mathématiques inconsciemment considéré comme un reliquat des

spéculations pythagoriciennes et qui subirait de ce fait une *extension de la limitation* des irrationnelles jusque dans la pédagogie; le professeur préfère sans doute éviter d'éclaircir l'expression *nombre d'or* qui apparaît saugrenu dans une discipline où il existe tant d'autres joyaux...

Pour introduire enfin à ces fameux problèmes de croissance et ne point quitter si vite l'aspect géométrique du nombre d'or, voici l'énoncé d'un théorème des *Eléments* d'Euclide attribué à Eudoxe:

Si une droite est coupée en extrême et moyenne raison et si on lui ajoute une droite égale au plus grand segment, la droite entière (c'est-à-dire la droite donnée plus la droite ajoutée) sera coupée en moyenne et extrême raison, le grand segment étant la droite premièrement exposée.

Ce théorème est le premier d'une liste de résultats analogues où la croissance d'une quantité grâce à une quantité contenue dans la première est réalisée avec conservation de leur rapport.

L'invention par Fibonacci au XII^e siècle des suites qui portent son nom a complètement renouvelé les mathématiques du nombre d'or qui restaient géométriques depuis leurs origines. Le nombre d'or s'est algébrisé. Il est d'ailleurs significatif que Fibonacci ait introduit ses suites à partir de l'étude simplifiée d'un phénomène de croissance resté célèbre; un couple de lapins donne naissance à un second couple de lapins, puis à un autre couple à la génération suivante. Ensuite, il meurt ou en tout cas ne procréé plus. En suivant cette loi de croissance simplifiée, le nombre de couples à la $n^{\text{ième}}$ génération s'appelle le *nombre de Fibonacci* $F(n)$ qui est donc défini par la relation de récurrence:

$$F(1) = F(2) = 1, \text{ et} \\ F(n) = F(n-1) + F(n-2) \text{ pour } n \text{ supérieur à } 2.$$

Les nombres de Fibonacci possèdent une très grande quantité de propriétés remarquables et variées souvent inséparables de celles du nombre d'or puisque celui-ci est égal à la limite quand n tend vers l'infini du rapport $F(n)/F(n-1)$. Nombre d'or et suites de Fibonacci constituent une source de problèmes très peu utilisés dans l'enseignement, et c'est dommage. L'expérience apprend en effet que les élèves aiment les problèmes géométriques liés à la construction des polygones réguliers et plus encore les jongleries arithmétiques avec les suites de Fibonacci ⁽⁶⁾.

La définition précédente des suites de Fibonacci illustre bien ce que nous voulons signifier par *croissance conservant un rapport*. Nous ne nous étendrons pas plus longtemps sur l'aspect mathématique du nombre d'or et des suites de Fibonacci,

⁶ - Les mathématiques du nombre d'or sont passées sous silence dans l'enseignement, mais il reste un quarteron d'irréductibles pourtant peu mystiques qui continuent à publier dans le journal *Fibonacci Quarterly* des théorèmes très divers et souvent difficiles (pour une introduction élémentaire à ces mathématiques des suites de Fibonacci, cf. par exemple [VOR73]).

mais puisque nous avons essayé de faire ressortir l'aspect "croissance isomorphe" que ces notions appellent, voyons sommairement ce qu'il en est de ces fameux phénomènes.

La présence des suites de Fibonacci est particulièrement manifeste dans la disposition de l'inflorescence et des feuilles de végétaux. Ainsi, les écailles d'une pomme de pin sont disposées en spirales dont 5 sont orientées vers la droite et 8 vers la gauche. Dans l'ananas, il y en a 8 dextres et 13 sénestres. La même phyllotaxie existe pour les graines des pâquerettes (21 spirales dextres et 34 sénestres) ou du tournesol (34 dextres et 55 sénestres). Or, tous ces nombres appartiennent à la suite de Fibonacci définie ci-dessus. La disposition en spirales souvent logarithmiques, la prédominance de la gauche sur la droite, et, bien sûr, la présence des nombres de Fibonacci sont supposés être intimement liés, mais la théorie expliquant réellement ces constatations reste en grande partie à construire. On trouvera une ébauche d'explication purement mathématique par croissance isomorphe dans le célèbre *On Growth and Form* de d'Arcy Thompson [ARC17 chap. VI]. Dans l'édition originale de son livre qui date de 1917, l'auteur avait rédigé un chapitre entier sur la phyllotaxie et ses rapports avec les mathématiques du nombre d'or. Il a disparu dans l'édition abrégée de J.T. Bonner (1961). Celui-ci justifie cette suppression en estimant que le travail de d'Arcy Thompson était dépassé parce que des travaux expérimentaux importants ont été réalisés sur ce sujet. Mais malgré les progrès substantiels réalisés depuis les premières observations, ce problème reste l'exemple d'une description quasiment brute d'un phénomène; on compte les pétales des fleurs, on mesure les hélices foliaires, mais le seul embryon de théorie en notre possession reste un ensemble d'hypothèses presque *ad hoc* basées sur de grandes simplifications méthodologiques et destinées à décrire plus qu'à expliquer véritablement la correspondance avec des nombres de la suite de Fibonacci (7). Les phénomènes de croissance où l'on a pu déceler le nombre d'or et les suites de Fibonacci attendent des explications théoriques satisfaisantes en termes physiologiques ou biochimiques (voir néanmoins les expériences récentes de Douady et Couder [DOU92]). Ces théories seront peut-être difficiles, mais le tabou issu de la démarcation positiviste du pythagorisme et qui règne de façon diffuse et *par extension* sur les mathématiques du nombre d'or - qui sont pourtant de "bonnes" mathématiques - n'a rien fait pour les précipiter. Nous ne savons pas (ou presque pas) expliquer ou prévoir les formes des objets qui nous entourent faute de connaître les forces en jeu dans les phénomènes les produisant. On peut concevoir ces forces d'après les modèles

⁷ - Nous ne sommes pas là en présence d'une situation exceptionnelle dans les sciences. On décrit et mesure la forme et la structure d'un objet bien avant d'en proposer une théorie satisfaisante. Des problèmes analogues d'explication de structures se posent dans tous les domaines et sont loin d'être résolus d'une manière satisfaisante. La théorie des dimensions des orbites planétaires, par exemple, est dans une situation tout à fait similaire à celle de la phyllotaxie; la "loi" de Titius-Bode en est une bonne description approchée, mais aucune théorie cosmogonique du système solaire ne rend encore compte de façon complètement satisfaisante de cette correspondance sinon à l'aide d'hypothèses encore une fois taillées sur mesure - sur ce sujet précis, on en compte d'ailleurs une bonne quinzaine, toutes différentes ! Selon une hypothèse récente toutefois, la loi de Titius-Bode ne possède peut-être pas d'interprétation cosmogonique privilégiée [cf. DUB94].

que l'on déduit des faits, mais même si elles possèdent bien l'existence qu'on leur prête, nous n'en connaissons pas la nature, la direction, la source, l'intensité... On ne doit donc rien négliger qui puisse nous mettre sur la voie de théories explicatives. Ce n'est pas le moment de gaspiller le moindre modèle empirique, heuristique, ou même *ad hoc*, par des discussions épistémologiques outrées sur ses lointaines origines mystiques pythagoriciennes ou autres ⁽⁸⁾. La crise des irrationnelles, si elle a fini par démarquer effectivement la doctrine du nombre-forme d'une science véritable, ne doit pas disqualifier de la même façon tous les secteurs proches du pythagorisme, depuis l'arithmologie de la tétraktys jusqu'aux mathématiques du nombre d'or. La force d'entraînement épistémologique de la découverte des irrationnelles doit être soigneusement contrôlée et limitée à la seule disqualification *par le pythagorisme lui-même* d'une doctrine qui lui était propre, le nombre-forme. On peut à la rigueur lui donner une interprétation positiviste et démarcative *a posteriori* en la qualifiant de *coupure épistémologique*, mais cette interprétation ne saurait être étendue abusivement à des conceptions qui lui sont largement étrangères et postérieures.

⁸ - Fort heureusement, ces plaintes envers l'expression *nombre d'or*, par exemple, tendent à disparaître et depuis l'époque de d'Arcy-Thompson, l'or en question s'est quelque peu terni et sa connotation sacrée s'est sécularisée... Même la thèse du rôle majeur du nombre d'or dans l'histoire de l'art est abandonnée [cf. NEU95].

CHAPITRE VII

LES ORIGINES DU ZODIAQUE ET LA DEMARCATIION DE L'ASTROLOGIE ANTIQUE

VII.1. La croyance en l'influence des astres et son "explication" analogique

Le projet démarcatif - et d'ailleurs tout le positivisme qui lui est habituellement attaché et dont il n'est qu'une autre expression - apparaît tout autant comme une disqualification des doctrines qualifiées de "métaphysique" que comme une distinction de la connaissance scientifique. L'épistémologie positiviste escamote souvent cet aspect de son projet par une sorte d'exorcisme de la métaphysique fondamentalement sous-jacent à la valorisation des "sciences positives". Autrement et abruptement dit, *la démarcation positiviste des sciences tient lieu d'argumentaire destiné à prouver l'inconsistance de conceptions telles que les parasciences*. Puisque nous sommes attachés à reconnaître l'importance épistémologique des aspects controversés de la connaissance - sans pour autant les valoriser en tant que tels -, il est naturel, après avoir vogué de la logique au pythagorisme, d'aborder enfin les rivages semés d'écueils d'une "véritable" parascience: l'astrologie dans la forme qu'elle a adopté dès son origine.

Il convient ici de saisir la signification épistémologique de l'astrologie tout en s'appuyant bien évidemment sur son histoire. Cette histoire a déjà été écrite tant bien que mal et très souvent dans le sens positiviste qui consiste à analyser les errements passés pour, tout à la fois, les ridiculiser et éviter que l'on y retombe (voir par exemple [COU74]). On s'est plus rarement demandé ce que signifie, pour les populations concernées, la participation du cosmos aux affaires humaines (voir néanmoins [PEC83]; [GAR91]; [VIL93]).

La tradition astrologique remonte fort loin. L'astrologie moderne prend ses racines dans l'astrologie antique du premier siècle avant notre ère. Comme pour beaucoup d'autres disciplines, on sait depuis longtemps que l'origine de l'astronomie et de l'astrologie (indistinctement !) se situe par delà l'Antiquité classique chez les peuples de la Mésopotamie et plus particulièrement à Babylone. C'est pourquoi nous orienterons notre examen sur cette région. Nous nous attacherons surtout à l'histoire de la fixation systématique de la croyance en l'influence des astres au moment de la constitution du zodiaque. Car à la vérité, nous ne savons rien de l'origine de cette croyance puisque nous ne possédons pas de documents permettant de situer son apparition ni surtout comment cela s'est réalisé. On doit en fait tempérer cette affirmation, car il est possible d'aborder le problème d'une autre manière grâce à l'histoire comparée des religions qui présentent de fortes composantes cosmiques. On sait en effet qu'un nombre considérable de religions (pour ne pas dire toutes) ont sacralisé le ciel et les objets célestes: Lune, Soleil, étoiles et quelquefois planètes.

L'importance de cette sacralisation dans les mythes et dans la structure des croyances religieuses fait d'ailleurs l'objet de débats passionnés entre les spécialistes de l'histoire comparée des religions sous la forme des deux vieilles tendances *naturaliste* et *psychologiste* de l'origine du sacré. Le panthéon des dieux babyloniens est quant à lui presque entièrement d'origine sumérienne et de nature cosmique. Ainsi en est-il du chef des dieux et dieu du ciel Anu dont les étoiles composent l'armée. Conformément à un phénomène général dans l'histoire des religions - phénomène qui a été bien décrit par Mircea Eliade [ELI49 p. 99] -, le dieu Anu a perdu sa prééminence et a été détrôné vers 2150 avant notre ère par le dieu de l'orage Enlil-Bel, beaucoup plus actif qu'un pantocrator cosmique mais trop éloigné des intérêts immédiats des hommes. Cette ascension correspond alors à celle du jeune dieu Mardouk qui deviendra le dieu principal de Babylone. Mais entre ces origines lointaines et cosmiques de la religion babylonienne et la constitution du système astrologique (1), tout un travail de régularisation et de développement d'une croyance ancienne se réalise lentement. Car là est bien le problème. Toutes les religions ou presque ont en commun l'idée que les hommes participent du cosmos (et inversement parfois) par l'intermédiaire des dieux; mais dans chacune des grandes cultures antiques (Chine, Orient mésopotamien, etc.), une discipline, l'astrologie, a véritablement développé cette conception jusqu'à devenir un système cohérent et rigide d'interprétation des signes célestes. C'est en général à ce stade que débute l'interprétation de l'astrologie par les théoriciens des religions; les origines religieuses de la croyance en l'influence des astres justifient aux yeux de certains de se dispenser d'une analyse de l'émergence des doctrines et des concepts de bases de l'astrologie pour tenter de les cerner uniquement par leur symbolisme ou les théories du sacré, généralement fondées sur l'analogie du microcosme et du macrocosme. Nous allons examiner maintenant comment l'histoire de cette "explication" en termes d'analogie est spécifiquement liée à la période grecque de l'astrologie et peut être comprise comme une "laïcisation" presque démarcative de cette croyance.

Bien avant l'apparition de théories globales et voulues scientifiques, les penseurs mystiques et les philosophes avaient déjà formulés divers principes d'analogie très généraux afin d'"expliquer" l'astrologie (2). Ces explications grecques ou

¹ - L'assimilation des planètes aux dieux babyloniens date seulement du VII^e siècle avant notre ère nous précise l'historien des religions Krappé [KRA52 p. 141]. Il est d'ailleurs intéressant de remarquer que si l'opinion majoritaire des scientifiques (et particulièrement des astronomes) sur l'astrologie n'est guère bonne, cette dernière n'en est pas pour cela revendiquée par les historiens des religions puisque l'auteur en question poursuit ainsi: « [à Babylone]... on en vint donc à construire une religion astrale. À dire vrai, c'est abuser du terme "religion"; il s'agit plutôt d'un fatalisme sidéral, système philosophique à base fataliste [etc.] » [ibid. p. 142]. Contre les disciplines pestiférées, chacun se défend avec les cloisonnements et démarcations de sa "province": science contre parascience, religion contre philosophie fataliste... Même les historiens des religions soumettent quelquefois leur objet d'étude à une forme de pensée démarcative.

² - Nous rapprochons ici volontairement mais sans provocation les formulations mystiques du *principe d'analogie* (examinées un peu plus loin) des théories globales - et plus particulièrement de la théorie générale des systèmes (T.G.S.) de Ludwig von Bertalanffy (cf. § V.8). Selon cet auteur, il ne faut pas confondre trois niveaux bien distincts parmi les principes généraux des systèmes:

(suite de la note page suivante)

médiévales s'appuyaient évidemment sur une autre leçon des phénomènes naturels que celle que nous pouvons tirer des sciences à l'époque contemporaine. Est-il besoin de rappeler le plus célèbre de ces principes d'analogie, celui de la fameuse Table d'Emeraude: « Ce qui est en haut est comme ce qui est en bas, et ce qui est en bas est comme ce qui est en haut pour les miracles de la chose unique. ». On retrouve un principe d'analogie très voisin chez de nombreux auteurs grecs, Aristote par exemple [DUH65 tome 2, p. 294]. En partie sous l'influence de ce dernier, Posidonius d'Apamée, le maître stoïcien de Cicéron, formula sa théorie de la *sympathie universelle*. Ce fut en quelque sorte la première théorisation directe et très générale des phénomènes naturels qui sont probablement à la base de l'astrologie - la succession des jours et des nuits, les saisons, les différences climatiques en fonction des latitudes, les marées, etc. La sympathie de Posidonius exprime la solidarité universelle, la grande intercommunication mystique de la nature, l'amour du ciel et de la terre, du macrocosme et du microcosme... Bien évidemment, cette sympathie constitue l'"explication" fondamentale de l'astrologie dans le monde antique ⁽³⁾. Plus précisément, Posidonius pense que nous possédons en chacun de nous un démon parent de celui qui gouverne le monde. Mais cette idée d'une parenté démoniaque ou spirituelle entre les astres et les individus n'est pas une invention de Posidonius. Les pythagoriciens avaient une conception un peu analogue, agrémentée, comme à leur habitude, de justifications géométrico-mystiques. Le médecin pythagoricien du VI^e

- L'*analogie* qui est une simple similitude superficielle, une mise en parallèle n'ayant aucune valeur scientifique.

- L'*homologie*, description de deux réalités physiques grâce à des lois similaires, qui possède une grande valeur de modèle scientifique; et le rôle de la T.G.S. est en fait de distinguer les homologies réelles des analogies fallacieuses.

- Le troisième niveau de principes généraux est la classique mais mal définie *explication scientifique* [d'après BER68 pp. 34 et 82].

Une telle distinction nette entre l'analogie et l'homologie est très mal expliquée par l'auteur ou plutôt, elle est justifiée par les qualificatifs *non scientifique* et *scientifique* qu'il leur attribue d'autorité. Cette approche démarcative explicite provient peut-être de sa volonté de créer un nouveau paradigme scientifique, d'imposer la distinction entre les isomorphismes estimés justes de la T.G.S. et ceux plus flous et métaphysiques sous-jacents en particulier au symbolisme. Puisque l'homologie apparaît comme une similitude entre lois scientifiques et qu'elle vient donc après la constitution des sciences classiques, la distinction opérée ici entre *homologie* (scientifique) et *analogie* (spéculative) reprend entièrement la séparation positiviste entre science et mythe. Pour Michel de Coster [COS78], on peut de même distinguer les trois types suivants d'analogies selon leur valeur cognitive: *analogie discursive*, *analogie méthodologique* et *analogie théorique*. Mais à l'encontre de l'opinion de von Bertalanffy, ce sont surtout les glissements d'un type à l'autre plutôt que certains types d'analogies par elles-mêmes qui sont épistémologiquement illégitimes. En adoptant ce point de vue séduisant, l'astrologie ne serait donc pas une science parce qu'elle utilise l'analogie discursive du microcosme et du macrocosme comme une analogie théorique.

³ - Je ne sais pas si l'on a recherché l'influence éventuelle d'une conception astrologique archaïque et encore conjecturale dans la constitution du fatalisme grec (l'*Anankê* et l'*Heimarméné*) ou dans le balancement continu de la pensée présocratique entre les deux pôles que sont le primat du macrocosme et un certain dédain de l'homme d'une part (chez Démocrite par exemple), le primat du microcosme et un anthropocentrisme effréné d'autre part (chez Protagoras entre autres).

siècle Alcmeon déclare par exemple que « l'âme est immortelle parce que, pareille aux astres dont le mouvement est éternel, en tant qu'il est circulaire et revient toujours sur lui-même, elle se meut toujours. » [ROB23 p. 88].

L'idée d'une sympathie universelle et surtout la croyance qu'il existe de nombreuses analogies dans les œuvres de la nature sont très anciennes et répandues en Grèce. On les retrouve sous une forme à peine plus philosophique chez quelques présocratiques; Pythagore lui-même - pour autant que l'on puisse lui attribuer le Ver d'Or mémorable « La nature en tout est semblable à elle-même » -, Leucippe, Anaxagore, Démocrite, etc. Et nous ne pouvons résister au plaisir de citer ici, bien que ce soit un peu éloigné de l'astrologie, la merveilleuse analogie de fonction qu'Empédocle nous donne à sa façon concise et poétique: « Ils sont de même nature, les cheveux et les feuilles, et les ailes touffues des oiseaux et les écailles qui naissent sur les fermes membres. ».

Nous avons concentré notre attention sur l'Antiquité grecque, mais il est bien évident que la plupart des philosophies mystiques et pratiquement toutes les religions ont fait usage de tels principes de sympathie. Grégoire de Nysse, par exemple, exprime la même idée que Posidonius quand il s'exclame « O hommes, quand vous considérez l'Univers, vous comprenez votre propre nature ». Dans les religions cependant, c'est le symbole qui joue plus fréquemment le rôle de principe, de concept unifiant les objets ou phénomènes que l'analogie a relevé. Les philosophes grecs ont ainsi introduit en "inventant" l'analogie-sympathie, une nouveauté radicale par rapport au symbole religieux: l'extraction de son essence, l'explicitation de son universalité et sa laïcisation. Mais l'émergence de ce principe universel de sympathie préfigure, toute proportion gardée, une difficulté rencontrée bien plus tard dans les théories synthétiques. L'universalité apparaît aux dépens de l'analyse. La synthèse rend banal. On gagne en généralité avec le principe de sympathie, mais on perd le foisonnement, la diversité et la multiplicité d'interprétation du symbole (4).

4 - Il n'est qu'à se reporter à n'importe quelle étude détaillée d'un symbole pour se rendre compte de cette richesse. On a utilisé depuis longtemps plusieurs approches, et en premier lieu, l'histoire des symboles, pour décrire cette profusion. Car malgré l'apparente an-historicité des images oniriques et la conception jungienne des symboles-archétypes, ceux-ci ne sont pas les mêmes à toutes les époques et dans toutes les civilisations. Nous ne savons pas précisément comment ils naissent, mais nous sommes sûrs qu'ils évoluent et peuvent totalement disparaître. La psychanalyse a explicité la fonction du symbole. La sociologie et l'étude comparée des religions ont ébauché des typologies des symboles. Mais il reste à construire leur théorie. Le symbole *condense* l'analogie, le principe de sympathie la *synthétise*, il reste à *l'expliquer*. Car je ne suis pas sûr que les perspectives ouvertes dans l'explication - ou au moins la description - de l'unité structurelle du monde par les nouvelles théories évoquées au chapitre V (systèmes, catastrophes, etc.) invalident ou rendent caduques les conceptions symboliques. Reprenons notre exemple de l'acte sexuel et de la chute du couteau tous deux modélisables par une suite de catastrophes élémentaires (cf. § V.7). Les analogies évidentes entre les formes et fonctions du pénis et du couteau sont le fondement d'un symbolisme universel et très ancien, celui de la blessure et de ses rituels. Depuis les peintures préhistoriques rupestres jusqu'aux graffitis obscènes modernes, les marques gravées possèdent un double symbolisme de blessure et d'acte sexuel (voir notamment les travaux d'André Leroi-Gourhan). Les catastrophes élémentaires constituent un lien théorique entre marques gravées, acte sexuel et blessure, mais un
(suite de la note page suivante)

Il existe bien sûr plusieurs tentatives d'explications des croyances astrologiques, dont celles qui font intervenir des phénomènes psycho-sociologiques. C'est un peu le point de vue privilégié par les historiens des religions. Mais s'il est très stimulant pour l'esprit de théoriser sur des *principes d'analogie, d'identité du temps cosmique sacré et du temps psychologique individuel* ou d'*isomorphisme des champs microcosmique et macrocosmique*, cela ne nous renseigne pas le moins du monde sur la non validité des réalisations de tels principes au sein de l'astrologie. Les Babyloniens n'avaient pas les mêmes idées que nous sur la structure du cosmos, sur le temps et sur la causalité, fort bien; mais en quoi notre conception semble-t-elle plus performante et explicative que la leur ? Pourquoi démarquons-nous si nettement la science de la magie alors qu'eux ne le faisaient apparemment pas ? Peut-on envisager néanmoins, à Babylone, l'émergence de différenciations subtiles et similaires à nos distinctions entre astronomie (science), astrologie (parascience), mythes et rites cosmiques (religions) ? En l'absence de confidences de la part des Babyloniens, c'est dans l'analyse des formes systématiques de l'astrologie antique que nous pouvons proposer, en ce qui concerne cette discipline, des démarcations moins abruptes que notre moderne dichotomie science/parascience. Et cet examen des formes systématiques de l'astrologie antique présente l'avantage d'être plus tangible que la prise en compte de ses intentions explicatives - qui effectivement assouplit son rejet positiviste, mais qui reste assez psychologiste et comporte un risque d'irrationalisme que nous avons relevé au premier chapitre lorsqu'on l'applique à l'époque moderne (cf. § I.8).

VII.2. Les origines du zodiaque et la quadripartition du cosmos

Ce paragraphe rapproche les origines du zodiaque de constructions mythiques ou religieuses apparentées. Les hypothèses que nous évoquons sont parfois conjecturales et restent affaires de spécialistes. Nous en donnons néanmoins un aperçu car ces éléments sont souvent peu connus et les indications ainsi rassemblées nous sont nécessaires pour discuter ensuite l'origine de l'astrologie; nous proposons enfin à partir de ces informations une approche un peu inhabituelle de la distinction épistémologique de cette doctrine dans sa période antique.

L'histoire de l'astrologie mésopotamienne se confond avec celle du zodiaque. C'est en effet la fixation des constellations zodiacales qui marque le début de la systématisation de l'astrologie. Nos documents sur les origines des constellations et du zodiaque en particulier sont très peu nombreux si l'on s'en tient aux plus anciennes mentions des textes grecs classiques (voir la ligne n° 5 du tableau de l'*Annexe 2*). Comme nous l'avons déjà signalé, les constellations zodiacales sont en fait bien plus

singulier assemblage de catastrophes reste à échafauder pour expliquer en quoi ce symbolisme est aussi vivace et profond. L'analyse des symboles ne semble pas encore sérieusement menacée, en tant que théorisation de la symbolique ou de l'astrologie, par les développements récents des théories synthétiques.

anciennes; elles remontent à la fin du second millénaire et sont apparues dans le domaine culturel mésopotamien. Autant que l'on puisse le reconstituer, c'était alors une sorte de zodiaque lunaire à base calendaire comportant probablement 18 constellations et reproduit dans la seconde ligne de notre tableau (d'après [PEU65], [GLE68], [KNA67], [ALL80], etc.). On ne sait pas très bien comment ce pseudo-zodiaque de 18 signes encore un peu hypothétique a évolué vers notre zodiaque classique de 12 signes qui date du IV^e siècle avant notre ère (voir les deux zodiaques, égyptien hellénistique et mésopotamien tardif, décrits aux troisième et quatrième lignes du tableau). Sans doute doit-on tenir compte de la numération babylonienne sexagésimale dans cette réduction de 18 signes à 12.

Il est pratiquement acquis que les figures étranges du zodiaque sont issues de thèmes mythologiques sumériens très anciens. Ces figures mythologiques sont souvent gravées sur les *kudurrus*, bornes de pierre datant du milieu du troisième millénaire et marquant des dotations faites par les rois kassites. Les kudurrus portent les attributs des dieux de Babylone et, parmi eux, un certain nombre des figures composites se détachent: l'homme-scorpion, le scorpion-archer, le sagittaire ailé, etc., qui apparaissent intermédiaires entre certains dieux sumériens et nos signes du zodiaque. L'Enuma Elish, le grand poème babylonien de la création, nous brosse d'autre part un récit saisissant des origines du monde et mentionne quelques monstres: « ... [Et Tiamat] créa la vipère, le dragon rouge et le sphynx, le grand lion, le chien enragé, l'homme-scorpion, de furieux démons, l'homme-poisson, le centaure, porteurs d'armes impitoyables et sans peur au combat. Puissants étaient ses ordres, ils étaient irrésistibles. En hâte onze (espèces) elle créa de la sorte. » [GAR59 p. 136]. Pourquoi onze monstres, alors que la numération babylonienne - fort influente sur la religion - comporte une base duodécimale bien établie ? C'est une énigme. Si l'on accepte ces monstres pour des avatars des figurations zodiacales, il est peu probable en tout cas que l'on soit passé d'un zodiaque primitif comportant 11 signes à un autre plus récent de 12 signes, d'autant, comme nous venons de le voir, que l'on semble plutôt rechercher des antécédents lunaires structurés en 18 signes.

Les types de figurations composites à l'origine du zodiaque sont presque certainement d'origine sumérienne, tout comme d'ailleurs la majeure partie de la religion babylonienne (à l'exception de la divination). On peut en effet les rapprocher du héros sumérien Dumuzi/Tammouz qui symbolise la végétation et la fertilité sous la forme d'un homme-taureau, et de son adversaire, le dieu de la mort Imdugud adoptant quant à lui le déguisement d'un aigle-lion. Et déjà se fixent les quatre figurations principales que nous retrouverons par la suite. Car c'est peut-être dans cette quadripartition Homme-Taureau-Aigle-Lion que se trouve l'origine de la division du ciel qui a évolué en zodiaque. Il s'agit de rechercher, dans la mesure du possible, comment s'est réalisée cette complexification et systématisation d'une division primitive du ciel d'origine vraisemblablement sumérienne. On l'a relevé bien des fois, mais elle reste mal expliquée. Sur quoi nous basons-nous pour affirmer que les Babyloniens ont probablement reçu de Sumer un embryon de zodiaque sous la forme d'une quadripartition du cosmos développée ultérieurement en quatre trigones ? Les textes sumériens abondent en formules stéréotypées du genre « [untel] roi des quatre points cardinaux ». C'est à peu près tout ce que nous pouvons dire de la quadripartition

sumérienne du cosmos; mais le fait est qu'elle existait, et qu'il n'est pas invraisemblable de penser que des dieux comme Tammouz et Imdugud la symbolisait.

Nous pouvons maintenant rechercher dans d'autres champs culturels contigus, des conceptions structurellement analogues et qui pourraient nous éclairer. Toujours à l'intérieur du domaine mésopotamien, on sait que les assyriens ont placé aux portes de leurs temples d'énormes statues, les *karribus*, figurant des dieux composites qui regardent (et gardent) les points cardinaux. Ces statues ont une tête d'homme (Nabu), des pattes avant de taureau (Mardouk), des pattes arrières de lion (Nergal) et des ailes d'aigle (Ninourta). À l'extérieur du domaine mésopotamien, ce sont bien sûr ces mêmes figures babyloniennes que l'on retrouve dans la Bible au livre d'Ezéchiel; et cela ne saurait surprendre car le prophète fit partie du convoi des déportés juifs à Babylone en 597 avant notre ère, et ses visions sont remplies d'éléments mésopotamiens. Nous en citons brièvement quelques extraits qui intéressent notre sujet, car leur analyse succincte révèle des symboles cosmiques évidents qui rappellent l'origine des chérubins - c'est ce nom que l'on donne habituellement aux quatre anges décrits par Ezéchiel, et d'ailleurs, ce mot d'origine hébraïque a la même racine que l'assyrien *karribu*: « Quant à la forme de leurs faces, ils avaient une face d'homme, et tous les quatre avaient une face de lion à droite, et tous les quatre avaient une face de taureau à gauche, et tous les quatre avaient une face d'aigle. [...] Il y avait quatre roues à côté des chérubins, chaque roue à côté de chaque chérubin, et l'aspect des roues était comme l'éclat de la chrysolite. Elles semblaient avoir le même aspect toutes les quatre, comme si une roue était au milieu de l'autre et ne se tournaient pas en marchant, car elles avançaient du côté où était dirigé la tête. Et tout leurs corps, leurs dos, leurs mains, et leurs ailes ainsi que les roues, étaient pleins d'yeux tout autour. [...] et il y avait sur les têtes de l'animal quelque chose qui ressemblait à une voûte, éclatante comme le cristal, tendue sur leurs têtes. ». L'interprétation symbolique de ces textes est assez immédiate car les symboles utilisés par Ezéchiel sont tout à fait transparents. La roue constitue un symbole universel des astres ou du mouvement des astres - que l'on songe aux modèles planétaires des cycles et épicycles dans l'Antiquité. Les quatre directions auxquelles le prophète fait allusion sont bien entendu les points cardinaux, et le caractère mouvant des chérubins symbolise les mouvements célestes réguliers et circulaires. La voûte éclatante comme le cristal est la voûte céleste sur laquelle sont piquées les étoiles symbolisées par les yeux multiples de Dieu. On se souvient d'ailleurs que Dieu fait à son peuple de nombreuses mises en garde contre les dangers des idoles et en particulier contre la divinisation des astres. Il est donc évident que les Hébreux, comme beaucoup d'autres peuples, ont historiquement connu une forme de religion astrale. Des éléments archaïques de celle-ci peuvent ainsi transparaître dans la Bible sans être éjectés ou rendus incompréhensibles par le monothéisme. Si les Chérubins d'Ezéchiel sont d'origine babylonienne, on ne peut pas croire qu'ils aient perdu leur sens cosmique en passant dans le domaine hébraïque. Le caractère cosmique de ce tétramorphe Taureau-Lion-Aigle-Homme est ainsi définitivement établi.

On peut être surpris de constater que le caractère cosmique des Chérubins perdure jusque dans la chrétienté. À travers les quatre *Vivants* de l'Apocalypse inspirés du livre d'Ezéchiel, le Moyen Age chrétien a en effet connu le tétramorphe, et qui plus

est, a conservé et même enrichi son sens cosmique. La plus ancienne figuration chrétienne du tétramorphe date de 420 environ. Mais on connaît surtout le grand usage monumental qu'il a connu dans l'art roman. Et les compositions romanes ne laissent guère de doute sur le fait qu'en plus de son usage comme symbole des quatre évangélistes, le tétramorphe possède toujours un sens cosmique manifeste. En ce qui concerne les textes chrétiens par contre, on ne possède que des mises en correspondance du tétramorphe avec les évangélistes qui nous éclairent peu sur son symbolisme. À la fin du troisième siècle cependant, Méthode d'Olympe justifie ainsi les associations du tétramorphe chrétien avec les quatre éléments classiques: l'air est associé à l'Homme car *l'homme est une plante céleste*, le feu est semblable au Lion par leur rapidité respective, la terre est associée au Taureau, et l'eau renvoie à l'Aigle *parce que les oiseaux sont nés de l'eau* [d'après DAN61 p. 83]. Ces associations correspondent donc parfaitement aux lignes 1 et 7 de notre tableau. Et pourtant, les associations d'une part de l'Aigle et de l'air qu'aurait pu donner Méthode (d'Olympe), d'autre part du Verseau et de l'eau qu'aurait pu donner la méthode (symbolique) semblent *a priori* plus évidentes... On remarquera encore que dans le texte de Méthode, le Verseau correspond bien à l'Arbre des zodiaques 3 et 4 du tableau.

Mais nous n'avons pas encore épuisé les nombreux avatars de la quadripartition babylonienne du cosmos. Une telle conception a-t-elle pu déborder le domaine du Proche Orient antique ? Un début de réponse nous vient de la Grèce des VII^e et VI^e siècles avant notre ère. C'est à cette époque en effet qu'apparaît l'orphisme, une religion initiatique qui tranche sur la religion grecque dominante (elle-même plus ou moins hétérogène d'ailleurs). On suppose que l'orphisme n'est pas autochtone, mais on ne s'accorde pas sur ses origines. Nombre d'historiens des religions la font venir d'Asie mineure [GUT56 p.115]. Les croyances orphiques sont compliquées et la mythologie y est fort embrouillée, en partie parce que l'on manque de documents pour la reconstituer avec précision. Dans cette mythologie orphique intervient un mystérieux Cronos engendré par l'eau et la terre au moment de la création du monde. Le néoplatonicien Damascius, suivant Hiéronyme et Hellanicus, nous en donne la description suivante: « C'est un serpent ayant des têtes de taureau et de lion qui poussent sur lui, et au milieu se voit la face d'un dieu; il a aussi des ailes sur les épaules; on le nomme le Temps [déformation de Cronos] sans âge, et Héraclès de même. » [ibid. p. 102]. Le spécialiste de l'orphisme qui rapporte ce texte poursuit ensuite avec une discussion sur les origines orientales, et plus particulièrement perses, d'un tel monstre repoussant. Pour notre part, nous remarquons bien sûr une parenté frappante avec les figures déjà analysées du zodiaque, les statues assyriennes et la vision d'Ezéchiel. Nous arrêterons là notre petit catalogue de figures tétramorphiques. Avec un peu d'audace pourtant, nous aurions pu l'étendre à d'autres domaines culturels. Ainsi, pour atténuer l'isolement dans lequel se trouve le tétramorphe orphique, il convient d'indiquer que des figurations parfois très proches existaient sur certains frontons des temples grecs primitifs. Mais tout l'Orient antique a connu des monstres et seules des analogies indiscutables entre leurs différentes figurations permettent de soupçonner un lien entre eux. Voici un résumé des tétramorphes relevés précédemment:

Zodiaque	Taureau	Lion	Scorpion	Verseau
Bible	Taureau	Lion	Aigle	Homme
Karribus assyriens	Taureau	Lion	Aigle	Homme
Cronos orphique	Taureau	Lion	Serpent ailé	Dieu

L'identité du Taureau, du Lion et de l'Homme/Verseau manifeste les origines communes de ces différentes structures zodiacales ou religieuses. Et la non correspondance entre l'image du Scorpion et celle de l'Aigle indique que ces racines sont assez lointaines pour qu'il y ait eu divergence par des évolutions séparées et peut-être indépendantes. Ces origines sont bien sûr les thèmes mythologiques sumériens et la quadripartition primitive du cosmos. Tout se passe comme si une figure composite que nous pouvons imaginer du genre [Scorpion + Aigle + Sagittaire] a donné naissance à deux autres figures qui ont conservé certains caractères et en ont éliminé d'autres traits; les karribus et les chérubins bibliques ont conservé l'Aigle seul et éliminé le Scorpion et le Sagittaire, tandis que le zodiaque a conservé le Sagittaire coincé entre le Scorpion et un autre signe franchement composite, le Capricorne. Le zodiaque a éliminé l'Aigle, mais il convient de remarquer que sur certaines représentations antiques comme le zodiaque hellénistique de Denderah, le Sagittaire est figuré ailé, bicéphale et à queue de scorpion, tous appendices qui trahissent ses origines. De plus, les seuls signes franchement composites du zodiaque classique, le Sagittaire et le Capricorne, sont contigus, et la constellation non zodiacale de l'Aigle les chevauche tous les deux. Pour arriver à ce découpage des constellations dans ce coin du ciel, il a donc fallu effectuer un choix dans l'hypothétique figure archaïque [Scorpion + Aigle + Sagittaire] pour ne retenir que deux signes zodiacaux. Ces indications conjecturales et fragmentaires comblent de manière relativement satisfaisante le hiatus que l'on remarque entre le scorpion du zodiaque et l'aigle des autres tétramorphes.

Nous avons observé que les vieux schémas sumériens n'ont rien perdu de leur valeur cosmique au cours de leurs développements ultérieurs (5). Peut-on associer à ce symbolisme cosmique général celui, plus temporel, du Cronos de la cosmogonie orphique ? Ce n'est pas impossible si l'on se souvient que le zodiaque, et singulièrement son hypothétique ancêtre lunaire de 18 signes, peut avoir eu pour fonction originelle autant la division du ciel et le repérage des planètes que la mesure du temps. Depuis les Grecs qui appelaient le zodiaque *dodekahoros*, c'est en effet une des fonctions des douze signes que de régler à la fois le jour et l'année. Le zodiaque ne s'est jamais départi de sa fonction chronologique.

⁵ - Rappelons pour l'anecdote que le dernier en date des tétramorphes, celui figurant sur le 21^{ème} arcane du tarot de Marseille, a pour nom *le Monde*.

On ne doit pourtant pas croire que la quadripartition du cosmos soit spécifique aux Sumériens et que les Babyloniens et les Hébreux (et peut-être les Grecs) l'aient emprunté aussi unilatéralement et mécaniquement. Il est fort possible en réalité qu'une telle quadripartition ait existé indépendamment dans une sorte de substrat hébreux ou grec puisqu'on la connaît chez un grand nombre de peuples fort divers comme les Incas, ou même indirectement chez les Etrusques à l'origine de leur division du ciel en 16 parties. À vrai dire, l'explication naturaliste de cette partition très répandue semble irréfutable. La division du ciel en quatre paraît imposée par les phénomènes naturels car l'axe du monde et les deux directions du lever et du coucher du soleil privilégient universellement quatre zones du ciel. D'autre part, la division de la course du soleil en une succession périodique équinoxe/solstice/équinoxe/solstice impose un cycle du temps rythmé par quatre saisons ⁽⁶⁾.

Après cette étude un peu longue et - je l'admets - assez peu courante dans un essai épistémologique, on se propose maintenant d'étudier comment la quadripartition primitive du ciel et sa symbolisation par le tétramorphe ont abouti à la conception astrologique du monde à l'issue de son développement en zodiaque.

VII.3. Le zodiaque astrologique

Bien que les premiers horoscopes babyloniens ne datent que de 410 avant notre ère, les fondements de l'astrologie proprement dite sont certainement plus anciens. Nous avons déjà relevé que la divination est un élément spécifiquement sémitique dans la religion babylonienne et qu'elle s'est greffée sur des bases d'origine sumérienne. La constitution du zodiaque à des fins astrologiques et à partir d'une quadripartition primitive du ciel est ainsi proprement babylonienne. En fait, nous ne savons pratiquement rien de ce passage de 4 à 12 dans la division du cosmos. Après bien des hypothèses sur les influences mutuelles qui ont pu exister entre les périodes de révolutions des astres, la division du ciel en 12, et les systèmes de numérations, le problème n'est toujours pas résolu. On peut supposer par exemple que les périodes célestes sont à l'origine de la division du ciel en 12 à partir du fait que 12 lunaisons de 28 jours forment une durée proche d'une année. Mais il s'agit là d'une hypothèse naturaliste qui, tout en étant vraisemblable, ne tient pas compte de la numération sexagésimale intimement liée à ces problèmes (pour une analyse détaillée de ces difficiles questions, cf. [GUI75 pp. 326 sq.]). Il ne semble pas en tout cas que l'on ait abouti à 12 signes du zodiaque par complexifications successives d'une quadripartition primitive du ciel, mais au contraire, avons nous dit, après réduction d'un antique zodiaque lunaire de 18 signes. Bien que le signe de la Balance soit apparu tardivement vers le premier siècle avant notre ère après avoir formé *les pinces du Scorpion* et que,

⁶ - Cependant l'évidence d'une telle division chronologique privilégiée en quatre parties peut relever d'un conditionnement culturel; il est possible, par exemple, que les anciens peuples indo-européens ne possédaient que trois saisons car on ne retrouve dans l'étude de leurs langues que trois étymons de noms des saisons qui soient indubitablement indo-européens.

par conséquent, les signes de la Vierge et du Scorpion (dont les symboles astrologiques sont encore très proches) furent peut-être unis à l'origine, il n'a pas dû exister de zodiaque à 10 signes intermédiaire entre la quadripartition du ciel et le zodiaque classique. Il est en effet plus difficile géométriquement et symboliquement, de passer de 4 divisions à 10 que de 4 à 12. Par contre, si l'on admet avec certains que le minuscule signe du Cancer est aussi une constellation de remplissage (d'une manière analogue à la Balance), on peut conjecturer l'existence d'un zodiaque primitif qui comportait huit signes - du type [Bélier, Taureau, Gémeaux/Lion, Vierge/Scorpion, Sagittaire, Capricorne, Verseau, Poissons] (ou des ancêtres de ces figures). Et le passage d'une division du ciel de 4 à 8 devient plus aisée. Mais l'argument du Cancer est un peu spécieux car les tailles actuelles des constellations (bien que d'origine ancienne) sont tout à fait arbitraires et l'on ne peut pas en tirer de conclusions fermes sur la constitution primitive du zodiaque. D'autre part, le Cancer est tellement bien à sa place symboliquement que l'on doit admettre qu'il a fortement subi la systématisation astrologique; le Cancer-crabe figure en effet l'instant du solstice d'été où le soleil infléchit sa course, comme le crabe qui marche de côté. On notera enfin que les correspondances astrologiques entre le Cancer (le serpent du zodiaque égyptien), la Lune, et l'eau sont très claires en symbolique; bien plus en tout cas que la thèse naïve qui justifie l'association de la Lune avec le Cancer parce que les dessins qui figurent sur cet astre sont en forme de pinces !

Nous ne poursuivrons pas plus avant la recherche des origines de la systématisation astrologique. Nous savons cependant qu'avant d'atteindre la forme fixe et même figée que lui donna Ptolémée, elle connut beaucoup de fluctuations; les astrologues de l'Antiquité avaient encore plus de latitude que les modernes dans l'interprétation des signes célestes...

Ptolémée systématise et codifie l'astrologie dans le *Tétrabiblos* au second siècle de notre ère. Cet ouvrage classique est encore à la base du système dont les astrologues contemporains font usage. Cette systématisation de l'astrologie est épistémologiquement fondamentale car elle est l'indice d'une attirance des canons de la scientificité sur les parasciences. Il est possible d'ailleurs que cette tendance des parasciences à vouloir rejoindre le rang des sciences en empruntant leur forme structurée ne soit qu'inconsciente chez les Grecs. La mode des "corpus", des grandes synthèses scientifiques a existé en Grèce depuis les *Eléments* d'Euclide jusqu'à la *Géographie* de Strabon. Ptolémée a donc pu rédiger la somme de l'astronomie dans l'*Almageste* et celle de l'astrologie dans le *Tétrabiblos* sans avoir l'intention insidieuse de régler le statut scientifique de la seconde sur la première. Cette forme codifiée de l'astrologie était peut-être justifiée par le contexte intellectuel où de nombreux courants - mystiques ou sceptiques par exemple - s'opposaient à la tradition scientifique alexandrine finissante. « Le succès des charlatans les plus éhontés [à l'époque de Ptolémée] explique probablement son désir de plaider pour la sereine doctrine de la sympathie universelle et pour une astrologie fortement structurée, quasiment rationnelle. » [AUJ93 p.188]. L'astrologie antique s'est en effet voulue « quasiment rationnelle » ! On doit néanmoins rester prudent lorsque l'on fait remonter à cette époque le décorum pseudo-scientifique dont se parent actuellement les parasciences. Certains ont pu comparer ce phénomène moderne à une sorte de

mimétisme théâtral. Les parasciences "singent" les sciences établies avec leur cortège de chercheurs, universités, publications, séminaires, et se targuent d'être scientifiques jusque dans leur fond, leur jargon, leurs méthodes et leur exposition. Elles se veulent systèmes constitués et empruntent cette forme aux sciences (7). Il n'est pas inutile de noter que ce type de complexe moderne et simpliste vis-à-vis des sciences ne peut pas être uniquement fondé sur la forme structurée que tendent à adopter certaines parasciences, puisque le mimétisme en question remonte à l'Antiquité et est l'œuvre d'un grand astronome qui, semble-t-il, croyait à son sujet et à son exposition systématique. L'analyse de la forme structurée de l'astrologie - à l'époque moderne comme pour l'Antiquité - est indissociable des intentions explicatives de cette doctrine.

Le fondement du système astrologique de Ptolémée réside dans l'exaltation principale des planètes (rangées bien entendu dans l'ordre du système géocentrique) au sein des différentes *maisons* que sont les signes et en suivant la règle donnée par la sixième ligne de notre tableau. Ptolémée fixe également dans le *Tétrabiblos* une autre des grandes associations utilisée en astrologie et mentionnée dans la ligne 7 de ce tableau. Les quatre éléments traditionnels *air-eau-feu-terre* (8) y sont très régulièrement distribués entre les douze signes du zodiaque et mettent en relief l'association lumineuse *printemps-terre, été-feu, automne-eau, et hiver-air* par l'intermédiaire des signes du milieu des saisons que nous commençons à bien connaître: le Taureau, le Lion, le Scorpion et le Verseau qui constituent les quatre signes fixes dans le jargon des astrologues. Les caractères humains associés ensuite par l'astrologie ptoléméenne peuvent alors être facilement compris par la symbolique traditionnelle des éléments divers constituant ce système. La cohérence du système

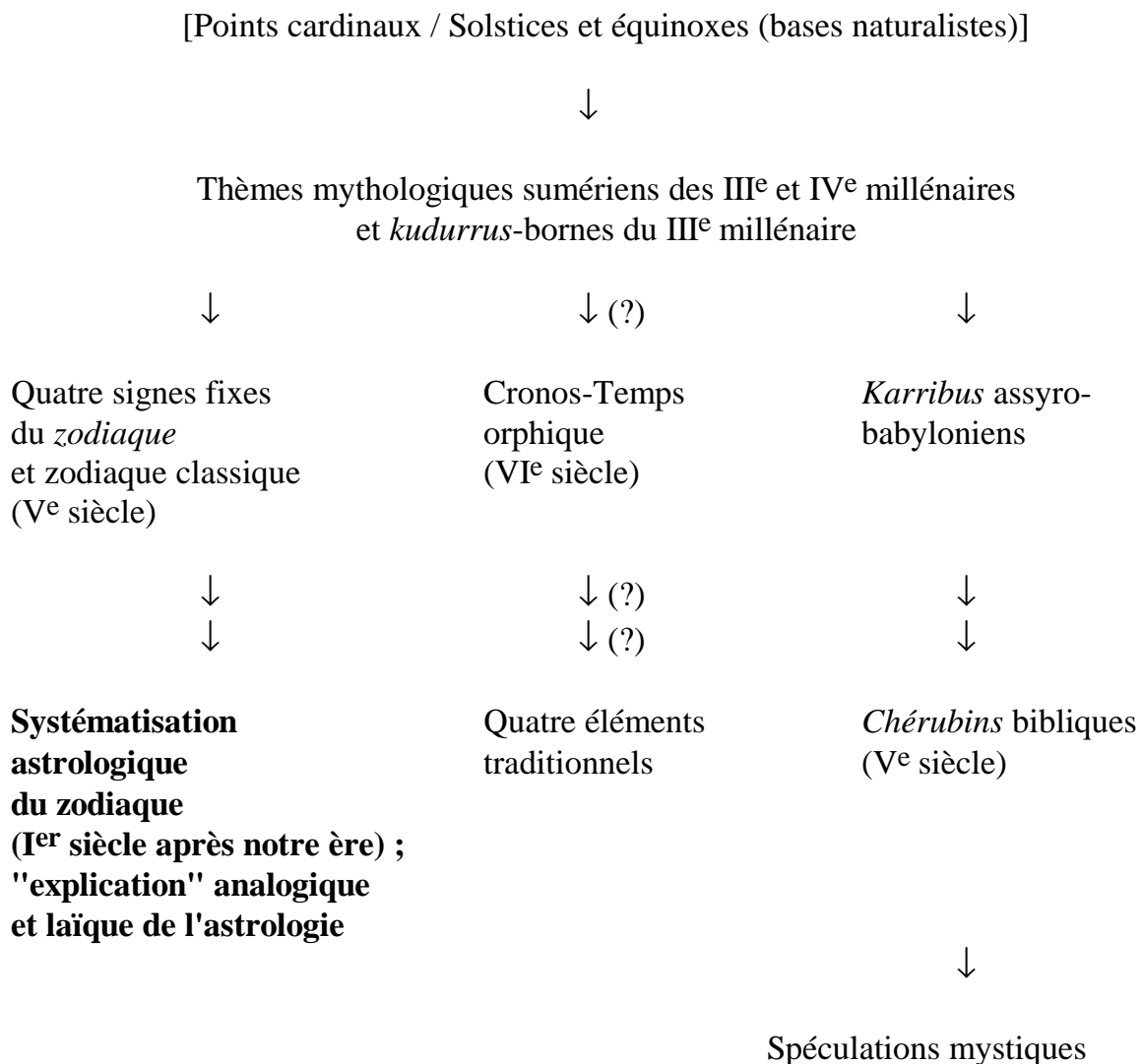
⁷ - Et quand cette forme est agrémentée de courbes mathématiques comme dans le cas des biorythmes par exemple, la scientificité devient indubitable...

⁸ - Ouvrons une parenthèse en nous interrogeant sur l'origine de la conception grecque des quatre éléments. Aristote affirme que l'inventeur de cette doctrine est Empédocle. Plus exactement, Empédocle nous donne des images poétiques de ses quatre principes universels: « Apprends d'abord les racines de toutes choses: elles sont quatre. Zeus lumineux, Héra vivifiante, et le seigneur de l'ombre Aïdoneus, et Nestis, qui de ses larmes gonfle la fontaine de vie pour les mortels ». Ce sont les commentateurs postérieurs qui ont laïcisé et trivialisé la conception d'Empédocle avec les assimilations suivantes: Zeus-feu, Héra-terre, Aïdoneus-air, Nestis-eau pour Diogène Laërce; Zeus-ébullition et éther, Héra-air, Aïdoneus-terre, Nestis-eau et semence pour Aetius et Stobée [ROB23 p. 126]. On sait d'autre part que beaucoup de doctrines communes aux présocratiques comme Empédocle et Pythagore sont d'origine orphique. Il en est ainsi par exemple, des croyances en la métempsycose, de l'interdiction des sacrifices et de certaines idées philosophiques ou astronomiques. On est donc en droit de s'interroger sur les origines orphiques éventuelles des quatre racines d'Empédocle, d'autant plus qu'il existe aussi chez Pythagore une conception quaternaire très développée - la tétraktys (cf. § VI.1). Et puisque nous soupçonnons que la conception du Cronos-temps orphique pourrait être liée à la quadripartition babylonienne du cosmos, il est possible de conjecturer qu'en associant ainsi les quatre signes fixes du zodiaque avec les quatre éléments de la tradition, Ptolémée n'a en fait réalisé qu'un juste retour à une origine commune. Nous ne poursuivrons pas ce raccourci très mal étayé car sinon, pourquoi ne pas "dénicher" des éléments babyloniens dans le mythe des quatre fils d'Horus en Egypte, les quadripartitions du ciel chinoise ou tibétaine, etc.

astrologique ainsi exposé par Ptolémée est remarquable et cette systématisation ainsi que les structures cosmiques primitives apparentées doivent être prises en compte dans toute entreprise un peu sérieuse d'interprétation épistémologique de l'astrologie antique. Toutes les associations et doctrines de l'astrologie ne sont peut-être pas aussi régulières et structurées que celles-ci, mais elles le sont à un degré assez élevé et se sont maintenues jusqu'à nous pratiquement inchangées (⁹).

VII.4. La démarcation inattendue de l'astrologie antique

Les différentes conjectures développées dans les paragraphes précédents constituent une première investigation sur la source, la constitution et le développement de la croyance en l'influence des astres. Nous récapitulerons ces renseignements dans un petit diagramme des structures quadripartites rencontrées.



⁹ - La constitution de la semaine, par exemple, est aussi d'origine astrologique; paradoxalement, l'astrologie contemporaine n'utilise pratiquement pas cette structure temporelle.

Le symbolisme cosmique de ces différentes figures est relativement homogène si l'on veut bien considérer que la division du cosmos est à la fois spatiale (les quatre points cardinaux) et temporelle (les quatre saisons) - le zodiaque est aussi un dodécahoros. Les doctrines astrologiques apparaissent alors isolées dans ce schéma. Elles émergent assez tardivement d'un fond très ancien et répandu. L'aspect singulier de l'astrologie est souligné et accentué par le cloisonnement des domaines concernés. Car toutes les figurations dégagées (kudurrus, karribus, zodiaque, chérubins...) appartiennent sans ambiguïté à la symbolique mythologique, et donc, pour le positivisme, au versant métaphysique de la démarcation. Elles n'ont jamais prétendu décrire et prédire des phénomènes naturels. Seul le *développement astrologique du zodiaque* revendique un statut de science que les autres conceptions n'ont jamais tenté de postuler. De même, seule l'astrologie a produit une "explication" analogique de ses ambitions en termes philosophiques et presque *laïques* avec la doctrine de la sympathie universelle (cf. § VII.1). Il existe donc bien une *spécificité* de l'astrologie antique traduite par le terme de *parascience* qu'on lui applique, et cette spécificité demande une explication qui provient en grande partie de l'analyse de ses origines. Les suggestions que nous venons de décrire dans les pages précédentes permettent donc de réaliser une véritable distinction que je propose d'appeler *quasi-démarcation* entre l'astrologie antique et divers symbolismes religieux (en suivant, par exemple, la reconstitution conjecturale de la divergence entre le Scorpion et l'Aigle dans nos différentes structures tétramorphes).

L'astronomie antique des Babyloniens, Egyptiens ou Grecs a dégagé d'excellents calendriers basés sur les mouvements réguliers des astres. Le temps cosmique ainsi défini s'applique à toutes les tâches de la vie des hommes, et surtout à régler la vie des champs. Car l'influence du Soleil sur la vie agricole, si elle n'était pas comprise, était évidemment très bien décrite. Et les déterminations manifestes des astres sur le développement des plantes, sur les différenciations climatiques et sur la vie des animaux et des hommes à travers la succession des jours, des saisons et des marées ⁽¹⁰⁾ semblent atténuer la disparité existant entre le monde sublunaire et le monde supralunaire. Or, à côté de la grandiose rigueur du cosmos et de la pérennité du mouvement des astres, les différents épisodes de la vie des hommes semblent si confus et hasardeux qu'il était audacieux, mais tentant, de calquer sur notre monde terrestre la structure primitive dégagée dans l'étude du cosmos. Plus exactement, la contradiction soulevée entre la corrélation de certains phénomènes célestes et terrestres et l'indépendance apparente d'autres phénomènes ne peut être résolue que par l'extension (fallacieuse selon nos critères scientifiques) de la corrélation en question. On échafaude alors des correspondances universelles entre phénomènes célestes et terrestres, une identité structurelle du macrocosme et du microcosme pour employer

¹⁰ - À Babylone, c'est assez audacieux ! Même en Grèce, ce phénomène des marées n'a été observé précisément qu'à partir du I^{er} siècle, avec Posidonius [DUH65 tome II, chap. XIII].

une conception individualiste de l'astrologie absente de la doctrine babylonienne primitive. À partir d'influences cosmiques évidentes comme celles du Soleil et de la Lune, on serait donc passé à des influences beaucoup plus subtiles comme celles des planètes. Et cette subtilité est bien en rapport avec l'aspect très mal déterminé et mal prévisible de la vie des hommes. Le postulat de l'identité typologique du microcosme et du macrocosme s'est ensuite systématisé dans l'astrologie et intellectualisé avec les "explications" analogiques jusqu'à la doctrine presque laïque de la sympathie universelle. On doit se souvenir en outre que les Mésopotamiens avaient à peu près résolu le problème de la prévision du mouvement des astres. Les Babyloniens savaient plus ou moins prévoir les éclipses de Lune à partir du VIII^e siècle avant notre ère. Ce résultat remarquable les a sans doute convaincu de la puissance de leurs méthodes empiriques et peut-être même amené à concevoir une sorte de "lien animiste" entre les mouvements des astres et les méthodes arithmétiques qui ont germé dans leurs cerveaux. Mais ceci reste là encore très conjectural. Pour notre sujet, il est cependant très important de remarquer cette avance de la prévision sur l'explication dans l'astronomie mésopotamienne. Les astronomes babyloniens n'expliquaient pas mieux les mouvements des astres que leur influence sur le monde sublunaire, mais puisqu'ils prévoyaient avec une relative précision ces mouvements, il était naturel qu'ils cherchent aussi à prévoir des déterminations plus subtiles du macrocosme sur le microcosme. Et d'ailleurs, l'astrologie reste encore actuellement plus prédictive qu'explicative. Il s'agit d'une recherche prématurée, d'un obstacle de l'observation première aurait dit Bachelard, bien que cela ne justifie pas assez l'éviction de l'astrologie antique comme parascience, puisque la prévision non explicative du mouvement des astres était quant à elle assez efficace. Ne craignons pas de le dire, l'astrologie babylonienne - et même ptoléméenne - est épistémologiquement cohérente et naturelle dans son contexte.

Le système astrologique du zodiaque est frère de conceptions symboliques ou religieuses, mais s'en distingue par son aspect systématique et complexe assez proche des sciences classiques, et surtout de celles qui, telle l'astronomie de Ptolémée, se sont sclérosées. Bien plus, dès l'origine il semble qu'il ait existé une manière de quasi-démarcation décentrée par rapport à celle que notre confortable tradition positiviste relève habituellement entre l'astronomie et l'astrologie. Car le système astronomico-astrologique du zodiaque est démarqué des conceptions religieuses parentes, qu'elles soient assyriennes, bibliques ou peut-être orphiques. *La démarcation est inattendue, elle n'est pas là où on l'attendait.* Il n'existe pas pour l'astrologie antique de critère de démarcation absolu. On peut seulement évoquer une démarcation relative, *a posteriori*, historique ou même idéologique. L'astrologie antique formulait comme la moderne (et comme l'astronomie antique) des énoncés faux, tout en étant démarquée des religions dès son origine. Et actuellement, l'astrologie se distingue des sciences beaucoup plus en ce qu'elle ne correspond pas aux caractères analytiques et rationnels des paradigmes de la représentation "positive" du monde qu'en ce qu'elle formule des énoncés falsifiés ou intrinsèquement non falsifiables. Elle n'est pas cohérente avec la représentation scientifique du monde. Nous n'affirmons pas que la démarcation de l'astrologie est positiviste (donc idéologique) et rien d'autre. Seulement s'il existe d'autres aspects de cette démarcation, une fausseté intrinsèque, une nécessité

logique ou un barrage contre la superstition par exemple, ils sont subordonnés à son aspect idéologique et soumis à l'histoire de la doctrine. Le sujet qui échappe à l'aspect positiviste et historique de la démarcation perd totalement le sens de la question « *Existe-t-il un critère de démarcation ?* », ou même, tout simplement « *Existe-t-il une démarcation ?* ». L'astrologue contemporain est justiciable d'une démarcation en face de l'épistémê moderne, pas l'astrologue babylonien. Le tricheur fait encore partie du jeu (ici l'interprétation positiviste de la représentation scientifique du monde), pas celui qui en ignore les règles.

Consistance rationnelle contre pensée démarcative

Le positivisme logique a cessé de vivre au début des années soixante. Etouffé par ses prétentions à codifier le processus de la croissance des connaissances et à régenter la hiérarchie des représentations cognitives du monde; empêtré dans ses contradictions et réduit à quia à la suite de l'émergence de nombreuses disciplines qu'il ne pouvait administrer. Son autopsy a confirmé le diagnostic sévère de l'histoire des sciences qui a montré que presque tous les développements importants en science vont carrément contre l'essentiel de l'analyse positiviste [Laudan in LAR85 p. 16]. Mais comme l'a écrit fort justement Jacques Bouveresse, le néopositivisme est mort autant qu'un mouvement philosophique puisse être mort, et s'il eût une telle importance, c'est parce que toute erreur philosophique ou épistémologique « doit posséder sa part de plausibilité et même de vérité pour être réellement intelligible » [BOU80]. Sa plausibilité tient pour moi dans la *pensée démarcative* qui s'est avérée attractive mais trompeuse sans pour cela que la *constante nécessité pour la philosophie de penser et situer le champ scientifique* ne disparaisse. Son actualité et par là une certaine vérité doivent lui être reconnus dans le criticisme permanent et exacerbé qu'il a toujours manifesté, ainsi que dans son souci de rigueur et la méthodologie analytique qui en est issue.

Sous ses multiples formes démarcatives, l'idéologie positiviste ou crypto-positiviste est elle-même fort mal en point. Au cours de notre étude, nous y avons planté quelques banderilles qu'il n'est peut-être pas inutile de ressortir.

- Il n'existe pas de critère de démarcation. Doit-on y revenir ? Tous les critères proposés - depuis la distinction entre énoncés sensés et énoncés dépourvus de sens du Cercle de Vienne jusqu'au consensus paradigmatique de Kuhn en passant par le critère de falsifiabilité de Popper - possèdent de graves lacunes théoriques. De surcroît, ils ne sont pas opératoires sur nombre d'exemples de l'histoire des sciences. Tout au plus la réfutabilité poppérienne, dans sa version évoluée notamment illustrée par la logique inductiviste de Lakatos, peut elle être conservée dans une théorie de l'heuristique et comme l'un des moteurs épistémologiques du processus d'accroissement des connaissances.

- Plus généralement, la notion même de démarcation est la forme simplifiée, idéologique et parfois presque caricaturale que prend l'aspect privilégié de la représentation scientifique du monde lorsque sa comparaison avec d'autres représentations du monde, d'autres méthodes, d'autres pensées, devient opposition. Cette forme est effectivement simplifiée car la démarcation n'est pas un concept simple; elle n'est pas unique, mais multiforme et graduée.

Une théorie de l'unité de la science est illusoire; l'hypothèse simplificatrice de l'unité de la métaphysique - au sens, par exemple, où elle serait identifiée à l'ensemble des disciplines ou parties de disciplines non-scientifiques (!) à prétentions cognitives ou explicatives - l'est encore plus; les traces "nobles" et multiples de métaphysique décelables dans les fondements de la logique et des mathématiques, celles qui sont présentes dans certaines argumentations cosmologiques ou diverses théories synthétiques (théorie générale des systèmes, théorie des catastrophes) sont toutes

différentes entre elles; elles sont fort distinctes également de la métaphysique sous-jacente à la dialectique de la nature, au pythagorisme, à l'astrologie, et plus encore de celle inhérente à la spiritualité. Comment la notion de démarcation entre deux continents illusoire pourrait-elle être autre chose qu'un *leurre* ? On peut admettre à la rigueur la pertinence de l'idée d'*ensemble de démarcations* si l'on souhaite conserver (le faut-il vraiment ?) une approche démarcative. Mais en tout cas, l'articulation de chaque discipline à prétention cognitive ou explicative avec sa propre "métaphysique" est originale et spécifique au domaine envisagé.

- L'étude de cet *ensemble de démarcations* (ou plutôt, la compréhension du caractère privilégié de la représentation scientifique du monde) doit être réalisée sur la *marge des paradigmes*, qu'ils soient jugés scientifiques ou non *a priori*; cette étude doit porter sur de nombreuses disciplines, tant scientifiques que parascientifiques ou irrationnelles. Si l'on souhaite réellement tamiser, l'ivraie comme le bon grain déterminent la largeur des mailles du tamis.
- Tout comme la typologie des "non-sciences", la typologie des sciences est inséparable de la problématique démarcative. La psychanalyse et le marxisme sont les boulets épistémologiques que l'on traîne ainsi, à hue et à dia, des rivages de la démarcation à ceux de la typologie. Et si la métaphysique "sainte" partout de la science, on ne peut croire, disions-nous, qu'elle soit de même nature que celle qui constitue la spiritualité et le religieux. Une typologie des sciences est indissociable d'une esquisse de typologie des "non-sciences". Il existe un continuum ou mieux une gradation de "démarcations" articulée à une vaste typologie qui s'étend du champ scientifique jusqu'aux parasciences et aux fameuses "bonnes" idées métaphysiques.
- Même circonscrite à un domaine bien précis, la démarcation n'est pas toujours là où on l'attend. Elle peut parfois être rétrospective; elle n'apparaît alors évidente qu'après une décantation historique, voire, dans certains cas, une reconstruction de l'histoire des sciences. Certains historiens estiment ainsi que la crise des irrationnelles a conduit les premiers pythagoriciens à tenter de distinguer deux domaines de valeurs épistémologiques comparables plutôt que d'invalider immédiatement et sans appel leur doctrine du nombre-forme. La disqualification ultérieure de cette doctrine montre que la démarcation est plongée dans l'histoire. De même, l'étude comparative des origines de certaines parasciences laisse apparaître une sorte de démarcation inattendue. La systématisation de l'astrologie a été conduite sur le modèle de celle de l'astronomie et en se dissociant probablement dès son origine de conceptions structurellement voisines, mais proprement mythiques ou religieuses.
- La limitation des paradigmes présente parfois un aspect démarcatif rétrospectif. Tel fut le cas de la crise des irrationnelles qui, après s'être développée et approfondie au sein du pythagorisme, finit par invalider sa doctrine du nombre-forme et la renvoyer au versant métaphysique alors que cette doctrine produisit initialement de véritables résultats mathématiques.
- L'extension d'un paradigme dominant est parfois légitime, mais peut aussi être envahissante; l'extension devient alors fallacieuse et tend à verser dans des prétentions idéologiques ou dogmatiques éloignées des origines du paradigme en question, et par là proches d'une certaine "métaphysique" - au sens flou mais si poppérien... La prétention de la sémiotique de Morris à englober et assimiler le discours *de* la science

et le discours *sur* la science, l'emprise de fait de la logique sur les philosophies de la rigueur, l'extension engelsienne de la dialectique à la nature constituent des exemples de ce phénomène d'extension.

- Une limitation de paradigme non-scientifique, une rupture épistémologique démarcative peut également être étendue à des domaines connexes et les entraîner dans le discrédit du paradigme invalidé. Le rejet de la doctrine pythagoricienne du nombre-forme a ainsi intempestivement jeté l'opprobre sur les mathématiques du nombre d'or coupables d'origines et de digressions inadmissibles pour une conception positive de l'histoire des sciences.
- Certains paradigmes aux statuts épistémologiques divers et embrouillés prolongent des idées d'ordre métaphysique de manière implicite, involontaire et sous des formes multiples. Plusieurs essais de formalisations de la dialectique ont vu le jour; et la "dialectique de la nature" dans son objet même est remplacée par certains chapitres de la physique (théorie unifiée des transitions de phase) ou par des théories synthétiques elles-mêmes controversées à des degrés divers et qui présentent parfois çà et là des concepts assez similaires à ceux de la dialectique (théorie des systèmes, schéma de modèle de Curie et Caillois, théorie des catastrophes, etc.).

Je ne prétends pas bien sûr que ces conclusions immédiates soient à l'abri de toute critique. Je pense toutefois que l'étude d'autres exemples de *marges de paradigmes* (scientifiques ou non) à l'aide de la méthode illustrative que nous avons essayé de définir et d'utiliser permettra d'approfondir ces conclusions. De nouvelles idées apparaîtront probablement, peut-être plus importantes, mieux formulées ou argumentées que celles qui sont proposées ici. De nouvelles interprétations seront précisées. Mon but est atteint, du moins, si cet essai aide modestement la philosophie à effectuer son "travail de deuil" de la disparition de la tradition démarcationniste issue du néopositivisme, et contribue à ce qu'elle reprenne inlassablement la question de la nature de la connaissance rationnelle.

*

*

*

Je souhaite pour terminer donner quelques réflexions informelles et parfois un peu intuitives sur ma conception du rationalisme conçu comme la *cohérence* d'une représentation du monde (non unique certes, mais privilégiée). J'essaierai aussi d'indiquer comment la *consistance rationnelle* peut se substituer au concept positiviste de *démarcation* et expliquer la forme approximative mais néanmoins presque inévitable de la pensée démarcative.

Notre premier constat est simple et maintenant bien connu; il n'existe pas de critère de démarcation opératoire entre science et métaphysique. Lorsque l'on pense à cette idée surgit irrémédiablement un "Dieu raisonnable" qui trace une ligne de partage des eaux séparant deux magmas informes, deux continents (provenant d'une Gondwana antérieure ?) qui sont eux-mêmes prodigieusement multiformes. Et dans ce schéma tranchant qui s'impose presque à notre esprit par la force des termes, le critère de démarcation sert à ficeler ensemble les différentes sciences; les disciplines

intouchables tout d'abord (mathématiques, physique, etc.); puis la biologie, plus laborieusement; la sociologie ensuite, au bénéfice du doute; la psychologie, parfois sauvée par le gong; la psychanalyse, vraiment avec des pincettes... La réalité est toute autre. Quels sont les principes, les méthodes, les pouvoirs descriptifs ou explicatifs communs aux différentes sciences ? Quelles sont les caractéristiques communes de leurs objets respectifs ? Et plus spécifiquement encore, quel est le véritable objet - unique - de la cosmologie ? Qu'en est-il de la méthode expérimentale en sociologie ? Une méthode quasi-expérimentale existe-t-elle réellement en mathématiques ? Qu'en est-il de la répétabilité en cosmologie, et, plus généralement, dans toute explication des origines ? Qu'en est-il de la vérifiabilité et de la prédictivité dans la théorie des catastrophes ? Et sur l'autre rive, quelles sont les caractéristiques véritablement communes aux différentes "non-sciences": théories obsolètes, constructions prématurées, modèles invraisemblables ou fantaisistes, théories figées à l'état de dogmes, parasciences, métaphysique, mythes, religions, magie, "pensées non-occidentales"... Sans oublier, bien sûr, que chacun de ces termes renferme une multiplicité de domaines...

Je suis à l'opposé d'une théorie de l'unité de la science au sens de l'empirisme logique. La représentation occidentale du monde peut être comparée à la musique. Produire une définition de la musique est une tâche au moins aussi difficile que de caractériser la représentation occidentale du monde, sinon, pour cette dernière, en recourant à une méthode d'exclusion à l'aide de l'expression "non-occidentale" (il s'agit là pourtant d'un truisme fréquemment utilisé). Et si l'on poursuit l'analogie à un niveau moins grossier, la problématique positiviste que nous avons reconnue complexe et *pertinente* appelle une question tout aussi ardue. Car si la représentation occidentale du monde est un fourre-tout qui, au désespoir du positiviste, traîne avec elle la sorcellerie, l'alchimie, l'astrologie, etc., certaines musiques dont je ne donnerai pas d'exemples désespèrent également le mélomane... L'unité de la "bonne" science devrait être comparée à l'unité de la "bonne" musique; un *air de famille* distingue la "bonne" musique de la "mauvaise", la science du conglomerat métaphysique. Les conditions de cette distinction pourraient être la richesse du son, l'harmonie, la mélodie, l'inventivité, ou, plus subjectivement, la beauté, l'émotion... pour la musique; la cohérence interne, la cohérence externe, le pouvoir descriptif ou explicatif, la communicabilité, la possibilité d'effectuer des prévisions (parfois)... pour la science. Un certain sentiment d'unité de la musique semble s'imposer au mélomane sans qu'il éprouve le besoin impérieux de construire une quelconque théorie de l'unité de celle-ci ou de formuler un critère de démarcation entre bonne et mauvaise musique; l'unité *objective* de la science tend de la même façon à devenir un thème obsolète de l'épistémologie et la *théorie de l'unité de la science* de l'empirisme logique me semble même une doctrine tout à fait comparable au géocentrisme. La notion d'unité de la musique n'est pas positiviste. Elle est même assez subjective et ne saurait se résoudre en un critère. Pas plus que pour la musique, le sentiment de l'unité de la science ne nécessite une "théorie" au sens du positivisme et ne saurait être intégralement débarrassé de toute subjectivité. Mais pour le philosophe obstiné, une explication de ce sentiment d'unité, de l'*air de famille* reste néanmoins nécessaire. Les sciences évoluent continuellement et la philosophie doit *sans cesse* reprendre et comprendre le rapport de la raison à la caractérisation de la pensée scientifique.

Comment distinguer alors, à l'intérieur de la représentation occidentale globale, le caractère *scientifique* d'une sous-représentation du monde composée elle-même de sous-systèmes qui prétendent représenter chacun un segment de ce monde ? Comment exprimer l'*air de famille* en question ? Sur quelles caractéristiques doit-on estimer une discipline au regard de cet *air de famille* ? Notre jugement semble porter en première approximation sur l'ensemble des conditions nécessaires, mais chacune non suffisante, que nous venons de citer:

- la cohérence interne et la cohérence externe des sous-systèmes entre eux; tous les sous-systèmes qui composent une représentation du monde doivent "marcher" entre eux et ne pas générer de contradictions flagrantes. Une philosophie des sciences est difficilement concevable si elle admet la possibilité d'une schizophrénie épistémique trop flagrante.
- la communicabilité de l'ensemble de cette représentation privilégiée.
- les pouvoirs explicatifs de chacun de ces sous-systèmes, leur efficacité épistémologique (par exemple, en réduisant les descriptions de phénomènes variés à une théorie commune).
- les pouvoirs de prévisions de certains sous-systèmes (au sens où l'on prévoit les éclipses, par exemple).

Ces conditions immédiates et classiques sont évidemment très pragmatiques. Elles constituent une sorte de *règle du jeu épistémologique* qui exprime l'*air de famille* épistémique. Il en existe d'ailleurs de multiples formulations différentes. L'adéquation et la conformité à un ensemble de règles du jeu épistémologique dans un contexte historique et philosophique précis peuvent être estimées suffisantes mais pas toujours nécessaires; et l'aspect global est ici important, car bien sûr, aucune de ces conditions prise isolément n'est suffisante. Les pouvoirs explicatifs et prédictifs (ou de prévisions ?) sont revendiqués par l'astrologie, de même que sa cohérence interne qui provient de l'astronomie ptoléméenne. La théorie engelsienne de la dialectique de la nature est tout à fait communicable et, elle aussi, intrinsèquement cohérente. A *contrario*, la doctrine pythagoricienne du nombre-forme a produit à son époque de véritables résultats mathématiques.

La problématique démarcative n'est pas seulement une question éthérée et un peu spéculative de la philosophie de la connaissance. Elle n'est pas devenue caduque en même temps que le néopositivisme. Elle est présente en permanence dans la pratique des sciences et possède aussi des connotations idéologiques. Même si elle est multiforme, elle n'est pas non plus morcelée en différents problèmes qui s'ignorerait et seraient recensés par la philosophie des mathématiques, la philosophie de la physique, etc. La problématique démarcative est dissimulée, mais présente et vivante au cœur de la plupart des disciplines proprement scientifiques. Elle existe même au sein de certains domaines non-scientifiques et ce sujet est plus rarement abordé (pour ne pas dire complètement ignoré).

Au delà de l'abandon des critères, *il n'existe plus de démarcation positive*. Il subsiste juste un air de famille et quelques vilains petits canards... La métaphysique sainte partout, disions-nous. Même là où l'épistémologie classique ne l'attend pas ; par

exemple dans les fondements des mathématiques, dans la cosmologie, ou dans les théories de l'origine de l'homme pour mentionner un sujet que nous n'avons pas abordé dans cet essai [cf. STO92]. Et là où elle est traditionnellement attendue comme dans l'astrologie antique, elle semble presque singulière et atypique en face de véritables mythes ou doctrines religieuses. Le rapport entre la science et la métaphysique est complexe et multiforme. Il ne peut être réglé d'un coup de sabre démarcatif. Nous devons repenser le problème en terme de *distinction analogique* du champ scientifique plutôt que de sa *démarcation*. L'épistémologie doit être plus proche de l'idée d'*émergence* de reliefs divers dans un paysage complexe et bosselé que de l'image du couperet démarcatif.

Ceci revient à dire qu'il n'existe pas de démarcation nette et universelle entre science et métaphysique, mais une multiplicité de distinctions analogiques accompagnées de "petites interpénétrations" entre ces deux termes antagoniques. Et ces interpénétrations sont relatives, parfois floues, très souvent maquillées par une histoire récurrente. Elles restent cependant toujours révisables. En conséquence, il n'existe pas de critère de démarcation formalisable ni même de notion de démarcation non ambiguë. La psychologie, la sociologie, l'idéologie, le projet et l'histoire de la discipline surtout sont autant en jeu que la raison qui apparaît singulièrement simplificatrice lorsqu'elle se fait *raison démarcative*.

Si la problématique unique de la démarcation est trompeuse, une solution unique l'est encore plus. Seule subsiste une problématique multiforme de la *consistance* d'une représentation du monde. Les solutions ne peuvent être purement épistémologiques; elles doivent aussi comporter des éléments d'appréciation d'ordre psychologique et sociologique. Une forme de subjectivité consciente et contrôlable doit réinvestir le champ épistémologique. Il s'agit fondamentalement d'éviter une schizophrénie épistémique trop manifeste.

La *consistance rationnelle* peut être comprise comme la non contradiction d'une épistémè rationnelle jointe à la faculté de compléter celle-ci - c'est-à-dire, la possibilité d'ajouter une construction théorique, un ensemble d'idées, de points de vue, une sous-représentation, etc., à une représentation scientifique tout en conservant la cohérence de la représentation ainsi nouvellement créée. Bien entendu, les jugements sur la consistance rationnelle de la nouvelle représentation (et de l'ancienne) sont éminemment fluctuants selon les époques, les points de vue philosophiques et les individus. Vu du XX^{ème} siècle, le pythagorisme était un constituant essentiel d'une représentation rationnelle du monde dans la pensée présocratique; et nous avons tenté de montrer la cohérence épistémologique de l'astrologie antique dans son contexte. Chacun connaît également des individus-éponges tout à fait aptes à intégrer dans une représentation qu'ils estiment cohérente un ensemble de conceptions hétéroclites que d'autres considèrent comme parfaitement antinomiques. Je reconnais que la notion de consistance rationnelle est sujette aux mêmes critiques de psychologisme et de sociologisme que le concept kuhnien de paradigme qui lui est évidemment apparenté. L'important n'est pas réellement là, mais dans l'*expression de la consistance* qui, bien que non formelle, est rationnelle et prend inévitablement l'aspect d'une non contradiction épistémique entre deux constituants ou, plus analytiquement, entre deux propositions ou concepts de deux constituants.

Les sous-systèmes de la représentation du monde que nous privilégions existent pour des raisons historiques ou d'efficacité, voire de commodité. Ils font partie intégrante de notre culture et doivent être cohérents entre eux. Il ne s'agit pas d'énoncés isolés, mais de théories constituées (ou que nous considérons comme telles) et de paradigmes envisagés dans leurs interrelations; il s'agit de *vivre* une représentation du monde sans contradictions ou en assumant ses contradictions épistémiques. La *consistance rationnelle se vit*, mais ne se démontre pas. Et d'ailleurs, même l'inconsistance d'une représentation du monde peut tout juste se *montrer* sans véritablement se *démontrer*. Nous vivons en effet en supportant, quotidiennement comme sur de longues durées, de multiples contradictions - et peut-être parfois supportons-nous notre propre existence comme une vaste contradiction... De manière similaire, certaines parties de la représentation du monde propre à un individu, ou des actes impliqués par celle-ci, peuvent ne pas apparaître très accordés entre eux, même à ses propres yeux. Un médecin peut lire très régulièrement son horoscope. Mais il se référera dans son travail à une forme de consistance rationnelle en évitant probablement que ses diagnostics ne soient subordonnés à ce genre de lecture; ses patients, eux, sont en droit de l'exiger en vertu de leur propre consistance; tout comme ils sont en droit de refuser les transfusions sanguines pour des motifs religieux par exemple bien que cela heurte au plus haut point ce même médecin. Son comportement restera, au moins pour lui, suffisamment consistant bien qu'il puisse probablement très mal juger du degré supportable d'inconsistance que lui autorise le terme *suffisamment*.

La consistance de la représentation du monde s'exprime habituellement par des règles du jeu constituées en systèmes philosophiques: positivisme, rationalisme, relativisme, nihilisme, anarchisme épistémologique (l'absence de règle dans ce cas est la seule règle)... Verse-t-on dans le psychologisme ? Non, car nous parlons de règles du jeu, et donc de représentations du monde *constituées, publiques et critiquées*... Là intervient fondamentalement la *communicabilité* réclamée dans l'expression de ces règles. Ce débat est public, il n'est pas psychologique - bien que la psychologie y ait aussi sa part. Les représentations et sous-représentations qui prétendent être scientifiques sont elles aussi publiques avant d'être personnelles; le livre de médecine est posé là, devant le médecin-astrologue, et ne parle pas d'horoscopes... *L'air de famille* s'exprime dans ces règles du jeu qui sont autant de conceptualisations de méthodes et de protocoles dégagés historiquement lors de la constitution des sciences; c'est-à-dire, pour le positivisme classique par exemple, la *méthode hypothético-déductive*, *l'expérimentation*, la *reproductibilité*, la *prédictivité*, etc. Toutes règles qui trahissent les origines physiciennes du positivisme classique. La force d'entraînement de la physique est telle en effet qu'elle enrégimente épistémologiquement toutes les disciplines. Elle est le canon tyrannique de la philosophie des sciences exprimé dans le positivisme.

Savoir que je suis en train de franchir une frontière (et donc qu'il existe une frontière), je n'en suis pas toujours capable. Je sais seulement qu'en tel endroit, je suis cohérent avec une représentation du monde (personnelle ou que je souhaite aussi publique que possible) et qu'en tel autre, je ne le suis plus. Je sais aussi qu'en certains endroits les choses ne sont pas aussi claires et tranchées et que, pourtant, je suis soumis à l'attraction d'un point de vue stable, mais mal connu - peut-être une autre

représentation du monde, ou, plus sûrement, un système rejeté *a priori* par mon actuelle représentation du monde. Cependant, je ne puis durablement m'installer dans le flou. Et pourquoi donc ? Probablement parce que la notion de *consistance* inhérente à la raison se concrétise immédiatement en termes logiques; et cette *non contradiction épistémologique*, expression de la consistance rationnelle, devient invariablement *tiers exclu épistémologique* lorsqu'elle est interprétée par la pensée démarcative. Elle implique alors qu'il faille *toujours* choisir son camp. On n'a pas droit à une reconnaissance humble, au doute épistémologique : « *Je ne suis pas sûr de savoir véritablement ce qu'il est de la nature de telle ou telle discipline* ». La pensée démarcative est présomptueusement simple comme le tiers exclu est catégorique. « *Est-ce une science ou non ?* », nous impose-t-elle. Prisonniers d'une bipolarisation, on peut encore moins imaginer un continuum d'acceptabilité. Telle est pour moi l'explication fondamentale du caractère approximatif et pourtant attractif (donc quasiment inévitable) de la problématique démarcative; **le glissement d'une exigence de cohérence rationnelle vers une raison démarcative, la transformation de la consistance rationnelle en projet démarcatif, la transition d'une sorte de principe de non contradiction épistémologique (implicite et peu formel) vers un tiers exclu épistémologique (explicite et quasi-formel dans le néopositivisme, implicite ailleurs)**. « *Etre ou ne pas être scientifique* », telle était la question du positivisme. Telle n'est plus la question première de la consistance rationnelle.

Le concept de *consistance* d'une représentation du monde possède évidemment une connotation logique. Il est une extension informelle du principe de non contradiction à une famille de paradigmes de la même manière que le positivisme pris dans son sens large est une extension du principe du tiers exclu au champ des possibilités de la raison. L'extension en question est informelle mais s'exprime inéluctablement en termes logiques; l'ontogenèse formaliste du concept de consistance logique récapitule dans sa rigueur la phylogenèse épistémologique laborieuse et parfois incertaine de la consistance rationnelle. En ce sens, je reconnais que cette idée peut induire insidieusement une interprétation positiviste - en terme de tiers exclu quasi-formel et démarcatif - puisque la tentation demeure de penser la représentation du monde comme une conceptualisation soumise à la logique. Il s'agit alors, comme nous l'avons dit, d'une façon de parler simplifiée et attractive. Elle est même inévitable parce qu'elle est justement exprimée en termes logiques à l'aide desquels nous transposons si facilement la non contradiction en tiers exclu. Si, à l'instar du positivisme logique, on souhaite tout de même représenter ce processus par quelques formules, la *consistance rationnelle* peut être figurée par le schéma "intuitionniste" suivant, librement inspiré de Arend Heyting:

Soit r une représentation scientifique, t une construction théorique que l'on souhaite adjoindre à r , et p une conséquence de la nouvelle représentation ($r \wedge t$). Alors:

$$[1] \quad \perp r$$

$$[2] \quad (((r \wedge t) \rightarrow p) \wedge ((r \wedge t) \rightarrow \neg p)) \rightarrow \neg(r \wedge t)$$

$$[3] \quad \neg t$$

où [3] est déduit simplement de [1] et [2] ... la plupart du temps (notion peu formelle, j'en conviens...).

La construction théorique t est alors rejetée en vertu de l'inconsistance de la nouvelle représentation ($r \wedge t$) exprimée en [2]. Ce schéma est très différent du modus tollens poppérien déjà évoqué et qui possède la même conclusion: $((t \rightarrow p) \wedge \neg p) \rightarrow \neg t$. La consistance rationnelle se concrétise effectivement en un processus de la connaissance qui suggère l'image d'une recherche de contradictions, la quête, la traque de la cohérence globale d'une représentation du monde; c'est un équilibre (certes instable) qui met en avant des connaissances toujours soumises à validations, et où l'adéquation des deux possibilités p et $\neg p$ à la représentation $r \wedge t$ est évaluée en permanence. Le schéma poppérien par contre repose sur un tiers exclu sec et statique dont est absent le terme r , la représentation scientifique posée comme "vraie dans son ensemble" en [1]. Le problème de la démarcation est alors l'aspect simplifié que prend un problème holiste, celui de la consistance de la représentation du monde que je privilégie et de la nature de ce privilège. Le schéma du tiers exclu épistémologique qui est sous-jacent à la démarcation est le tiers exclu classique $\perp (t \vee \neg t)$ en vertu duquel une discipline cognitive ou explicative est une science ou n'en est pas une. Il est quasi-formel - c'est le sens de la locution *tiers exclu épistémologique* en face de l'expression *non contradiction épistémique*; il impose l'image de la bulle des sciences en face du marais glauque des non-sciences; il repose sur une cohérence/opposition repliée sur elle-même et dont l'épistémê contenu dans le terme *épistémique* est subordonnée au suffixe *logique* du mot *épistémologique*.

En fin de compte, tout le positivisme inhérent à la pensée démarcative se réduit au principe du tiers exclu épistémologique, ou plutôt à son caractère fallacieux provenant d'une interprétation de la non contradiction épistémique - expression de la *consistance rationnelle*. Il est projeté vers l'avant sous la forme du couperet démarcatif et devient ensuite *critère* assuré de sa capacité à statuer sur la connaissance (alors que la règle non "critérisable" qui me semble correcte tient dans la cohérence et la consistance d'un système de connaissances).

Le degré admissible de porosité des cloisons à l'intérieur d'une représentation du monde peut être considéré comme la pierre de touche de la vue "cohérentiste" de l'épistémologie. Si les différents sous-systèmes sont isolés, ils peuvent être contradictoires; mais la contradiction n'en est pas réellement une, car il s'agit alors d'univers distincts et parallèles, pensables ensemble, mais distinctement - je peux *comprendre* à la fois l'astronomie et l'astrologie tout comme *je comprends et j'admets* la géométrie euclidienne et celle de Riemann (attention, les groupes verbaux ne sont pas identiques car il s'agit pour l'instant d'une analogie). Par contre, au delà d'un certain seuil d'interpénétration des sous-systèmes, l'intégration de leurs contradictions dans une vue consistante pose manifestement problème. Tel est le cas lorsque *comprendre* évolue vers *comprendre et admettre* dans le premier terme de l'analogie précédente; on risque alors de rencontrer des propositions similaires à p dans la règle [2] de notre schéma "intuitionniste". Et j'ai essayé de montrer dans cet essai que l'interpénétration est parfois bien réelle - à des degrés et surtout sous des formes diverses - mais reste parfaitement admissible. La clôture présente de très nombreux trous de tailles variées, mais elle reste une clôture et le champ scientifique demeure un champ dont la connexité est réelle et matière à philosophie.

Le "cohérentisme" proposé est un relativisme conséquent. Il n'existe pas une seule règle du jeu, mais une multitude. Plus ou moins explicites ou implicites, exprimées ou secrètes, claires ou obscures, et même - on peut parfois le déplorer - imprégnées de comportements proches de l'acte de foi ! *Comprendre* et *admettre* sont en effet aussi trompeurs l'un que l'autre. *Admettre* ne suppose pas obligatoirement *comprendre*, et réciproquement. Nous vivons en effectuant une multitude de quasi-actes de foi; même si l'on se restreint au contexte qui nous occupe, je n'ai ni le temps ni les moyens (y compris intellectuels) de comprendre des chapitres entiers des sciences, et non des moindres. Plus encore, j'admets bien souvent certains résultats importants dans les domaines qui me semblent les plus familiers; et pas toujours en ayant la possibilité de me réfugier derrière l'impression de pouvoir aborder et comprendre les résultats en question si je le souhaite vraiment et avec beaucoup d'efforts. La compréhension potentielle perd chaque jour un peu de terrain. L'intelligibilité virtuelle et intégrale est définitivement un rêve. C'est l'un des enseignements de certaines démonstrations monstrueuses en mathématiques, fruit de la collaboration d'une multitude d'auteurs, qui ont nécessité de nombreuses heures de calculs sur de puissantes machines, et dont l'expression tient dans des milliers de pages presque hermétiques pour des lecteurs non spécialistes. J'admets donc ces théorèmes pourtant faciles à exprimer et à comprendre mais dont les preuves dépassent mon entendement de la même façon que monter dans un avion est un acte simple mais relève presque de l'acte de foi envers la technologie aéronautique. Par contre, je n'admets ni l'astrologie ni la dialectique de la nature bien que je les comprenne raisonnablement (!) bien - jusque dans leurs justifications (leurs "preuves" ...).

Le "cohérentisme" est une conception plus forte que le relativisme car il considère les sous-systèmes d'une représentation dans leurs rapports les uns avec les autres. Reprenons l'exemple de l'astrologie. On ne peut même pas parler d'incohérences intrinsèques au couple maudit astronomie/astrologie. Il n'existe pas d'énoncés théoriques, pas même de véritables faits reconnus ou affirmés par l'une et niés par l'autre. Cette affirmation est un peu péremptoire, mais tout le monde connaît leur dialogue de sourds depuis des siècles - y compris sur la question de la précession des équinoxes (un signe/symbole de l'astrologie est décidément incommensurable avec un signe/alignement fortuit d'étoiles). Ce n'est pas sur le terrain analytique que se situe leur antagonisme. Simplement, l'astronomie se situe dans la sphère paradigmatique de la physique et a évolué dans son sillage. Elle s'est d'ailleurs transformée en astrophysique. L'astrologie, par contre, n'a modifié ni ses conceptions fondamentales ni ses méthodes. Elle n'en a pas eu besoin puisqu'elle est le seul paradigme structuré qui reste en lice sur la question de l'influence déterministe du macrocosme sur le microcosme (la dialectique de la nature par contre ne peut décidément plus prétendre expliquer quoi que ce soit puisque de nombreuses théories très diverses le font beaucoup mieux qu'elle). L'astronomie a ainsi refusé à l'astrologie que celle-ci la rejoigne auprès de la physique. Du point de vue de la *consistance rationnelle*, il est donc nécessaire d'étudier non seulement la cohérence et les changements de paradigmes, mais aussi la cohérence mutuelle et l'influence de ces changements sur d'autres domaines, en dehors et parfois très loin de la sphère du paradigme antérieur.

Comment alors se prononcer sur l'astrologie ? Par quelle méthode peut-on aborder sa qualification ? A l'aide d'une sorte de thèse de Duhem-Quine que l'on peut généraliser de façon assez curieuse en l'étendant au champ non-scientifique. Si je conteste l'astrologie moderne, je la conteste en effet "en bloc"; je ne nie pas seulement un énoncé unique tel que l'influence d'un quelconque trigone sur mon destin personnel. Mais l'aspect global est plutôt dans ce cas d'ordre supérieur. À la différence de la thèse de Duhem-Quine appliquée aux sciences où l'énoncé et la théorie sont seuls pris en compte, ce ne sont pratiquement jamais des énoncés individuels de l'astrologie qui sont examinés mais l'ensemble de celle-ci (qui joue alors un rôle analogue à celui de l'énoncé individuel) en face de la représentation scientifique du monde (qui joue le rôle du référentiel des tests). Nous "testons" l'astrologie moderne *considérée comme un tout* vis-à-vis de l'ensemble de la représentation scientifique du monde en appelant à la rescousse l'astronomie, la physique, la sociologie, l'histoire des mentalités et des religions, la psychologie, la sociologie... Nous devons presque convoquer l'intégralité de notre représentation scientifique ainsi que l'exprime le postulat [1] et la "règle" [2] du schéma précédent.

Si la notion de *consistance rationnelle* glisse peut-être inévitablement de la non contradiction épistémique vers le tiers exclu épistémologique et démarcatif, je revendique néanmoins l'*indécidabilité* en son nom... Mais il ne s'agit pas d'une indécidabilité insipide et pusillanime. L'indécidabilité épistémique est une conséquence de la consistance rationnelle et n'est pas plus formelle que celle-ci; elle doit rester qualifiante et critique, même si elle ne se concrétise pas par un choix dans un lot famélique d'étiquettes tel que la trilogie {science, métaphysique, parascience}. Elle parvient presque à une interprétation de l'incomplétude puisque l'ajout d'un nouveau sous-système, d'une autre vision du monde à une représentation - tout comme l'ajout d'un nouvel axiome à une axiomatique - est toujours autorisé sous réserve de consistance. La théorie des catastrophes, à mon avis, est actuellement un sous-système que l'on peut à loisir omettre ou ajouter à une représentation scientifique du monde; et dans ce cas, on ne parle plus bien sûr de *comprendre*, mais d'*admettre*. Cette théorie est analogue à un "axiome du choix de la connaissance"; et la comparaison peut sans doute être poussée jusqu'au caractère utile mais la plupart du temps non nécessaire dans le travail mathématique usuel, de l'axiome du choix - tout comme la théorie des catastrophes peut être considérée comme une conception explicative sans être actuellement indispensable pour une représentation du monde de type scientifique. Comment alors qualifier cette théorie par rapport au champ scientifique ? Thom affirme lui-même qu'elle n'est ni scientifique, ni philosophique, et il la qualifie successivement d'herméneutique des données expérimentales, de méthodologie, puis de générateur de modèles [cf. THO80]. Il laisse, semble-t-il, chacun libre de se prononcer sur sa nature; le philosophe sera peut-être assez attiré par une herméneutique des données expérimentales, tandis que le scientifique préférera un générateur de modèles... Si une autre interprétation d'un phénomène modélisé par la théorie des catastrophes apparaît, qu'advient-il alors de celle-ci ? La situation peut être comparée à celle de la dialectique de la nature à la fin du siècle dernier qui pouvait, de la même manière, être vue comme une herméneutique - mais plutôt une herméneutique d'analogies assez grossières dans ce cas. Sans qu'elle ait jamais été

véritablement considérée comme une science, elle pouvait être acceptée, négligée, ignorée, ou refusée par les scientifiques. Prétention d'*indécidabilité épistémique* qu'elle ne peut plus revendiquer maintenant, comme nous l'avons vu, puisque notre représentation scientifique du monde a considérablement évolué depuis cette époque avec l'apparition de nombreuses explications plus performantes. [Se pourrait-il qu'à l'instar des géométries, une représentation du monde puisse être complétée par une théorie *A* d'une part (de façon à constituer une nouvelle représentation), et par une théorie *B* d'autre part (et constituer également une nouvelle représentation) tandis que la cohabitation de *A* et *B* ensemble au sein de cette représentation du monde viole sa consistance rationnelle ? Ces deux nouvelles représentations ainsi constituées, tout en étant chacune consistante, seraient incommensurables...]

En poursuivant l'analogie entre la consistance rationnelle et la consistance d'une axiomatique, l'incomplétude intrinsèque de certains systèmes formels possède-t-elle une interprétation similaire ? Une représentation du monde serait-elle incomplète *sui generis*, à la façon de l'arithmétique ? Intuitivement cela n'est guère contestable et là encore, l'analogie semble efficace, puisque la philosophie nous montre que la compréhension de la nature des sciences et de la raison est toujours inachevée...

On a reproché à mon point de vue d'être "décevant". Mais en méditant l'exemple des systèmes formels incomplets, on se convainc aisément que si l'on substitue le concept de *consistance rationnelle* à la raison démarcative, les réponses qui en sont déduites ne sont pas plus décevantes que ne le sont les théorèmes d'incomplétude. À moins que l'arithmétique ne soit elle-même décevante... Ou que l'on préfère les systèmes épistémologiques formels et complets, consistants et rassurants certes, mais si clos, si froids, si éloignés surtout de l'histoire, de la pratique et de la vie des sciences...

Pour conclure sur quelques expressions que nous avons déjà rencontré, nous savons maintenant en quoi la consistance de la représentation du monde est une contrainte sociale; une représentation consistante doit être communiquée; elle ambitionne d'être aussi publique que possible. Un monde intérieur peut être empli de contradictions; une structure communicable doit en être exempte. Un monde où "n'importe quoi marche" n'est pas réellement communicable; une représentation consistante du monde doit l'être.

La représentation du monde n'est pas régie par la seule raison, mais aussi par le sujet qui décide seul du degré d'adéquation de sa propre représentation avec les règles qu'il s'est donné. Et notamment avec le *principe de non contradiction épistémique* qui peut être vu comme une méta-règle. C'est en ce sens seulement que la consistance d'une représentation du monde est subjective. Mais si la raison elle-même appartient à ma représentation du monde, si je décide de réguler cette représentation grâce à elle à travers un *principe de non contradiction épistémique*, et que je la rende ainsi publique, la consistance de ma représentation devient "comme objective". Et la science rejoint une forme de raison qualifiante sans être *a priori* discriminante. Elle subordonne à la consistance rationnelle une certaine opposition au champ non-scientifique. En ce sens précis, sous le contrôle de la raison, *elle redevient presque sublime...*

* * *

Nom des singularités	Déploiement universel (potentiel)	Interprétations spatiales (substantifs)	Interprétations temporelles (sens négatif)	Interprétations temporelles (sens positif)
1. Minimum simple	$p = x^2$	être, objet	être-durer, avoir	
2. Pli	$p = x^3 + ux$	le bord, le bout	la fin, finir, la mort, la capture, réunir	le début, commencer, la naissance, l'émission, séparer
3. Fronce (catastrophe de Riemann-Hugoniot)	$p = x^4 + ux^2 + vx$	la faille	capturer, changer, casser, rompre, séparer	engendrer, émettre, devenir, unir
4. Queue d'aronde	$p = x^5 + ux^3 + vx^2 + wx$	la fente, le coin	déchirer, fendre, faillir, le suicide	coudre
5. Papillon (dimension 4)	$p = x^6 + ux^4 + vx^3 + wx^2 + tx$	la poche, l'écaille, la cloque	s'écailer, s'exfolier, remplir (une poche)	donner, recevoir, vider (une poche), informer
6. Omphalique hyperbolique	$p = x^3 + y^3 + wx^3 - ux - vy$	la crête d'une vague, la voûte	briser (la vague), s'effondrer	recouvrir, synthétiser
7. Omphalique elliptique	$p = x^3 - 3xy^2 + w(x^2 + y^2) - ux - vy$	l'aiguille, la pique, le poil, la pointe	piquer, pénétrer, envoyer	boucher (un trou), anéantir, prendre
8. Omphalique parabolique (dimension 4)	$p = x^2y + y^4 + wx^2 + ty^2 - ux - vy$	le jet (d'eau), le champignon, la bouche	briser (un jet), éjecter, lancer, percer, couper, prendre, pincer	lier, ouvrir, fermer (la bouche)

ANNEXE 1. Tableau des catastrophes élémentaires.

1	Bélier	Taureau	Gémeaux	Cancer	Lion	Vierge	Balance	Scorpion	Sagittaire	Capricorne	Verseau	Poissons
2	<i>Le mercenaire La mère de cheveux</i>	Le taureau du ciel <i>Le berger des cieux</i>	<i>Le cocher Le cimenterre</i> Les jumeaux	Le crabe (?)	Le lion	L'épi et le sillon	<i>La corne</i>	Le scorpion	(?)	La chèvre à queue de poisson	Le géant (?)	<i>Les queues La grande hirondelle La déesse céleste</i>
3	Le Mouton (Amon)	Le Taureau (Apis)	Le Double	Le Serpent (Seth)	Le Lion- Soleil (Râ)	La Vierge (Isis)	Le Vent (Ninou)	Min à la queue fourchue	L'Archer (Anzeti)	La Déesse- Mère (Sothis)	L'Arbre	La Barque
4	Le Bélier (Dilgan)	Le Taureau (Mardouk)	Les Frères (Lahmou et Lahamou)	Le Serpent (Zi)	Le Lion (Nergal)	La Vierge (Ishtar)	La Tempête (Enlil)	Le Scorpion	Le Loup	La Chèvre- Poisson (Ea)	L'Arbre	La Barque
5	Eudoxe (IV ^e siècle) Aratos (III ^e siècle)	Homère (IX ^e siècle) Hésiode (VIII ^e siècle)	Eudoxe Aratos	Eudoxe Aratos	Eudoxe Aratos	Eudoxe Aratos	Manéthon (III ^e siècle) Géminos (I ^{er} siècle)	Eudoxe Aratos	Eudoxe Aratos	Eudoxe Aratos	Eudoxe Aratos	Eudoxe Aratos
6	Mars	Vénus	Mercur	← Lune	Soleil →	Mercur	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne	Saturne	Jupiter
7	Feu	Terre	Air	Eau	Feu	Terre	Air	Eau	Feu	Terre	Air	Eau
8	21 mars. Printemps			22 juin. Été			23 septembre. Automne			21 décembre. Hiver		

ANNEXE 2. Tableau des correspondances zodiacales

- 1 - Zodiaque classique.
- 2 - "Zodiaque" babylonien de 18 signes (les signes mentionnés en italique ne correspondent pas au zodiaque classique).
- 3 - Zodiaque égyptien hellénistique.
- 4 - Zodiaque babylonien tardif.
- 5 - Mentions grecques les plus anciennes.
- 6 - Planètes associées par l'astrologie traditionnelle.
Dans l'ordre ptoléméen *Mercur*, *Vénus*, *Mars*, *Jupiter*, *Saturne* et depuis les deux "luminaires": vers la gauche pour la Lune et vers la droite pour le Soleil.
- 7 - Eléments associés par l'astrologie traditionnelle; dans l'ordre traditionnel *Feu*, *Terre*, *Air*, *Eau*.
- 8 - Saisons.

Références bibliographiques

- [ALF76] Alvèn H.: *La cosmologie, mythe ou science*. In *La Recherche* n° 69. 1976. Voir également la réponse de J. Lequeux dans cette même revue n° 71.
- [ALL80] Alleau R.: *Histoire de l'astrologie*. In *Encyclopaedia Universalis*. Paris : Club Français du Livre, 1980.
- [APO67] Apostel L.: *Logique et dialectique*. In *Logique et connaissance scientifique*, sous la direction de J. Piaget. Encyclopédie de la Pléiade. Paris : Gallimard, 1967.
- [ARC17] d'Arcy Thompson J.W.: *On Growth and form*. 1917. Edition abrégée par J.T. Bonner. Cambridge University Press, 1961.
- [AUJ93] Aujac G.: *Claude Ptolémée. Astronome, astrologue, géographe. Connaissance et représentation du monde habité*. Paris : Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques (C.T.H.S.). Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, 1993.
- [AXE71] Axelos K.: *Héraclite et la philosophie*. Paris : Les Editions de Minuit, 1971.
- [BAC34] Bachelard G.: *Le nouvel esprit scientifique*. Nouvelle édition. Paris : Presses Universitaires de France, 1934.
- [BAC38] Bachelard G.: *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. 1938. Réédition. Paris : Librairie philosophique J. Vrin, 1975 .
- [BAC51] Baccou R.: *Histoire de la science grecque de Thalès à Socrate*. Paris : Aubier-Montaigne, 1951.
- [BAR68] Bartley W. W.: *Theories of demarcation between science and metaphysics*. In Lakatos I. (ed.): *Problems in the philosophy of science*. North-Holland Pub. Co, 1968.
- [BEP64] Benacerraf P. and Putnam H. (eds.): *Philosophy of mathematics. Selected readings*. 1964. Seconde édition. Cambridge University Press, 1983.
- [BER68] von Bertalanffy L.: *Théorie générale des systèmes*. 1968. Trad. fr. par J. B. Chabrol. Paris : Dunod, 1973.
- [BER75] Bernard-Weil E.: *L'arc et la corde. Un modèle d'antagonismes dialectiques en biologie et sciences humaines*. Paris : Maloine, 1975.
- [BIT73] Bitsakis E.: *Physique contemporaine et matérialisme dialectique*. Paris : Editions Sociales, 1973.
- [BOC70] Boccara N.: *La physique des transitions*. Collection « Que sais-je ? » n° 1389. Paris : Presses Universitaires de France, 1970.
- [BOO47] Boole G.: *L'analyse mathématique de la logique*. 1847. Trad. fr. du début de *The Mathematical Analysis of Logic*. par Y. Michaud dans *Cahiers pour l'Analyse* n° 10: *La formalisation*. Paris : Éditions du Seuil, 1969.
- [BOT52] Bottéro J.: *La religion babylonienne*. Paris : Presses Universitaires de France, 1952.
- [BOU69] Bourbaki N.: *Éléments d'histoire des mathématiques*. Nouvelle édition. Paris : Hermann, 1969.
- [BOU80] Bouveresse J.: *Les positivistes*. In *Encyclopaedia Universalis*. Symposium.vol. 17. pp. 50-63. Paris : Club Français du Livre, 1980.
- [BOU88] Bouveresse J.: *Le pays des possibles. Wittgenstein, les mathématiques et le monde réel*. Paris : Les Editions de Minuit, 1988
- [BOU93] Boutot A.: *L'invention des formes. Chaos. Catastrophes. Fractales. Structures dissipatives. Attracteurs étranges*. Paris : Editions Odile Jacob, 1993.
- [BOY94] Boyer A.: *Introduction à la lecture de Karl Popper*. Paris : Presses de l'Ecole Normale Supérieure, 1994.

- [BRI91] Brisson L. et Walter Meyerstein F.: *Inventer l'Univers. Le problème de la connaissance et les modèles cosmologiques*. Paris : Les Belles Lettres, 1991.
- [BRO48] Brouwer L.E.J.: *Consciousness, philosophy and mathematics*. 1948. In *Philosophy of mathematics. Selected readings*. Second edition. P. Benacerraf and H. Putnam (eds.). Cambridge University Press, 1983. pp. 90-96.
- [BRO85] Broch H.: *Le paranormal. Ses documents, ses hommes, ses méthodes*. Paris : Éditions du Seuil, 1985.
- [BRU48] Brunschvicg L.: *Double aspect de la mathématique*. In *Les grands courants de la pensée mathématique*. Sous la direction de F. Le Lionnais. Les Cahiers du Sud, 1948.
- [BRU73] Bruter C. P.: *Sur la nature des mathématiques*. Paris : Gauthiers-Villars, 1973.
- Cf. également du même auteur.:
- Topologie et perception. Tome I. Bases philosophiques et mathématiques*. Paris : Doin/Maloine, 1974.
- De l'intuition à la controverse. Essai sur quelques controverses entre mathématiciens*. Paris : Librairie scientifique et technique Albert Blanchard, 1987.
- [CAI73] Caillois R.: *La dissymétrie*. In *Cohérences aventureuses*. Paris : Gallimard, 1973.
- [CAM65] Campbell K.: *Family resemblance predicates*. in *American Philosophical Quarterly* (2). 1965.
- [CAN66] Canguilhem G.: *Le normal et le pathologique*. Paris : Presses Universitaires de France, 1966.
- [CAV62] Cavailles J.: *Philosophie mathématique*. Paris : Hermann, 1962.
- [CAZ71] Cazelles Ph.: *Mathématiques et matérialisme dialectique*. Paris : Les Editions de la Nouvelle Critique, 1971.
- [CHA76] Chalmers A. F.: *Qu'est-ce que la science ? Récents développements en philosophie des sciences: Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*. 1976. Trad. fr. par M. Biezunski de *What is the thing called Science ?*. Paris : Editions La Découverte, 1987.
- [CHA87] Chaitin G.J.: *Algorithmic information theory*. 1987. Cambridge University Press. Reprinted with revisions. 1988.
- [CHA89] Chauviré C.: *Ludwig Wittgenstein*. Paris : Éditions du Seuil, 1989.
- [CHC89] Changeux J. P. et Connes A.: *Matière à pensée*. Paris : Editions Odile Jacob, 1989.
- [CHI90] Chihara Ch.: *Constructibility and mathematical existence*. Oxford : Clarendon Press, 1990.
- [COP79] Collins H. et Pinch T. : *En parapsychologie, rien ne se passe qui ne soit scientifique...* trad. fr. par D.Ebnöther in *La science telle qu'elle se fait. Anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*. Sous la dir. de Michel Callon et Bruno Latour. pp. 297-343. Paris : Editions La Découverte, 1991. Trad. de *The Construction of the Paranormal, Nothing Unscientific is Happening*. In *On the Margins of Science: the Social Construction of rejected knowledge*, 1979.
- [COS78] de Coster M.: *L'analogie en sciences humaines*. Paris : Presses Universitaires de France, 1978.
- [COU74] Couderc P.: *L'astrologie*. Collection « Que sais-je ? » n° 508. Paris : Presses Universitaires de France, 1974.
- [CUR70] Curry H. B.: *Outlines of formalist philosophy of mathematics*. North-Holland Publishing Company, 1970.
- [DAN61] Daniélou J.: *Les symboles chrétiens primitifs*. Paris : Éditions du Seuil, 1961
- [DEL71] Delattre P.: *Système, structure, fonction, évolution*. Paris : Maloine, 1971.
- [DEM91] Demaret J.: *Univers. Les théories de la cosmologie contemporaine*. Editions Le Mail, 1991.
- [DES67] Desanti J.T.: *La découverte des irrationnelles*. In *Logique et connaissance scientifique*. Sous la direction de J. Piaget. Encyclopédie de la Pléiade. N.R.F. Paris : Gallimard, 1967.
- [DES68] Desanti J. T.: *Les idéalités mathématiques. Recherches épistémologiques sur le développement de la théorie des fonctions de variables réelles*. Paris : Éditions du Seuil, 1968.

- [DES75] Desanti J. T.: *La philosophie silencieuse ou critique des philosophies de la science*. Paris : Éditions du Seuil, 1975.
- [DIE78] Dieudonné J. (sous la direction de): *Abrégé d'histoire des mathématiques. 1700-1900*. Ouvrage collectif. Deux tomes. Paris : Hermann, 1978
- [DOD59] Dodds E. R.: *Les Grecs et l'irrationnel*. Trad. fr. par M. Gibson de *The Greeks and the Irrational*. 1959. Paris : Flammarion, 1977.
- [DOU92] Douady S. et Couder Y.: *La physique des spirales végétales*. In *La Recherche* n° 244. Juin 1992.
- [DUB72] Dubarle D. et Doz A.: *Logique et dialectique*. Paris : Larousse, 1972.
- [DUB94] Dubrulle-Bréon B. et Graner F.: *Pas de magie dans le système solaire*. In *La Recherche* n° 262. Février 1994.
- [DUH65] Duhem P.: *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. 1965. Nouveau tirage. Paris : Hermann, 1974.
- [DUM78] Dummett M.: *Elements of intuitionism*. Oxford : The Clarendon Press, 1978.
- [ECK77] Eckeland I.: *La théorie des catastrophes*. In *La Recherche* n° 81. 1977.
- [ELI37] Eliade M.: *Cosmologie et alchimie babylonienne*. Trad. du roumain par A. Paruit. 1991. Paris : Gallimard, 1937.
- [ELI49] Eliade M.: *Traité d'histoire des religions*. 1949. Nouvelle édition revue et mise à jour. Paris : Payot, 1970.
- [ENG73] Engels F.: *Dialectique de la nature*. Recueil de textes de 1873 à 1883. Trad. fr. de E. Bottigelli.. Paris : Editions Sociales, 1975.
- [FAR67] Farrington B.: *La science dans l'antiquité*. Trad. fr. par M. Charet. Paris : Payot, 1967.
- [FEY75] Feyerabend P. K.: *Against method. Outline of an anarchistic theory of knowledge*. 1975. New Left Books. Trad. fr. par B. Jurdant et A. Schlumberger: *Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*. Paris : Éditions du Seuil, 1979.
- [FEY87] Feyerabend P. K.: *Adieu la raison*. Trad. fr. par B. Jurdant de *Farewell to Reason*. 1987. Paris : Éditions du Seuil, 1989.
- [FRA94] Van Frassen B.: *Lois et symétrie*. Trad. fr. par C. Chevalley. Paris : Vrin, 1994.
- [FRE79] Frege G.: *Ecrits logiques et philosophiques*. Trad. fr. par Cl. Imbert de textes de 1879 à 1925. Paris : Éditions du Seuil, 1971.
- [FRE84] Frege G.: *Les fondements de l'arithmétique*. 1884. Trad. fr. et introduction par Cl. Imbert. Paris : Éditions du Seuil, 1969.
- [GAR59] Garelli P. et Leibovici M.: *La naissance du monde selon Akkad*. In *Sources orientales. Tome 1, La naissance du monde*. Paris : Éditions du Seuil, 1959.
- [GAR73] Garcia R.: *À propos de la contradiction dans la dialectique de la nature*. In *L'explication dans les sciences*. Sous la direction de J. Piaget. Paris : Flammarion, 1973.
- [GAR85] Gardner H. : *Histoire de la révolution cognitive. La nouvelle science de l'esprit*. Trad. fr. par J.L. Peytavin de *The Mind's New Science. A History of the Cognitive Revolution*. 1985. Paris : éditions Payot, 1993.
- [GAR91] Garin. E.: *Le Zodiaque de la vie. Polémiques anti-astrologiques à la Renaissance*. Paris : Les Belles Lettres, 1991.
- [GAU94] Gautier J.F.: *L'Univers existe-t-il ?*. Arles : Éditions Actes Sud, 1994.
- [GLE68] Gleadow R.: *Les origines du zodiaque*. 1968. Trad. fr. par S. Gleadow. Paris : Stock, 1971.
- [GUI75] Guitel G.: *Histoire comparée des numérations écrites*. Paris : Flammarion, 1975.
- [GUT56] Guthrie W.K.C.: *Orphée et la religion grecque. Etude sur la pensée orphique*. 1956. trad. fr. par S.M. Guillemin. Paris : Payot, 1956.
- [HAA74] Haack S.: *Deviant Logic. Some philosophical issues*. Cambridge University Press, 1974.

- [HAB68] Habermas J.: *La Technique et la science comme idéologie*. 1968. Trad. fr. et intro. de J. R. Ladmiral. Paris : Gallimard, 1973.
- [HAD45] Hadamard J. *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*. 1945. Trad. fr. par J. Hadamard. Paris : Gauthiers-Villars, 1975.
- [HAO74] Hao Wang : *From mathematics to philosophy*. Routledge and Kegan Paul, 1974.
- [HEI73] Heidmann J.: *Introduction à la cosmologie*. Paris : Presses Universitaires de France, 1973.
- [HEM66] Hempel C. G.: *Eléments d'épistémologie*. Trad. fr. par B. Saint-Sernin de *Philosophy of Natural Science*. 1966. Prentice Hall. Paris : Librairie Armand Colin, 1972.
- [HER24] Hermann I.: *Psychanalyse et logique*. trad. du hongrois par G. Kassai. Paris : Denoël, 1978.
- [HEY55] Heyting A.: *Les fondements des mathématiques. Intuitionnisme. Théorie de la démonstration*. Gauthier-Villars et Neuwelaerts, 1955.
- [HIN85] Hintikka J.: *La vérité est-elle ineffable ? (et autres essais)*. Trad. fr. par A. Soulez et F. Schmitz. Combas : Editions de l'Eclat, 1994.
- [HOY56] Hoyle F.: *Aux frontières de l'astronomie*. Trad. fr. par M. et E. Vincent. Paris : Correa/Buchet-Chastel. 1956.
- [IFR94] Ifrah G.: *Histoire universelle des chiffres. L'intelligence des hommes racontée par les nombres et le calcul*. Paris : Robert Laffont, 1994.
- [IRV90] Irvine A.D.: *Physicalism in Mathematics*. Dordrecht, Boston, London : Kluwer Acad. Publ., 1990.
- [JAC80] Jacob P.: *De Vienne à Cambridge. L'héritage du positivisme logique de 1950 à nos jours*. Paris : Gallimard, 1980.
- Cf. également, sous la direction de P. Jacob : *L'empirisme logique. Ses antécédents, ses critiques*. Paris : Les Editions de Minuit, 1980.
- [JOL92] Joly B.: *La rationalité de l'alchimie au XVII^e siècle*. Paris : Vrin, 1992.
- [KAZ71] Kazutinski V.: *Etat actuel de la théorie cosmogonique*. In *Problèmes de cosmogonie contemporaine*. Sous la direction de V. Ambartzoumian. Moscou : Editions Mir, 1971.
- [KLE71] Kleene S. C.: *Logique mathématique*. Trad. fr. par Jean Largeault de *Mathematical Logic*. 1967. John Wiley and Sons. Paris : Armand Colin, 1971.
- [KNA67] Knappich W.: *Histoire de l'astrologie*. 1967. Trad. fr. par H. Latou. Vernal/Philippe Lebaud, 1986.
- [KRA52] Krappe A.H.: *La genèse des mythes*. Paris : Payot, 1952.
- [KUC52] Kucharski P.: *Etude sur la doctrine pythagoricienne de la tétrade*. Paris : Les Belles Lettres, 1952.
- [KUH62] Kuhn T. S.: *La structure des révolutions scientifiques*. 1962. Trad. fr. Paris : Flammarion, 1972.
- [LAK70] Lakatos I. and Musgrave A. (eds.): *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge University Press, 1970.
- [LAK76] Lakatos I.: *Proofs and Refutations. The logic of mathematical discovery*. 1976. Cambridge University Press. Trad. fr. de N. Balacheff et J. M. Laborde: *Preuves et réfutations. Essai sur la logique de la découverte mathématique*. Paris : Hermann, 1984.
- [LAK78] Lakatos I.: *Histoire et méthodologie des sciences. Programmes de recherche et reconstruction rationnelle*. Paris : Presses Universitaires de France, 1994. Trad. fr. par C. Malamoud et J.F. Sptitz sous la direction de L. Giard de *The Methodology of scientific research programs (Philosophical papers, vol I)*, chap. 1,2,4. Cambridge University Press. 1986.
- [LAR73] Lardreau G.: *Le singe d'or. Essai sur le concept d'étape du marxisme*. Paris : Mercure de France, 1973.
- [LAR77] Largeault J.: *Quinze ans d'épistémologie*. In *Revue de synthèse*. Juillet-décembre 1977.

- [LAR85] Largeault J.: *Principes de philosophie réaliste*. Paris : Klincksieck, 1985.
- [LAU37] Lautmann A.: *Essai sur l'unité des mathématiques et divers écrits*. 1937-1939. Nouvelle édition. Paris : Union Générale d'Éditions, 1977.
- [LED75] Ledgard H. F.: *Proverbes de programmation*. 1975. Trad. et annotations par J. Arzac de *Programming proverbs*. Paris : Bordas, 1978.
- [LEQ78] Lequeux J.: *Les tests cosmologiques*. In *La Recherche* n° 85. 1978.
- [LLO79] Lloyd G.E.R.: *Magie, Raison et Expérience. Origines et développement de la science grecque*. Paris : Flammarion, 1990. Trad. fr. par J. Carlier et F. Regnot de *Magic, Reason and Experience. Studies in the Origin of Greek Science*. 1979. Cambridge University Press.
- [LWO83] Lwoff A.: *Sur le prétendu principe de falsification de Karl Popper et sur quelques divagations logomachiques*. In *La Recherche*. n° 142. Mars 1983.
Voir également la réponse d'Edgar Morin: *Sur quelques divagations logomachiques d'un prix Nobel*. In *La Recherche*. n° 145. Juin 1983.
- [MAL76] Malherbe J. F.: *La philosophie de Karl Popper et le positivisme logique*. Presses Universitaires de Namur et Presses Universitaires de France. 1976.
- [MAL81] Malherbe J. F.: *Epistémologies anglo-saxonnes*. Paris : Presses Universitaires de France, 1981.
- [MAN75] Mandelbrot B.: *Les objets fractals. Forme, hasard, et dimension*. Paris : Flammarion, 1975.
- [MAO37] Mao-Ze-Dong: *De la contradiction*. 1937. Trad. fr. Les Editions de Pékin, 1972.
- [MAR95] Margenstern M.: *L'école constructive de Markov*. In *Revue d'histoire des mathématiques*. Tome 1, fascicule 2. pp. 271-305. Société Mathématique de France, 1995.
- [MER65] Merleau-Ponty J.: *Cosmologie du XX^{ème} siècle. Etude épistémologique et historique des théories de la cosmologie contemporaine*. N.R.F. Paris : Gallimard, 1965.
- [MER71] Merleau-Ponty J.: *La cosmologie moderne*. In *La nouvelle astronomie*. Sous la direction de J.C. Pecker. Paris : Hachette, 1971.
- [MEU25] Meunier M.: *Hiéroclyès et les « Commentaires sur les Vers d'Or pythagoriciens »*. L'Artisan du livre. 1925.
- [MIC50] Michel P.H.: *De Pythagore à Euclide. Contribution à l'histoire des mathématiques préeuclidiennes*. Paris : Les Belles Lettres, 1950.
- [MIL61] Mill J. S.: *L'utilitarisme*. Trad. fr. par G. Tanesse. Privat éditeur, 1861.
- [MNS89] *La mathématique non-standard. Histoire. Philosophie. Dossier scientifique*. Recueil d'études édité sous la direction de H. Barreau et J. Harthong. Paris : Editions du C.N.R.S, 1989.
- [MON70] *Le Hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*. Paris: Editions du Seuil, 1970.
- [MOR38] Morris Ch.: *Fondements de la théorie des signes*. 1938. Trad. fr. du début de l'original. In *Langages* n° 35. *Problèmes et méthodes de la sémiologie*. Paris : Didier-Larousse, 1974.
- [MOR77] Morin E.: *La méthode. Tome 1. La nature de la Nature*. Paris : Editions du Seuil, 1977.
- [NEU95] Neuveux M.: *Le nombre d'or, radiographie d'un mythe*. Paris : Editions du Seuil, 1995.
- [NIC57] Nicolle J.: *La symétrie*. Collection « Que sais-je ? » n° 743. Paris : Presses Universitaires de France, 1957. L'article de Pierre Curie sur la symétrie est paru dans le *Journal de Physique* en 1894.
- [NOT76] Nottale L., Pecker J.C., Vigier J.P., et Yourgreau W.: *La constante de Hubble mise en question*. In *La Recherche* n° 68. 1976. Voir également la réponse de E. Schatzmann dans cette même revue n° 91.
- [OKA95] Okada Kenkichi : *Catastrophe Theory and Phase Transitions: Topological Aspects of Phase Transitions and Critical Phenomena. Solid State Phenomena Vol. 34*. Zurich : Transtec Publications Ltd - Scitec Publications Ltd, 1995.
- [PAN95] Panza M. : *Platonisme et intentionnalité*. In [PAS95] pp. 85-132.

- [PAS95] Panza M. et Salanskis J.M. (sous la dir.): *L'objectivité mathématique. Platonismes et structures formelles*. Paris, Milan, Barcelone : Masson, 1995.
- [PAT76] Paty M. et d'Espagnat B.: *La dialectique intervient-elle dans les raisonnements de la physique ? Un débat*. Cahier *Fundamenta Scientiae* n° 57 publié par l'Université L. Pasteur, Strasbourg, 1976.
- [PAU80] Paulos J.A.: *A model-theoretic explication of the theses of Kuhn and Whorf*. In *Notre-Dame Journal of formal logic*. Vol. 21, n° 1. Janvier 1980. pp. 155-165.
- [PEC83] Pecker J.C.: *L'astrologie et la science*. In *La Recherche*. n° 140, janvier 1983. Voir également la réponse de P. Thuillier: *À quoi servait l'astrologie ?* n° 141, février 1983 et la suite du débat n° 142, mars 1983.
- [PEU65] Peuckert W.E.: *L'astrologie*. 1965. Trad. fr. par R. Jouan et L. Jospin. Paris : Payot, 1965.
- [POL45] Pólya G.: *How to solve it*. 1945. Princeton University Press. Doubleday Anchor Books. Réédition 1957.
- [POL54] Pólya G.: *Les mathématiques et le raisonnement plausible*. 1954. Trad. fr. par L. Couffignal et R. Vallée. Paris : Gauthiers-Villars, 1958.
- [POP34] Popper K.: *La logique de la découverte scientifique*. 1934. Trad. fr. par N. Thyse-Rutten et Ph. Devaux d'après la version anglaise. Paris : Payot, 1973.
- [POP63] Popper K.: *Conjectures and Refutations. The growth of scientific knowledge*. 1963. Londres.
- [PUT71] Putnam H.: *Philosophie de la logique*. New-York : Harper and Row, 1971. Trad. fr. par P. Peccatte. Combas : Editions de l'Eclat, 1996.
- [PUT75] Putnam H.: *Mathematics, Matter and Method. Philosophical papers*. Vol. 1. Cambridge University Press, 1975.
- [PUT92] Putnam H.: *Définitions. Pourquoi ne peut-on pas "naturaliser" la raison ?* Cambridge University Press, 1983. Trad. fr. par Ch. Bouchindhomme. Combas : Editions de l'Eclat, 1992.
- [QUE35] Queneau R.: *La dialectique des mathématiques chez Engels*. 1935. Repris dans *Bords : Mathématiciens, Précurseurs, Encyclopédistes*. Nouveau tirage. Paris : Hermann, 1978.
- [QUI69] Quine W.V.O.: *Relativité de l'ontologie et autres essais*. 1969. Trad. fr. par J. Largeault. Paris : Aubier-Montaigne, 1977.
- [QUI75] Quine W. V. O.: *Philosophie de la logique*. 1969. Trad. fr. par J. Largeault. Paris : Aubier-Montaigne, 1975.
- [RAY77] Raymond P.: *Matérialisme dialectique et logique*. Paris : Maspéro, 1977.
- [REG62] van Regemorter H.: *Origine et évolution du système solaire*. In *Astronomie* sous la direction de E. Schatzmann. Encyclopédie de la Pleïade. N.R.F. Paris : Gallimard, 1962.
- [REG66] Régnier A.: *Les infortunes de la raison*. Paris : Editions du Seuil, 1966.
- [REG71] Régnier A.: *De la théorie des groupes à la pensée sauvage et Mathématiser les sciences de l'homme*. In *Anthropologie et calcul*. Paris : Union Générale d'éditions, 1971.
- [ROB23] Robin L.: *La pensée grecque et les origines de l'esprit scientifique*. 1923. Nouvelle édition. Paris : Albin-Michel, 1973.
- [ROR79] Rorty R.: *L'homme spéculaire*. Trad. fr. par Th. Marchaisse de *Philosophy and the Mirror of Nature*. 1979. Princeton University Press. Paris : Editions du Seuil, 1990.
- [ROR90] Rorty R.: *Science et solidarité. La vérité sans le pouvoir*. Trad. fr. par J.P. Cometti. Combas : Editions de l'Eclat, 1990.
- [ROS75] Rosen J.: *Symmetry discovered. Concepts and applications in nature and science*. Cambridge University Press, 1975.
- [RUE91] Ruelle D.: *Hasard et chaos*. Paris : Editions Odile Jacob, 1991.
- [RUS78] Russo F.: *La connaissance scientifique selon Karl Popper*. In *Etudes*. Mars 1978.
- [SCH64] Schaff A.: *Langage et connaissance*. 1964. Trad. du tchèque par C. Brendel. Paris :

Anthropos, 1969.

[SEL63] Sellars W.: *Empirisme et philosophie de l'esprit*. 1963. Trad. fr. par. F. Cayla de *Empiricism and the philosophy of mind*. Combas : Editions de l'Éclat, 1992.

[SER70] Serebryannikov O.F.: *Heuristic principles and logical calculi*. 1970. Akademiya Nauk S.S.S.R. Israël program for scientific translations. 1972.

[SHA62] Shanin N. A.: *Constructive real numbers and constructive function spaces*. Trad. du russe par E. Mendelson. American Mathematical Society. 1962.

[STE92] Stengers I.: *La volonté de faire science. À propos de la psychanalyse*. Paris : Les empêcheurs de penser en rond. Laboratoires Delagrang/Synthélabo, 1992.

[STE93] Stengers I.: *L'invention des sciences modernes*. Paris : Editions La Découverte, 1993.

[STO92] Stozckowski W.: Origines de l'homme: *Quand la science répète le mythe*. In *La Recherche*. n° 244. Juin 1992.

[SUP81] Suppes P.: *Logique du probable. Démarche bayésienne et rationalité*. Paris : Flammarion, 1981.

[SYM89] *La symétrie aujourd'hui*. Ouvrage collectif. Texte établi par G. Minot. Paris : Editions du Seuil, 1989.

[TER91] Terré-Fornacciari D.: *Les sirènes de l'irrationnel. Quand la science touche à la mystique*. Paris : Albin-Michel, 1991.

[THO72] Thom R.: *Stabilité structurelle et morphogénèse. Essai d'une théorie générale des modèles*. 1972. Benjamin Inc. Deuxième édition, revue, corrigée et augmentée. Paris : InterEditions, 1977.

[THO74] Thom R.: *Modèles mathématiques de la morphogénèse*. Paris : Union Générale d'Éditions, 1974.

[THO80] Thom R.: *Paraboles et catastrophes. Entretiens sur les mathématiques, la science et la philosophie* réalisés par G. Giorello et S. Morini. 1980. Il Saggiatore. Trad. fr. par L. Berini. Paris : Flammarion, 1983.

[THO88] Thom R.: *Esquisse d'une sémiophysique*. Paris : InterEditions, 1988.

[THU89] Thuillier P.: *La mécanique quantique va-t-elle réenchanter le monde ?* In *La Recherche* n° 215. Novembre 1989.

[TON62] Tonnelat M.A. et Mavridès S.: *La cosmologie relativiste*. In *Astronomie* sous la direction de E. Schatzmann. Encyclopédie de la Pléiade. N.R.F. Paris : Gallimard, 1962.

[TRO69] Troelstra A. S.: *Principles of intuitionism*. Springer-Verlag, 1969.

[TYM86] Tymoczko T. (ed.): *New directions in the philosophy of mathematics*. Birkhäuser, 1986.

[VIL93] Colloque de la Villette. 24-25 février 1993. *La pensée scientifique et les parasciences*. Paris: Albin-Michel/Cité des Sciences et de l'Industrie, 1993.

[VOI64] Voilquin J.: *Les penseurs grecs avant Socrate. De Thalès de Milet à Prodicos*. Paris : Garnier-Flammarion, 1964.

[VOL67] della Volpe G.: *Critique de l'idéologie contemporaine*. 1967. Trad. de l'italien par M. Méthais. Paris : Presses Universitaires de France, 1976.

[VOR73] Vorobiev N.: *Caractères de divisibilité et suites de Fibonacci*. Moscou : Editions Mir, 1973.

[WAL77] Walliser B.: *Systèmes et modèles. Introduction critique à l'analyse des systèmes*. Paris : Editions du Seuil, 1977.

[WHO56] Whorf B. L.: *Linguistique et anthropologie*. 1956. Trad. fr. par Cl. Carme. Paris : Denoël, 1969.

[WIL79] Wilson K. G.: *Les phénomènes de physique et les échelles de longueurs*. In *Pour la Science* n° 24. 1979.

Sur les transitions de phase du point de vue expérimental:

Stanley H. E.: *Introduction to phase transition and critical phenomena*. Clarendon Press, 1961.

Sur la méthode du groupe de renormalisation:

Toulouse G. et Pfeuty P.: *Introduction au groupe de renormalisation et à ses applications (phénomènes critiques et autres)*. Presses Universitaires de Grenoble, 1976.

Amit D.J.: *Field theory, the renormalization group and critical phenomena*. Second édition. Singapour : World Scientific, 1984.

[WIT21] Wittgenstein L.: *Tractatus logico-philosophicus*. 1921. Trad. fr. par P. Klossowski. N.R.F. Paris : Gallimard, 1961.

[WIT30] Wittgenstein L.: *Remarques philosophiques*. 1930. Edition posthume par R. Rhees. Trad. fr. par J. Fauve. N.R.F. Paris : Gallimard, 1975.

[WIT45] Wittgenstein L.: *Investigations philosophiques*. 1945. Trad. fr. par P. Klossowski. Paris : Gallimard, 1961.

[WIT56] Wittgenstein L.: *Remarques sur les fondements des mathématiques*. 1956. Edition posthume par G. E. M. Anscombe, R. Rhees et G. H. von Wright. Trad. fr. par M. A. Lescourret. Paris : Gallimard, 1983.

[WIT58] Wittgenstein L.: *De la certitude*. 1958. Édition posthume par G. E. M. Anscombe et G. H. von Wright. Trad. fr. par J. Fauve. Paris : Gallimard, 1965.

Qu'est-ce qu'une science ?

Pour répondre à cette question, le philosophe Karl Popper a introduit dans les années trente le concept de *critère de démarcation*. Selon lui, une science doit être potentiellement réfutable et se démarque par là des doctrines « affligées d'invulnérabilité » qui sont renvoyées à la métaphysique. Au delà de cette tradition démarcationniste axée sur la notion de critère et reconnue maintenant impraticable, la philosophie reste traversée par une *pensée démarcative* souvent tacite qui se traduit par une interrogation insistante: « Est-ce une science ou non ? ».

La première partie de cet essai étudie différentes manières d'aborder le concept positiviste de *démarcation*; selon Popper bien sûr, mais également à travers les thèses de l'empirisme logique et les travaux de Kuhn, Habermas, Lakatos et Feyerabend. L'auteur introduit ensuite la méthode figurative d'exploration des *marges de paradigmes* qui conduit à l'étude détaillée d'un certain nombre de situations démarcatives empruntées à la fois aux sciences (mathématiques, cosmologie, théorie des systèmes, etc.) et à certains domaines non scientifiques (dialectique de la nature, arithmologie pythagoricienne, astrologie antique). Il suggère enfin une voie de réflexion qui permette de substituer la notion informelle de **consistance rationnelle**, fondée sur un *principe de non contradiction épistémique*, à celle de *démarcation* qui relève d'une sorte de *tiers exclu épistémologique quasi-formel*.

L'approche rationaliste développée dans cet essai permet de comprendre, sans y souscrire, l'attrance du projet positiviste inhérent à la pensée démarcative.

[Présentation de la collection]

La collection Philosophie [etc.].

Patrick Peccatte a 41 ans. Après des études en mathématiques, informatique et philosophie, il a travaillé dans l'enseignement et la presse puis dans l'industrie du logiciel. Il vient de traduire l'essai de Hilary Putnam: *Philosophie de la logique* (Éditions de l'Éclat : Combas, 1996).