

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

Il s'agit de notes de cours, non rédigées et non utilisables en dehors du cours du semestre 1, année 2012-2013.

Lors de la discussion qui suivait une conférence donnée à l'*Espace des Sciences* Rennes sur le thème « Comment triomphe une théorie scientifique ? », un auditeur me fit la critique suivante : « Vous avez tort d'avoir parlé de la « théorie de l'évolution de Darwin », car l'évolution est un fait réel que seul un insensé peut contester, or vous suggérez que l'évolution puisse ne pas être vraie en la qualifiant de théorie ». Je me souviens de n'avoir pas donné une bonne réponse en montrant seulement un certain agacement et en balayant cette objection.

La critique de l'intervenant était pourtant foncièrement invalide, mais pour des raisons que je n'ai pas –sur le coup– su présenter. Une bonne réponse doit être soigneusement forgée. Au cours de cette conférence, j'avais aussi parlé de la « théorie de la gravité », ou de la chute des corps et pourtant je ne doutais pas qu'en lâchant mon stylo, je l'aurais fait tomber sur le sol, pas plus que je doute le moins du monde de l'évolution des espèces vivantes.

Lorsque je parle de la théorie de la gravité, je fais entrer la chute de mon stylo sur le sol *dans* l'histoire des sciences ; de même qu'en parlant de la théorie de l'évolution, je fais entrer dans l'histoire des sciences la transformation de certains descendants de loups en chiens. Le second mérite de l'expression « la théorie de l'évolution » ou « la théorie de la chute des corps » est de souligner que l'on énonce autre chose qu'une vérité simple, absolue, nécessaire, universelle. La proposition « mon stylo tombe en vertu de la théorie de la gravité » peut être invalidé, par exemple si je me situe dans le cadre de la théorie de la relativité générale.

On teste ici qu'un énoncé comme « sur terre, mon stylo tombe » n'est absolument vrai qu'autant qu'il n'est pas scientifique. Quand un énoncé proche mais plus complet prétend au statut d'énoncé de science, il devient, du même coup, susceptible d'être pris en défaut.

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

1. « L'histoire générale des sciences » constitue-t-elle un objet possible ?

Il existe une idée moderne largement répandue selon laquelle l'histoire des sciences est une discipline très récente. Que les sciences soient une activité qui remonte à loin, la plupart des philosophes et des scientifiques (pas tous) en convient. En revanche, il est souvent soutenu que leur histoire n'aurait été convenablement faite qu'au siècle dernier (ou éventuellement au XIX^e). Il y a plus, certains auteurs, et non des moindres, doutent de la possibilité même de faire l'histoire des sciences. Selon ces auteurs, il est normal qu'il n'y ait pas eu d'histoire des sciences pendant de longs siècles et ce serait avec audace, voire imprudence, que l'on se serait lancé dans l'aventure mal fondée qui consiste à la rédiger.

Paul Tannery proclamait en 1904 :

« Comme je l'ai dit, cette histoire générale [des sciences] n'existe point encore. »¹

Le même Tannery avait cependant déjà commencé à rédiger une histoire générale des sciences, du moins les chapitres sur « l'histoire générale des sciences en Europe, depuis le XIV^e siècle à 1900 » qui devaient accompagner *l'Histoire générale* de Lavis et Rambaud. René Taton confirme la réalité de l'entreprise engagée par Tannery en rappelant que les chapitres de Tannery « n'étaient que la première esquisse d'un grand *Traité d'histoire générale des sciences* que sa mort prématurée ne lui a pas permis d'écrire ».²

C'est à la même époque (1903) que Tannery tentait de thématiser ce que peut et devrait être l'histoire des Sciences ; elle devrait être dédoublée, en *histoire générale* et *histoire spéciale*. La nature de la distinction, de l'opposition de l'une et de l'autre ne m'apparaissent pas claires du tout. Taton note d'ailleurs qu'« il lui [Tannery] semble prématuré de pouvoir définir l'histoire générale des sciences ».³

« Faisons donc d'abord une histoire générale des sciences, et tant qu'elle ne sera pas faite, ne nous payons pas de mots qui seraient encore plus obscurs que ceux qu'ils devraient expliquer. Actuellement, cette histoire n'est rien... rien qu'une conception individuelle. Chacun peut avoir la sienne et il a autant de droit qu'un autre à chercher à la réaliser objectivement. Mais une fois que cette réalisation sera suffisante pour servir de fondement à des constructions ultérieures, ou de type pour l'exécution d'un plan plus vaste, l'histoire générale des sciences aura commencé son existence de fait, et il sera temps d'en chercher si on le croit utile pour les lexiques une définition concise et exacte. »⁴

Bref, si l'histoire générale des sciences n'existe pas encore, des histoires partielles existent et nul n'a pu fournir de caractérisation valable de ce qu'elle doit être. Toutefois chacun peut participer à son édification « de fait », ainsi l'histoire générale des sciences est appelée à exister sans définition précise et conceptuellement valide ; elle sera un objet de fait et pas de raison.

Alexandre Koyré soutenait en 1961, au congrès international d'Histoire des Sciences d'Oxford que « Personne ne peut plus écrire l'histoire des sciences, ni même l'histoire d'une science... Les tentatives récentes le prouvent abondamment » (*Perspectives sur l'Histoire des sciences*, in Br. P. 152). Cependant, le même A. Koyré est un des auteurs les plus marquants de *l'Histoire générale des sciences* dont René Taton vient, alors, de diriger la publication au Seuil en 1957.

¹ Cité in Brunchv. P.74

² Taton, *Etudes d'histoire des sciences*, Brepols, 515.

³ *Revue de synthèse historique*, t. VIII (1904), 1-16 ; P. Tannery, *Mémoires scientifiques*, t. X, Paris, 1930, 163-182. Cité par Taton, Brepols, 200, p. 516-517

⁴ *Revue de synthèse historique*, t. VIII (1904), 7 ; P. Tannery, *Mémoires scientifiques*, t. X, Paris, 1930, 171-172. Cité in Taton, p. 515.

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

Il est spectaculaire de considérer l'introduction de cette immense entreprise (de Taton). Elle est quasi inexistante, trois pages et demi très neutres. Cette histoire « se fait donc », mais ne se définirait pas ni ne se décrirait, ce qui est conforme au « programme » de Paul Tannery.

Il y a donc des indices concordants faisant penser que l'HdS présente des caractères assez particuliers qui la rende plus problématique ou chimérique à réaliser que l'histoire générale.

Cette entreprise incertaine voit pourtant le jour et Georges Sarton auteur d'une monumentale *Introduction à l'histoire des sciences (1927-1947)* partage avec Paul Tannery l'idée selon laquelle la référence philosophique en la matière est Auguste Comte qui « doit être considéré comme le fondateur de l'histoire des sciences, ou tout au moins comme le premier qui en eut une conception claire et précise, sinon complète ». ⁵ Le but de la revue *Isis* dont il est le fondateur en 1913, sera, « au point de vue philosophique », de refaire sur des bases scientifiques et historiques plus profondes et plus solides, l'œuvre de Comte». Paul Tannery voit ce dernier comme « Le premier penseur qui ait conçu d'une façon quelque peu précise l'histoire générale des sciences » ⁶.

René Taton écrit qu'il s'agit « d'une discipline relativement récente. Quoiqu'elle ait été chaudement prônée par les encyclopédistes, puis par Auguste Comte et l'école positiviste » ⁷

Autrement dit, tant les encyclopédistes que l'école positiviste n'ont pas pu mener à bien un projet qui cependant leur paraissait d'importance.

Des commentaires récents reprennent –en la nuancant- cette appréciation ; c'est « en tant que discipline » que l'histoire des sciences est toute récente. Est-ce à dire qu'ils admettent son existence préalable, quoique *non disciplinaire* ? Rien ne l'indique. Dans l'encyclopédie en ligne Wikipédia, on peut lire

« Depuis longtemps, de nombreux universitaires et scientifiques se sont fait les chroniqueurs du développement de leur discipline respective, de la science en général. Mais ce n'est qu'à partir du XX^e siècle que se constitue l'histoire des sciences en tant que discipline ». On oppose les « chroniqueurs » à la « discipline constituée ».

Selon Jean-François Braunschtein, elle commence –en tant que discipline- au milieu du XIXe. Ses Pères seraient Auguste Comte (1798-1857) en France et William Whewell (1794-1866) en G.B. Koyré soutient que c'est au XVIIIe, avec les lumières que « l'histoire des sciences se constitue en discipline indépendante » (*Perspectives sur l'histoire des sciences*, Oxford 1961, in Br. 149-150).

Il convient de signaler l'avis d'A.C. Crombie selon lequel, le projet de Tannery n'est pas si neuf :

These ideas were not new, for in the *Advancement of Learning*, Francis Bacon had already laid out a remarkable design for an intellectual history that should not only include the origin and development of scientific thought in different societies, but should also relate scientific progress and decay to the disposition of the people and their laws, religion, and institutions. ⁸

Tous ces arguments m'étonnent car, en fait, il existe des *Histoire des sciences* depuis fort longtemps et le point de vue contraire, assez largement partagé, se heurte au fait bien réel qu'il existe des « Histoires des sciences » depuis que les sciences existent ou presque : Ex. Aristote

⁵ G.Sarton, 1913, Premier numéro d'*Isis*, cité in Braunch. n.3, p.23

⁶ P. Tannery, « De l'histoire générale des sciences », (1904) dans *Mémoires scientifiques, t. X*, Généralités historiques 1892-1930, Privat-Gaunthier-Villars 1930, reproduit in Br. p.67-83.

⁷ René Taton, Préface générale à l'histoire générale des sciences, p. V.

⁸ A.C. Crombie, *Introduction*, "Scientific change », Symposium on the history of science, Oxford, 9-15 July, 1961, New York, 1963, p. 1.

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

dans la *Physique* notamment, Pline l'ancien (37 tomes de *L'histoire naturelle*) ou Albert le Grand, ou Vincent de Beauvais, Kurt Sprengel (1766-1833), Conrad Gessner, ou Buffon, Bacon (*Du progrès et de la promotion des savoirs*), Condorcet (*Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain* 1793), Fontenelle (*Histoire de l'ARS* 1699.)

On pensera aux très nombreux articles de *l'Encyclopédie*, qui relèvent, de fait, de l'histoire des sciences, articles auxquels on joindra le *Discours préliminaire*.

En outre depuis longtemps des histoires des sciences particulières (ref. Br. 9 et 11). Grand exemple Jean-Etienne Montucla (1758), Jean-Sylvain Bailly (1775-1782), Joseph Priestley (1767 ; 1772), Delambre, Abraham Gotthelf Kästner (1796-1800), Johann Friedrich Gmelin (1797-1799), Johann Karl Fischer (1801-1808), Beeckman

Ces exemples montrent -selon moi- que la thèse de l'existence récente de l'histoire des sciences (voire de son impossible véritable réalisation) est beaucoup trop restrictive et j'aurais tendance à considérer que l'histoire des sciences commence lorsque sont produits des textes d'histoire des sciences.

L'explication de cette sorte de négation est peut-être donnée par Michel Serre, dans sa *Préface aux Eléments d'histoire des sciences* qu'il a dirigés

« Car il existe une histoire des sciences spontanée, comme aurait Auguste Comte : telle que la pratiqueraient une histoire trop peu avertie des sciences et des sciences très mal instruites d'histoire. Et justement cette progression sans accident du savoir intégral dans un temps global, homogène et isotrope, caractérise cette spontanéité irréfléchie. A y regarder de près mille complications apparaissent : entre la carte à grande échelle d'une côte découpée par l'érosion des roches et le parcours du randonneur sur les cailloux du terrain, on passe d'une courbe continue à des sauts chaotiques et aveugles, qui explorent et bricolent, comme le font souvent les chercheurs. De même nulle science ne reste unique, reconnaissable et cohérente, même à moyen terme, le long d'une durée qui elle-même bifurque et fluctue. La raison dans l'histoire savante ressemble donc à une naïveté. Cette spontanéité suppose vraies mille choses encore : qu'il suffit de relater la série des solutions à des problèmes et des expériences pour des inventions ; de tracer les portraits des génies qui signèrent des découvertes ; de reconnaître dans le passé des traces d'embryons ou de rêves, semences ou fondements des réalisations contemporaines ; de marquer fortement les coupures et révolutions qui datent la naissance irréversible d'une science ou les moments forts de ses transformations ; de décrire les querelles, débats et polémiques dont le feu alimenterait les moteurs de l'avancée intelligente ; ou inversement d'accrocher le chapitre des sciences au livre courant de l'histoire ; de définir le cadre social, institutionnel, économique, culturel et politique des contenus savants...Elle suppose surtout ce moment rétrograde du vrai qui projette dans le passé les connaissances d'aujourd'hui de sorte que l'histoire devient une préparation irrésistible et quasi programmée au savoir du jour. Au vrai, rien de plus difficile que d'imaginer un temps, libre et fluctuant, non complètement déterminé, où les savants qui cherchent ne savent pas encore vraiment tout à fait ce qu'ils cherchent tout en le sachant aveuglément.

Au fond, cette spontanéité a une double racine : la béate admiration, religieuse à la lettre, quoique parfois justifiée, envers tout ce qui se dit savant et qui, par là, demeure intouchable, et une symétrique adoration pour l'histoire. Même s'ils se prétendent athées ou libérés, nos contemporains sacrifient volontiers à ces deux autels ou s'inclinent devant cette double hiérarchie. Nul ne peut mettre en question le sérieux, la raison, les acquis le travail des sciences ni de l'histoire sans se voir aussitôt accusé de quitter le rationnel. Voilà deux tabous de notre temps. Par conséquent l'histoire des sciences spontanée se réduit souvent à une histoire sainte ou plutôt sacralisée : les génies s'y conduisent comme des prophètes, les coupures comme des révélations, les polémiques ou débats excluent les hérétiques, les colloques miment les conciles, la science s'incarne peu à peu dans le temps comme jadis l'esprit. »⁹

⁹ Michel Serres, (dir.) *Eléments d'Histoire des sciences*, (1989) Larousse-Bordas 1997, p. 14-15.

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

Tout est dit, l'histoire des sciences est infiniment complexe car elle est infiniment riche et se situe à mille carrefours. Alors, on peut toujours dire que les Histoires des sciences, réalisées « avant » n'étaient pas satisfaisantes, pas assez claires, pas assez scientifiques, pas assez philosophiques, pas assez sociologiques, pas assez générales etc., on ne peut pas, cependant, dire qu'elles n'existaient pas. Il m'apparaît donc plus raisonnable de balayer ces idées selon lesquelles ce genre est nouveau. Il est, au contraire fort ancien, avec ses faiblesses et ses richesses, ses productions médiocres et ses chefs-d'œuvre. Alors oui, il est possible de produire des *Histoire des sciences* et cet exercice est ancien.

Reste à comprendre pourquoi les auteurs, même ceux qui effectivement contribuent à l'écrire, réfutent, avec plus ou moins de conviction, la possibilité de la réaliser. C'est un ensemble de raisons : un rapport complexe des sciences à la vérité, une situation topologiquement complexe des sciences et de leur histoire, un rapport délicat aux conditions socio-économiques... bref, on ne sait si on est véritablement habilité à en parler.

René Taton est d'une grande sobriété quand il évoque cette complexité :

Touchant à la fois aux sciences, à la philosophie et à l'histoire générale, l'histoire des sciences se trouve dans une situation toute spéciale, à la frontière des sciences pures, des sciences humaines et des techniques. Il est certain que cette position privilégiée en une zone de fécondes confluences constitue l'un des facteurs essentiels de la haute valeur culturelle de cette discipline. Mais cette situation exceptionnelle est aussi à l'origine de nombreuses difficultés.»¹⁰

Il y a aussi un échec régulier de toutes les tentatives pour en comprendre la dynamique interne, la ou la logique de développement. C'est sans doute un des points les plus intéressants, à savoir, que l'histoire des sciences n'a pas de *pattern*, pas de loi de formation interne un tant soit peu générale. Elle ne confirme quasi jamais les grandes régularités qu'on croit devoir y trouver.

Il faudra revenir sur une construction philosophique importante visant à justifier l'impossibilité ou le peu d'intérêt d'une histoire des sciences, c'est celle de Michel Foucault dont je parlerai dans un chapitre ultérieur.

2. Que doit-on comprendre par événements (ou éléments) constitutifs de l'histoire des sciences ?

Des faits matériels simples ou des observations élémentaires, considérés en eux-mêmes, ne sont pas constitutifs de l'histoire des sciences, bien qu'ils aient un rapport avec les sciences. Prenons quelques exemples (ils pourraient être multipliés) :

« Le soleil se lève à l'est », « une éclipse de lune a lieu », « un caillou tombe vers le sol », « la terre est ronde », « la variole ne s'attrape pas deux fois », « une lentille grossit l'image perçue », « l'eau ne monte pas dans les pompes au dessus de 13 pieds », « des parents aux yeux bleus ont presque toujours des enfants aux yeux bleus », « un courant électrique dévie une aiguille aimantée », « un chat ressemble à un tigre », « le frottement de deux pièces en contact chauffe le matériau », etc.

On ne peut pas contester que ces propositions aient quelque chose à voir avec les sciences ; alors pourquoi n'en font-elles pas partie ?

Sans nous doter –à ce stade- d'une définition, ou d'une caractérisation de *ce que c'est* que la science, ou de *ce que c'est* qu'une science, on admettra que l'idée de science exige quelques informations qui répondent, fut-ce incomplètement, au *pourquoi* et, ou au *comment* de la chose dont il est question.

Ainsi, aussi général soit le fait que *le soleil se lève à l'est*, ou aussi partagée l'opinion selon laquelle *le chat ressembla au tigre*, ces deux propositions ne me disent rien de scientifique, ni même, au fond, de rationnel. Je crois bien que –tant qu'elles sont énoncées ainsi, seules- la

¹⁰ Taton, Brepols, 2000, 518

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

connaissance qu'elles me fournissent ne doit pas dépasser celle qu'en ont certains animaux qui savent où se lève le soleil et établissent des ressemblances.

C'est pourquoi je ne partage pas le point de vue défendu par Rudolf Carnap lorsqu'il écrit « Pour résumer, la science commence par l'observation directe de faits isolés. »¹¹

Il est intéressant de trouver Emile Meyerson, sur ce point, bien proche de Carnap. Lorsqu'il discute les positions d'Edouard Le Roy (qui distingue radicalement entre fait brut et fait scientifique, et donne comme exemple, Il ya deux éclipses, celle du sens commun et celle du savant, reconstruite), c'est notamment pour insister sur la continuité entre les faits grossiers et les faits rationalisés.

« Fait brut et fait scientifique ne font qu'un. Il n'y a entre eux nulle solution de continuité. » (*I & R*, p. 434, belle page !)

Je défends plutôt que, dès lors que ces mêmes propositions sont accompagnées d'un certain type d'informations ou de jugement, leur statut change complètement et elles « entrent comme pièces constitutives, dans l'histoire des sciences ». Voyons les choses de plus près, cette idée étant sans doute simple, mais aussi importante.

Les faits *grossiers* entrent dans l'histoire des sciences parce que –on vient de le dire- des énoncés complémentaires leur sont associés, mais aussi parce que, en général, des activités rationnelles et matérielles leur sont associées.

Ainsi, les mêmes faits matériels ou les mêmes observations, accompagnés d'une activité rationnelle font partie de l'histoire des sciences. De *faits grossiers*, ils sont devenus *faits scientifiques*. Cette activité rationnelle peut être une prévision, une mesure, une explication, une interprétation, un test (positif ou négatif).

« Un caillou tombe vers le sol parce qu'il tend à atteindre son lieu naturel », est une thèse aristotélicienne bien caractérisée, qui renvoie à un ensemble d'arguments, de concepts, de raisonnements, de principes etc. bref, à ce qu'Aristote lui-même avait nommé sa *Physique*. Que cette thèse ait été réfutée au cours d'un processus long et intéressant ne change pas ceci : la proposition, en tant que telle, est un élément de l'histoire des sciences. Autrement dit, il n'est pas satisfaisant de faire une histoire de la mécanique, ou du principe d'inertie, ou de relativité, sans présenter et discuter cette affirmation.

On aura remarqué que la dite proposition n'est pas quantitative, elle ne livre pas de loi de la chute des graves, sinon peut-être, que le mouvement va en s'accéléralant. Elle se veut plutôt *explicative* ; elle entend dire les causes du fait grossier « le caillou tombe » ; elle ne dit pas comment il tombe, mais pourquoi. Restons-en là pour le moment en retenant qu'il n'est pas nécessaire qu'une proposition soit quantifiée pour qu'elle prenne place dans le développement de la science.

Il est évidemment déraisonnable de vouloir exclure cet énoncé hors de la science et de son histoire au prétexte qu'il serait *faux*. Un tel prétexte serait faible car il supposerait que l'on soit en mesure de définir immédiatement la fausseté (et donc aussi la vérité, dans les sciences). Force est de constater que la physique des corps en mouvement a été produite *dans le cadre de cette théorie du lieu naturel* pendant 2000 ans (sur ses 2500 ans d'existence).

¹¹ R. Carnap, *Les fondements philosophiques de la physique*, trad. Française par J.M. Luccioni et A. Soulez de *Philosophical Foundations of Physics*,(1966 Basic Books, Inc.), Paris, Armand Collin, 1973, p. 14.

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

« Un caillou tombe vers le sol de telle manière que l'espace parcouru est en raison double du temps de chute ». Ceci est aussi un énoncé de l'histoire des sciences et personne ne le conteste. On aura reconnu la thèse galiléenne, énoncée d'abord dans la lettre à Paolo Sarpi en 1604, développée dans le *Dialogo* de 1632 et longuement exposée et démontrée dans les *Discorsi* de 1638. Je suggère les deux remarques suivantes. Cet énoncé a une immense importance dans l'histoire des sciences ; elle constitue –selon bien des auteurs- la première *loi quantitative* de la physique classique ou encore *l'un des deux piliers* de cette même science classique (avec le principe d'inertie). La seconde remarque est que cette thèse n'a pas de contenu explicatif ; elle ne dit pas *pourquoi* tombe le corps grave, elle ne s'inscrit pas dans une théorie de la gravité. En revanche elle entend dire le *comment* du phénomène. On remarquera ainsi qu'il n'est pas nécessaire qu'une proposition soit explicative pour qu'elle prenne place dans le développement de la science. Bien des questions se posent à son sujet et d'abord celle de la nature *abstraite* de la situation considérée : personne en effet n'a jamais observé simplement, directement, un corps grave tomber de cette manière. Pour le considérer, il faut, soit se réfugier dans des circonstances purement intellectuelles (ce que fit Galilée), soit mettre en œuvre des dispositifs expérimentaux sophistiqués (un tube à vide, des moyens de mesure très complexes, ou aller dans l'espace quasiment vide). Nous sommes loin du *fait grossier*.

« Un caillou tombe vers le sol parce que l'attraction gravitationnelle l'y contraint et selon la loi galiléenne du carré des temps ». Telle est, en substance ce que dit la physique newtonienne qui semble donc répondre de la sorte au *comment* et au *pourquoi*. La quantification (toujours sous réserve de protocoles de mesure délicats et sophistiqués) est associée au *fait primitif* et aussi une doctrine générale de la pesanteur, l'attraction universelle dont on sait qu'elle fournira le paradigme général de la mécanique tout au long des XVIII^e et XIX^e siècles. Notons cependant que la valeur explicative de cette doctrine est peu satisfaisante aux yeux de son inventeur lui-même, Newton (il faudra y revenir). Quoiqu'il en soit, ainsi accompagné, l'énoncé sur la chute d'un caillou est évidemment un élément de l'histoire des sciences.

Enfin, si l'on est informé de la relativité générale d'Einstein, on dira qu'« un caillou tombe vers le sol parce qu'il suit une géodésique de l'espace-temps », ce qui constitue bel et bien un (des) événement de l'histoire des sciences.

On peut reprendre la liste précédente et insérer chacun des *faits communs ou grossiers* dans le cadre d'une théorie (et même de plusieurs théories) ou l'accompagner de principes ou d'un protocole de mesures qui permettent de comparer –et de l'assembler- avec d'autres *faits* analogues.

Ainsi, « le soleil se lève à l'est » en tant qu'il est porté par la *bande de l'Autre* », aurait dit un élève de Platon ayant étudié le *Timée*, ou en vertu des mouvements de la sphère du Soleil, telle qu'elle prend place dans l'astronomie qu'Aristote a exposé dans son *Traité du ciel*, à moins que ce soit le modèle en excentriques d'Hipparque ou celui de Ptolémée qui autorise à décrire avec assez de précision ce mouvement apparent du soleil. L'événement constitué par le lever oriental du soleil est entré dans l'histoire de l'astronomie antique. Vingt siècles plus tard, le même *fait grossier* aura changé de contenu scientifique avec le succès de l'astronomie héliocentrique de Copernic, Kepler, Galilée et l'histoire –histoire d'une science- se poursuivra avec de nouvelles interprétations.

On comprend bien que le même genre de remarques peut être fait pour tous les autres exemples choisis. Les lois de répartitions des caractères génétiques simples que Gregor Mendel découvre en croisant un grand nombre de pois judicieusement choisis, triés, ces lois offrent une possibilité nouvelle d'envisager le fait que l'enfant de parents aux yeux bleus a une très grande

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

probabilité d'avoir, lui aussi des yeux bleus. C'est à partir de ce moment-là que le fait commun devient élément de l'histoire des sciences.

« Les cultures systématique de Flemming », « la *Dioptrique de Kepler ou de Descartes*, le double prisme de Newton », « l'expérience de Torricelli à Florence », « Les métissages de pois de G. Mendel », « les expériences et hypothèses d'Oersted », « les équivalences des chaleurs de Joule » etc.

Autre bel exemple, les pinsons assez différents des Galápagos, mais pas trop différents. Avant que cette observation ne prenne place dans l'histoire des sciences, que de temps et de travail.

Que s'est-il passé qui est valable, quel que soit le domaine considéré, astronomie, mécanique, biologie, chimie et quel que soit, au sein de ce domaine, le cadre interprétatif proposé ? Une certaine activité humaine a transformé les faits grossiers en *faits matériels* sans doute, mais des faits qui sont désormais des *faits scientifiques*. Cette activité est celle de la raison : par elle, les faits *rationalisés* sont devenus des effets ou des causes d'un ensemble de propositions qui prétendent à la cohérence. Ils sont matériels encore, si l'on veut, mais ils sont de la *théorie matérialisée*.

Imre Lakatos donne un « bon ? » exemple de cette notion qui avait déjà été largement développée par P. Duhem : « Galilée soutenait qu'il pouvait « observer » des montagnes sur la lune et des taches sur le soleil et que ces « observations » réfutaient la théorie depuis longtemps en honneur selon laquelle les corps célestes sont des boules de cristal sans défaut. Mais ses « observations » n'étaient pas de pures observations effectuées par les sens, sans aide aucune : la confiance qu'on pouvait leur accorder était fonction de celle accordée au télescope de Galilée et à la théorie de cet instrument, lequel était violemment discuté par ses contemporains. Ce n'étaient pas les *observations* de Galilée –pures, non théoriques- qui s'opposaient à la théorie aristotélicienne, mais bien les observations faites par Galilée à la lumière de sa théorie optique qui s'opposaient aux « observations » des aristotéliciens faites à la lumière de leur théorie des cieux ». ¹² A voir car il n'y a pas de « théorie optique chez Galilée, ce que Lakatos reconnaît d'ailleurs quelques pages plus loin.

Dans le même mouvement, d'autres objets sont entrés dans l'histoire des sciences ; objets formidablement divers, mais qui présentent un caractère commun, celui d'être des produits de l'esprit.

Ce peut être de nouveaux phénomènes non directement offerts par nos sens ou la nature : grossissement, double, prisme, variété artificiellement sélectionnée, culture biologique, substance chimique de synthèse, étoiles et planètes nouvelles etc.

Ce peut être un ensemble de mesures, par exemple l'immense ensemble de données astronomiques rassemblées par Tycho Brahe, les collections et reconstructions anatomiques de Réaumur, les tables d'affinité chimiques etc.

D'ailleurs, cette exigence s'impose dans des situations particulièrement simples : « il fait chaud, ou froid », est une proposition qui n'a pas grand-chose de scientifique, quoique la chaleur, la température etc. soient éminemment objets de science. Pour que le passage d'un statut à l'autre s'accomplisse, il faut un protocole de mesure, une convention largement acceptée et cohérente qui permet de se mettre d'accord sur la chaleur (ou plutôt la température) d'un élément matériel à un moment précis.

¹² Lakatos, *Histoire et méthodologie des sciences*, p. 11

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

Ces activités intellectuelles peuvent aussi être des expérimentations

Ce sont aussi les instruments

Il peut encore s'agir de grands principes comme le principe de circularité des mouvements astronomiques, le principe d'économie de la nature, le principe de continuité, le principe de conservation de la quantité de mouvement, celui de moindre action, le principe de relativité, celui d'incertitude d'Heisenberg, de symétrie. Ces grands principes revêtent des contenus très variés (parfois sous le même nom) ; ils ont tous été intensément et âprement débattus ; la pertinence même de leur usage a été remise en cause et nous y reviendrons. Pour le moment, peu importe, il nous suffit de constater qu'ils ont joué un rôle considérable dans l'histoire des sciences parce qu'ils ont contribué à transformer les faits élémentaires en faits scientifiques.

Lorsque Fermat s'intéresse à la réfraction de la lumière, il dispose, comme chacun, d'une donnée grossière qui fait paraître brisé le bâton que l'on plonge obliquement dans l'eau. Il mobilise un principe *a priori* en vertu duquel, dit-il, la nature emploie le temps le plus court pour accomplir son trajet d'un point à un autre ; des calculs fastidieux le mènent à la loi des sinus que Descartes (et Snellius) avait déjà établie. Peu importe ici les polémiques suscitées par ses arguments ni le fait que ce principe soit « faux » ; la chose qui compte est celle-ci : l'usage d'un tel principe fait entrer le bâton brisé dans l'histoire des sciences. Il est vrai que ce bâton brisé a emprunté d'autres portes d'entrée que celle que lui indiquait Fermat.

Les principes peuvent changer de contexte : exemple, le « principe de parcimonie » utilisé dans la cladistique moderne « veut que les solutions les plus simples soient les plus vraisemblables »¹³.

Il peut encore s'agir de lois ; la loi des proportions en chimie, la loi de la réfraction en optique, la loi de l'action et de la réaction, les transformations de Lorentz, les lois de l'hérédité, les lois de la thermodynamique, de l'évolution des espèces, de la sélection naturelle, etc. Là encore, les choses sont complexes, certains énoncés sont considérés comme des principes ou comme des lois et surtout, les justifications que les savants ont fournies en faveur de ces lois sont tout-à-fait variées et pourquoi pas contradictoires. Nous verrons se déployer cette immense diversité, mais, une fois de plus, l'important, ici, est de réaliser qu'elles prennent place –et quelle place !– dans l'histoire des sciences.

On manquerait en ne mentionnant pas, outre les mesures et expérimentations, outre les principes et les lois, les hypothèses. Ce sont des suggestions théoriques dont le rôle est de fournir une interprétation possible et cohérente des phénomènes. Ainsi par exemple l'hypothèse de la nature ondulatoire de la lumière, du parallélogramme des forces, du rôle clé des poids des gaz en chimie, de la dérive des continents, de la régularité des poids atomiques etc.

Enfin, des êtres essentiels à cette transformation de ce que nous percevons du monde en théories scientifiques, les grandeurs physiques, chimiques, biologiques, anatomiques etc. Elles sont inventées, en tant qu'objets de sciences par les savants : la masse, la charge électrique, le champ, le spin, la vitesse, l'espèce, le genre, le temps même, le métabolisme etc.

Tout cet arsenal théorique est nécessaire pour transformer les faits grossiers en faits scientifiques et, bien plus encore, pour mettre à jour, inventer des situations que nos sens ne perçoivent pas ou que la nature ne nous offre pas directement.

On peut aller plus loin et observer que les sciences ne se contentent pas de transformer des faits grossiers en faits théoriques, elle les crée « de toutes pièces » ou les invente.

¹³ Jean Chaline, *Quoi de neuf depuis Darwin ?*, p. 345.

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

Des faits qui ne soient pas de la théorie interprétée ne peuvent pas être considérés comme des événements de l'histoire des sciences (les *découvertes accidentelles*, les observations isolées même spectaculaires). On y reviendra, mais un même « événement purement matériel », ou « factuel » comme on dit couramment (et en se trompant) peut être ou ne pas être un élément de l'histoire des sciences. Un exemple, une fois encore pris en astronomie servira à indiquer à quoi je pense. On sait comment Urbain Le Verrier (et Couch Adam), à la suite d'une réflexion rigoureuse et déterminée, fit découvrir la planète Neptune en 1843. L'apparition de cette planète dans le télescope de Galle, dans ces conditions, fut un grand événement scientifique. Or, un événement similaire s'était produit en 1610, et pas sous l'œil du premier venu, mais sous celui de Galilée. On sait, en effet, que celui-ci « vit » cette planète inconnue...et qu'il n'en fit rien. Il laissa de côté ce fait ; pour quelles raisons ? Les hypothèses peuvent être nombreuses, mais le résultat est là : Galilée, ne soumettant pas cette « réalité matérielle », ce « fait grossier », à l'activité rationnelle qui l'eut intégré ou confronté à une théorie, une hypothèse, un ensemble de mesures etc., le laissa en marge de l'histoire des sciences, jusqu'à ce qu'il y revînt, 230 ans plus tard.

A développer, l'exemple de la découverte d'un os, d'un fossile ou d'une pierre taillée...

L'oubli par Becquerel de plaques photosensibles qui se trouvèrent accidentellement impressionnées par un rayonnement qui devait ouvrir un vaste chapitre de la physique, ou – dans le laboratoire de Fleming la contamination elle aussi fortuite de cultures bactériennes par un certain champignon qui en arrête le développement ; ces événements ne constituent rien de significatif en eux-mêmes ; il a dû advenir des milliers de tels cas demeurés muets à tout jamais, de « faits » qui eussent pu devenir des faits scientifiques, si quelqu'un les avait mesuré, interprétés, critiqués etc. Les études précises d'histoire des sciences montrent toujours les cheminements complexes, les décisions libres, les controverses et délibérations, les prolongements et les imaginations qui ont permis cette transformation et cette incorporation comme élément des théories scientifiques.

On y trouve donc des théories, des ensembles de propositions concernant un ou des groupes de phénomènes ainsi que des faits matériels mis en scène, organisés ou sévèrement sélectionnés ainsi que des noms attribuées à des choses qui sont des grandeurs scientifiques dès lors qu'un protocole de mesure précis permet de les définir.

3. L'histoire des sciences est finalement une série de controverses.

Si donc l'histoire des sciences, loin d'être celle de faits matériels plus ou moins objectifs, de gestes décisifs et de propositions absolument convaincantes, si donc elle est celle de la transformation rationnelle de faits élémentaires, d'idées et d'imaginaires suggestives en des énoncés ou des activités complexes et fortement reliés à d'autres énoncés ou activités complexes, alors, elle ne peut pas être aisément consensuelle, plus, elle ne peut qu'être conflictuelle. D'ailleurs, il n'est pas utile de chercher à justifier pourquoi cette histoire est nécessairement conflictuelle (dès que l'on doit interpréter, imaginer, inventer, choisir, alors la voie est grande ouverte aux désaccords, aux préférences, aux erreurs de jugement même, aux préjugés etc.), il suffit de constater que l'histoire des sciences est une sorte de champ de bataille quasi permanent. L'histoire des sciences est une histoire de controverses.

Déjà Bacon allait dans ce sens

« Mais une histoire exacte du savoir comprenant les premiers temps et les origines des connaissances, les écoles qui les ont soutenues, les découvertes qui leur reviennent, la manière dont elles ont été gérées et administrées, leur épanouissement, les objections qu'elles ont rencontrées, leurs périodes de déclin, de décadence, d'oubli, de migration, ainsi que les causes et les

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

circonstances de tout cela, et tous les autres événements concernant le savoir à travers les siècles du mode entier, je puis sincèrement affirmer qu'une telle histoire manque... »¹⁴

Pour les raisons que l'on a vues, il n'existe pas d'événement de l'histoire des sciences qui n'entre pas dans le cadre d'une controverse. Les mesures faites sont discutables et discutées ; la grandeur qu'il convient de mesurer, et donc de faire exister, n'a jamais rien eu d'évident : faut-il considérer la quantité de mouvement ou la quantité d'action ? faut-il interpréter les réactions chimiques à partir du concept d'atome ou de celui de molécule ? fallait-il estimer la chute en fonction du temps ou en fonction de l'espace ? faut-il classer les espèces selon les caractères évolués ou selon les proximités *parentales* ? Ce ne sont là que quelques exemples ; on en rencontrera bien d'autres.

Sur quels principes doit-on s'appuyer ? La relativité ou l'addition des vitesses ? La minimalisation du travail fourni par la nature ou la réduction mécaniste ?

Faut-il tenir compte d'une anomalie au point de remettre en cause la théorie ou faut-il réformer celle-ci en l'adaptant, ou encore faut-il *négliger* (serait-ce provisoirement) l'anomalie en attendant qu'elle *rentre dans l'ordre* ?

Faut-il faire confiance à une modélisation mathématique ou mécanique devant des conséquences inattendues ou la changer ? On peut par exemple songer au débat entre Clairaut et Buffon sur le maintien ou la réforme de la loi newtonienne de l'attraction ?

Chacun de ces événements est un argument de la controverse. Certains « pèsent lourds », d'autres moins et il est extrêmement rare qu'un événement, à lui seul, emporte la décision générale (thèse de Duhem ou de Duhem-Quine) : une hypothèse, un principe, une expérience, une observation alimente la controverse. On a cependant parfois des cas observationnels ou expérimentaux qui « paraissent » irrésistibles : Le Verrier, Les expériences de Rouen, La pesée de Lavoisier, la vitesse de la lumière de Foucault.

Imre Lakatos a imaginé un joli scénario au sujet des décisions possibles des astronomes face à des phénomènes perturbateurs.

Imre Lakatos *Histoire et méthodologie des sciences*, (1978) , PUF, 1994, p.14-15

L'histoire est celle, imaginaire, d'un écart de conduite planétaire. Un physicien d'avant Einstein calcule, à l'aide de la mécanique de Newton et de sa loi de gravitation N , et des conditions initiales I , la trajectoire d'une petite planète p que l'on vient de découvrir. Mais la planète dévie de sa trajectoire calculée. Notre physicien newtonien va-t-il considérer que cette déviation est proscrite par la théorie de Newton et, par conséquent, qu'une fois bien établie, elle réfute N ? Non. Il émet l'idée qu'il doit y avoir une planète p' encore inconnue qui perturbe la trajectoire de p . Il calcule la masse, l'orbite etc. de cette planète hypothétique, puis demande à un astronome de mettre à l'épreuve expérimentalement son hypothèse. La planète p' est si petite qu'aucun télescope, même le plus puissant, n'a aucune chance de l'observer : l'astronome demande des crédits pour construire un télescope plus grand. Il faut trois ans pour construire le nouveau télescope. Si l'on découvrait la nouvelle planète p' , ce serait salué comme une nouvelle victoire de la science newtonienne. Mais ce n'est pas le cas. Notre homme de science abandonne-t-il pour autant la théorie de Newton et son idée de planète perturbatrice ? Non, il avance l'idée qu'un nuage de poussière cosmique nous cache la planète. Il calcule l'emplacement et les propriétés de ce nuage et demande des crédits pour envoyer un satellite mettre ses calculs à l'épreuve. Si les instruments du satellite (ce sont peut-être des instruments nouveaux, fondés sur une théorie encore peu mise à l'épreuve) enregistreraient l'existence du nuage conjecturé, ce résultat serait salué comme une victoire éclatante de la science newtonienne. Mais on ne découvre pas le nuage en question. Notre homme abandonne-t-il la théorie de Newton, en même temps que l'idée de la planète perturbatrice et celle du nuage qui la dissimule ? Pas du tout, il suggère l'existence dans cette région de l'univers d'un champ magnétique qui perturbe le fonctionnement des instruments du satellite. Un satellite nouveau est envoyé. Si on découvrait le champ magnétique, les newtoniens fêteraient une victoire sensationnelle. Mais ce

¹⁴ Bacon, *Du progrès et de la promotion des savoirs*, 1605, Paris Gallimard 1991, p. 90.

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

n'est pas le cas. Est-ce considéré comme une réfutation de la science newtonienne ? Non. Ou bien une autre hypothèse auxiliaire ingénieuse est avancée..., ou bien toute l'histoire est enterrée sous la poussière des revues scientifiques et on n'en entend plus parler.

Note : allusion à Le Verrier et l'irrégularité d'Uranus, avec prévision de l'existence de Neptune, découverte en 1846.

Sans doute a-t-on ici un bel exemple de ce que Popper a appelé un « stratagème conventionnaliste » (LCO, p. 78) expression à laquelle il préfère celle-ci : « il est toujours possible d'immuniser n'importe quelle théorie contre la critique » ; autrement dit, et Popper en convient « on peut toujours éviter les réfutations empiriques ».

La recherche de *règles générales* forcément abstraites et formelles conduit à des conclusions qui ne conviennent pas à l'histoire des sciences telle qu'elle s'est déroulée : lorsque Agassi soutient que « [Les seules] découvertes [authentiques] sont des réfutations d'hypothèses scientifiques »¹⁵, il cherche sans doute à faire entrer de force tous les épisodes scientifiques (authentiques ?) dans la chaussure poppérienne de la falsification, mais le chausse-pied agassien fait souffrir la chair et les os de la réalité ; des activités de type « positif » aussi bien que des réfutations ont pu entraîner le développement de théories scientifiques. La volonté artificielle de faire obéir cette histoire à des schémas et des relations déductives logique est vaine.

Il est commun de penser que le savant qui doit être honoré et glorifié est celui qui sait jeter par-dessus bord l'ancienne *théorie* quand un *fait* vient contredire celle-ci ; certes il s'oppose à la tradition –en général performante- et à la majorité des avis, mais il a raison d'innover. En science, il est commun d'aimer les révolutions. L'histoire des sciences –et la réflexion sur ses développements sinueux- n'offre pas une conclusion aussi unilatérale.

Il n'y a pas de règle générale de « bonne conduite » du scientifique confronté à un nouvel argument (théorique et ou expérimental) ; la prudence ou l'audace, la défense d'une théorie antérieure ou l'adoption d'une théorie nouvelle, toutes les attitudes possibles ont existé et ont eu leur efficacité : ignorer un argument ou un fait (Galilée et l'objection de Locher, Einstein et la variation de masse, les mendéliens et la *simplification* des caractères héréditaires choisis ; au contraire, s'accrocher à une anomalie qui semblait marginale etc.

Popper a une belle formule en soutenant la « valeur de l'attitude dogmatique » :

« Il faut que quelqu'un défende la théorie contre la critique, sinon elle succombera trop facilement, et avant d'avoir pu apporter ses contributions au progrès scientifique » (LCO, p. 78)

D'autant que cette défense demeure possible longtemps puisque, comme le notait Hempel, « la science offre de nombreux exemples [...] dans lesquels un conflit entre une théorie grandement confirmée et un énoncé expérimental occasionnel contrariant peut bien être résolu en révoquant le second plutôt qu'en sacrifiant la première »¹⁶.

Un exemple de la possibilité de nier une réfutation d'une théorie par une autre ; la théorie newtonienne *N* selon laquelle « la gravitation est une force égale à $f.m.m'/r^2$ qui s'exerce à distance » réfute-t-elle la théorie cartésienne *C* selon laquelle « il y a dans tous les processus de la nature un mécanisme d'horlogerie réglé par des principes (*a priori*) animateurs » (les expressions sont de Lakatos (p. 53) ?

« Mais *N* n'entrera en contradiction avec *C* que si l'action à distance est interprétée littéralement et, en outre, comme susceptible de représenter une vérité ultime, irréductible à une cause encore plus profonde. Ou encore nous pouvons considérer l'action à distance comme une cause médiate. Nous l'interprétons alors au sens figuré et la considérons comme une manière abrégée de désigner quelque mécanisme caché d'action par contact. Dans ce cas nous pouvons tenter d'expliquer *N* par *C*

¹⁵ J. Agassi, "How are facts discovered?" 1959, *Impulse*, 3. 10. p 2-4.

¹⁶ Hempel, "Some theses on empirical Certainty", *The Review of Metaphysics*, 1952, 5, p. 621

– c'est ce que Newton lui-même a essayé de faire ainsi que plusieurs physiciens français du XVIII^e siècle. »¹⁷

En présentant l'histoire des sciences comme un champ de bataille, comme une série de controverses, je ne défends pas un point de vue relativiste en vertu duquel il conviendrait de dire que les diverses théories en compétition, que les alternatives controversées se valent ; en voici la raison principale.

Les sciences, même si elles ne sont au fond que des controverses, sont immanquablement marquées par des *moments consensuels*. Il arrive un temps où la balance penche significativement d'un côté, où la controverse change d'échelle. Le modèle ptoléméen gagne (contre les sphères solides et contre l'atomisme antique), la théorie de l'attraction réfute le cartésianisme, la théorie de Lavoisier en chimie, l'évolution l'emporte, l'atomisme chimique puis physique est accepté, l'hérédité mendélienne de même etc.

Ce n'est pas la fin des controverses, elles ressurgissent toujours, plus locales, à la marge etc. Elles préparent de nouveaux déséquilibres, mais de vastes cadres sont acceptés –provisoires sans doute. C'est même, à mon sens une caractéristique de ce qu'on peut nommer *science*, à savoir cette faculté de passer par de vastes synthèses et donc, *a contrario*, nous avons sans doute là un bon critère pour repérer les fausses sciences, ces domaines où jamais ne s'impose de point de vue consensuel, qui, jamais, ne connaissent de rythme « normal ».

4. Que peut-on entendre par *théorie scientifique* ?

Dans ce champ de bataille, quelles sont les camps opposés ? Des théories scientifiques ? Mais que doit-on entendre par là ? Retour sur un objet essentiel : une *Théorie scientifique*. Cet objet reste à caractériser sinon à définir.

Robert Nadeau, dans un très intéressant article, définit ce que l'on peut entendre par une « théorie scientifique ». Enregistrant les résultats des discussions menées par les épistémologues depuis mettons cent ans, il écrit qu'il s'agit d'un

« ensemble systématiquement organisé d'énoncés concernant certaines entités qui en constituent le domaine ou concernant certains phénomènes récurrents qui en constituent la portée. Plus précisément, on dit qu'une théorie est un ensemble d'énoncés fermé sous l'opération de déduction ». Il ajoute que « plusieurs pensent maintenant qu'il est préférable d'adopter le langage de la théorie des ensembles pour procéder à des reconstructions (des théories passées) ». Enfin il insiste sur l'idée que la théorie scientifique « supposerait une structure logico-mathématique ».¹⁸

L'ensemble Z ou celui des fonctions de E dans F sont des systèmes rigoureusement organisés par des relations, des opérations, des éléments et des sous-ensembles.

Un problème très sérieux vient de ce que cet état de chose ne correspond pas du tout à l'histoire des sciences qui n'est pas « un systèmes rigoureusement organisés par des relations, des opérations, des éléments et des sous-ensembles ».

La nature des éléments ou parties constitutifs de l'Histoire des sciences est terriblement fuyante et ils sont entremêlés bien au delà de ce que des relations logiques sont en état de révéler.

Le terme le plus couramment utilisé par les historiens et les philosophes des sciences est celui de « théorie scientifique » et c'est celui dont j'utiliserai systématiquement. Il est inévitable, cependant de signaler les difficultés qu'il recèle.

¹⁷ Lakatos, p. 53

¹⁸ Robert Nadeau, « La nature des théories scientifiques », in *Encyclopédie philosophique universelle*, tome I, PUF 1989, p. 557-566.

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

Il recouvre des réalités de taille extrêmement diverse. Des objets très grands comme « la théorie du Big Bang », la théorie de l'évolution des espèces, la théorie des quatre éléments, ou de l'Ether, la théorie de l'hérédité etc.

On a pu décrire l'opposition des « phénomènes mécaniques » et des « phénomènes électriques » comme une controverse :

« Les uns ou les autres sont susceptibles de nous apparaître comme ultimes, comme constituants réels de la trame des choses et comme devant, par conséquent, servir à expliquer tous les autres phénomènes. Jusqu'en ces derniers temps, les physiciens ne doutaient point que ce rôle dût appartenir aux phénomènes mécaniques, mais [...] à l'heure actuelle (nous sommes en 1921), l'opinion scientifique, dans sa grande majorité, incline à considérer les phénomènes électriques comme fondamentaux. Cependant, la conception plus ancienne compte encore bien des représentants autorisés et la physique se trouve plutôt, à cet égard, dans un état de transition ou, si l'on veut, de lutte entre deux courants opposés... »¹⁹

Des objets beaucoup plus petits et restreints, comme la théorie de la réfraction, la théorie des marées, la théorie du vol plané, la théorie de l'hérédité cytoplasmique, la théorie des deux fluides électriques, etc.

Des objets de taille intermédiaire comme la théorie de chute des corps, la théorie des proportions chimiques etc.

La taille est évidemment délicate à évaluer, la théorie peut être considérée comme « grande » à cause du domaine dont elle s'occupe, ou à cause de l'arsenal de propositions nécessaires à l'énoncer et à la décrire, ou encore de l'étendue des phénomènes sur lesquels elle a des effets.

On ne doit pas oublier que la taille n'a pas de corrélation forte avec l'importance ou l'impact de la théorie. On peut songer à la théorie du corps noir –assez petite pour être considérée comme un détail résiduel par Thomson.

Les théories scientifiques sont dans des situations de dépendance mutuelle extrêmement variables. Certaines peuvent être envisagées de façon très autonome (en tout cas, elles ont été produites ainsi) ; la théorie de la réfraction en est un bon exemple, ou la théorie de l'hérédité génétique, telle qu'elle fut proposée par G. Mendel. Le contraire se présente aussi bien ; le cas de la « théorie copernicienne » est exemplaire selon moi. Je pense en effet qu'elle ne peut pas être pensée de manière autonome, ni par rapport à la physique aristotélicienne, ni par rapport aux théories képlérienne (des trajectoires planétaire et de l'attraction), galiléenne (de l'inertie et de l'unification des régions cosmiques) ou cartésienne (de l'inertie, des cieux indéfinis)²⁰. J'y reviendrais car c'est là une des raisons qui a conduit à l'échec pas mal de discussions sur « l'évaluation de la théorie de copernicienne ». La théorie de la « transmission des caractères acquis » est difficile à penser sans les multiples liens qui l'associent à d'autres théories ou aspects de théories de la spéciation.

L'histoire des sciences nous montre un enchevêtrement formidable entre les théories, enchevêtrement qui ne se laisse pas décrire, mesurer par des modélisations logiques et axiomatiques ; on ne peut éviter, à des degrés variables, d'y rencontrer des liaisons comme l'inclusion, l'implication, l'application, la généralisation, l'anticipation, la probabilité, l'approximation etc.

Au total, l'historiographie n'est pas claire quant à la manière de traiter ces ambiguïtés. Pour surmonter ces difficultés, les historiens et philosophes des sciences ont forgé des termes intermédiaires, les paradigmes, les programmes de recherche²¹, les séries de théories, les lois etc.

¹⁹ Meyerson, *De l'explication dans les sciences*, 144.

²⁰ Lakatos doit bien l'admettre : « La révolution copernicienne n'est pleinement devenue une révolution scientifique qu'en 1916... » (p. 171)

²¹ Lakatos, définition: "Il consiste en une série de théories qui se développent et présentent en outre une structure. Il ya un noyau dur résistant... ; il y a aussi une heuristique qui comprend un ensemble de

Une orientation s'est taillé la part du lion au cours du XX^e siècle, celle qui a cherché à traiter l'histoire des sciences comme un ensemble abstrait et formel dont la structure pouvait être décrite à l'aide de considérations logiques et formelles, ensemblistes, opératoires, algorithmiques.

Selon moi, ceci ne marche pas. Ce courant, que je nommerai la *méta histoire des sciences*, a produit de fort subtils essais dans lesquels on perd de vue (complètement ou dans une large mesure) les objets sur lesquels on est censés réfléchir. Je songe à Carnap, Hempel, Popper, Putnam, Lakatos (pour partie), Feyerabend. Ce jugement serait assez injuste si je n'ajoutais pas que l'on trouve chez ces auteurs, des parties historiques riches, parties où ils quittent la *méta histoire des sciences*, au profit de pages, parfois admirables, d'épistémologie historique. Cependant, leurs querelles et controverses portent généralement sur les aspects abstraits et vains de leur argumentation.

Il est très intéressant de relire leurs essais en cherchant à dresser la liste des « théories scientifiques » qu'ils examinent ou qui servent d'exemples pour faire *tourner leurs concepts formels*. Ces exemples sont assez peu nombreux, en général les mêmes, souvent évoqués sans être décrits et ils reçoivent des dénominations variées : les thèses de Copernic seront nommées selon les auteurs *hypothèse*, ou *Théorie*, ou *Paradigme* ou *programme de recherche*, le darwinisme est –c'est selon- *une théorie*, un *programme de recherche*, une *série de théories*, une *hypothèse*, un *paradigme*.

Que l'on songe à la différence avec Koyré ou Duhem ou S.J. Gould. Leurs commentaires philosophiques souvent très fertiles sont complètement plongés dans l'examen attentif des arguments et des activités qui ont permis le succès ou l'invalidation de théories scientifiques.

Je n'invente pas l'idée selon laquelle ces traitements ensemblistes-formalistes sont des chemins vers l'embrouille. I. Lakatos donne une note « explicative » sur la différence de traitement à faire entre *théories scientifiques* et *séries de théories* :

« Comme Popper a fondu ensemble les « théories » et les « séries de théories », cela l'a empêché d'établir de façon plus satisfaisante les idées fondamentales du falsificationisme sophistiqué. Cette ambiguïté l'a amené à formuler les choses de manière embrouillée... »²²

On trouve une manière de définition de la théorie scientifique chez Lakatos : *Quelques lois de la nature, quelques conditions initiales, quelques théories auxiliaires (Histoire et méthodologie des sciences, p. 50)*

Lakatos encore : « Certains philosophes se préoccupent tellement de leurs problèmes épistémologiques et logiques qu'ils n'en viennent jamais à s'intéresser à l'histoire réelle. » (187)

A des degrés différents on voit se modifier le substrat de l'argumentation chez ces auteurs, que l'on compare à Duhem, Meyerson, Sarton, Koyré : ces derniers mentionnent et décrivent des épisodes advenus dans les sciences elles-mêmes, nombreux, variés, choisis dans des temps longs, qui concernent parfois de vastes domaines, parfois des domaines restreints. Ils étudient et interprètent les arguments et activités qui ont orienté les théories vers telle ou telle

résolution des problèmes (ex. les mathématiques de Newton, pour Newton). Enfin un programme de recherche contient une large couche d'hypothèses auxiliaires à partir desquelles on établit les conditions initiales. Le glaci protecteur... », *Histoire et méthodologie...* p. 164

Quelle salade ! Ca pourrait convenir à la définition d'une escadre autour d'un porte-avions. Au moins, il essaie de définir.

Il a aussi donné une définition d'une théorie scientifique (p. 51) qui ressemble pas mal à celle du *programme*.

²² I. Lakatos, p.42, n.3

conclusion. Chez les premiers, ce substrat laisse la place à autre chose ; à des catégories à propos de la valeur des théories scientifiques ; les théories elles-mêmes se font discrètes, très discrètes et s'épanouissent les notions qui devraient permettre de les évaluer. L'objet de leur réflexion est la vérité, la justification, la démarcation, la vérisimilitude²³, la probabilité, la corroboration, la falsification, l'engagement, le fallibilisme, et toutes sortes de sous-catégories que l'on peut concevoir. Le champion est sans doute Imre Lakatos. Popper remarque à juste titre comment celui-ci « embrouille la discussion à plaisir avec sa manie des divisions et subdivisions, sa multiplication des appellations techniques »²⁴.

Cette remarque ne doit pas faire oublier que, parmi les auteurs cités, Lakatos est de ceux qui mobilisent tout de même de façon non négligeable et toujours remarquable tel ou tel épisode des développements des théories scientifiques.

Pour cette raison, la discussion sur l'histoire des sciences est devenue une chose très abstraite, et soumise au jeu des controverses logiciennes qui, fondamentalement, ne lui convient pas très bien. Assez mauvais joueur, Lakatos se laisse aller en écrivant de Koyré que « la logique n'était pas un de ses points forts » (p. 193)

On observe que les situations, les épisodes de l'histoire de sciences qui alimentent ces spéculations sont très peu nombreux et invariants : le « passage de la mécanique newtonienne à la mécanique relativiste » se taillant la part du lion puisqu'avec lui on assistait à « l'effondrement de la théorie scientifique la mieux corroborée de tous les temps »²⁵. La saisie de cet événement serait ce qui *distingue Popper de ses prédécesseurs et aussi la principale inspiration de Kuhn.* (id)

Voilà qui a semblé suffire pour faire jouer les diverses notions abstraites de la méta-histoire des sciences.

Un des acteurs les plus plaisants de cette orientation de l'épistémologie historique vers une méta épistémologie historique est Imre Lakatos. Il est remarquablement lucide en ce qui concerne son [leur] entreprise. Après avoir enregistré l'échec du justificationnisme sous les diverses formes qu'il a distingué, après avoir constaté la faiblesse irréparable du falsificationnisme dogmatiste (sous catégorie de son cru), il a entrepris de défendre le falsificationnisme méthodologique. Comme il est perspicace, il doit observer que

« il semble bien que [...] l'histoire des sciences ne confirme pas notre théorie de la rationalité scientifique. [Alors] nous sommes devant une alternative. Ou bien nous renonçons à donner une explication rationnelle du succès de la science [...] Ou nous essayons [...] de remplacer les versions *naïves* du falsificationnisme méthodologique [...] par une version sophistiquée qui donnera une nouvelle raison d'être à la falsification et qui sauvera ainsi la méthodologie et l'idée de *progrès* scientifique.

Se poursuit alors le jeu pour moi décourageant des écheveaux alambiqués en lesquels s'entremêlent les notions sophistiquées de la méta-histoire des sciences qui voudraient en sauver la rationalité.

Ces raffinements et *subtils distinguos* n'empêchent pas des auteurs de se réclamer d'héritages consistants : « *le falsificationnisme méthodologique sophistiqué* combine plusieurs traditions différentes. Des empiristes il a hérité sa détermination à apprendre d'abord de l'expérience. Il a

²³ Concept poppérien qui désigne la différence entre le contenu de vérité d'une théorie et son contenu de fausseté. (Lakatos, p. 35, n. 1) Longue explication du terme in Lakatos, p. 145, n.1.

²⁴ Popper, *Replies to my critics*, in P.A. Schlipp (ed.), *The Philosophy of Karl Popper*, La Salle, Open Court, t. 2, p. 999. Luce Giard approuve sans réserve en notant que « tout lecteur de Lakatos accordera volontiers ce point à Popper », *Histoire et méthodologie des sciences*, Introduction, p. XXXVIII.

²⁵ Lakatos, *id.* p. 2.

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

pris à l'école de Kant sa manière activiste d'aborder la théorie de la connaissance, les conventionnalistes lui ont enseigné l'importance des décisions en méthodologie ».²⁶

Pour être juste, il faut reconnaître aussi que Lakatos se montre un remarquable historien des sciences en consacrant de longues études précises et détaillées à la manière dont se déroulèrent les controverses scientifiques. Dans ces pages, les subtilités formelles se font bien plus discrètes. En outre, il prend en compte la fluidité et complexité et la variabilité d'échelle et d'autonomie de l'objet « théorie scientifique ». Il propose d'examiner, non pas des controverses et combats entre « théories scientifiques isolées », mais des « programmes de recherche » qui sont –au moins- des séries de théories.

« J'espère avoir montré qu'en science, la *continuité*, la *ténacité* de certaines théories, la rationalité d'une certaine quantité de dogmatisme, ne peuvent s'expliquer que si nous interprétons la science comme un champ de bataille où s'affrontent des programmes de recherche plutôt que des théories isolées ».²⁷

La question peut être posée de la façon suivante : l'histoire des sciences doit-elle être démonstrative, sous peine de n'être pas rationnelle ? Autrement dit, doit-elle se donner des instruments, des indicateurs de sa rationalité, des moyens de prouver (d'établir, de décider) que telle théorie ou programme, ou paradigme doit être choisi contre un autre ?

Cette question me semble vaine. Le meilleur exemple, celui qui a été discuté tant de fois, est le programme de Copernic. Est-il possible d'établir qu'à tel moment, il était prouvé qu'il devait être choisi ? Pour répondre à cette question, les méthodes de la *méta histoire des sciences* sont vaines. Elles montrent qu'il n'y avait pas de preuve logique, ni de supériorité empirique, ni de physique générale bien compatible qui imposaient la solution copernicienne vers 1550-1600. Et il est exact qu'il y avait un « océan d'anomalies » (ne citons que la parallaxe) contre lui.

Pourtant, il est devenu rationnel de l'adopter, ce qui fut fait en un peu moins d'un siècle et je pense qu'il est faux qu'on ne puisse pas expliquer rationnellement cette victoire ; on peut comprendre fort bien pourquoi et comment il en a été ainsi. Ce n'est pas le lieu d'exposer les arguments en ce sens. L'ensemble d'événements et d'arguments qui constitue cet épisode de l'histoire des sciences n'est pas un ensemble bien structuré régi par la discursivité.

On en vient à se demander si la raison était à l'œuvre dans le passage de la théorie de Ptolémée à celle de Copernic, dans le passage de la théorie de Cuvier à celle de Darwin, dans le passage de la mécanique de Newton à celle d'Einstein etc. Qu'on en arrive là est –selon moi- une preuve que le chemin qui mène à cette interrogation est une impasse.

Bien sûr que la raison était à l'œuvre au cours de ces controverses, mais pas sous la forme d'une démonstration mathématique ni d'une déduction logique. Elle était présente sous la forme d'une immense discussion, nourrie de toute sorte d'arguments souvent emmêlés, des modèles (mathématiques ou non), d'autres théories, de données interprétées, de principes (*a priori* ou non), de vérifications, de réfutations, de prévisions, d'explications, de modifications ou de reformulation des théories en jeu etc. Tout ceci constitue la raison à l'œuvre.

D'ailleurs, pour tenter de réduire l'œuvre de la raison à son expression logico mathématique, les auteurs méta historiens des sciences mélangent *ad nauseam* les objets dont ils discutent et qu'ils veulent mesurer avec rigueur, les théories scientifiques, les séries de théories, les programmes, les paradigmes, les lois, les modèles, les conceptions du monde, les hypothèses, les régularités, les principes.

Je chasse donc de cet essai, à peu près tous les vains efforts pour traiter l'histoire des sciences comme une science exacte. Je me contente de la notion vague, polymorphe, d'échelle variable

²⁶ Lakatos, *id.* p.47-48

²⁷ Lakatos, p. 124.

...de théorie scientifique. Elle s'applique à des objets extrêmement divers –mais l'histoire nous la présente ainsi- Elle est dans un entre deux : totalement distincte d'un fait grossier ou brut ou d'une collection de faits bruts, totalement distincte d'une métaphysique ou d'une philosophie première, pour la simple raison qu'elle concerne des choses naturelles, les choses qui constituent la philosophie naturelle.

Il n'y a rien là d'incongru et il est d'autres domaines où l'on travaille et réfléchi à partir de notions utiles et pourtant vagues : le géographe travaille en utilisant la notion de ville (qui va de Porspoder à New-Delhi), de pays (qui va du Luxembourg à la Chine), l'historien celle de nation (qui va de), le naturaliste celle d'animal (qui va de la bactérie à l'éléphant). Les essais de classification de ces objets sont formidables de complexité même s'ils sont parfois nécessaires ; le meilleur exemple en est la classification du vivant.

Au final, selon moi, il sera raisonnable d'adopter que la « théorie scientifique » est l'unité principale de l'histoire des sciences.

5. Quelques « genres généraux » de la production scientifique

Dès qu'il est question d'un domaine composé comme mettons « pensées sur la beauté », on peut engager un processus itératif du genre, « beauté des pensées sur la beauté », « pensées sur la beauté des pensées etc. ». Avec l'histoire, les sciences et la philosophie, on est bien servi de ce point de vue. Il sera possible, ou nécessaire de s'intéresser à l'histoire de l'histoire des sciences, à la philosophie des sciences, la philosophie de l'histoire des sciences, l'histoire de la philosophie des sciences etc. toute sorte de combinaisons parfois pertinentes et précises, souvent oiseuses et susceptibles de générer des querelles de mots plutôt que de chose.

Les « manières » ou les « styles » d'activité scientifique peuvent aussi être considérés comme des éléments, des parties de l'HdS où comme des opérateurs à l'œuvre en ce domaine.

On pourra évoquer –comme pour l'histoire générale- des « mœurs » qui peuvent aussi être comme constitutives de l'HdS. On fait alors l'histoire des « manières de faire des sciences ».

Prenons par exemple la notion de « méthode expérimentale dans les sciences ». De quoi s'agit-il ? D'une théorie ? d'un ensemble de résultats ? d'un épisode historique ? de Principes *a priori* ? De rien de tout cela ; il s'agit plutôt d'un *style*, d'une *manière de faire* des sciences. En l'occurrence, c'est à la fois le projet de certains savants et ou philosophes. La valorisation de ce style peut déterminer l'histoire que l'on entend faire des théories scientifiques ; tel est par exemple le projet cohérent de William Whewell (1794-1866) qui écrit d'abord une *Histoire des sciences inductives, des origines aux temps présents* (en 1837) et poursuit avec une *Philosophie des sciences inductives basée sur leur histoire* (1840). On a dit notamment que la « méthode expérimentale triomphait dans les sciences » avec Bacon ou avec Galilée ou Newton ou encore avec Claude Bernard etc.

Bref, la *méthode expérimentale* en science est un objet qui doit intéresser l'historien des sciences –et le philosophe des sciences-

Autre exemple, « la mathématisation des sciences ». Il a été défendu que le savoir devenait vraiment scientifique qu'à partir du moment où des modélisations mathématiques devenaient capables de décrire, exprimer, prévoir, ou même rendre réels, les phénomènes visés et étudiés. On est ainsi conduit à étudier comment, pourquoi les mathématiques accompagnent, suivent, précèdent, déterminent etc. telle ou telle science, ou pourquoi, telle autre science se montre rétive à la mathématisation...enfin, on aura l'occasion de rencontrer ce genre de problème au cours du livre. Ce qui importe ici est de remarquer que l'objet «la mathématisation des sciences » intéressera l'historien et le philosophe des sciences.

Chapitre I. Qu'est-ce que l'histoire des sciences ?

D'autres objets que l'on peut qualifier de style ou de manière de faire se rencontrent de la sorte, la « techno science », la « big science », « les social studies ».

La « métaphysique » (au sens originaire du terme, ce qui est à la base de, ou à côté de la physis) peut, elle aussi, en quelque sorte, constituer un style dans les sciences, une manière de produire les théories. Que l'on songe à des auteurs qui le revendiquent explicitement, méthodologiquement, comme Aristote, Descartes, Leibniz, Kant. Ou chez des auteurs qui ne le revendiqueraient pas mais qui sont intensément *accusés* de pratiquer de la sorte, Newton, Réaumur, Mach ...

Il n'est pas juste de s'offusquer de la prégnance d'arguments métaphysiques dans l'histoire des sciences et on ne doit pas partager « l'horreur manifestée par Hempel (1973) lorsque, à l'occasion, Popper faisait l'éloge de certaines influences métaphysiques externes sur la science ».²⁸

Meyerson conduit une longue réflexion sur une sorte de métaphysique « systématiquement déductive » qui fait de la science une activité véritablement *a priori*. (p. 162-165). Je ne sais s'il a raison, mais ses références et mentions sont justes. Il décrit ce qu'il nomme *panmathématisme* (Platon comme chef de file) et/ou *panlogisme* (Aristote comme chef de file); on y retrouve Descartes.

«Ainsi le panlogisme péripatéticien et le panmathématisme et panmécanisme platonicien et moderne se rencontrent dans cette foi en la rationalité complète et, partant, en la déductibilité de la nature ».²⁹

C'est et bien un des chemins empruntés, un des styles adoptés par les sciences au cours de leur histoire.

Il existe des catégories qui désignent ainsi des manières de produire des connaissances scientifiques; ces catégories ne peuvent échapper à l'historien (et évidemment au philosophe) des sciences: ainsi le « positivisme », le « phénoménisme », le « réalisme », « le conventionnalisme » etc. Certaines d'entre elles sont puissantes, jettent de vives lumières sur les problèmes que pose le développement des sciences, sur leur origine, leur statut, leur application etc. Je dois ajouter que bien des subtilités catégorielles et/ou classificatrices de ce genre me semblent confuses et incompréhensibles. Il sera donc parfois du plus haut intérêt de les mobiliser et parfois de la plus opportune prudence de les ignorer. (quelques mots de caractérisation de chacune au fur et à mesure, voir in Lakatos, p. 18^e sq.).

²⁸ Lakatos, 190, n. 1.

²⁹ Meyerson, p. 164-165

Chapitre II. De l'utilité de l'histoire des sciences

« Que s'est-il passé » quand la théorie de l'évolution, ou la dérive des continents, ou etc. sont devenus paradigme dominant ? C'est à ça que doit répondre l'histoire des sciences.

Mais pourquoi faudrait-il répondre à cette question ? La question de l'utilité de l'histoire des sciences a reçu diverses réponses, parfois complémentaires. Je les évoque ici.

Avant de suggérer en quoi on peut penser qu'elle est utile, je ne veux pas manquer de citer le point de vue de l'éminent zoologue G.G. Simpson doté d'un certain humour j'imagine :

Le point sur lequel je veux insister à présent, c'est que toutes les tentatives antérieures à 1859 (*L'origine des espèces* de Darwin) pour répondre à cette question (Qu'est-ce qu'un homme ?) ne valent rien. Nous n'en serions que mieux si nous les ignorions complètement.³⁰

1. Première réponse : l'histoire des sciences a une utilité interne aux sciences dont elle fait l'histoire.

C'est l'argument de Comte dans le *Cours de philosophie positive*

Ainsi, nous sommes certainement convaincus que la connaissance de l'histoire des sciences est de la plus haute importance. Je pense même qu'on ne connaît pas complètement une science tant qu'on n'en sait pas l'histoire. *Cours de philosophie positive*, II^e leçon, 1830. (in Br. p. 36)

Cet argument a été repris par Paul Tannery en France, par Georges Sarton³¹ (1884-1956) aux USA.

Paul Tannery écrit ainsi à propos de la difficulté qu'il y a à faire l'histoire des sciences :

« Ceux qui s'intéressent à l'histoire des sciences et qui peuvent s'y intéresser assez pour participer à son progrès, se proposent en réalité des buts différents. Le savant, *en tant que savant* [...] demandera avant tout l'étude de la filiation des idées et de l'enchaînement des découvertes [ce que Tannery nomme *l'Histoire spéciale des sciences*]. Retrouver, sous sa forme originale l'expression de la vraie pensée des précurseurs, afin de la comparer à la sienne propre, approfondir les méthodes qui ont servi à construire l'édifice de la doctrine courante, afin de discerner sur quel point et dans quelle direction on peut essayer un effort novateur, voilà quel est son desideratum ».³²

Sarton suggère qu'Auguste Comte « doit être considéré comme le fondateur de l'histoire de la science, ou tout au moins comme le premier qui en eut une conception claire et précise, sinon complète » (*Introduction*, citée in Br. 24)

Lors du fameux débat entre les mathématiciens Gustav Eneström et Mauritz Cantor, le premier soutint que l'histoire d'une science « étant surtout écrite pour les spécialistes de cette discipline, devait être abstraite et porter son attention essentielle sur la filiation des doctrines et des idées scientifiques » (cité in Taton, p. 517). On aura reconnu une défense d'une H.d.S. Internaliste.

On pourrait choisir ici pas mal d'exemples. La relativité restreinte en est un bon. Sans doute est-il possible –c'est généralement le cas- pour un étudiant en physique d'apprendre la théorie de la relativité restreinte, telle que Poincaré, Einstein et leurs successeurs l'ont présentée et développée. Il fait peu de doute, à mes yeux, qu'on en comprend mieux les concepts si l'on sait comment et dans quelles conditions est né le *Principe de relativité*, chez Galilée ; les difficultés qu'il a rencontrées chez Descartes, les relations de conséquences mutuelles qu'il a revêtu chez Newton et, bien entendu, les difficultés qu'il a rencontré lors des développements de l'électromagnétisme et du concept d'Ether.

³⁰ Cité par Dawkins qui se montre compréhensif.

³¹ Georges Sarton. Belge immigré aux USA, fondateur en 1913 de la revue *Isis*, auteur d'une *Introduction à l'histoire des sciences* (5 volumes, 1927-1947).

³² Tannery, id. p. 69-70

On voit s'évanouir, dans certains domaines de la physique, des substances que l'on pensait bien fondées : l'atome est vu comme une structure extrêmement complexe d'interactions et d'énergies de nature variées. Cette *désubstantialisation* n'est pas aisée à comprendre ou à accepter. Il est certainement bénéfique de connaître des épisodes antérieurs où eurent lieu de telles *désubstantialisations*, comme par exemple la disparition du phlogistique, ou du calorique.

Bachelard a cru pouvoir en faire un trait général de l'épistémologie moderne.

Meyerson donne de bons arguments pour reconnaître comme « bonne théorie » celle de la chaleur-fluide (p. 104-105) et celle du phlogistique (106-107)

Il est des domaines où l'on voit ressurgir des lignes d'argumentation qui, pour être tout-à-fait *modernes*, n'en sont pas moins des échos ou des prolongements de lignes argumentatives apparues dans des controverses scientifiques passées, ainsi par exemple de la question des caractères acquis en biologie évolutionniste, ou encore de la question de l'unification conceptuelle de l'espace et de la matière. Il est difficile de contester que la connaissance de ces arguments du passé n'aide à la compréhension des arguments contemporains.

En revanche, il n'est pas douteux que l'ignorance la plus noire de l'histoire de leur propre science n'empêche pas certains d'être de grands savants et de contribuer au développement de leur science ; ceci se voit chaque jour. Il n'y a donc pas de *nécessité* dans l'acquisition de cette culture.

Si donc elle est employée avec modération et prudence, cette justification de l'Histoire des Sciences est parfaitement valable.

Ernst Mach a poussé l'argument loin. Il critique la *fausse rigueur démonstrative* dans la présentation d'un principe de physique et affirme que « la véritable introduction à l'noncé d'un principe de Physique est une introduction historique » (exposé par Duhem dans son compte-rendu de *La mécanique* de Mach, p. 448 (réed.) (*Bulletin des sciences Mathématiques*, t. 27, pp.261-283, 1903)

« L'analyse historique des problèmes particuliers reste d'ailleurs le moyen le plus efficace et le plus naturel de pénétrer les éléments essentiels des principes, et l'on peut même dire que ce n'est que par cette voie qu'il est possible de parvenir à la pleine compréhension des résultats généraux de la mécanique » (cité p. 448)

Pierre Duhem abonde dans ce sens et ajoute que pour Mach –comme pour lui- l'étude historique est « un guide précieux pour l'inventeur qui veut ouvrir des voies nouvelles » (id. p. 449)

Mais, prudence encore : il ne faut pas confondre la tâche du savant qui s'appuie sur des épisodes historiques pour mieux inventer avec celle de l'historien qui a pour tâche d'examiner systématiquement l'ensemble des épisodes de l'histoire d'une science. Le savant choisit les *phases* qui le guideront (p. 450) En ce sens l'histoire de la mécanique est subjective.

2. Autre réponse : l'Histoire des Sciences serait l'exemple canonique d'une histoire plus générale de la rationalité.

On a pu considérer que la raison n'avait pas d'histoire, en ceci qu'elle est, en elle-même, immuable. Si ses objets changent, si ses conditions d'exercice diffèrent, ce qui la constitue, la faculté de raisonner, elle, demeure identique. Il est, en revanche impossible de ne pas admettre que les sciences ont une histoire. En conséquence, la thèse selon laquelle l'histoire des sciences peut servir de fil d'Ariane pour comprendre l'activité rationnelle des humains implique deux thèses complémentaires. La première est que le caractère anhistorique de la raison humaine est une thèse fautive. La seconde consiste à reconnaître une place éminente, la première en vérité, à l'activité scientifique des humains, dans leur activité rationnelle en général. La science serait la plus haute activité de l'intelligence humaine.

Chapitre II. De l'utilité de l'histoire des sciences

C'est la thèse d'Auguste Comte :

L'histoire des sciences constitue la partie la plus importante [de l'étude du développement général de l'humanité], quoique jusqu'ici la moins développée. *Cours de philosophie positive*, II^e leçon, 1830. (in Br. p. 36-37)

C'est aussi celle que défendait Georges Sarton :

L'histoire des sciences a pour finalité de comprendre le développement de la pensée humaine, et l'histoire même de l'humanité. (*L'histoire de la science, Isis I*, 1913, cité in Br. p. 25)

Mais, on vient de le dire, accepter de prendre l'histoire des sciences comme un des guides pour une histoire générale de la rationalité, impose que l'on accepte justement que la rationalité a une histoire qui –comme celle des sciences– serait faite de bifurcations, de sinuosités qui dessinent bien autre chose qu'un parcours régulier. Cette acceptation est nécessaire pour voir en l'histoire des sciences un fondement de l'histoire de la rationalité. (Citation de Br. p. 18-19).

« Bachelard notait déjà que, puisque « la raison doit obéir à la science » elle doit en suivre les dialectiques » : la doctrine traditionnelle d'une raison absolue et immuable n'est qu'une philosophie. C'est une philosophie périmée ». C'est en ce sens en tout cas que Foucault interprète l'œuvre de Canguilhem dans l'article qu'il lui consacre : il doit être possible de faire une histoire contingente de la rationalité ... C'est pour cette raison que Foucault revient si souvent sur le texte de Kant *Qu'est-ce que les lumières ?* (« Etre un homme des lumières, cela veut dire, penser par soi-même, chercher en soi-même » (*Reflex 6204*). *Sapere aude*, devise des lumières). Il y voit la première tentative pour poser à la raison la question de son histoire et de sa géographie, celle de son passé immédiat et de ses conditions d'exercice, celle de son moment, de son lieu. La rationalité, tout en prétendant à l'universel, peut fort bien connaître des formes historiquement déterminées. [Mais], l'idée d'une « histoire de la raison » peut fort bien ne pas conduire à une critique de la rationalité, elle tend, au contraire, à en prouver l'effectivité.

[...] Historiciser, ce n'est pas invalider : avancer par exemple, que l'objectivité scientifique ou que les faits scientifiques ont une histoire ne revient pas plus à les dévaluer qu'on ne dévalue la géométrie analytique, ou d'ailleurs la musique polyphonique, en montrant qu'elles ont vu le jour dans un lieu et dans une époque déterminés »³³.

Sans doute Gianbattista Vico (1668-1744) est-il un des principaux artisans de la thèse d'une historicité de la raison. Il insiste, dans son œuvre majeure, la *Scienza nuova*, sur « les modifications de notre esprit humain lui-même », sur le fait que, à la conception statique d'une nature humaine éternelle doit être substituée l'idée d'une nature humaine en devenir. La raison « pleinement développée » n'est que l'aboutissement d'une évolution dont les premières étapes sont caractérisées par la prédominance de la sensibilité et de l'imagination. (Alain Pons, *Encyclopédia Universalis*, page internet).

« Le caractère évolutif de la raison est justifié, car l'humanité ne possède pas de nature éternelle immuable mais elle est toujours à faire et à advenir. La raison elle-même, que les philosophes ont trop souvent perçu comme l'apanage de l'homme, n'est pas un donné ... Dès lors, une histoire de la raison est possible, ce qui incline à penser que l'histoire a un sens. » (Sébastien Charles, Sherbrooke, Canada. « Raison et histoire, de la pré modernité à l'hyper modernité » (sic !).

Je ne sais si cette historicisation de la rationalité est juste. J'ai souvent le sentiment, en examinant des épisodes passés de l'histoire des sciences, de reconnaître quelque chose comme une même faculté à l'œuvre. Cette thèse fait la part trop belle à l'activité scientifique des humains. Sans aucun doute, cette activité les transforme, bouleverse leurs rapports à la nature, à leurs contemporains, à leurs croyances, leurs espoirs, mais, est-ce là une transformation de ce qui fait de nous des *homo sapiens* très différents de ce qu'ils étaient aux temps de l'établissement du langage et de la technique. J'aurais tendance à trouver chez un auteur

³³ Lorraine Daston, « Une histoire de l'objectivité scientifique » 1998, republié in Br., p. 272 sq.

comme André Leroi-Gourhan des arguments pour une grande stabilité de ce qui caractérise *homo sapiens*.

« Ce qui caractérise l'homme, c'est que son cerveau est un appareil à confrontations, avec en outre, les types de *mémoire spécifique* » (17) ; « Les manifestations opératoires de l'homme se situent par conséquent sur un fond instinctif très important (avec des dispositifs propres, des marges de variation individuelle considérablement plus grandes que chez les mammifères, même les plus évolués ; c'est un trait essentiel de la société humaine... » (18-19)

« Un cerveau sur spécialisé dans la généralisation » (168). Excellent oxymore.

La solution des moustériens est peut-être la plus importante révolution technique de l'histoire de l'humanité. (193) Il s'agit du débitage lamellaire ou même de chaîne opératoire de débitage de lamelles.

Bref, depuis que « *homo sapiens* s'est libéré de l'évolution zoologique, phylétique » (168), il est lui-même.

ALG insiste, assume : « Un observateur qui ne serait pas humain et qui resterait extérieur aux explications auxquelles l'histoire et la philosophie nous ont accoutumés, séparerait l'homme du XVIIIe et celui du XXe comme nous séparons le lion du tigre, ou le loup du chien » (50)

Cet observateur aurait-il raison ou tort ? S'il a tort, c'est en raison « des explications de l'histoire et de la philosophie », pas au vu des « faits de transformation de l'espèce ».

Bref, ce n'est pas là, selon moi, une raison très convaincante de l'utilité de l'histoire des sciences. Il faut cependant admettre que, même si cette thèse est fautive, elle a contribué à stimuler le développement de cette histoire ; ce qui n'a rien d'étrange puisque des fondements erronés peuvent bien être à l'origine de conséquences de valeur.

Que l'histoire ne soit pas rationnelle ne veut pas dire que la rationalité soit dissoute ou réfutée ; simplement, l'histoire politique et sociale des hommes n'est pas son objet. Pour toutes sortes de causes, ils n'appliquent pas la raison à leur choix d'organisation sociale, ni non plus à leurs choix amoureux par exemple.

3. L'HdS serait un fondement possible de l'humanisme.

Une thèse partiellement associée à la précédente, justifie l'étude de l'histoire des sciences en voyant dans celles-ci –et dans leur *progrès*– le moteur des progrès généraux de l'humanité.

Turgot le premier propose un *Tableau philosophique des progrès successifs de l'esprit humain* (Discours en latin à la Sorbonne en décembre 1750). Ceci est redoublé par son disciple Condorcet avec un titre proche : *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*. Les plus radicales défenses de cette conception des sciences et de leur histoire datent du XIX^e siècle et de la philosophie scientiste.

Voir ici Ernest Renan, Abel Rey, John S. Mill, et bien sûr Auguste Comte et la finalité du parcours en hds :

« Il ne faut jamais oublier –écrit Braunsstein– que son long parcours à travers l'Histoire des sciences a une finalité « spéciale », celle de fonder une nouvelle science des faits sociaux, qu'il appellera « sociologie » et qui permettra de proposer une « politique positive », scientifique, permettant de réorganiser la société et de mettre fin aux crises récurrentes qui secouent la société depuis la fin de la révolution française. Comte le rappelle du début à la fin de son œuvre : mes travaux « sont et seront de deux ordres, scientifiques et politiques »³⁴ Le titre de ce que Comte appelle son *Opuscule fondamental* de 1822 est tout-à-fait explicite : *Plan des travaux scientifiques nécessaires pour réorganiser la société* » (1822, cité in Br. p. 28).

On trouve ceci aussi chez G. Sarton qui veut fonder un « nouvel humanisme » :

La science est la grande pacificatrice ; c'est le ciment qui unit les esprits les plus élevés et les plus compréhensifs de toutes les nations, de toutes les races, de toutes les croyances. (*L'Histoire des sciences*, Isis I, 1913)

³⁴Correspondance générale et confessions, t. I, cité in Br. 28

On songe à Ernest Renan, à Abel Rey. Voir le chapitre de « Sciences agents double » sur le progrès. (citer p. 195-200).

Les sciences du XIX^e siècle sont comme prisonnières de leur succès et de l'image d'inéluctable progrès qui les accompagne. Les controverses et les failles n'apparaissent pas aux yeux du public et sont masquées par les applications techniques et industrielles de certaines d'entre elles. Si la religion de cette science toute puissante a une bible, ce pourrait être le *Grand Larousse Universel du XIX^e siècle* qui, dans son article « Progrès », annonce que « cette idée que l'humanité devient de jour en jour meilleure et plus heureuse est particulièrement chère à notre siècle. La foi à la loi du progrès est la vraie foi de notre âge. C'est là une croyance qui trouve peu d'incrédules ». On pouvait alors réclamer, comme Pierre Lacombe que « les civilisations soient mesurées entre elles au mètre de la science que chacune a contenue ³⁵ ». Spencer étend à la sociologie les principes d'explication qui semblent performants en biologie ; il estime que la « science morale » peut déduire les actions sociales, les lois de conduite, à partir des lois de la vie. « De même que l'intuition de l'espace correspond aux démonstrations exactes de la géométrie [...] de même les intuitions morales correspondront aux démonstrations de la science morale ³⁶ ». Ernest Renan demande « Si elle [la science] a pour objet d'enseigner à l'homme sa fin en soi, de lui faire saisir le vrai sens de la vie, de composer, avec l'art, la poésie et la vertu, le divin idéal qui seul donne du prix à l'existence, peut-elle avoir de sérieux détracteurs ? ³⁷ » Wilhelm Ostwald adopte une position extrême ; ardent défenseur de la théorie énergétiste, il estime possible d'étendre les bienfaits de sa théorie physique à la biologie, à la psychologie, la sociologie et l'économie. La science offre des garanties que n'offrent pas les autres créations de l'esprit humain ; Emile Littré compare ainsi : « Les chefs-d'œuvre des arts et des lettres dans la Grèce et à Rome, n'ont pas préservé la civilisation d'une grande ruine ; mais autant qu'on peut le prévoir, les sciences mettent désormais à l'abri les sociétés de pareilles catastrophes. ³⁸ »

Il est vrai que le développement des sciences et surtout de l'application de certaines d'entre elles pourrait être un puissant moteur de l'histoire générale des sociétés, et même qu'il l'a été et continue de l'être. Les sciences produisent des concepts et des appareils matériels qui transforment considérablement la condition humaine, mais je montrerai dans la suite que ses progrès ne se transmettent pas à l'histoire générale pour deux raisons essentielles. La première est que les sciences produisent autant sinon davantage d'ignorance que de connaissance ; la seconde est que ses applications agissent en tous sens, dans le sens de la l'harmonie comme dans celui de la barbarie, dans celui d'une libération comme dans celui de la contrainte, dans des constructions aussi bien que dans des destructions.

On ne saura pas grand-chose des « progrès des sociétés humaines » en les mesurant à l'aune des progrès des sciences. On aurait tort de croire que l'histoire ne donne pas de bonnes et solides leçons. L'histoire du XX^e nous enseigne avec sûreté que les humains ne tirent pas les leçons de leur histoire ; c'est presque un paradoxe. Nous faisons l'histoire et souvent, nous la faisons bien, mais sa connaissance n'inspire pas positivement la manière dont nous nous organisons, manière qui n'est pas marquée du sceau du progrès. Les débuts du XXI^e siècle semblent bien confirmer cette leçon du siècle précédent. **La raison ne gouverne pas l'histoire générale de l'espèce humaine.**

En revanche elle gouverne, par nature, l'histoire des sciences ; la négation de cette proposition serait une contradiction dans les termes. Conclusion, je ne pense pas –mais ceci n'a

³⁵ Pierre Lacombe, article « Progrès », *Encyclopédia Universalis*, XV, 210b.

³⁶ Herbert Spencer, « Une autobiographie », (1904), in *Appendice à l'Utilitarisme* de John Stuart Mill (1861), traduit par de Varigny, Paris, Flammarion, 1968, p. 181.

³⁷ Ernest Renan, *L'avenir de la science*, (1890), in *Œuvres complètes*, Paris, Calmann-Lévy, 1949, t. III, p. 746.

³⁸ Emile Littré, *La science du point de vue philosophique*, (1873), Paris, Fayard, coll. Corpus, 1997, p.62.

rien aujourd'hui d'original- que l'histoire des sciences soit utile au développement moral des humains.

Cette conception n'est pas éteinte ; en tout cas, elle était bien vivante il y a encore un demi-siècle. Voir le discours de H. Guerlac au grand congrès de 1961 :

« un réquisitoire contre ceux qui déforment le véritable esprit de l'histoire de la science en sous-estimant et en minimisant, d'un point de vue idéaliste, l'interaction entre le progrès scientifique et les facteurs politiques, sociaux et économiques qui influencent d'une façon si directe l'histoire d'ensemble de l'Humanité »³⁹.

✓ Contribution à l'histoire générale et à l'histoire de la philosophie

L'histoire des sciences est une des parties propres de l'histoire « en général », avec d'autres secteurs, celle des arts, des mentalités, économique, démographique, sociale etc. Ces diverses parties n'ont pas les mêmes rythmes, la même échelle de temps.

Il y a plus, la « bonne santé » de l'histoire des sciences peut être « à contre courant » de la dynamique historique. Ce peut être en des périodes désolantes que la pensée et l'activité scientifique se déploie ; exemple de la guerre de 30 ans.

La thèse l'H.d.S. comme partie intégrante de « l'histoire d'ensemble de l'humanité » est défendue par H. Guerlac (ref. in Taton, p. 512)

Comme l'histoire générale, l'histoire des sciences peut nous aider à réfléchir utilement à des problèmes contemporains, qu'elle éclaire, qu'elle met en perspective et dont elle peut révéler les trames cachées. Un exemple de grande importance sur lequel je reviens à la fin du livre. La techno science est en pleine expansion à l'époque contemporaine. Cette expansion accrédite l'idée que les sciences et les techniques sont peu ou prou une activité de même nature, un mélange intime. Je ne crois pas que ce soit vrai ; l'histoire des sciences –et des techniques- apporte de multiples arguments en ce sens, arguments qui montrent à quel point, dans le passé, les théories scientifiques furent disjointes, ou pour le moins distinguables des développements techniques.

Elle constitue un réservoir inestimable et irremplaçable pour alimenter les débats essentiels de l'épistémologie. Elle en constitue le matériau comme les fossiles constituent le matériau de la paléontologie.

✓ L'histoire des sciences aurait des vertus pédagogiques.

Réutiliser *Sciences agents-doubles* (Remarques finales). En particulier on peut y projeter la thèse « l'ontogenèse récapitule la phylogenèse » d'Ernst Haeckel. Thèse de Duhem dans la *Théorie Physique*.

3. Pour le plaisir

Une autre réponse –celle qui me convainc le plus - est, selon moi que l'on fait de l'Histoire des sciences « pour l'honneur de l'esprit humain », par curiosité et/ou pour la *Libido sciendi*.

Si l'on revient à l'argument de Canguilhem ou de Bachelard : l'HdS doit « juger ». Mais juger de quoi ? De ce qui est vrai, de ce qui est utile ? de comment s'est arrivé ? De la continuité ou non des événements ?

³⁹ R. Taton, Sur les buts et les méthodes de l'histoire de la science, in Etudes d'histoire des sciences, Brepols, 2000, p. 513-514.

Selon moi, l'HdS doit surtout s'efforcer de rendre l'examen de l'existence des théories scientifiques le « plus intéressant possible ». C'est le critère le plus stimulant et c'est aussi ce qui rend cette discipline tellement subjective.

Je crois, écrit A. Koyré, que la science, celle de notre époque, comme celle des grecs, est essentiellement *theoria*, recherche de la vérité, et que, de ce fait elle a, et a toujours eu une vie propre, une histoire immanente...Je crois même que c'est justement là la raison de la grande importance de l'histoire des sciences, de la pensée scientifique, pour l'histoire générale. [...] c'est de notre propre histoire, bien plus, c'est de notre autobiographie intellectuelle que nous nous occupons en l'étudiant. Et c'est aussi pour cela qu'elle est si passionnante et, en même temps, si instructive ; elle nous révèle l'esprit humain dans ce qu'il a de plus haut, dans sa poursuite incessante, toujours insatisfaite et toujours renouvelée, d'un but qui toujours lui échappe, recherche de la vérité, *itinerarium in veritatem*. Or cet *itinerarium* n'est pas donné d'avance ; et l'esprit n'y avance pas en ligne droite... (*Perspectives sur l'histoire des sciences*, Oxford, 1961, rééd. In Br. 147 sq.)

4. L'Histoire des sciences pourrait bien ne pas être objective, elle jugerait.

Tel est l'argument principal des auteurs (la majorité) qui soutiennent l'idée de la spécificité de l'Histoire des Sciences, un caractère qui la distinguerait radicalement de l'histoire générale.

Comme le disait E. Nicolaïdis,

« On peut juger de la modestie des développements des sciences dans l'ancienne Chine, mais, qui peut juger de la valeur générale de l'empire chinois ? Cette question ne se pose pas ou en tout cas complètement différemment que la première ».

Le cas particulièrement frappant est fourni par l'histoire romaine ; il est inévitable de juger que la république et l'empire romain ont très faiblement contribué aux développements des sciences ; il peut d'ailleurs être intéressant de se demander pourquoi. C'est une leçon que doit tirer l'historien des sciences. Une leçon analogue, judiciaire, sur l'histoire générale ou l'histoire politique romaine est hors de propos de l'historien généraliste. On peut se souvenir de cette proposition proprement absurde de N. Sarkosi disant que « l'homme africain n'était pas assez entré dans l'histoire ». Les romains, les africains ont une histoire, les sciences (ce que nous reconnaissons comme sciences) dans ces intervalles d'espace-temps n'en ont que fort peu.

Cette remarque globale qui différencie l'histoire des sciences de l'histoire générale repose sur un sous-entendu implicite qui concerne l'idée de progrès. On y reviendra avec assez de détail à propos de la question des rythmes de l'histoire des sciences. Disons tout de suite que, sans le recours à cette idée de progrès dans les sciences, l'affirmation selon laquelle l'histoire des sciences « juge » est singulièrement affaiblie, voire démontée ; elle devient une idée vague, aussi vague que celle tant utilisée en des temps pas si lointains ou beaucoup croyaient pouvoir dire, à propos de tel ou tel conflit politique, social ou moral, que « l'histoire jugera ».

C'est parce que l'on pense que le progrès existe dans les sciences que l'historien de celle-ci peut « juger » et pas seulement analyser et exposer.

Dans l'article « Les lumières françaises et l'Histoire », Eliane Martin-Haag parcourt les conceptions dites « du progrès » des auteurs des lumières (Voltaire, Rousseau, Diderot). Elle a bien raison de signaler que pour eux « les progrès historiques restent les instruments d'hommes passionnés et imprévoyants... » (*L'histoire*, Vrin, p. 56).

Elle poursuit en soutenant que « Ce n'est pas la raison qui fait l'histoire, bien que la raison ait une histoire ». C'est juste et ceci différencie l'histoire des sciences dont il est impossible de soutenir qu'elle n'est pas faite par la raison, même si cela n'implique aucun déterminisme absolu, ni aucune nécessité.

La raison est moins oublieuse que l'action ; elle accumule et se souvient de ce qu'elle a pensé, analysé et exposé bien plus –sans commune mesure même– avec ce que l'action retient de ce qu'elle a mis en œuvre.

Chapitre II. De l'utilité de l'histoire des sciences

Comment comprendrait-on sinon le fait extravagant que des hommes et femmes de grande raison, aient été si pitoyables, ou effroyables hommes ou femmes d'action (ou spectateurs de l'action).

Si l'historien des sciences peut –et doit ?- juger, sa tâche est en quelque manière rendue plus complexe. Il doit se doter d'outils qui le lui permettent.

Un caractère de l'histoire des sciences –du genre que l'on dit à *la française* - est qu'elle se présente comme une histoire « philosophique » qui ne se satisfait pas des critères traditionnels de l'histoire historique. Elle est historique et philosophique. Cette conception s'oppose à cette « l'histoire-historienne » à laquelle Jacques Roger proposait les mêmes critères d'objectivité que les autres types d'histoire.

Bachelard n'hésite pas à affirmer, en se réclamant de Nietzsche :

« en opposition complète aux prescriptions qui demandent à l'historien de ne pas juger, il faut au contraire demander à l'historien des sciences des jugements de valeur » (*L'actualité de l'histoire des sciences*, in vol.Br. p.163).

Canguilhem :

Au modèle du laboratoire, on peut opposer, pour comprendre la fonction et le sens d'une histoire des sciences, le modèle de l'école ou du tribunal, d'une institution où l'on porte des jugements sur le passé du savoir, sur le savoir du passé. (« Le rôle de l'épistémologie », *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*, 1977, in Br. P.175-196 ; passage cité Br. p. 17-18)

Canguilhem encore :

Pris absolument, le concept de *passé d'une science* est un concept vulgaire. Le passé est le fourre-tout de l'interrogation rétrospective. (*Id.* p. 177)

On doit déjà songer à Fontenelle (in Canguilhem, *Etudes d'histoire et de philosophie des sciences*). (cité Br. 14), et aussi Auguste Comte.

Excellente proposition de Canguilhem : « Sans référence à l'épistémologie, une théorie de la connaissance serait une médiation (?) Sur le vide et sans relation à l'histoire des sciences, une épistémologie serait un doublet parfaitement superflu de la science dont elle prétendrait discourir » (« L'objet de l'histoire des sciences » dans *Etudes d'histoire et de philosophie des sciences*, p.12)

Abel Rey (1873-1940) :

La théorie de la connaissance n'est qu'une idéologie vague ou une dialectique verbale, sans l'histoire philosophique de la science. (« Avant propos », *Thales*, 1934, 1935, p.XVIII)

Ainsi, juger, en histoire des sciences, consiste pour bonne part, à prendre les activités scientifiques comme objets philosophiques. Ceci, du même coup, fait naître un genre philosophique particulier. Ce n'est pas le lieu de distinguer cette activité de l'*Epistemology* qui s'occupe plutôt de la possibilité de connaître (scientifiquement) et qui prend pour objet l'activité cognitive et ses possibilités.

On verra plus tard qu'il ne faut pas réduire le jugement en histoire des sciences en un simple tri séparant le bon grain de l'ivraie, cette séparation se fondant sur l'état présent des sciences auquel on rapporterait les états antérieurs en écartant les épisodes qui ne « préparent pas » cet état présent. Et s'il ne le faut pas, c'est qu'à agir ainsi, on perd de vue ou on laisse échapper de multiples épisodes particulièrement intéressants et aussi on croit naïvement qu'il est aisé de savoir ce que veut dire « préparer » l'état actuel de la science.

Essayons d'y voir plus clair quant à cette distinction sur l'objectivité et le jugement.

Vers 1775, les colonies anglaises d'Amérique du nord se révoltent contre la couronne britannique et entament la guerre d'indépendance. Il semble difficile de ne pas porter de jugement positif sur cet événement et ceux qui lui sont immédiatement associés (l'indépendance des colonies...). Il est donc difficile pour l'historien d'ignorer ce jugement alors

qu'il travaille dans ce domaine. En quelque sorte, il lui est difficile d'ignorer que telle donnée qu'il met au jour et qu'il permet de comprendre mieux, « va dans le bon sens » ou non. Toutefois, ceci ne dévalue en rien l'intérêt d'une étude sur « l'évolution de la marine britannique à la fin du XVIII^e » ou sur tout autre sujet qui cherchera à comprendre les actions favorables à la cause de la couronne.

Jusqu'à ce stade, je ne vois pas de différence avec la manière de faire d'un historien des sciences. Vers 1860, Gregor Mendel propose les lois de probabilité de transmission des caractères génétiques. Il est impossible de ne pas porter de jugement positif sur cet événement, en ce sens que les propositions mendéliennes sont installées au cœur des théories de l'hérédité qui les confirment. L'historien des sciences ne peut ignorer ce jugement. Comme l'historien de la marine britannique a pour objet des éléments situés du côté *condamné par le jugement*, un historien des théories de l'hérédité dans les années 1900 peut se trouver dans une situation analogue. Il se trouvera en présence de très puissants arguments contre (ou partiellement contre) la valeur générale des lois de Mendel. Je mentionne un seul exemple, celui de la distinction entre l'hérédité nucléaire (de type mendélienne) et l'hérédité cytoplasmique (non mendélienne), théorie avancée pour faire face aux situations nettement plus complexes où les caractères transmis héréditairement étaient composés ou en interaction génétique.

Faut-il en tirer comme leçon que –contrairement à l'opinion de nombreux auteurs- les compétences en matière de jugement et d'objectivité sont les mêmes en histoire des sciences et dans l'histoire générale ? Je ne pense pas et il faut alors expliquer pourquoi le cas de l'indépendance des colonies américaines semble fonctionner comme celui des lois mendéliennes. Nous y reviendrons longuement, les rythmes de l'histoire des sciences et ses développements sont en effet exposés à une notion de progrès qui entraîne la possibilité de jugement ; en va-t-il de même de l'histoire générale ? Pour les colonies, sans doute ; je ne connais presque personne qui défende sérieusement qu'il eut mieux valu garder et sauver les empires coloniaux ; la décision des *insurgent* semble être la *bonne*. Pour quelques autres considérations, la chose semble fonctionner : l'esclavage, le racisme, la suprématie masculine, les mauvais traitements aux enfants, pas grand-chose d'autre. On peut toujours trouver, ici où là, des opinions disposées à « soutenir l'indéfendable », mais ceci demeure marginal, du point de vue de la raison. Tel est aussi le cas en histoire des sciences. On devrait faire ici une remarque « en passant » : l'histoire politique et sociale nous a montré que ces opinions « marginales du point de vue de la raison », peuvent acquérir une place immense, du point de vue pratique, ou du point de vue de l'action (les massacres et exterminations du XX^e siècle en sont un témoignage stupéfiant). Mais enfin, il semble accordé par presque tous les esprits que « l'histoire a tranché ».

L'argument précédent, en vertu duquel l'histoire générale serait –comme l'histoire des sciences- redevable du tribunal en plus que du laboratoire a cependant d'étroites limites. Il est même infirmé en général.

Je peux avoir –quant à moi- bien des convictions sur ce qui est mieux dans l'organisation des sociétés humaines, mais je ne peux que constater que l'accord des esprits -et des actions- ne se fait que sur très peu de chose. Ainsi est-il débattu de savoir si la révolution française fit ou non une bonne chose, si la disparition de l'URSS en fut une, si le succès de Charles VII lors de la guerre de 100 ans en fut une, la révolution islamique d'Iran, l'essor de l'énergie nucléaire, la libre circulation des marchandises et la libre concurrence, la chute de Carthage, l'expansion mongole, la révolution industrielle britannique du XIX^e siècle, etc.

Bref, si presque n'importe quel épisode de l'histoire des sciences est possible à classer du point de vue d'un certain ordre qui y existe (et sur lequel nous aurons à revenir), autant ce n'est pas le cas de l'histoire générale. Il ne me semble pas possible de reconnaître l'existence, ou du moins la légitimité, d'un tribunal de l'histoire.

Je reviendrai sur la thèse, que je défends, de la possibilité d'en reconnaître l'existence en histoire des sciences.

5. Comment juger, comment comprendre, aujourd'hui, les théories scientifiques passées ?

Avant de chercher plus en détail comment peut bien fonctionner cette instance de jugement en histoire des sciences, deux remarques sont nécessaires.

Il est clair que juger n'est pas ici décider de ce qui fut *bien* ou de ce qui fut *mal* dans la production de savoir scientifique. Il a parfois été défendu que les controverses scientifiques partageaient les protagonistes entre celles et ceux qui auraient été du bon côté et celles et ceux qui auraient été du mauvais côté ; autrement dit entre le « côté obscur » de la force et le lumineux, le mal et le bien. Ceci peut être défendu de diverses manières : par exemple comme le fait Lénine dans son ouvrage *Matérialisme historique et empiriocriticisme* lorsqu'il associe étroitement les convictions épistémologiques et gnoséologiques aux positions idéologiques et politiques ; il défend notamment que toute concession au criticisme –fut-il *empirio* – conduit au fidéisme et mène dans les bras de la racaille professoral et bourgeoise. (occasion de développer sur le livre de Lénine). Les fondamentalistes ne dissocient pas non plus les positionnements dans les controverses scientifiques des positionnements moraux et politiques.

Une autre manière de défendre cette pertinence du jugement moral au sein des controverses scientifiques consiste à soutenir que ces dernières sont essentiellement liées à des –voire constituées de et constitutives de- applications techniques ou industrielles. Si tel est le cas, alors, inévitablement, comme la technique et l'industrie sont politiques et morales (affaires d'action autrement dit), les controverses scientifiques le sont aussi par voie de conséquence.

Ce n'est pas un point de vue que je partage et j'y reviendrai à plusieurs reprises. Je ne pense pas qu'il y ait de continuité naturelle ou nécessaire entre les théories scientifiques d'une part et les techniques, l'industrie ou les applications d'autre part. Les unes peuvent bien exister séparément ou même sans l'autre. Je ne nie évidemment pas qu'il existe –et de plus en plus- de la techno science, que des théories scientifiques ont eu de grandes retombées socio économiques, mais je partage le point de vue selon lequel, il n'y a là rien de nécessaire et peut-être même rien qui soit une loi générale.

La tâche de l'historien des sciences tient donc à la fois de celle de l'enquêteur et de celle du juge. Mais, comme souvent chez les bons auteurs, le coupable est aussi intéressant que l'enquêteur ou que l'innocent. Il est non seulement aussi intéressant mais pourquoi pas, aussi éclairant.

Il me semble que tous les historiens des sciences font l'expérience suivante : ce n'est pas en étudiant la production d'énoncés ou l'accomplissement d'activités qui ont contribué à la formation d'une théorie scientifique que l'on en « voit », ou « comprend » la portée et l'intérêt. C'est parce que –dans le domaine considéré- on connaît l'aboutissement (toujours provisoire) des inventions et découvertes, soit l'état présent et rétrospectif de la théorie, que l'on embrasse correctement les énonciations et actions du passé.

Je tiens à dire que ceci ne justifie pas une *whigg history*, ni un déterminisme historique. En effet, cette affirmation n'entraîne pas que l'aboutissement (provisoire) présent ait été le seul possible, ni non plus que les alternatives qui n'y ont point conduit ou contribué soient moins intéressantes.

Toutefois, le fait est là : il est nécessaire d'avoir un repère stable. Comprendre quelque chose à ce qui s'est passé en tel épisode de l'hds exige un repère, un point de vue assuré.

Ceci est une proposition empirique, les bons auteurs n'y font pas exception.

Pour faire de l'histoire des mathématiques, il faut connaître pas mal de mathématiques actuelles, pour faire de l'histoire des théories de l'hérédité, il faut connaître pas mal de biologie moléculaire actuelle etc. Pourquoi en va-t-il ainsi ?

Précisons au travers de deux ou trois exemples

A un certain moment, Archytas, Théétète, Eudoxe, Platon peut-être, ont élaboré une notion de logos qui étendait la notion *rationnelle* (le logos arithmétique) de l'école pythagoricienne. Comment comprendre aujourd'hui, ce qu'ils ont fait et ce qu'ils ont pensé ? La question se concentre autour d'un de ses aspects : le *logos* devait-il ou non être considéré comme une quantité ?

Peut-on faire « comme si », nous étions des élèves de l'académie platonicienne, comme si nous disposions des multiples informations, discussions, controverses sur les nuances dans le sens des mots employés, sur l'origine des rapports, sur les distinctions et hiérarchies entre arithmétique et géométrie, entre discret et continu etc. ? L'érudition de ce côté est très utile, indispensable même, elle est comme un substrat de l'histoire de la science. En ce sens *l'Histoire historique* comme dirait Jacques Roger est indispensable ; mais, aussi profonde sera-t-elle, elle demeurera une vague esquisse de tout ce qui traversait l'esprit d'Archytas et compagnie alors qu'ils méditaient et inventaient la théorie nouvelle ; cette érudition ne peut réactiver les mille connexions, association d'idées, exemples, modèles, abstractions, applications, exigences discursives etc. dont ils disposaient. Il faut savoir renoncer à une telle reconstitution, même imprécise ; nous ne pouvons pas penser comme eux. Nous ne disposons pas des normes qui étaient les leurs pour décider de la réponse à la question « le *logos* est-il une quantité ? ».

On pourra s'étonner du fait suivant : ce sont des outils intellectuels modernes (associés aux -et respectueux des- informations anciennes dont nous devons disposer) qui semblent les plus efficaces pour donner le sentiment que l'on atteint bien ce qu'ils faisaient et ce qu'ils pensaient. Plusieurs auteurs ont ainsi posé la question : *le corps des réels existe-t-il dans les livres V et VI des Eléments d'Euclide?* C'est un anachronisme apparent seulement.

C'est en sachant ce qu'est un corps, ce qu'est la coupure de Dedekind ou les limites des séries de Gauss que nous pouvons valablement aborder la question ; c'est au fond notre seul repère stable pour examiner le problème qui se posait il y a 2300 ans. Celui qui, aujourd'hui, ne dispose pas de cette notion, est nettement handicapé pour comprendre leurs élaborations et leurs controverses, pour lire le livre V des *Eléments* d'Euclide.

Or, ce sont ces problèmes-là (et d'autres comme l'ordre par exemple) qui se présentaient à nos auteurs grecs. Ils n'avaient pas le concept de groupe, ni d'opération interne et ils se les posaient autrement –d'une manière à jamais inatteignable-

Les textes des historiens qui interrogeaient ce corpus ancien, à partir de concepts moderne (Y a-t-il un corps etc. ?) se sont avérés remarquablement efficaces pour accroître, chez presque tous leurs lecteurs, une impression solide et fertile de bien meilleure compréhension de « ce qui se passait » alors.

On observera que ceci ne préjuge en rien des réponses historiques qui sont apportées par les auteurs modernes et que ceci n'entrave en rien la liberté de jugement de l'historien (les diverses positions et thèses défendues au cours du débat que j'ai pris pour exemple en témoignent.) C'est pourquoi il n'y a pas de téléologie impliquée par la reconnaissance de la pertinence de ma remarque.

Autrement dit, il y a quelque chose de constant dans le problème scientifique visé (les rapports sont-ils des quantités, sont-elles ordonnées totalement etc.) et par contre, il y a de très nombreuses variations dans les moyens techniques (les connaissances mathématiques) utilisables pour y répondre.

Second exemple : le gène. Comment comprendre ce qu'il est pour Gregor Mendel ? Peut-on devenir un biologiste qui pense comme lui ? Des remarques du même genre que celles qui ont été avancées dans le cas du *logos* s'imposent et la réponse est évidemment non.

Chapitre II. De l'utilité de l'histoire des sciences

Il est improbable que, sans connaître les théories actuelles de l'hérédité chromosomique, des allèles, de la distinction génotype-phénotype, le crossing-over, les cistrons, etc. l'on puisse comprendre les controverses autour des lois de l'hérédité mendélienne. Sont-elles compatibles avec l'évolution graduelle darwinienne ? Sont-elles une partie plus ou moins marginale des processus d'hérédité ? Surtout, existe-t-il des éléments fondamentaux pour les lois de l'hérédité, des *atomes d'hérédité* ?

Posée ainsi, la question est très ancienne et les réponses aussi variées que l'on puisse imaginer : hérédité par mélange donc non *discrète*, hérédité nucléaire et hérédité cytoplasmique, génération spontanée, préformationnisme etc.

Lorsqu'il intervient, Gregor Mendel ne connaissait rien des gènes (préciser) et cependant, aujourd'hui, c'est seulement à partir d'une information précise sur la théorie génétique (de biologie cellulaire) que l'on peut efficacement interpréter, comprendre et valider les thèses mendéliennes. On peut même avancer des suppositions probables quant à ses décisions épistémologiques : ses lois sont justes mais « trop simples » ou plutôt « trop bien adaptées » : c'est sans doute qu'il avait *a priori* trié, choisi, des caractères simples et uni génétiques (un gène, un caractère) pour que ses proportions marchent (il aurait eu, sinon une chance extraordinaire). Ses expériences furent vraisemblablement de la *théorie scénarisée*.

Comme le dit Richard Dawkins dans son très impressionnant ouvrage, « le gène égoïste », *Nous constatons aujourd'hui qu'il (Mendel) avait un peu trop simplifié*⁴⁰.

Là encore, une rétroactivité semble nécessaire. Il n'est pourtant pas douteux que ses lois « font partie » intégrante de l'histoire de la génétique.

Est-ce à dire que c'est seulement parce que les lois de Mendel sont fort bien assimilées par la génétique moderne que la démarche *rétrospective* semble aussi adéquate ? Non, des théories anti mendéliennes puissantes virent le jour peu après ses travaux (l'hérédité par mélange, l'hérédité nucléaire et l'hérédité cytoplasmique par exemple) ; elles sont aujourd'hui réfutées, mais, là encore, c'est une information rétrospective qui nous permet de « juger » (de jauger) la force, la cohérence des arguments qu'elles avançaient. Ainsi pouvons-nous « juger » de la (ou des) controverse(s) sur l'hérédité dans les années 1900. La rétroactivité est aussi nécessaire pour comprendre les théories aujourd'hui validées que les théories aujourd'hui réfutées.

Les concepts, les théories et connaissances modernes sont des armes puissantes pour vaincre notre impossibilité à revenir dans le passé, à être dans la peau de celui qui découvrait (ou apprenait) une théorie et un ensemble de connaissances alors insérées dans sa culture. Avec ces outils modernes, je dispose d'une réponse (était-ce la seule ? une vision whiggiste ou téléologique de l'HdS répond oui) à la question de savoir, « qu'est-ce qui est en jeu dans la théorie ou l'hypothèse nouvelle », « comment peut-elle se déployer ? modifier les connaissances voisines etc. ? ». Ou encore, comment telle théorie peut-elle sombrer ?

L'Histoire des Sciences apparaît donc comme nécessairement rétrospective ; ceci est comme une « nécessité technique ». C'est dans la mesure où on peut poser des questions qui, à l'époque, n'avaient aucun sens (ou plutôt qui se présentaient sous une forme très différente et moins argumentée) que l'on perçoit les enjeux et les modalités des développements d'alors.

Un troisième exemple est fourni par la théorie cartésienne de la matière étendue. A développer éventuellement.

Floris Cohen a proposé une belle image de la situation, qu'il emprunte à Milan Kundera :

⁴⁰ *Le gène égoïste*, ed Française Odile Jacob, p. 57, 2003.

Chapitre II. De l'utilité de l'histoire des sciences

L'homme est celui qui avance dans le brouillard. Mais quand il regarde en arrière pour juger les gens du passé il ne voit aucun brouillard sur leur chemin. De son présent, qui fut leur avenir lointain, le chemin lui paraît entièrement clair, visible dans toute son étendue. Il voit le chemin, il voit les gens qui s'avancent, il voit leurs erreurs, mais le brouillard n'est plus là.

De ça je conclus que l'historien est l'artisan de la balance, auquel il convient de reconstituer le brouillard du passé sans s'aveugler lui-même. (Colloque Europe et sciences modernes, Nantes, Février 2011).

Ceci semble indiquer une sorte de *direction* définie par ou dans l'histoire des sciences, quelque chose qu'il faudra sans doute reconnaître comme un progrès. On y reviendra.

Disons seulement ici que la thèse du « jugement nécessaire pour l'historien des sciences » n'est acceptable qu'avec l'acceptation d'un concept de progrès : les théories réfutées n'ont pas la même valeur historique que les théories dont on reconnaît nettement la trace et la présence ultérieure. Ceci demeure complexe car l'idée même de réfutation est instable (exemple l'atomisme, ou le vide ou, dans un autre genre le géocentrisme qui fut, sur un long terme, fertile).

Paul Tannery a insisté sur cet aspect des choses :

« L'histoire des sciences ne peut être véritablement traitée que par un homme possédant réellement cette science tout entière, ou, à tout le moins, capable d'approfondir par lui-même toutes les questions scientifiques dont il a à se préoccuper au cours de cette histoire »⁴¹... Il produit les exemples de Laplace pour l'histoire de l'astronomie, de Michel Chasles pour celle des méthodes en géométrie, de Berthelot sur les origines de l'alchimie.

« ...Et l'histoire elle-même, malgré tous ses caprices, n'a pas tellement d'imagination : ou comme ceci ou comme cela, et elle a l'illusion d'avoir changé alors qu'elle redevient ce qu'elle a déjà été. » Antonio Tabucchi, *Au pas de l'oie*, Seuil 2006.

⁴¹ Tannery, *De l'histoire générale des sciences*, (1904), dans *Mémoires scientifiques*, t.X, *Généralités historiques 1892-1930*, Toulouse-Paris, Privat-Gauthier-Villars, 1930, cité in Braunstein, p. 68.

Chapitre IV. La question des rythmes de l'histoire des sciences

Cette question a alimenté la querelle dite du « Continuumisme contre le discontinuumisme ».

Derrière ce thème en apparence assez innocent, se cachent des débats de fond qu'il s'agit de ne pas mélanger plus que nécessaire, sous peine de ne pas en saisir les enjeux. D'abord celui qui concerne la ou les révolutions scientifiques, puis celui de la continuité des développements de l'histoire des sciences ou de ses discontinuités (et ces deux là ne sont pas identiques selon moi), on y inclura aussi la question du progrès des connaissances scientifiques ou de son inconsistance. Cette dernière question ne relève pas vraiment des rythmes mais tout de même. Avec l'idée de rythme vient aussi celle de genre de variation : cyclique, linéaire, arborescente, aléatoire etc.

1. Le concept de révolution scientifique pour comprendre l'histoire des sciences ?

Il faut préciser les deux sens de cette expression « révolution scientifique ».

- **La « révolution historique du XVII^e siècle »**

On dispose d'une part d'un concept historique qui embrasse « la révolution scientifique du XVII^e » ; l'artisan principal en est Alexandre Koyré qui l'expose et l'utilise notamment dans ses *Etudes galiléennes*, écrites en 1939.

« [Une des plus importantes, si ce n'est la plus importante depuis l'invention du Cosmos par la pensée grecque- mutation de l'intellect humain (notion que Koyré dit avoir emprunté à Gaston Bachelard, in NES)] fut, certainement, la révolution scientifique du dix-septième siècle, profonde transformation intellectuelle dont la physique moderne ou plus exactement classique, fut à la fois l'expression et le fruit ». ⁴²

La terminologie est susceptible de variation et il arrive à Koyré de nommer cette transformation « révolution galiléo-cartésienne »⁴³. Il précise d'ailleurs que si « elle est née avec et dans les œuvres de Galileo Galilei [,elle] s'est achevée dans celles d'Albert Einstein » (*Galilée et la révolution scientifique*, p. 197)

Je ne décrirai pas ici en long les conceptions et les arguments de Koyré qui sont extrêmement bien connus. Disons seulement que, si l'on devait caractériser les axes qui, selon Koyré, structurent cette révolution, on en mentionnerait trois : le traitement mathématique des théories et des expérimentations, le modèle épistémologique de la physique et le rejet radical du positivisme, en faveur d'une visée réaliste⁴⁴.

Peut-être a-t-on moins commenté les prises de positions très hostiles de Koyré envers le positivisme. Il ne vise pas tant Auguste Comte qu'une attitude générale et fort ancienne qui, selon lui, est un renoncement.

Le positivisme est fils de l'échec et du renoncement. Il est né de l'astronomie grecque et sa meilleure expression est le système de Ptolémée. Le positivisme fut conçu et développé, non pas par les philosophes du XIII^e siècle (ici, c'est notamment Guillaume d'Ockham et la méthode nominaliste qui sont visés), mais par les astronomes grecs qui [...] se trouvèrent dans l'incapacité de pénétrer le mystère des mouvements vrais des corps célestes, et qui, en conséquence, limitèrent leurs ambitions à *un sauvetage des phénomènes*, c'est-à-dire à un traitement purement formel des données de l'observation. Traitement qui leur permettait de faire des prédictions valables, mais dont le prix était l'acceptation d'un divorce définitif entre la théorie mathématique et la réalité sous-jacente. [...] C'est cette conception –qui n'est nullement progressive comme semble le croire M.

⁴² *Etudes galiléennes*, p. 12

⁴³ Koyré, « Galilée et la révolution scientifique du XVII^e siècle », dans *Etudes d'histoire...*, p. 196.

⁴⁴ Pour une présentation brève et dense de ces trois points, on pourra relire son article classique « les origines de la science moderne », dans *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*.

Crombie, mais au contraire rétrograde au plus haut point- que les positivistes du XIV^e siècle, assez proches en cela de ceux du XIX^e et du XX^e qui ont seulement remplacé la résignation par la fatuité... Et c'est par révolte contre ce défaitisme traditionnel que la science moderne, de Copernic à Galilée et à Newton, a mené sa révolution contre l'empirisme stérile des Aristotéliens, révolution qui est basée sur la conviction profonde que les mathématiques sont plus qu'un moyen formel d'ordonner les faits et sont la clé même de la compréhension de la Nature.»⁴⁵

On doit donc observer que la position philosophique réaliste de Koyré, son opposition globale au positivisme, constitue le socle de l'élaboration de sa *Révolution scientifique*. C'est parce qu'ils sont positivistes –au fond- que A. Crombie, ou Pierre Duhem peuvent concevoir des successions non antagonistes et entremêlées des théories scientifiques ; c'est parce qu'il ne s'agit toujours, selon eux, que de *sauver les phénomènes* ; la réalité, n'étant pas visée par ces théories, ne permet pas de trancher, de changer profondément la connaissance qu'on en aurait, puisque, par choix philosophique, on n'en a finalement pas.

Ainsi, la *Révolution scientifique* de Koyré est une percée décisive, physico-mathématique, vers la « réalité sous jacente ».

Ajoutons que Koyré voit dans cette révolution une vraie discontinuité :

« La science née de ses efforts et de ses découvertes (Galilée, mais aussi Descartes) *ne suit pas* l'inspiration des « précurseurs parisiens de Galilée » ; elle se place immédiatement à un niveau tout autre (voilà la discontinuité), le niveau que j'aimerais appeler archimédien »⁴⁶.

Avant de parcourir très succinctement les contenus de savoir qui nourrissent la notion elle-même, il est important d'observer que les parrainages reconnus de cette révolution peuvent être extrêmement différents et je n'en donne qu'un exemple, mais plutôt considérable. Nombre d'auteurs, à la suite de d'Alembert et Diderot (*Discours préliminaire de l'Encyclopédie*, 1751) estiment qu'un des pères –sinon le principal d'entre eux- est le chancelier Bacon de Verulam ; Koyré, au contraire a des formules dévastatrices pour contrer cette thèse : « Le rôle [de Bacon] dans l'histoire de la révolution scientifique, a été parfaitement négligeable » et « Bacon, initiateur de la science moderne est une plaisanterie, et fort mauvaise, que répètent encore les manuels. En fait, Bacon n'a jamais rien compris à la science etc. »⁴⁷

« Bacon est le héraut, le *buccinator* de la science moderne, non l'un de ses créateurs ».⁴⁸

Il ne s'agit évidemment pas d'un simple jugement de personne. Il y a derrière cette opposition de jugement, des conceptions très distinctes de ce qui s'est passé : pour les uns, il s'agit de l'avènement de la science expérimentale, pour d'autres de celui de la science mathématisée de la nature et pour d'autres encore, de toutes les combinaisons possibles –ou pas- de ces deux *éléments simples*. Je n'entre pas directement dans ces considérations.

Alexandre Koyré ne dit jamais que cette Révolution scientifique du XVII^e siècle fut la seule quoique, à ma connaissance, les allusions qu'il fait à d'autres épisodes révolutionnaires de l'Histoire des sciences soient discrètes et assez rares. On rencontre l'idée –assez générale- selon laquelle les « idées scientifiques » ont une histoire faite « d'évolution (et de révolutions) [...] sur la voie de l'intellection du réel. » (*Etudes galiléennes*, p. 11). Il est question de « mutation intellectuelle », au sens que Gaston Bachelard a donné à cette locution dans le NES. Outre celle du XVII^e siècle, Koyré en évoque deux autres, celle de « l'invention du Cosmos par la pensée grecque » (*Et. Gal.* p. 12) et « la révolution scientifique des dix dernières années » (c'est-à-dire dans le courant des années 1920-1930).

⁴⁵ Koyré, « Les origines de la science moderne », dans *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, p. 81-82.

⁴⁶ Koyré, « Galilée et Platon », 1943, trad. Dans *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, p. 172

⁴⁷ Koyré, *Etudes galiléennes*, p. 12

⁴⁸ Koyré, « Galilée et Platon », 1943, trad. Dans *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, p. 167 n. 2.

L'hypothèse copernicienne n'est pas donnée comme modèle de révolution.

Quelques éléments de ce qui fait cette « révolution ».

En admettant que le vaste ensemble d'événements advenus dans les sciences au XVII^{ème} siècle puisse constituer ce que l'on reconnaîtra provisoirement sous ce terme de *révolution scientifique*, j'en proposerai une description selon cinq axes, cinq dimensions, ayant chacune ses aspects intellectuels, technologiques et institutionnels. Ces cinq axes préexistent à cet épisode historique et, dans un premier temps, je les mentionne indépendamment de ce qui y advient durant la période concernée par les études qui suivent.

Le système du monde ou cosmologie. Il est entendu depuis les ioniens, Pythagore et Platon que le monde est ordonné, est un cosmos. Comment fonctionne-t-il ? de quoi sont faits les astres ? a-t-il des limites ? Que peut-on en connaître ?

Les conceptions de la matière. Le vide existe-t-il ? La matière est-elle constituée d'atomes insécables ou est-elle, au contraire fondamentalement homogène. Le débat intensément engagé depuis Aristote et les atomistes se poursuit, renouvelé à l'époque qui nous intéresse. Que sait-on des éléments fondamentaux et, parallèlement, que sait-on de la lumière ?

La mécanique et la dynamique : " ignorer le mouvement, c'est ignorer la nature " disait Aristote, la formule demeurant certainement valable pour les auteurs du XVII^e siècle. Quels principes gouvernent les mouvements des corps, et en particulier celui de la chute des graves ? Y a-t-il des principes de conservation, des principes architectoniques à l'œuvre dans la nature ?

Les mathématiques : elles ont toujours eu une place éminente comme prototype du savoir certain et discursif. Quelle adéquation y a-t-il entre cette science et les phénomènes du monde matériel ? Est-elle une bonne candidate comme langue apte à assurer notre dialogue avec la nature ? Le message galiléen du *Saggiatore* devient déterminant à cet égard.

La physiologie. Comment doit-on envisager l'étude des êtres vivants ? L'opposition, ou la cohabitation du vitalisme et du réductionnisme, l'appréhension du vivant sous le modèle de la chaîne continue des êtres ou à l'inverse selon des schémas saltistes structurent les doctrines en présence.

Un rapide tour d'horizon de l'état de la question concernant ces cinq dimensions du sujet sera ici utile.

En 1542, Copernic publie son *De revolutionibus*. Il s'agit d'un modèle du cosmos concurrent à l'*Almageste* de Ptolémée et d'astronomie circulaire et géométrique dans les deux cas. Les irrégularités du mouvement des planètes exigent toujours plus de complexité et, en principe, le système de Copernic oppose à l'ancien modèle une simplicité fondamentale et une grande cohérence logique. En fait, bien des difficultés demeurent : le grand nombre des cercles nécessaires, un léger excentrique solaire, l'objection parallactique et surtout, la mobilité terrestre. Face à ces deux « principaux systèmes du Monde », apparaît une troisième solution, le système semi-héliocentrique de Tycho Brahé et ses variantes. Dès le début du siècle, la discussion est déterminée par les arguments et les résultats de deux auteurs majeurs : Jean Kepler (ses trois lois : ellipse, loi des aires et distance des planètes), Galilée (taches de la lune, du soleil, de la voie lactée, satellites de Jupiter etc.). Dans le cours de ces controverses, la théorie aristotélicienne des deux régions –qui interpénètre le débat proprement astronomique- est ruinée et une collection d'arguments nouveaux est avancée : théorie des marées, principe d'inertie, tourbillons, comètes etc. Si les jésuites sont souvent tychoniens, les principaux savants (Descartes, Gassendi, Roberval, Mersenne, Pascal, Huygens, Leibniz...) sont rapidement gagnés au copernicanisme ou plutôt à un *néo copernicanisme*. A la fin du siècle, survient la grande synthèse newtonienne ; à l'aide d'une théorie générale de la gravité par attraction à distance, Newton donne une expression mathématique extrêmement performante de la mécanique

céleste. La dynamique, la description des forces et leur relation avec les trajectoires sont établies en un extraordinaire tableau d'ensemble dont l'élaboration a lieu vers 1660-70. Le prix à payer est considérable puisque la compréhension de la causalité devient obscure, le « moteur » de cette synthèse, l'attraction à distance est en effet un profond mystère.

Deux grandes doctrines sur la nature de la matière se déploient : la matière subtile cartésienne selon laquelle il n'y a pas de vide, l'étendue est attribut essentiel de la matière et ne peut donc exister sans elle, les éléments se constituent par chocs et mouvement. La matière la plus fine, qui remplit tous les pores de l'espace est l'éther. Telle est la doctrine du mécanisme au sein de laquelle la gravité s'explique par les tourbillons de cette matière subtile. Contre, ou à côté de celle-ci, l'autre doctrine générale des corps sensibles est la théorie atomiste, explicitement défendue par Gassendi, elle est sans doute aussi partagée par Galilée, voire par Newton comme semblent l'indiquer les *Queries* de la fin de l'*Opticks*.

Le débat a pris un tour décisif avec l'expérience de Torricelli sur le vide. On vit une intense décennie de discussion dans toute l'Europe entre 1640 et 1650. Les épisodes se succèdent rapidement : Pascal –ou les pascaliens- à Rouen, Paris et au Puy de Dôme, Roberval ou Auzoult et leurs expériences du vide dans le vide, Magni à Varsovie etc. S'il apparaît que « l'espace de Torricelli » ne peut être occupé par les « éléments d'Aristote », la résistance des traditionalistes (les jésuites notamment) n'est pas négligeable et surtout, la thèse cartésienne ouvre une alternative au vacuisme. Quoiqu'il en soit, bientôt, la thèse selon laquelle « La nature a horreur du vide » est pratiquement vaincue.

Dans le même ordre d'idée, de nouvelles théories de la lumière émergent, chez Descartes, Huygens ou Newton. Les lois de l'optique, de la réfraction, des couleurs sont en voie d'élucidation ou reçoivent des explications ou des représentations performantes.

Le mouvement des corps. *Si le moteur cesse d'agir, le mouvement cesse*, affirme la physique dominante depuis Aristote. La pierre du haut du mât d'un navire ne doit pas tomber au pied de celui-ci mais vers la poupe. Deux auteurs (mais ne sont-ils pas les héritiers de prédécesseurs qu'il convient de réhabiliter ?) vont élaborer une thèse opposée « le mouvement dure tant qu'une force ne vient s'y opposer », ce sont Descartes et Galilée qui –à des degrés divers- établissent le Principe d'inertie selon lequel *Un corps poursuit son mouvement en ligne droite, à vitesse constante si aucune force n'agit sur lui*. Toute la cinématique s'en trouve changée. Deux conséquences majeures peuvent en être déduites : l'objection balistique contre le mouvement de la terre est réduite à néant et la chute des corps est soumise à la *loi des nombres*. La balistique moderne peut naître. Il s'agit là de l'un des piliers qui permettra la synthèse newtonienne.

Les mathématiques explosent. L'algèbre, cette « arithmétique générale », se déploie depuis les travaux italiens et allemands du XVI^{ème} siècle (et très certainement à partir de travaux arabes), puis de ceux (entre autres) de Viète, Harriot, Fermat et Descartes. On fait, « avec des lettres, les calculs que l'on faisait avec les nombres ». La géométrie algébrique s'impose et la *géométrie de 1637* de Descartes consacre l'association de la géométrie et de l'algèbre, l'expression des courbes par des équations. Un peu plus tard, la notion de variable et de fonction étend cet acquis, tout en le bouleversant. Nouveaux venus étranges, les nombres imaginaires contribuent à déstabiliser la philosophie mathématique en même temps qu'ils accroissent les performances de cette science. Ainsi en va-t-il aussi avec les procédures infinitésimales (en principe récusées par Descartes). On voit fleurir des notions extrêmement variées, les indivisibles, les séries convergentes, les calculs de tangentes. En 1684, la *nova methodus* de Leibniz impose le concept de dérivée, bientôt suivi par l'invention de ceux qui permettent le calcul intégral (méthodes, on le sait, découvertes en même temps, quoique différemment par Newton). Les conséquences sont considérables, notamment du fait de l'application que reçoivent ces méthodes dans des domaines de la physique où des concepts nouveaux deviennent possibles, comme ceux de vitesse instantanée, d'accélération, de force. Les mathématiques font aussi leurs effets en optique, dans la statique, le calcul des pressions etc.

L'étude des fonctions des organismes vivants connaît un développement sans précédent: les contractions musculaires (Malpighi, Stenon...), la circulation sanguine (Harvey, Descartes...), la respiration. La description quantitative de ces fonctions et le développement de l'iatromécanisme intègrent l'étude du vivant dans ce grand mouvement de pensée.

Ce bref tableau est-il celui d'une révolution ? Certainement pas au sens d'un retour sur soi, mais peut-être au sens d'une rupture. Il est vrai qu'un ensemble de conceptions séculaires et dominantes sont brisées qui constituaient ce qu'on recouvre du terme assez vague de scolastique péripatéticienne. Le géocentrisme, la physique des qualités, la force du mobile, l'impossibilité du vide ou de penser l'infini sont désormais des thèses inefficaces, inappropriées pour dialoguer avec la nature. On est donc en présence d'une accumulation de lois physiques, astronomiques, mécaniques, optiques, statiques, balistiques, physiologiques et surtout d'un mode d'expression et de rationalisation de ces phénomènes qui paraît particulièrement bien adapté : les mathématiques.

On assiste en outre à l'émergence d'un nouveau lieu, le laboratoire, où sont reproduits et imaginés des phénomènes plus riches, plus complexes (le vide, les dispositifs optiques, les plans inclinés, les pendules composés, les observatoires astronomiques, les salles de dissections...).

On obtient enfin de considérables retombées technologiques : la mesure du temps, la navigation, la cartographie, les télescopes, thermomètres, machines à poulies, éclairages et effets optiques etc.

Tout ceci s'accompagne un peu partout de la création d'institutions savantes : Cercle Mersenne, Académie *dei lincei*, *Royal Society* de Londres, Académie Royale des Sciences de Paris, de Berlin etc. Des revues comme les *Acta eruditorum*, les *Philosophical transactions* etc. voient le jour.

Toutefois, il convient d'être attentif aux racines et aux origines possibles de toutes ces nouveautés : l'héliocentrisme a été discuté dans le passé (Aristarque, Nicolas de Cues...), l'algèbre géométrique a mûri chez les arabes du XII^e siècle, la variation instantanée a été théorisée chez les scolastiques de Paris et d'Oxford au XIV^e siècle et les noms d'Al-Khayyam, de Nicolas Oresme, de Bradwardine, de Buridan (parmi bien d'autres) doivent revenir à la lumière ; l'optique géométrique avait été très poussée par Alhazen, pour ne rien dire de l'atomisme. Des arguments puissants en faveur du continuisme historique existent donc bel et bien, dont on sait qu'ils ont été systématiquement exploités par Pierre Duhem. Par ailleurs, le temps n'est pas venu de la fin des grands systèmes qui ancrent la philosophie naturelle dans la philosophie première, comme en témoigne la cohérence et la force du cartésianisme.

Sur « la révolution du XVII^e siècle ».

Dans une étude récente, Floris Cohen a retracé et analysé le destin du concept du à Koyré. Il en a montré l'extension, une extension qui devait entraîner une dilution de ses propriétés et son affaiblissement qui, dit-il a transformé en véritable « camisole de force » ce qui, au départ fut « un instrument **audacieux** de libération pour l'historien de la science »⁴⁹.

On pourrait penser que ce concept historique, confronté à de multiples difficultés, a cessé d'être utile et qu'il est plus sage de s'en passer. Je suis plutôt en accord avec Cohen lorsqu'il écrit : « Le concept de la Révolution Scientifique, en marquant un des plus profonds et décisifs événements de l'histoire mondiale, est vraiment indispensable; mais ce concept demande une révision tout-à-fait radicale. » Pour résumer il conviendra de renoncer à trop d'homogénéité et d'universalité : la révolution scientifique du XVII^e siècle n'embrasse pas toutes les sciences modernes (la chimie, la biologie notamment) et elle se présente comme une juxtaposition de transformations distinctes selon les domaines de savoir (avec souvent des interactions entre les parties).

⁴⁹ Floris Cohen, *in* Europe et Sciences etc.

Il est sans doute possible de dresser un tableau de « ce qui s'est passé » et d'admettre, en profitant de l'élaboration de Koyré, que ceci puisse continuer d'être nommé « révolution scientifique du XVII^e siècle.

- **Révolutions scientifiques et science normale.**

« La révolution scientifique » en général est un concept dû à Thomas Kuhn, présenté dans *La Structure* etc. en 1962, avec comme modèle, « la » révolution copernicienne (étudiée en 1957 par Kuhn ».

Pour Kuhn, « Koyré montre la voie, montre ce qu'il faut faire ». (cf. livre de James A. Marcum

Les faits : un vieil homme assez isolé publia, en 1643, après vingt ans d'hésitation ou de patience, un ouvrage essentiellement de géométrie astronomique.

On dispose, depuis Hipparque, Eudoxe, Ptolémée etc. d'un paradigme général qui s'enrichit depuis presque deux millénaires. On notera des explorations « hors paradigme » notamment celle d'Aristarque de Samos.

Les anomalies s'accumulent : stations et rétrogradations, phases, distances inexplicables etc.

L'hypothèse radicale, audacieuse de Copernic propose une simplicité et une cohérence (de principe) renversante.

Elle est cependant, en elle-même, insuffisante pour être irrésistible. Il faudra changer la physique, la forme des trajectoires, la conception des cieux, fluides et sans limites pour qu'elle le devienne.

Le concept de monde de l'ancien paradigme est bientôt réfuté (c'est accompli dans les années 1620).

Le nouveau se met en place avec Galilée, Descartes, Horrocks, Newton.

Reste à discuter de la nature révolutionnaire ou non de l'acte copernicien.

La théorie de Thomas Kuhn. Une grande synthèse de cette discussion –qui est aussi un élargissement considérable de perspective- est due à T. Kuhn avec *La structure des révolutions scientifiques* (1962). Cf. Br. p. 96-97.

Sa théorie est elle aussi radicale :

Il va montrer qu'il n'existe en fait pas une seule révolution scientifique, mais que toute l'histoire des sciences peut se décrire en termes de « révolutions scientifiques » (Bra. 96)

On pense souvent que l'intérêt des contributions de Thomas Kuhn concerne toujours les révolutions scientifiques. Mais il parle aussi beaucoup de ce qu'il appelle la science normale, voire la science quotidienne, celle qui se fait à l'intérieur d'un paradigme, la science confiante, sans crise en vue. (Ian Hacking, cours collège de France, 9 mai 2006)

Kuhn note en effet, dès le début de son livre

« La science normale, activité au sein de laquelle les scientifiques passent inévitablement presque tout leur temps, est fondée sur la présomption que le groupe scientifique sait comment est constitué le monde » (p.22)

« Le terme science normale désigne la recherche solidement fondée sur un ou plusieurs accomplissements scientifiques passés, accomplissements que tel groupe scientifique considère comme suffisants pour fournir le point de départ d'autres travaux » (p.29)

« Le succès d'un paradigme est en grande partie, au départ une promesse de succès révélée par des exemples choisis et encore incomplets. La science normale consiste à réaliser cette promesse » (p.46)

On pourra penser au système de Ptolémée et/ou Aristote qui reste un « programme, un espoir » pendant des siècles. Un paradigme consiste fondamentalement à fournir des programmes de recherche. Point important, la « science normale » est fortement consensuelle, elle développe de vastes synthèses. C'est là, je crois, un des critères de ce qu'on pourra nommer « vraie science », versus, « fausse science », qui ne semble pas présenter de telles étapes consensuelles (psychanalyse, astrologie...).

Là encore il convient d'être circonspect et Lakatos a raison de signaler qu'

En réalité, il est très rare que des programmes de recherche aient établi un monopole total et ce n'est que pour des périodes relativement brèves ...⁵⁰

Il annonce son concept-phare.

« Et quand les spécialistes ne peuvent ignorer plus longtemps des anomalies qui minent la tradition établie dans la pratique scientifique, alors commencent les investigations extraordinaires qui les conduisent finalement à un nouvel ensemble de convictions, une nouvelle base pour la pratique de la science ». (p.23) Ces épisodes sont qualifiés dans cet essai, de Révolutions scientifiques ».

Une thèse de Kuhn est que les RS sont beaucoup plus nombreuses que les quelques grands épisodes connus (Galilée, Newton, Lavoisier, Darwin, Einstein) ne le laissent penser (Maxwell en est un exemple).

Pourquoi des idées potentiellement riches d'un nouveau paradigme (relativité, héliocentrisme, divers gaz) sont-elles formulées parfois très tôt sans donner naissance à ce paradigme ?

C'est parce qu'elles « arrivent avant la crise de l'ancien paradigme ». Bonne citation de Kuhn :

Enfin, ces exemples ont en commun un autre caractère qui nous amène à donner à la crise un rôle important : on avait, au moins partiellement, entrevu la solution de chacun de ces problèmes à une époque où il n'y avait pas de crise dans la science correspondante ; et, en l'absence de crise, on avait ignoré ces anticipations.

La seule anticipation complète est aussi la plus célèbre, c'est celle d'Aristarque devançant Copernic au III^e siècle avant J.C. On dit souvent que si la science grecque avait été moins déductive et moins assujettie aux dogmes, l'astronomie héliocentrique aurait pu commencer à se développer dix-huit siècles plus tôt. Mais c'est ignorer tout le contexte historique. Quand Aristarque développa sa théorie, le système géocentrique, beaucoup plus conforme à la raison, ne présentait aucune lacune dont on aurait pu songer à chercher la solution dans un système héliocentrique. » (p.112)

Un peu comme Lénine : une révolution advient quand ceux d'en bas... et ceux d'en haut...

Aussi longtemps que les outils traditionnels fonctionnent, on n'en emploie pas de nouveaux.

Le scénario de crise révolutionnaire selon Kuhn

Face à des anomalies, même graves et durables, les scientifiques ne renoncent pas au paradigme qui a mené à la crise. Ils sont en général patients et attendent que l'affaire reçoive une solution dans le cadre du paradigme (exemples, les anomalies de la mécanique céleste après Newton)⁵¹. Rejeter une théorie, une interprétation, c'est en accepter un autre ; c'est pourquoi, les faits, ou la nature ne parlent pas d'eux-mêmes.

C'était très clairement le point de vue qu'avait adopté Meyerson :

⁵⁰ Lakatos, p. 95

⁵¹ On a une belle évocation de *l'océan d'anomalies qui submerge le premier programme de recherche de Newton* et de la manière dont elles furent transformées en exemples de corroboration. Lakatos, p. 63-68.

« Une théorie ne disparaît jamais que devant une autre théorie...Jamais une théorie ne meurt de sa belle mort (citer encore...) : toujours il faut qu'elle soit assassinée. On ne la détrône que s'il y en a une autre prête à en hériter... » (p. 111-112)

Des faits expérimentaux, parfois de grande sophistication ou de grande importance peuvent se trouver rejetés « hors de la science » (pas toujours à bon escient et ce rejet est en général provisoire). Deux exemples : l'expérience de Kaufman sur la variation de masse des électrons, résultat rejeté par Einstein. La dérive des continents de Wegener en 1913.

C'est quand une anomalie devient autre chose qu'une énigme, ou plus qu'une énigme, que la science extraordinaire commence (p.121).

« Chérissez vos exceptions ; quand il n'y en a aucune, le travail devient si terne que personne ne se soucie de le pousser plus loin. Gardez-les toujours à découvert et bien en vue. Les exceptions sont comme le gros œuvre des bâtiments en cours d'édification, qui signifient que le reste va venir et indique où vont prendre place les prochaines étapes de la construction » (William Bateson, 1908, cité par E. Mayr, p. 964)

Trois scénarios sont alors possibles : 1. La science normale finit par résoudre l'affaire 2. L'anomalie est durablement mise de côté (la parallaxe stellaire pour l'héliocentrisme) 3. Un candidat au rôle de nouveau paradigme s'impose.

Un exemple frappant d'anomalies ressemblantes qui reçoivent des traitements complètement différents : anomalie de saturne (d'où Neptune), anomalie de Mercure (d'où une confirmation de la Rel. Gén.).

Une anomalie « mise de côté » : la parallaxe.

Il en est de même pour le comportement anormal du périhélie de Mercure : depuis longtemps il constituait une anomalie de la théorie newtonienne. « Mais c'est seulement parce que la théorie d'Einstein l'explique mieux que ce fait est passé du rang de vulgaire anomalie à celui de brillante « réfutation » du programme de recherche de Newton »⁵².

La réorganisation d'une science par changement de paradigme

« On manipule les mêmes faits qu'auparavant mais en les plaçant l'un par rapport à l'autre dans un système de relations qui est nouveau parce qu'on leur a donné un cadre différent » (Butterfield, cité p.124). C'est aussi comparé au changement de forme visuelle (Gestalt ; cf. Hanson)

Cf. hypothèse de la non-conservation de parité.

Thèse importante : les règles relèvent de la philosophie. La s.n. n'a pas vraiment besoin, ni de l'une, ni des autres ; la s. extraordinaire en a besoin (p.128).

Sans doute peut-on ici développer des leçons tirées de la chimie : le paradigme du tableau périodique puis le nouveau paradigme du tableau périodique. Cet objet n'est *plus le même*, il ne raconte pas la même histoire. Deux références : l'article de BBV dans *Michel Serres, «Éléments d'histoire... »* et M.C. de La Souchère, « L'argon, hôte indésirable du tableau périodique », *La Recherche*, n°456, p. 92-94.

Une question : Popper semble bien critiquer Kuhn en écrivant (dans LCO , p.86)

« On a dit que si nous voulions critiquer une théorie, disons T_1 , nous avons alors besoin d'une autre théorie T_2 , qui nous fournisse la base, ou le point de départ, ou l'arrière-plan nécessaire pour critiquer T_1 ... »

⁵² Lakatos, 101

Si c'est bien d'une critique de Kuhn, c'est très exagéré. Ce dernier soutient en effet que pour abattre T_1 , il faut une théorie alternative T_2 , mais je ne pense pas qu'il dise que la critique de T_1 , n'est possible qu'avec cette théorie concurrente. Les anomalies et les faiblesses sont reconnues comme telles sans révolution nécessairement.

Les critiques contre le schéma de Kuhn ne sont pas sans force, mais souvent assez distordues. Ou alors, elles visent des prises de positions plus tardives que ce qu'on peut lire et tirer de *La structure des révolutions scientifiques*. Voir sur ce point les pages de Lakatos, (128-133)< ;

2. Une variation continue pour comprendre l'histoire des sciences.

✓ Qu'est-ce qu'une *discontinuité* ?

Préciser les critères possibles pour définir une discontinuité. Un cas dans l'archéologie de Foucault :

« Un jour, à la fin du XVIII^e siècle, Cuvier fera main basse sur le bocaux du Museum, il les cassera et disséquera toute la grande conserve classique de la visibilité animale. Ce geste iconoclaste auquel Lamarck, jamais, ne se résoudra, ne traduit pas une curiosité nouvelle... C'est bien plus gravement une mutation dans l'espace naturel de la culture occidentale : la fin de *l'Histoire*, au sens de Tournefort, de Linné, de Buffon, d'Adanson... (le reste m'est incompréhensible, ce qui est très significatif) »⁵³.

C'est bien un *événement nouveau*, un atome archéologique : « un jour », « un geste ».

Cette discontinuité repérée par Foucault ne semble pas en être une dans l'histoire de la biologie, de la zoologie plus précisément. On trouve, par exemple, chez Ernst Mayr des phrases comme « Le concept d'unité de plan de Buffon devint chez Cuvier le concept de type ... »⁵⁴ où l'on repère évidemment une continuité.

Disons-le dès maintenant, il n'y a que les mathématiciens qui disposent d'un concept efficace de discontinuité et de sa négation, la continuité. L'histoire de la mise au point de ce concept est d'ailleurs époustouflante. Le fait est que nulle part ailleurs il n'est vraiment possible d'en disposer. C'est ce que nous enseigne l'examen de l'histoire des théories scientifiques.

Remarque précieuse ; terminant son ouvrage, *La structure des Révolutions scientifiques*, Kuhn avance ceci : « Si cette description (du développement scientifique) a bien saisi la structure essentielle de l'évolution *continue* d'une science, elle aura posé simultanément un problème particulier : pourquoi l'entreprise scientifique progresse-t-elle régulièrement... ? » (p. 219)

Ainsi la structure en révolution ne nie pas la continuité.

Sur le concept de « révolution scientifique » de Thomas Kuhn.

Le schéma général proposé par Kuhn est, au total, extrêmement convaincant. Il a pour lui que l'histoire des sciences nous montre que les choses se sont presque toujours passées comme il le dit. Une théorie scientifique est mise en œuvre et permet de produire des connaissances, elle vacille en devenant de moins en moins performante, une autre théorie (ou plusieurs) entre en concurrence pour la supplanter, ce qui finit par advenir. Bien entendu, une multitude de questions se posent sur la manière dont ceci advient et sur les conséquences du processus, mais le schéma de base –dans sa sécheresse– est valide.

Ce qui est frappant est la variété d'échelles concernées par cette description : les théories en questions peuvent être très vastes (le mécanisme, le système du monde, l'évolution des espèces

⁵³ Foucault, *Les mots et les choses*, Gallimard, 1966, p. 150.

⁵⁴ E. Mayr, *Histoire de la biologie*, I, 616

etc.), elles peuvent être plus étroites ou paraître telles un moment donné (la théorie corpusculaire de la lumière, la théorie du phlogistique, la théorie *planétaire* de l'atome etc.).

Une source de confusion, peut-être la principale source de confusion, dans l'examen des rythmes de l'histoire des sciences pourrait bien être la suivante. Elle consiste à admettre que la conception de l'histoire des sciences selon le schéma « en révolutions » aurait pour contraire la conception continuiste de cette histoire. Or il n'en est rien. La continuité est la négation de la discontinuité or la discontinuité, au propre, n'existe pas en histoire des sciences. Arrêtons-nous un instant aux conceptions développées par Duhem. Il est juste de voir en lui un des principaux tenants d'une interprétation selon laquelle les théories nouvelles sont toujours étroitement liées à celles qui les ont précédées – ce qu'on nomme vision continuiste- Mais la théorie de Pierre Duhem est-elle incompatible avec le schéma que –peu après lui- proposera Thomas Kuhn ? Certainement pas. Il n'est que de relire *La théorie physique* pour s'en convaincre et saisir tout ce dernier lui doit. Tant il est vrai que la reconnaissance de la continuité en histoire des sciences ne réfute pas le concept de Révolution scientifique, au sens de changement radical de paradigme.

Le continuisme est très bien représenté par Pierre Duhem (1861-1916):

La science mécanique et physique, dont s'enorgueillissent à bon droit les temps modernes, découle, par une suite ininterrompue de perfectionnements à peine sensibles, les doctrines professées au sein des écoles du Moyen-âge ; les prétendues révolutions intellectuelles n'ont été le plus souvent que des évolutions lentes et longuement préparées ; les soi-disant renaissances, que des réactions fréquemment injustes et stériles ; le respect de la tradition est une condition essentielle du progrès scientifique⁵⁵.

Voir mes textes et aussi I. Hacking, in dossier « Epistémologie générale ».

C'est la même thèse de continuité qu'on trouve chez Alistair Crombie. (I. Hacking). Voir le commentaire et les longues citations, de Koyré sur Crombie, (*Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, p. 62)

Dans un sens, Auguste Comte est lui aussi un continuiste. A propos de ce qu'on nomme une « révolution générale de l'esprit humain », avec Bacon, Galilée et Descartes, il note qu'

« on peut en dire avec exactitude, comme de tous les autres événements humains, qu'elle s'est accomplie constamment et de plus en plus, particulièrement depuis les travaux d'Aristote et de l'école d'Alexandrie, et ensuite, depuis l'introduction des sciences naturelles dans l'Europe occidentale par les arabes »⁵⁶.

J'ai dit, « dans un autre sens » car il ne faut pas confondre la thèse du continuisme avec celle de l'accumulation successive. On le voit bien chez Duhem où les forts arguments de continuité concernent les méthodes, les connexions, les réutilisations de matériaux anciens et pas les résultats théoriques qui, eux, ne sont pas cumulatifs. C'est bien « une autre maison » qui est édiflée, mais à l'aide de matériaux et de savoirs faire anciens ou traditionnels.

Une très bonne analyse de cette succession non inclusive est défendue par A. Koyré (on y revient).

⁵⁵ Les origines de la statique, in Br. p. 93

⁵⁶ *Cours de philosophie positive*, première leçon (1830), t. 1, p. 27

Le discontinuisme est très bien représenté par Bachelard (1884-1962): voir la citation dans Br. 94-95.

Canguilhem joue sur les deux tableaux. Cf une mise en garde valable et importante de la « notion de précurseur » (Br. 95)

Une version possible du continuisme, le matérialisme

Jacques d'Hondt, « La rupture est une forme de continuité. Se poser en s'opposant (à quelqu'un) c'est encore (lui) devoir quelque chose » (*L'idéologie de la rupture*, Paris, PUF, 1978, p. 161) et encore Patrick Tort, « Continuisme et discontinuisme doivent être deux attitudes théoriques complémentaires », (*La pensée hiérarchique et l'évolution*, Paris, Aubier, 1985, p. 25)

- ✓ On peut chercher à comprendre ces orientations divergentes, voire opposées d'excellents historiens et épistémologues, selon leur posture idéologiques ou philosophiques. Duhem serait continuiste pour sauver l'héritage de l'Église catholique, ou parce qu'il serait conventionnaliste (alors il n'y aurait pas de « faits » réellement décisifs pour une nouvelle théorie, pas d'expérience cruciale etc. (Il faut noter que certaines pages de *La physique de croyant* et de *L'histoire de la statique* qui concernent et mobilise le « intelligent design », ou « l'œuvre de la providence », vont fortement dans le sens d'une telle interprétation ; cf. Br. p. 116-117) ; Kuhn serait discontinuiste parce qu'il serait très marqué d'externalisme (le monde changerait radicalement donc etc.), Bachelard serait discontinuiste parce que les marqueurs de la science sont des « obstacles » qu'il faut franchir etc.

Tout ceci ne mène pas bien loin et nous enferme dans des cercles vicieux ou dans des subtilités byzantines.

On peut, autrement, interroger de près l'histoire des sciences elle-même et examiner en détail les arguments qui ont fait pencher la balance d'un côté ou de l'autre. (Magnifique illustration avec le frontispice de Riccioli).

3. Arguments issus des scénarios historiques

- **Copernic.**

Il est possible de passer en revue ce qui, chez Copernic, rompt avec l'astronomie majoritairement acceptée de son temps : la place du soleil, celle de la terre, la lune autour de la terre. La taille du cosmos. Les sphères plus ou moins dissoutes. Les « effets » de rupture : un élan irrésistible, même s'il est plus ou moins lent. L'obligation de changer de physique. Le jugement de Kant.

Il est possible de passer en revue ce qui est traditionnel : le principe de circularité, le concept cosmique, la physique, les deux régions.

Il y avait déjà eu des hypothèses héliocentriques, affirmées ou discutées, mais toujours rejetées. Le succès de la théorie de Copernic est lui aussi question d'appréciation : il séduira les plus grands, Kepler, Galilée, Descartes etc. Il est bien reçu par des princes de l'église. Mais aussi, il est rejeté et réfuté par Tycho et d'autres. Il est mis à l'index et devient interdit. Disons qu'il s'installe peu à peu.

Une soit disant caractéristique de sa nature révolutionnaire, le « traumatisme » est une fiction inventée ultérieurement. Il est assez confondant de trouver chez Feyerabend cette idée que la théorie de Copernic fut révolutionnaire parce qu'elle transformait l'idée que se faisait les hommes de leur place dans l'Univers.⁵⁷

⁵⁷ Cité in Lakatos, p. 177

L'examen des « faits » ou plutôt des « faits interprétés » doit être soigneux sous peine de donner lieu à des interprétations abusives. Dans l'histoire de l'établissement du nouveau concept général de Monde, qui va de Copernic à Newton, il y a de très nombreux aléas et nombreuses controverses, certaines plus vastes que celle qui oppose « l'ancien monde » au « nouveau ». On a raison d'opposer le cartésianisme au newtonianisme, encore faut-il le faire précisément. Lorsque je lis sous la plume de Lakatos :

« La théorie cartésienne des tourbillons expliquant la gravité fut réfutée –et éliminée- par le *fait* que les planètes se meuvent sur des ellipses au lieu de cercles cartésiens »⁵⁸, je ne peux qu'être étonné puisqu'en réalité Descartes ne défend pas la circulation en cercles dans les *Principes de la philosophie* et parce que sa théorie des tourbillons ne l'interdit nullement.

- **La plasticité cérébrale**

On a longtemps pensé que les réseaux de neurones s'établissaient de façon définitive, sans modification ultérieure. On a montré, au cours du XX^e siècle, qu'au contraire, l'acquisition de compétences ou des traumatismes divers s'accompagnaient d'un remodelage des réseaux neuroniques. Ceci concerne aussi bien le cortex cérébral. L'exemple le plus démonstratif est la malléabilité des aires sensorielles (par exemple chez les sourds, l'aire visuelle semble « coloniser » l'aire auditive. Autre exemple chez les violonistes, les projections du pouce et de l'auriculaire de la main qui presse les cordes s'étendent.

Voir l'article de Marion Droz-Mendelzweig et l'intro de Barras et Dupont (Revue H.S. Tome 63-2, p. 328 et 331 sq.)

«M. Roz-Mendelzweig montre comment l'émergence de ce concept si important dans les neurosciences contemporaines, au point qu'il semble en constituer l'un des fondements susceptibles d'en justifier l'aspect soi-disant révolutionnaire, n'est en réalité, *ni l'apanage de ces dernières, ni encore une invention contemporaine*, mais peut remonter au XIX^e siècle » (p. 328)⁵⁹.

Pour le caractère révolutionnaire, on soulignera ceci : on soutient que « l'appareil cérébral est doté d'une faculté d'adaptation morphologique et fonctionnelle à ses conditions d'activité, et ce jusqu'à un âge avancé » (*id.*333). C'est une possibilité considérable d'alimenter l'anti-déterminisme d'une vie humaine puisque des activités intentionnellement réalisées peuvent modifier l'esprit de celui qui les a effectuées. Le corps et l'esprit sont bien visés « ensembles », la connectivité synaptique est le domaine de cette réunion. En ce début de siècle, la plasticité cérébrale apparaît comme un des domaines les plus prometteuses des développements – attendus comme immenses- des neurosciences.

« Un sondage dans la littérature spécialisée en neurobiologie permet de constater un consensus pour attribuer au neurobiologiste Geoffrey Raisman (en particulier dans son article de 1969) la paternité de la plasticité anatomique des connexions synaptiques » (*id.* 335)⁶⁰.

Il est vrai qu'on trouve dans cette littérature nombre de jugements soulignant le caractère sérial, voire *définitif* des découvertes de Raisman. Avant lui, on a pu décrire l'état précédent des recherches comme inscrites dans le cadre d'une science « normale » telle que l'avait

⁵⁸ Lakatos, *Histoire et méthodologie des sciences*, p. 10

⁵⁹ Et pourquoi pas à Descartes ?

⁶⁰ Une note à mon avis assez malheureuse de l'auteur de l'article sur lequel je m'appuie revendique une fidélité à *l'approche sociale des sciences*, ce qui lui permet, dit-elle « de prendre le contre-pied de récits mythiques assez fréquents dans la littérature scientifique où le mérite d'une découverte est attribué à un chercheur voire à son équipe, entretenant ainsi l'image du savant récompensé pour de longs efforts menés en solitaire » (*id.* n.11, p.335). Bref, la littérature scientifique serait naïve et fautive (elle renforce un récit mythique qui ne correspond pas à la véritable histoire des sciences, qui serait, si elle est sociale, bien plus efficace. La citation donnée dans le corps de mon article range la communauté des neurobiologistes contemporains du côté de cette naïveté et de cette histoire mythique ; elle est même consensuellement coupable de ce défaut.

notamment élaborée des auteurs comme Santiago Ramon y Cajal (1852-1934) : le système nerveux ne semblait pas pouvoir être susceptible *d'adaptation morphologique et fonctionnelle* (*Id.*, 336). Raisman lui-même contribue à l'élaboration de cette vision révolutionnaire quand il mentionne « l'hypothèse d'une hérésie inouïe » de son maître Max Cowan, hypothèse sur laquelle il devait bâtir sa théorie nouvelle. Ce qui semble peu discutable est que la théorie de la plasticité cérébrale est bien devenue le paradigme dominant des neurosciences au cours du dernier tiers du XX^e siècle (récompensé par le prix Nobel de médecine 2000 attribué à Eric Kandel).

L'examen de l'histoire antérieure (à Raisman) montre qu'il est très possible de rattacher les travaux de celui-ci (et de ses successeurs) à de multiples éléments qui les préparent, les rendent possibles et, finalement, assurent une forme de continuité historique entre l'ancien et le nouveau paradigme. Comme dans les autres cas, il faudra se méfier : les notions *préparatrices* sont très différentes des concepts aboutis qui assurent le succès de la théorie nouvelle (par exemple, chez Cajal ou Nageotte, l'activité plastique des cellules nerveuses est une réaction compensatoire à une blessure, alors qu'elle devra être comprise comme une propriété ontologique de la cellule); elles *n'ont pas le même contexte conceptuel*, clinique, expérimental, ni le même appareillage etc. Elles peuvent même *préparer* la nouveauté en s'y opposant, en mettant en avant des anomalies, en suggérant des pistes comme devant être stériles, alors qu'elles seront fertiles etc. La nature des observations qui deviennent probantes changent : « La preuve est attendue des agencements de peptides et non des comportements humains » (*Id.* 341).

Le continuisme historique ne ruine pas la notion de nouveauté radicale ou de changement de théorie (ou de paradigme).

C'est d'ailleurs la conclusion de l'article utilisé : « les véritables révolutions scientifiques sont rares. Il y a effectivement continuité de pensée entre la théorie de la trace formulée par De Boek et celle formulée par Ansermet. Toutefois, les homologues des termes ne suffisent pas à assurer qu'elles recouvrent les mêmes significations » (*Id.* p. 366)

Note : les débats se sont rouverts sur l'enjeu de la plasticité et sur la capacité de cette notion à surmonter le dualisme esprit-matière. John Eccles « réinvente le dualisme » (*Id.* p. 361). Le concept de plasticité a accru les connaissances, il a aussi ouvert de nouvelles interrogations et accru la *quantité d'ignorance*.

- **Autres cas : le cas Darwin**

Les caractéristiques révolutionnaires : cohérence, complétude du système avec ses diverses théories. Radicalité de la thèse de l'ancêtre commun. Le lien entre la mutation individuelle (la cible est l'individu) et l'évolution de l'espèce.

Des caractéristiques continuistes : il y a bien d'autres thèses allant dans le même sens (les transformismes divers, de Diderot, de Maupertuis, de Lamarck etc.). Il ya la faiblesse du concept d'espèce relativement à celui de variété.

Les arguments qui émoussent la nature révolutionnaire de la thèse de Darwin sont difficiles à trouver dans le contenu intellectuel de son œuvre qui est radicale, d'un bout à l'autre, qui est de rupture complètement. Ils sont peut-être à trouver dans la proximité avec d'autres théories, assez nombreuses et influentes qui, déjà, défendent la transformation des espèces au cours du temps. Discuter le cas Wallace.

- **La révolution génétique (Mendel et à partir de la redécouverte)**

Remarque générale sur les rythmes dans les sciences de la vie. Attitude de E. Mayr dans «*Après Darwin*. Il est l'un des meilleurs historiens de la biologie. D'une part, il réfute que le concept de révolution scientifique soit pertinent en biologie et il voit là une des distinctions profondes avec la physico-chimie (le chapitre consacré à ceci est assez peu convaincant); d'autre part, il écrit :

C'est sur une période d'une quarantaine d'années, au XIX^e siècle que les principales subdivisions de la biologie furent décrites : K.E. von Bauer (1828) avec l'embryologie ; Schwann et Schleiden (1838-1839) avec la cytologie ; J. Müller et Bernard (années 1840-1850) avec la physiologie ; Darwin et Wallace (1858-1859) avec l'évolution ; et Mendel (1866-1900) avec la génétique. La biologie est devenue une nouvelle branche de la science durant ces quarante années, mais elle n'a acquis sa position dominante que dans la seconde moitié du XX^e siècle. (p. 7-8)

Si tel est le cas, ces quarante ans ressemblent bien à une révolution scientifique.

- **Le Principe d'inertie,**

- **La « révolution Lavoisier »**

et plus généralement, le cas de la transition entre l'alchimie et la chimie. Sur ce point, il est remarquable que l'on ait pu évoquer que « l'alchimie ait pu paisiblement évoluer en chimie » (Meyerson, *I&R*, p. 16)

Description de l'état de crise de la chimie avant la « révolution chimique de Lavoisier » vers 1770, in Kuhn, p.105.

« Peu après 1770, plusieurs facteurs se combinaient pour créer un état de crise dans le secteur de la chimie »(105).

Les savants d'alors, Scheele, Black, Priestley...croyaient à la théorie du phlogistique, mais 1. Ils se rendent compte qu'elle est de plus en plus souvent en difficulté devant des comportements de gaz qui, décidément, ne semblent pas tous être de l'air plus ou moins pur. 2. Il faut rendre compte du gain de poids de la plupart des corps lors de la combustion (ce qui n'est pas le cas pour bien des corps naturels comme le bois) ; le phlogistique n'explique pas cela.

Important : il y a des parades « phlogisticennes » possibles : l'idée d'un « poids négatif du phlogistique », ou que des particules de feu arrivent quand le phlog. s'en va etc. (107). Ces expériences ne suffisent donc pas à rejeter la théorie.

Que se passe-t-il en chimie entre la fin du XVIII^e siècle et la moitié du XIX^e ? De grands changements, assurément, une immense accumulation de savoirs et de savoir faire, sans aucun doute. Il suffit de suivre une histoire de la chimie pour constater la densité des savants à l'œuvre, qui lèguent à cette science des lois, des résultats et des méthodes qui portent leur nom : Berthollet (1748-1822), Proust (1754-1826), Jeremias Benjamin Richter (1762-1807), Galton (1766-1844), Gay-Lussac (1778-1850), Dulong (1785-1838) et Petit, *Loi de Mitscherlich* (1794-1863) et, un peu avant eux, Black, Cavendish, Lavoisier, Guyton de Morveau, Fourcroy etc. C'est un signe fort qui va dans le sens d'un changement de paradigme au sens de Kuhn, d'une révolution scientifique.

Mais où et quand se fait la rupture ? Voilà qui n'est pas simple et divise les historiens de la chimie. Tirant le bilan des travaux de la génération Lavoisier, Marco Beretta proclame

« Les découvertes de chimie pneumatiques et l'interprétation qu'il en donnait changeaient complètement l'aspect traditionnel de la chimie, brisant la continuité avec le passé, continuité qui avait caractérisé jusque là son évolution » (p. 323)

S'appuyant sur la définition des buts de la chimie annoncés par Lavoisier il affirme qu'« Ici, la rupture avec le passé est tout à fait évidente » (324)

Mais c'est un tout autre son de cloche que fait entendre BBV en commentant les mêmes événements :

« Défaire et refaire, désunir et réunir sont déjà les leitmotivs de l'alchimie de la Renaissance et s'imposent comme définition de la chimie au XVII^e siècle. De plus en plus, il apparaît aux historiens de la chimie que la rupture entre alchimie et chimie –que l'on situe en général au XVII^e siècle –est une invention ultérieure des chimistes soucieux de dignité académique. » (p. 108)

On pourra noter que chez un même auteur, (en l'occurrence BBV), l'accent est mis différemment. Voir son introduction à la *Nomenclature de 1787* (mes notes manuscrites dans le dossier.) Elle insiste pour qualifier ce texte de « modèle d'une révolution scientifique.

Je ne chercherai pas à valider un des jugements au détriment de l'autre, par manque de compétences d'une part et plus fondamentalement, car c'est sans doute impossible. Les deux ont leurs raisons et leurs arguments qui, finalement ne se contredisent pas absolument. Ils choisissent, l'un et l'autre de mettre l'accent sur un aspect, la continuité, ou un autre, la discontinuité. Disons que cet exemple contribue à affaiblir la pertinence et la puissance de la notion de continuité et de discontinuité en histoire des sciences. Cette histoire est –semble-t-il toujours l'un et l'autre. L'historien des sciences doit être sensible à ce qui change et à ce qui demeure dans le développement des sciences, même en des temps de crise.

- **L'advenue des *Relativités* d'Einstein.**

L'apparition du paradigme relativiste ; déjà des éléments sont avancés dans les critiques leibniziennes de l'espace et du temps absolus de Newton, mais sans performances phénoménales ou expérimentales. Ces vues disparaissent au XVIII^e pour ne réapparaître qu'à la fin du XIX^e avec E. Mach notamment, et Poincaré. L'impossibilité de faire apparaître le mouvement par rapport à l'éther ne ruina pas facilement le paradigme newtonien.

« La théorie de Maxwell, malgré son origine newtonienne (un éther mécanique) finit par créer une crise pour le paradigme dont elle était issue » (in Kuhn. p.110)

On aboutit à une succession d'échecs pour exhiber l'éther, malgré de belles défenses de celui-ci. On a déjà rencontré l'image de la balance pour faire voir la situation de controverse entre théories concurrentes. Les arguments, les activités des scientifiques ou des philosophes sont comme des poids supplémentaires déposés sur l'un ou l'autre de ces plateaux.

Dans les premières années du XX^e siècle, la question de la relativité ou du caractère absolu de l'espace était ainsi « en balance ». Emile Meyerson rédige *Identité et Réalité*, exactement à ce moment là (première édition en 1907, seconde en 1914, troisième en 1927) et il est frappant de voir « en direct » comment se chargent ou s'allègent les plateaux de la balance. C'est un superbe mélange d'expériences, de « faits », de mesures, de calculs, de principes, d'arguments *a priori*, d'interprétations, de corrections. Toutes ces « espèces » d'arguments (de poids dans la balance) étant controversées ; on ne saurait mieux voir qu'il n'y a pas *une* espèce, *une* catégorie, parmi toutes ces activités rationnelles qui puisse s'imposer comme *règle de fonctionnement* du développement de la science.

Il est presque superflu de faire ressortir, d'ailleurs, que la notion de l'espace absolu ne répugne aucunement à notre imagination...à une déduction apriorique. (*Identité et réalité*, p. 146-148), (essayer de couper).

On verra comment les anomalies du principe de relativité (addition de c et électromagnétisme) sont remarquablement interprétées dans le paradigme classique (l'éther indécélable, les hypothèses locales de Lorentz et Poincaré). Elles sont si proches des réalisations mathématiques de la RR qu'on peut s'interroger sur la « véritable naissance » de celle-ci (who discovers what?).

Quelle est la situation après la série d'expériences Michelson-Morley ?

« Michelson décida d'accepter *n'importe quelle* hypothèse auxiliaire raisonnable pour la sauver (la théorie de l'Ether de Stokes) [...] Tandis que la plupart des physiciens tentaient d'interpréter les expériences de Michelson dans le cadre du programme de l'éther, Einstein, ignorant Michelson,

Fitzgerald et Lorentz, mais stimulé essentiellement par la façon dont Mach critiquait la mécanique de Newton, parvenait à élaborer un programme de recherche nouveau et progressif... »⁶¹

• La physique quantique

C'est une situation très remarquable. Cette théorie nouvelle et d'immense ampleur, lorsqu'elle advient (à partir des années 1920) concerne des « faits », des phénomènes, des observations inconnus avant. En ce sens, ce n'est pas une « nouvelle interprétation ou théorisation » d'une ensemble de lois empiriques ou de phénomènes. Le *matériau brut* est vraiment nouveau : il consiste dans l'ensemble des phénomènes infra-atomiques inconnus avant le XXe siècle.

✓ Une discontinuité

On peut rentrer dans plus de détails pour trouver, en ce domaine, une situation de discontinuité véritable. Lors de la confrontation entre les théories atomiques de Rutherford et de Bohr, ce dernier avance la sienne, en 1913, alors que, même en cas de « succès total » (Lakatos 76), elle n'aurait pas surmonté l'incompatibilité déjà bien connue entre la théorie atomique et la théorie électromagnétique de Maxwell-Lorentz. Son projet devait donc être développé, tout en acceptant qu'il ne serait pas intégré au sein de celle-ci, alors qu'il ne pouvait pas non plus la remplacer⁶².

C'était accepter de bâtir une théorie immédiatement et directement à un autre niveau (en un autre lieu) qu'une théorie contradictoire avec laquelle on devrait cohabiter. La théorie de Rutherford pourrait être réfutée et supplantée, mais pas celle de Maxwell-Lorentz (du moins pas à cette étape du développement de la physique quantique).

Il y a là une véritable discontinuité. Lakatos évoque « une greffe d'un programme de recherche sur un programme antérieur avec lequel il est ouvertement incompatible ». Il emploie très justement le terme de symbiose qui marque bien la discontinuité spécifique.⁶³ Selon une autre analogie, on a pu écrire que « l'atome de Bohr était posé comme une tour baroque sur la base gothique de l'électrodynamique classique »⁶⁴.

Bohr et ses premiers partisans se sont arrangés comme ils ont pu avec cette « greffe incompatible », ce qui donna lieu aux discussions philosophiques que l'on sait⁶⁵.

« Allez de l'avant et la foi vous viendra » (Lakatos, 223) est une possibilité qui a été exploitée dans les sciences (même en maths, calcul infinitésimal).

Du strict point de vue historique, cette discontinuité est plus discutable.

Planck dit que les expériences de Lummer et Pringstein, réfutant la loi de Wien, « conduisirent » ou même « provoquèrent » la théorie des quanta ; certaines versions de la théorie des quanta, dues à Einstein *entraînent* la loi de Wien ; plusieurs explications classiques furent avancées pour la formule de Planck (1913)

La classification périodique,

La circulation sanguine (par exemple elle ne règle pas d'autres vastes questions de physiologie comme la génération spontanée).

⁶¹ Lakatos, p. 106

⁶² Une « reconstruction rationnelle de cet épisode de grande importance est proposée par Lakatos (p. 75-94)

⁶³ *Id.*, p. 76

⁶⁴ Margeneau, (1950), cité par Lakatos, 77.

⁶⁵ On a une saisissante description de la façon dont ils « s'arrangent », même en proposant des « incompatibilités sauvages » dans Lakatos, p. 94-95.

4. Commentaires sur la révolution et la continuité

Toujours un choix possible de l'historien.

Michel Foucault surprend, une fois de plus sur ce point. Voici ce qu'il note en 1970 :

« Je ne pense pas qu'on puisse dans l'histoire des sciences parler de changement en termes absolus. Selon la manière dont on classe les discours, selon le niveau auquel on les aborde, ou la grille d'analyse qu'on leur impose, on verra apparaître soit des continuités, soit des discontinuités, soit des constances, soit des modifications. ⁶⁶ »

On ne saurait mieux dire. C'est un moment où M. Foucault se « laisse aller » ; immédiatement après, il se reprend en expliquant que ceci ne le concerne pas dans la mesure où lui-même, ne s'intéresse pas aux théories et à leurs concepts, mais aux conditions de possibilité des théories, à l'*Epistémè* et pas aux connaissances scientifiques.

Si l'a notion de « révolution scientifique » est valable, c'est seulement localement.

Il est difficile de nier la radicalité de certaines ruptures, leur rapidité et l'ampleur de leur programme comme de leurs conséquences.

Ma conclusion générale est la suivante : ce concept est utile à condition qu'il soit « régionalisé », rigoureusement circonscrit. Il ne me semble pas que ce soit un concept valable d'un point de vue général. D'autre part, il semble toujours possible de donner un récit « révolutionnaire » des changements, des événements de l'HdS et il est toujours possible d'en donner un récit continuiste. On pourrait sans doute comprendre par là le commentaire d'A. Koyré lorsqu'il écrit : « Les partisans d'une évolution continue, tout comme ceux d'une révolution, restent tous sur leurs positions et semblent incapables de se convaincre les uns les autres » ⁶⁷.

On abandonnerait sans dommage la notion de discontinuité dans l'histoire des sciences ; au fond, même ce que l'on pourra nommer « révolution », pour en signaler le caractère rapide et intense, ou, parce que –comme T. Kuhn- on l'aura soigneusement défini –selon une méthode quasiment pascalienne, ne sera pas vraiment porteur de discontinuité. On peut donc bien accepter l'emploi d'un concept efficace (celui de révolution scientifique) sans le charger d'une propriété que l'histoire des sciences ne peut intégrer, la discontinuité.

Premiers éléments de bibliographie

P. Acot, L'histoire des sciences, PUF 1999

Jean-François Braunstein, L'Histoire des Sciences, Méthodes, styles et controverses, Vrin, 2008

Anastasios Brenner, Les origines françaises de la philosophie des sciences, PUF, 2003

A.C. Crombie, *Introduction*, "Scientific change », Symposium on the history of science, Oxford, 9-15 July, 1961, New York, 1963

Michel Foucault, *Les mots et les choses*, Gallimard, 1966

Peter Galison, *Ainsi s'achèvent les expériences. La place des expériences dans la physique du XXe siècle*. La Découverte, 2002

Jean Gayon, « De la catégorie de style en histoire des sciences », *Alliage*, 26, 1996

(Col.) *Epistémologie et histoire des sciences*, Solange Gonzalez (dir.), Vuibert, 2010.

Nicolas Jardine, « Uses and abuses of Anachronism in the History of Science », *History of science*, XXXVIII, 2000.

Vincent Jullien, *Sciences agents doubles*, Stock, 2002

⁶⁶ Michel Foucault, *Dits et Ecrits*, I, 1954-1975, (1970), Quarto Gallimard, (1994), 2001, 925.

⁶⁷ A. Koyré, « Les origines de la science moderne » (1956), réédité dans *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, p. 61-86, p. 61.

Chapitre VII. Causes, prédiction et mathématisation.

Histoire des sciences pour les nuls, First, 2009.

Alexandre Koyré, « Galilée et la révolution scientifique du XVII^e siècle », dans *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Gallimard, 1961

Du monde clos à l'univers infini, Gallimard, 1962

Etudes galiléennes, (1939), Hermann 1966

Etudes newtoniennes, Gallimard, 1966

Thomas Kuhn, La structure des révolutions scientifiques, 1962, Flammarion 1983

La tension essentielle. Tradition et changement dans les sciences, Gallimard 1990.

R.K. Merton « Science, Technology and society in the seventeenth Century England », *Osiris*, 4 (1938), réed. New York 1970 Michel Serres (dir), *Éléments d'histoire des sciences*, Paris, Bordas, 1993

Pietro Redondi, "Sciences, the Renaissance of a History", *History and Technology, Special Issue*, 4, 1-4, 1987

Stephen Shapin, "Discipline and Bounding: the History of Science as seen through the Externalism-Internalism Debate", *History of Science*, XXX, 1992

Steve Shapin et Simon Schaffer, *Leviathan et la pompe à air*.

Hobbes et Boyle entre science et politique, La découverte, 1993.

René Taton, *Histoire générale des sciences*, PUF, 1957, réed. 1966

R. Taton, Sur les buts et les méthodes de l'histoire de la science, in *Etudes d'histoire des sciences*, Brepols, 2000

P. Wagner, (dir), *Les philosophes et la science*, Gallimard, 2002