

Edgar ASCHER

CONTINUITÉS ET DISCONTINUITÉS DE LA SCIENCE¹

1. Cet exposé comporte trois parties. Dans une première partie, je vais traiter un aspect particulier de la relation entre les continuités et les discontinuités de la science. Ensuite, il sera question de la notion de révolution et enfin de quelques-unes des idées de Thomas Kuhn, dont l'incommensurabilité, et de leurs prolongements.

Je commence par rappeler une trivialité. Je veux parler du fait trivial que des discontinuités peuvent et doivent même être liées à des continuités. Une discontinuité est la discontinuité de quelque chose. Ce quelque chose doit exister des deux côtés de la discontinuité, doit continuer d'exister des deux côtés. Autrement, on parlerait simplement de différences. Dire qu'il y a une discontinuité entre une grenouille et le théorème de Pythagore nous paraît inapproprié à juste titre.

Parfois la continuité est construite après coup. On étend un phénomène d'une époque donnée jusqu'à des temps antérieurs, parfois même lointains. On «rétroprojette».

On étend la science jusqu'à Babylon, jusqu'à l'Égypte des pharaons, jusqu'à la Chine du début de notre ère, jusqu'à la Grèce antique. D'une certaine façon cela est tout à fait raisonnable. A juste titre, nous admirons les résultats obtenus en ces temps anciens. Nous les considérons comme scientifiques tout comme les méthodes utilisées. Mais «la science est une catégorie moderne et non pas une catégorie ancienne» (Lloyd, 1990, p. 18). Si nous voulons néanmoins utiliser le terme science, il faut alors souligner qu'il s'agissait d'une science sans hommes de science ou scientifiques. La révolution scientifique dont il sera question plus loin, devient ainsi une révolution dans le déroulement de la science et non pas une révolution par laquelle la science commence. Par une rétroprojection, nous créons une continuité, et dans cette continuité la révolution scientifique se manifeste comme une discontinuité. De cette façon, nous constituons le sujet dont l'histoire des sciences raconte l'histoire, des temps anciens jusqu'à nos jours. Toutefois, on pourrait presque dire que nous commettons un anachronisme.

Pour approfondir tant soit peu cet aspect des choses, je voudrais maintenant dégager une des caractéristiques de la révolution scientifique. On

¹ Ce texte a servi de base à un exposé aux «Archives Jean Piaget» le 7 mars 1995. Toutefois, la partie 2 avait seulement été esquissée et la fin de la partie 3 avait été omise.

connaît, bien sûr, beaucoup d'autres. Pour ce faire, il convient de distinguer l'activité qui produit des résultats que nous pouvons qualifier de scientifiques, de la science *instituée*. Je tire l'expression «institué» de l'œuvre de l'historien de l'économie Karl Polanyi. Il s'agit de ceci: de tout temps, les hommes ont exercé des activités qu'aujourd'hui on peut appeler économiques. Cependant, ces activités n'étaient pas séparées des autres activités quotidiennes. Il n'y avait pas de sphère économique séparée. L'économie n'était pas *instituée*, ou institutionnalisée, si l'on veut.

Avant la transformation qui a amené cette séparation, tous ces phénomènes, que nous sommes habitués à considérer comme économiques depuis deux cents ans au moins, se trouvaient comme *plongés, submergés*². Plongés dans quoi? Plongés dans toutes sortes d'institutions, d'activités, de formes d'interaction, de rituels et d'actions symboliques. L'économie était pour ainsi dire en solution dans le tout de la vie sociale. Après la grande transformation, l'économique a précipité, s'est cristallisée.

Nous pouvons maintenant déceler les éléments économiques dans le tout social complexe d'avant la transformation. Polanyi situe cette transformation entre 1750 et 1850. C'est dire qu'elle coïncide avec la révolution industrielle. Une autre transformation, une autre révolution nous intéresse ici, à savoir celle qu'on nomme «*la révolution scientifique*».

La révolution scientifique est un phénomène complexe que je ne peux pas analyser ici dans sa plénitude. Toutefois, je voudrais attirer l'attention sur un aspect qui me paraît important. Dans la révolution scientifique, l'activité scientifique commence à se séparer d'autres activités avec lesquelles elle était liée étroitement. Elle s'institue comme activité à part et spécifique. La science en tant qu'activité sociale organisée apparaît.

Avant ce qu'on nomme maintenant *la révolution scientifique*, la poursuite de buts scientifiques ne constituait pas une occupation séparée. On n'était pas un scientifique; ce n'était pas un métier. Ceux qui faisaient des travaux scientifiques, ceux qui obtenaient des résultats scientifiques, ne se considéraient pas comme hommes de science, comme scientifiques. C'était une science sans scientifiques. Etre un scientifique ne constituait pas un rôle social à part. C'est Ben-David qui a avancé cette idée dans son livre de 1971, *The Scientist's Role in Society*³. Le rôle social de scientifique existe si la société reconnaît que l'activité qui consiste en l'étude de la nature par l'observation, par l'expérimentation et par la théorie est une activité valable en soi, indépendamment de l'utilisation qu'on pourra en faire sur le plan pratique, moral, philosophique, théologique ou religieux. Avec la reconnaissance du rôle scientifique, la science se constitue comme façon de connaître à part, comme domaine de connaissance à part, en tant qu'activité sociale organisée.

Je pense que, même dans toutes les petites sociétés traditionnelles, celles qu'autrefois on appelait primitives, on connaissait des relations entre événe-

² Les termes qu'utilise Polanyi sont «*embedded*» et «*submerged*».

³ La même année, Westfall, dans son livre *The Constitution of Modern Science*, esquisse des idées semblables.

ments naturels, et des régularités. Mais ces connaissances étaient étroitement liées à des idées religieuses et à des procédés magiques. Elles servaient autant la cohésion sociale que la compréhension des phénomènes naturels.

Dans un certain sens, on est en droit de parler de science arabe, de science chinoise, de science grecque, de science médiévale. On se réfère alors à des résultats scientifiques et aux activités des personnes qui les produisaient, qui n'étaient pas des scientifiques et ne se considéraient pas comme tels. Cela n'empêche pas de les admirer.

Il ne me semble donc ni heureux de dire, comme le fait Charles Singer, un des premiers historiens professionnels des sciences, que la science commence avec Thalès de Milet, ni de traiter Galien comme un protagoniste de la « science médicale ». Pour prendre un exemple plus près de nous, il me semble peu judicieux de traiter Buridan et Oresme de scientifiques et encore moins de physiciens, bien qu'ils aient énoncé des résultats qui peuvent intéresser l'historien des sciences ou celui de la physique. Ni la science instituée, ni ce que nous appelons la physique depuis le début du siècle passé n'existaient encore.

J'ajoute quelques remarques pour compléter cette idée de l'émergence du rôle scientifique. Chacune pourrait et *devrait* même être développée davantage.

Le cas de ce qu'on a l'habitude d'appeler la science grecque demanderait une explication détaillée. La science grecque se situerait donc avant l'apparition du rôle scientifique et de la science instituée. Quoi?, peut-on demander, Archimède et les autres représentants de la « science » hellénistique ne seraient donc pas des scientifiques? « En soi rien ne s'oppose à ce que Copernic et Galilée leur aient directement succédé » dit Koyré. Si l'on se réfère au contenu de leurs travaux, ajouterons-nous. Malgré ce contenu, la science grecque n'a pas *directement* continué pour donner la science moderne. On peut se demander alors pourquoi ce qu'on appelle science grecque, science arabe, science chinoise, etc., n'a pas donné naissance à la science moderne. Qu'est-ce qui a empêché ce développement? Ben-David transforme la question. Le phénomène exceptionnel qu'il faut expliquer est la naissance de la science moderne. La stagnation et le dépérissement sont des phénomènes qu'on rencontre partout avant cet événement. Seulement avec la science moderne une continuité, une certaine cumulativité se font jour. Le développement s'accélère même.

Science ou pas science — il ne s'agit pas d'une simple querelle de mots. En même temps que le rôle scientifique, apparaissent des sociétés scientifiques ou académies, apparaissent aussi les premières revues. Les livres d'un contenu purement scientifique commencent à paraître en nombres toujours plus grands. Il y a davantage de scientifiques, et le contact direct ou indirect entre eux devient plus fréquent. Avec Durkheim, on pourrait alors dire que la « densité morale ou dynamique » du monde de la science augmente. Ce monde s'organise en communautés scientifiques, il s'autonomise.

Dans ce qui précède, j'ai mentionné plusieurs des traits qui caractérisent la révolution scientifique. Il y en a beaucoup d'autres. Il est très délicat, il

demanderait le plus grand soin, de les répartir en causes et effets. Je ne m'y aventurerai pas ici.

Une dernière remarque sur le rôle scientifique. Il ne faut pas croire qu'une fois constitué, il est resté inchangé. Ce qu'on appelle autonomie de la science peut trouver des limites dans le coût de l'exercice de la science. Les communautés scientifiques particulières peuvent disparaître quand la densité «dynamique ou morale» du monde de la science devient très grande. Des communautés scientifiques cultivant un nouveau paradigme trouvent peut-être plus difficilement des niches scientifiques pour se développer.

2. Le rôle important qu'ont joué les sociétés scientifiques dans l'avancement des sciences et de la révolution scientifique a été étudié et mis en évidence par la mathématicienne autrichienne Martha Ornstein (1878-1915). En 1913, peu après son arrivée aux Etats-Unis et peu avant sa mort accidentelle, elle fait imprimer sa thèse *The Role of Scientific Societies in the Seventeenth Century* (publiée 1928, réimprimée 1975). Selon I.B. Cohen, elle est la première qui a utilisé le terme révolution pour désigner ce que nous appelons «la révolution scientifique». Elle situe cette révolution entre 1600 et 1650. Elle justifie cette expression par le fait que la première partie du XVII^e siècle «ressemble plutôt à une 'mutation' qu'à une évolution normale et graduelle à partir de temps précédents. Par le travail de quelques hommes, elle a accompli une révolution dans les habitudes de pensée et de recherches. Comparées à celle-ci, la plupart des révolutions enregistrées par l'histoire apparaissent comme insignifiantes». Voilà l'acte d'origine de la révolution scientifique. Ce qui frappe, c'est qu'au début des *Etudes galiléennes*, Koyré introduit la révolution scientifique comme une mutation de l'intellect humain. Pour la notion de mutation, il dit être redevable à Bachelard⁴. De révolution scientifique il a été question déjà avant.

Ce n'est pas Kuhn qui a inventé et introduit dans l'histoire (ou devrais-je dire philosophie?) des sciences ce mot sanglant et terrible. Il avait cours déjà avant la sanglante Révolution française. I.B. Cohen (1976 et 1977) a examiné en détail l'histoire de l'utilisation du concept de révolution pour désigner des épisodes de l'histoire des sciences. Il a examiné qui a utilisé ce terme quand et pourquoi. Il ne s'est pas occupé de savoir ce que nous, aujourd'hui, considérons comme révolutionnaire (ou rupture ou mutation ou encore nouveauté radicale). Avec un peu de bonne volonté simplificatrice, on peut y percevoir plusieurs étapes.

D'abord on assiste au début des temps modernes à deux transformations.

1. Le terme, qui à l'origine est astronomique et astrologique, est appliqué à des activités sociales, politiques, culturelles, intellectuelles.
2. Le terme change de sens, il perd sa signification de phénomène cyclique, périodique, répétitif pour signifier l'apparition plus ou moins brusque de

⁴ Il ne faut pas oublier que, déjà en 1938, dans *La formation de l'esprit scientifique*, Bachelard avait mis en évidence les discontinuités dans le développement des sciences.

quelque chose de nouveau. En réalité, ces deux étapes ne sont pas nettement séparées.

Toutefois, ce qui surtout nous intéresse ici, c'est de savoir quand on a commencé à appliquer le terme aux changements dans les sciences. Donc, quand ce terme d'origine scientifique, après avoir été transféré au domaine social avec une nouvelle signification totalement changée, est-il revenu non pas dans la science mais en métascience (c'est-à-dire, dans les discours sur la science) avec cette nouvelle signification? Là, de nouveau, il y a deux étapes.

3. D'abord on considère quelques épisodes particulières de l'histoire des sciences comme révolutionnaires.
4. Seulement ensuite on singularise les débuts de la science moderne et on désigne cet événement comme *la* révolution scientifique.

Enfin arrive, en 1962, le trouble semé par l'étude de la structure des révolutions scientifiques par Kuhn. Cinq actes, comme il se doit.

La première et la dernière étape cohabitent d'ailleurs dans le premier livre de Kuhn, *The Copernican Revolution* (1957). Cette révolution a été provoquée par le livre *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de 1543. La révolution dont parle Copernic n'est évidemment pas de même nature que celle dont parle Kuhn. Chez Copernic, il s'agit du sens astronomique du mot, d'un changement cyclique, éventuellement dû à une rotation. Le titre du livre de Kuhn, par contre, désigne un événement historique plus ou moins soudain.

Le sens social cyclique et le sens social qui concerne un événement unique ne sont pas nettement séparés dans le temps. Dans l'historiographie florentine, on trouve l'expression «rivoluzione», qui désigne un événement particulier soudain ne faisant pas partie d'une série cyclique. Matteo Villani parle, en 1355, de «la subita rivoluzione fatta per gli cittadini di Siena», et en 1527, Varchi parle encore d'une «rivoluzione di venerdì». Il semble qu'il s'agit là d'exceptions, et que l'usage habituel est de désigner par révolution un changement cyclique, d'institutions, par exemple (Günther, 1992).

Ainsi, au XVI^e siècle, Louis LeRoy parle de «la révolution naturelle des polices» selon laquelle les formes de pouvoir se succèdent dans un ordre déterminé qui commence par la première forme naturelle, la monarchie. A celle-ci succède sa forme dégénérée, la tyrannie. Puis vient l'aristocratie, qui dégénère en oligarchie, qui doit céder sa place à la démocratie. Quand celle-ci dégénère en ochlocratie, elle est remplacée nécessairement par la monarchie et tout peut recommencer. Cette révolution naturelle des régimes politiques était connue chez les Grecs comme *métabolé politeion*. Et Hobbes, dans *Behemoth*, en parlant de la grande révolution anglaise de 1640 à 1660, dit: «I have seen in this Revolution a circular motion.»

Le premier à avoir utilisé le terme de révolution en relation avec la science semble avoir été Fontenelle⁵. Il était secrétaire perpétuel de l'Académie royale

⁵ Toutes les citations qui suivent se trouvent chez I.B. Cohen (1976).

des sciences, et on trouve l'expression dans deux éloges de mathématiciens. Dans l'éloge de Guillaume de l'Hospital, mort en 1704, il considère l'effet du livre de de l'Hospital, *L'Analyse des infiniments petits* (Paris 1696), premier manuel du nouveau calcul infinitésimal inventé par Newton et par Leibniz. Grâce à ce livre, «la révolution deviendra encore plus grande». En 1719, dans l'éloge d'un autre mathématicien, Michel Rolle, il dit, mais en se référant au livre de de l'Hospital, qu'«il se faisait dans le monde géomètre une révolution bien marquée». Enfin, dans son propre livre, *Eléments de la géométrie de l'infini* (1727), il dit ce qui suit du nouveau calcul infinitésimal de Newton et de Leibniz et élaboré par Bernoulli, de l'Hospital, Varignon et tous les grands géomètres. «L'infini éleva tout à une [...] facilité, dont on n'eût osé auparavant concevoir l'espérance; et c'est là l'époque d'une révolution presque totale arrivée dans la géométrie.» Notez le rôle inversé par rapport à l'usage le plus usuel d'aujourd'hui que jouent les termes «époque» et «révolution». Époque signifie ici «moment où se passe un fait remarquable ou apparaît un grand changement» (Petit Robert), et non pas «période historique déterminée par des événements importants» (Petit Robert), que cela pourrait aussi vouloir dire. Cette deuxième signification est portée ici par «révolution».

En 1747, Clairaut affirme que «le fameux livre des Principes mathématiques de la Philosophie Naturelle a été l'époque d'une grande révolution dans la Physique». Toutes ces premières utilisations du terme «révolution» se rapportent à Newton et viennent de France. La prééminence de Newton aux yeux de ces auteurs français était en partie due à la professionnalisation plus poussée que l'exercice de la science avait atteint en France, de pair peut-être avec le niveau élevé auquel la tradition de science mathématisée y était parvenue.

D'Alembert, dans le *Discours préliminaire de l'Encyclopédie*, de 1751 rectifie le tir. Il parle de la grande *révolte* de Descartes qui a eu le courage de briser le joug de la scolastique et a ainsi préparé une révolution retentissante. Sans le dire explicitement, il est clair que l'auteur de cette révolution était Newton. Mais notons qu'il s'agit de métaphysique. D'Alembert dit qu'il ne mentionne pas Newton parce qu'il n'a causé aucune révolution dans ce domaine.

On voit apparaître ici l'idée d'une révolution en deux étapes. Ainsi, Turgot écrit dans un essai (des années 50): «Galilée et Kepler jettent par leurs observations les vrais fondements de la philosophie. Mais ce fut Descartes qui, plus hardi, médita et fit une révolution.» Pour Bally, on peut dire (dans *Histoire de l'astronomie moderne*, 1785) qu'une révolution comporte deux stades. Dans un premier stade de révolte, un système jusqu'alors accepté est détruit, dans le deuxième, un nouveau système est établi. Copernic et Newton remplissent les conditions d'une révolution, mais non pas Galilée et Descartes.

Il y a encore d'autres auteurs français de l'époque qui parlent de révolutions dans la science. Je voudrais seulement mentionner celui qui a considéré son propre travail comme révolutionnaire. Dans son cahier de laboratoire

pour l'année 1773, Lavoisier note ceci : « L'importance de l'objet m'a engagé à reprendre tout ce travail, qui m'a paru fait pour occasionner une révolution en physique et en chimie. »

Pour terminer cette partie, on peut remarquer deux choses.

1. L'attribution du titre «révolutionnaire» à un événement ou à un processus de l'histoire des sciences a une fonction honorifique. C'est la médaille d'or qui honore un exploit scientifique extraordinaire.
2. Toutes ces révolutions sont reliées plus tard dans la grande révolution, la révolution scientifique. C'est une révolution qui dure plus ou moins longtemps, selon les auteurs. Chez Ornstein, nous l'avons vu, elle est courte: 1600 à 1650. Chez Koyré, qui est celui qui, dans les *Etudes galiléennes*, a donné un contenu détaillé à cette notion, elle se situe au XVII^e siècle. Hall, en 1954, la situe entre 1500 et 1800. La date de 1800 a été choisie pour pouvoir inclure la révolution chimique. Butterfield, en 1947, situe les origines de la science moderne entre 1300 et 1800. La date de 1300 a été choisie pour pouvoir inclure Buridan.

Une révolution d'une telle durée ne peut pas être considérée comme une discontinuité. Tout au plus s'agit-il d'une série de discontinuités, de secousses, qui ont transformé ce qui nous apparaît maintenant comme le paysage scientifique.

Je pense que le problème de la soudaineté du changement n'est pas essentiel. D'ailleurs, que veut exactement dire «soudain» dans ce contexte? Des secondes? Des jours, des années? Des décennies? Ou même des siècles? Sûrement cela dépend de la taille du système. Il y a une relation entre l'échelle de temps pertinente et la taille du système. La notion «soudain» varie avec le système auquel elle s'applique, en l'occurrence avec le nombre de personnes que cela concerne et l'intensité des échanges entre elles, bref avec la densité dynamique au sens de Durkheim.

Cette remarque vaut aussi pour le «*gestalt switch*», le retournement de la *gestalt*, une expression imagée que Kuhn a utilisée pour rendre parlant ce que, selon lui, se passe dans une révolution scientifique. Ce qui est soudain pour une personne qui éprouve un tel changement, prend du temps quand cela concerne une communauté scientifique. C'est évident. Ce n'est pas une erreur de catégorie.

Duhem, qui a découvert les manuscrits de Buridan et de Oresme, pense que «Non plus que la Nature, la science ne fait point de saut brusque» (*Etudes sur Léonard*/1, 1906, p. 156; d'après H.F. Cohen [1994] p. 48). A quoi Koyré répond en disant qu'une révolution bien préparée est néanmoins une révolution (H.F. Cohen, p. 74).

3. Kuhn considère un certain nombre d'événements de l'histoire des sciences comme révolutionnaires. Je ne veux pas les énumérer, analyser et classifier ici. Evidemment, il y a des révolutions plus ou moins profondes. Kuhn dit (*SSR*, p. 192): «Des révolutions scientifiques doivent apparaître

[comme telles, c'est-à-dire] comme des révolutions seulement à des individus dont le paradigme est affecté par elles.» Il y a des changements qui affectent seulement une spécialité, d'autres affectent toute la physique, toute la biologie, toute l'astronomie. Et même ces changements globaux peuvent être plus ou moins profonds. Nous en dirons quelques mots plus loin.

Paradigme. Voilà encore un concept malfamé. Plus tard, Kuhn le remplacera par celui, plus structuré, de «matrice disciplinaire», sans tomber sur davantage de compréhension. Pourtant ce n'est pas sorcier. D'ailleurs, certains disent aussi que l'idée se trouve déjà chez Polanyi — de prénom Michael cette fois. C'est le frère de Karl dont il a été question. Michael Polanyi a introduit et développé l'idée de connaissance tacite et personnelle. Son livre, *Personal Knowledge*, a paru en 1958. MacIntyre (1977, p. 465) affirme que les idées de Kuhn sur la science naturelle semblent être redevables dans une large mesure aux écrits de Michael Polanyi sans que Kuhn reconnaisse cette dette. Pourtant, Kuhn mentionne Polanyi à plusieurs endroits. Toujours est-il que cette dimension tacite, non-explicite de la connaissance, est importante pour la compréhension de la façon dont fonctionnent les matrices disciplinaires.

De quoi consiste une matrice disciplinaire? Je rappelle qu'elle a essentiellement quatre composantes:

- (i) des généralisations symboliques,
- (ii) des solutions exemplaires de problèmes typiques,
- (iii) des modèles de l'ontologie sous-jacentes au champ de recherche,
- (iv) des valeurs qui règlent l'évaluation des théories scientifiques.

Par généralisations symboliques, Kuhn entend «les composantes formelles ou facilement formalisables de la matrice disciplinaire» (*SSR*, p. 182). Ce sont des formules mathématiques ou simplement verbales. Les solutions exemplaires sont ce qu'on peut appeler les paradigmes (au sens étroit du terme). Examinons brièvement un aspect de la relation entre les deux composantes. Evidemment, elles doivent être reliées. Une ou plusieurs généralisations symboliques peuvent être appropriées à la solution d'un problème donné. Pour les utiliser, il faut établir la forme que ces généralisations prennent dans la situation présentée par le problème: il faut les *contextualiser*. Les problèmes typiques montrent des situations typiques relevant de certaines généralisations symboliques, et les solutions présentent des exemples de contextualisation. Les problèmes que l'étudiant doit résoudre lui apprennent à reconnaître des situations et de trouver les contextualisations qu'elles exigent. On trouve une relation semblable, par exemple, entre un principe éthique et une situation concrète de la vie, qui demande une réflexion éthique. Dans la terminologie de Kant, cela demande du jugement (*Urteilkraft*)⁶.

⁶ «Si l'on définit l'entendement en général, le pouvoir des règles, le jugement [*Urteilkraft*] sera le pouvoir de *subsumer* sous des règles, c'est-à-dire de décider si une chose est ou n'est pas soumise à une règle donnée (*casus datæ legis*). [...] on voit [...] que si l'entendement est capable d'être instruit et armé par des règles, le jugement est un don particulier qui ne peut

Les deux autres composantes, les modèles de l'ontologie et les valeurs, sont celles qui provoquent les discontinuités les plus prononcées et les disputées les plus âpres, et cela aussi bien entre les scientifiques qu'entre les observateurs des scientifiques et de la science. Disons quelques mots sur ces deux composantes de la matrice.

D'abord, et plus brièvement, les valeurs. Kuhn indique cinq caractéristiques d'une bonne théorie: précision, consistance, portée, simplicité et fécondité. Ce sont des caractéristiques intrinsèques. On pourrait ajouter des caractéristiques extrinsèques, comme par exemple l'utilité sociale.

Par *précision* il faut entendre que les conséquences qu'on peut déduire de la théorie sont en accord avec les résultats des expériences et des observations. Les composantes d'une théorie doivent être *consistantes* entre elles et avec des théories voisines. *Portée*: le domaine d'application de la théorie doit dépasser le domaine étroit pour lequel elle a été créée. Avec Lakatos, on peut dire qu'elle ne doit en tout cas pas être «ad hoc». Par *simplicité*, Kuhn entend la propriété de la théorie d'ordonner et de relier des éléments qui jusqu'alors étaient séparés ou insuffisamment distingués. L'exigence de *fécondité* enfin, ne demande peut-être pas à être explicitée. Pour un scientifique qui doit choisir, fécond veut dire: il y aura pour moi des choses intéressantes à faire avec cette théorie (*ET*, pp. 321-322).

L'important est que ces caractéristiques positives ne fonctionnent pas comme *règles* qui permettent de choisir à coup sûr entre des théories rivales. Même si les valeurs sont partagées, il n'y a pas d'algorithme qui permet d'effectuer ces choix et d'éviter des controverses. Au contraire, il s'agit de persuader et de convertir les autres⁷. Les cinq caractéristiques agissent comme des valeurs qui peuvent guider les discussions et polémiques et non pas décider de leur issue.

Déjà ici, on pourrait parler d'incommensurabilité, toutefois, dans un sens différent de celui utilisé par Kuhn — quoique littéral. Les diverses valeurs, même si elles étaient séparément mesurables, ne peuvent pas être combinées en une valeur unique: elles sont incommensurables. En d'autres termes, l'espace des valeurs n'est pas un espace métrique. Cette sorte d'incommensurabilité pose des problèmes sérieux à des calculs «hédonistes» à la manière, par exemple, de Bentham.

Kuhn remarque que ces valeurs changent plus lentement que les théories qu'elles permettent de juger et de choisir (*SSR*, 109-110). Si les changements de ce niveau métathéorique étaient aussi rapides que ceux du niveau théorique, et de surcroît simultanés, on ne saurait plus à quoi se tenir dans les disputes. Tout serait mis en question simultanément.

C'est pourtant ce qui arrive dans ce que McMullin appelle «révolution profonde». «Les aristotéliens et les galiléens étaient en désaccord total sur la façon dont un accord pouvait être établi, les cartésiens et les newtoniens

pas du tout être appris, mais seulement exercé [*geübt*]» (*Critique de la raison pure*, B171/A133, p. 148 de la traduction française).

⁷ Lakatos a cru pouvoir dire qu'il s'agit là de «mob psychology».

aussi. Les galiléens ont fait usage d'idéalisations, [d'instruments], de mesures, de mathématiques, que les aristotéliens ont jugés illégitimes. Les newtoniens ont admis des formes d'explication qui, pour les cartésiens, étaient certainement impropres» — c'est-à-dire, des actions à distance (*WC*, p. 61).

Quelques mots maintenant sur les ontologies sous-jacentes aux champs de recherche. Dans *Structure* (p. 150), Kuhn dit ce qui suit au sujet de ce qu'il appelle «l'aspect le plus fondamental de l'incommensurabilité de paradigmes rivaux»: «Dans un sens que je ne suis pas capable d'expliciter davantage, ceux qui proposent des paradigmes rivaux exercent leur métier dans des mondes différents.» «Les uns et les autres regardent le même monde, et ce qu'ils regardent n'a pas changé. Mais dans quelques domaines, ils voient des choses différentes et ils les voient dans des relations différentes l'une avec l'autre.» Un peu plus avant, il avait déjà écrit: «Bien que le monde ne change pas quand un paradigme change, après, le scientifique travaille dans un monde différent. [...] Je suis persuadé que nous devons apprendre à donner un sens à des énoncés qui ressemblent» à celui-là (p. 121).

Vue d'aujourd'hui, et surtout par les yeux de Kuhn, la notion d'incommensurabilité paraît être l'aspect le plus révolutionnaire (si j'ose dire) de la notion de révolution scientifique telle que Kuhn l'a comprise. Encore récemment, il a dit: «Ma propre rencontre avec l'incommensurabilité fut le premier pas sur la route vers *Structure*.» [...] le sujet qui domine [encore aujourd'hui] mon projet [est] l'incommensurabilité et la nature de la ligne de partage conceptuelle entre les stades de développement séparés par ce que j'ai appelé autrefois 'révolutions scientifiques'» (*WC*, pp. 314-5). Kuhn abandonnerait-il la notion de révolution scientifique?

L'incommensurabilité est aussi le concept qui a donné lieu à un grand nombre de critiques indignées et irritées. Mais l'indignation et l'irritation empêchent souvent de voir clair. Au lieu d'essayer de comprendre, on ironise. Or, une des leçons que Kuhn dit avoir apprises chez Piaget, dans la façon dont celui-ci interroge et interprète les enfants, est que «[...] l'historien devrait attacher une importance toute particulière aux erreurs apparentes de son sujet, [...] parce qu'elles retiennent davantage de l'esprit qui est à l'œuvre [...]» (*ET*, p. 110), que les passages avec lesquels on est immédiatement d'accord. «[...] cherchez d'abord les absurdités apparentes dans le texte et demandez-vous comment une personne raisonnable a pu les écrire. Quand vous trouvez une réponse, [...] quand ces passages acquièrent un sens, vous pourriez trouver que d'autres passages [...] que vous croyiez avoir compris auparavant ont changé leur sens» (*ET*, p. xii). Kuhn n'a pas toujours bénéficié de la part des philosophes de cette façon de faire, somme toute simplement raisonnable⁸.

Un des exemples le plus caractéristiques se trouve chez Putnam (1981, p. 114) et culmine dans la boutade suivante: «Nous dire que Galilée avait des

⁸ Piaget non plus, mais pour d'autres raisons. Vuik (1981, p. ix), dans son exposé de la théorie piagétienne, n'a pas pris en considération les passages qui lui ont semblé être «incompréhensibles, absurdes ou contradictoires».

concepts 'incommensurables' et *procéder alors à les décire en détail* est totalement incohérent». Remarquons que «incommensurable» est un prédicat binaire qui exprime une relation. Putnam l'utilise comme prédicat simple. «Incompréhensible» est un tel prédicat. Apparemment, dans son esprit, «incommensurable» veut simplement dire incompréhensible. De plus, il semble confondre les possibilités que peut avoir un historien avec celles des acteurs historiques. Or, Kuhn n'a jamais dit ni insinué que «incommensurable» voulait dire incompréhensible.

Le terme «incommensurable» se trouve dans le livre *Die Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*, de Ludwik Fleck, paru en 1935. Cet essai, dit Kuhn dans la préface à *Structure*, «a anticipé beaucoup de mes propres idées» (SSR, p. vii). A la page 82 de la (première!) réédition de 1980, on peut lire ceci: «[...] l'ancien concept de maladie devient, à vrai dire, incommensurable avec les nouveaux concepts et ne contient pas un remplacement complètement équivalent.» En 1927 déjà, Fleck avait écrit, en polonais, dans un article sur les caractéristiques particulières de la pensée médicale: «[...] l'incommensurabilité des idées [...] résulte de la façon chaque fois différente de saisir les phénomènes de maladie [...]» (1983, p. 43).

Malgré cela, on ne peut dire en aucun cas, comme le fait Harré (1981, p. ix), que dans le livre *Structure*, Kuhn avait, dans une large mesure, seulement réélaboré ce que Fleck avait déjà compris et dit.

Sur le chemin de l'explicitation de la notion d'incommensurabilité, Kuhn semble avoir pris résolument le tournant linguistique. Ce physicien, qui a obtenu son doctorat en 1949 à Harvard par une thèse sur «L'Energie de cohésion des métaux monovalents en fonction de leurs défauts quantiques»⁹, a commencé à publier des travaux sur l'histoire des sciences déjà en 1951. En 1957 paraît le livre «La Révolution copernicienne» et en 1962 celui sur «La Structure des révolutions scientifiques». Mais aussi le tournant vers la philosophie des sciences a commencé très tôt. Il s'est précisé au cours des années comme de plus en plus tourné vers l'étude du vocabulaire ou lexique des sciences. Je suis le dernier à regretter la composante philosophique. Depuis Kant, nous pouvons tous dire que l'histoire des sciences sans la philosophie des sciences est aveugle, et que la philosophie des sciences sans histoire des sciences est vide. Or, la disparition progressive de la matière historique chez Kuhn peut laisser une certaine sensation de vide.

Pour indiquer la direction du tournant linguistique de Kuhn, je vais me servir de l'exemple de la chimie d'avant la révolution chimique, celle basée sur le phlogistique. (Cet exemple apparaît dans la discussion entre Kuhn, Kitcher et Hesse, à la réunion de 1982 de la PSA des Etats-Unis.)

Kitcher avait montré auparavant (1978, pp. 531-536) qu'on peut utiliser le langage de la chimie actuelle pour déterminer ce à quoi se réfèrent les expressions de l'ancienne, en bref, leurs «réfèrents». Kuhn ne le conteste pas. Voici comment il résume cela: «Air déphlogistiqué veut parfois dire oxygène

⁹ Dans le premier volume de *Solid State Physics* de 1955 il est mentionné dans les premières trois contributions, en tout 16 fois.

et parfois air enrichi d'oxygène. Air phlogistique désigne toujours ce qui reste de l'air quand on lui enlève l'oxygène. L'expression 'x est plus riche en phlogistique que y' veut dire que x a une plus grande affinité pour l'oxygène que y. Dans la phrase 'pendant une combustion il y a émission de phlogistique', le terme 'phlogistique' n'a pas de référent, tandis qu'en d'autres occasions il désigne l'hydrogène» (Kuhn, 1983, p. 674). Et ainsi de suite.

En déterminant de cette manière les référents, nous arrivons à comprendre d'anciens textes de chimie. Ils ne sont ni incompréhensibles, ni incomparables, mais restent incommensurables, selon Kuhn, avec le vocabulaire de notre chimie. Car nous ne pouvons nous contenter d'établir le référent de diverses expressions formées avec phlogistique, phlogistiqué et déphlogistiqué. Nous devons aussi faire comprendre toute l'*ontologie* du phlogistique pour rendre plausible l'utilisation d'un seul terme de façons si différentes (Hesse 1983, p. 707). Cette ontologie se manifeste dans la structure du lexique scientifique. Le choix d'un lexique scientifique ne repose pas sur de simples conventions. «En substituant des termes, non apparentés ou apparentés autrement, à des termes apparentés ou parfois identiques de l'original» (Kuhn 1983, p. 675), nous détruisons la structure du lexique scientifique et faisons fi des croyances qui les sous-tendaient.

Selon Hacking (dans *WC*), la structure du lexique scientifique est celle d'une taxinomie. En explicitant les termes d'un ancien texte de la façon que je viens d'illustrer, nous détruisons la taxinomie sous-jacente. L'incommensurabilité se manifeste de cette manière-là. Quand nous aurons compris l'ancien texte, nous aurons alors aussi compris qu'il était incommensurable à notre façon de présenter les faits.

Les taxinomies qu'on trouve des deux côtés d'une révolution scientifique sont non seulement différentes, mais l'une ne peut être considérée ni comme simplification ni comme affinement de l'autre. L'une n'est pas non plus une sous-taxinomie de l'autre. Bref, il n'y a pas de morphisme entre les deux.

L'exemple de la chimie du phlogistique nous permet de remarquer plusieurs choses. D'abord, que l'incommensurabilité est locale. Elle concerne seulement «un petit sous-groupe de termes qui se définissent d'ordinaire mutuellement» (1983, pp. 670-671). Le changement taxinomique est local (1991, p. 7). En l'occurrence, des termes qui désignent les opérations chimiques restent les mêmes ou sont traduisibles directement, c'est-à-dire mot à mot. Cela permet aux scientifiques de refaire les expériences décrites et de «voir» éventuellement autre chose.

Le passage cité plus haut ne présente précisément pas une traduction dans le sens ordinaire de ce mot. Il s'agit plutôt d'une interprétation. On peut apprendre une autre langue et devenir dans une certaine mesure bilingue, et on peut alors se rendre compte que certains passages d'une langue, bien que parfaitement compréhensibles, apparaissent comme intraduisibles dans l'autre.

«Appliqué au vocabulaire conceptuel déployé dans et autour d'une théorie scientifique [...] 'pas de mesure commune' devient 'pas de langage commun'» (1983, p. 670): il n'y a pas de métalangage qui permet de réunir les

deux langages. Seulement dans un tel langage commun pourrait-on parler d'incompatibilité.

Enfin, il faut distinguer l'attitude de l'historien (ou philosophe) de celle des acteurs historiques. Ces derniers refusent souvent de comprendre. (Nous en verrons un exemple plus loin.) L'historien, lui, ne doit pas prendre cette attitude.

Actuellement (1993), Kuhn veut baser son traitement de l'incommensurabilité sur une taxinomie des genres [*kinds*]. Non pas genres naturels, ni genres scientifiques, ni genres sociaux, mais quelque chose de plus général: genre tout court, c'est-à-dire: «des choses qui entre leur origine et leur mort tracent une ligne de vie [*lifeline*] à travers l'espace et au cours du temps.» Ces genres ressemblent, d'après Putnam et Kuhn, aux substances d'Aristote. Kuhn attribue à ces termes trois caractéristiques essentielles.

- (i) On les apprend en étant exposé à des exemples. (La façon dont il illustre cela, à partir du temps du postscript de 1969 à *Structures*, me semble être — rudimentaire.)
- (ii) Ils sont projectibles. Kuhn explicite cette notion (due à Goodman) en disant que connaître un terme d'espèce [*kind term*], c'est connaître quelques généralisations auxquelles satisfont les référents de ces termes. Quelques-unes de ces généralisations sont normiques au sens de Scriven (et non pas nomiques), c'est-à-dire qu'elles admettent des exceptions. Elles sont satisfaites seulement en règle générale.
- (iii) Les attentes acquises lors de l'apprentissage de ces termes peuvent montrer une variation individuelle limitée à condition de conserver la structure de la taxinomie.

Depuis le début des années quatre-vingt, Kuhn a soumis la notion d'incommensurabilité à une cure d'amaigrissement, qui l'a rendue précise et très spécifique. Elle est devenue linguistique, épurée de ses dimensions sociologiques. Mais comme «paradigme» auparavant, «incommensurabilité» a commencé à voler de ses propres ailes. Son emploi n'est pas du tout restreint à la structure des lexiques scientifiques.

Dans un travail intitulé «L'Anthropologie de l'incommensurabilité», Biagioli a récemment (1990) analysé en détail le dialogue, ou plutôt la dispute, qui a eu lieu à Florence de 1611 à 1613 entre Galilée et les aristotéliens de Toscane. Il s'agissait de la poussée subie par un corps dans un liquide. Les aristotéliens se fondaient sur la place naturelle que les corps tendent à occuper. Galilée défendait la théorie d'Archimède. Les deux parties ne pouvaient et ne voulaient pas se comprendre. Cet épisode montre que, souvent, l'incommensurabilité n'est pas un simple phénomène dû aux rapports entre lexiques scientifiques. Souvent, il ne s'agit pas seulement d'une impossibilité de comprendre, mais d'un refus qui doit faciliter la formation d'un nouveau paradigme ou renforcer les défenses de l'ancien.

Biagioli attire l'attention sur le type de rhétorique souvent utilisé en pareil cas. C'est la rhétorique épideictique qui s'adresse à un auditoire

partageant les valeurs du locuteur. Il ne s'agit pas de convaincre les autres, mais de rassurer ou encourager les siens¹⁰.

Le travail de Biagioli contient quelques glissements de sens, quoique liés à des observations intéressantes. L'utilisation stratégique de l'incommensurabilité du vocabulaire pour établir une barrière de communication est décrite comme un *développement* de l'incommensurabilité elle-même. Malgré le fait qu'il ne distingue pas assez clairement l'incommunicabilité de l'incommensurabilité dont elle se sert, Biagioli a bien vu que l'incommunicabilité «que Kuhn observe entre des paradigmes rivaux [...] pourrait être comparée» à «la barrière de stérilité entre espèces observée par Darwin». «Le paradigme de Kuhn, aussi bien que les espèces de Darwin se rapportent à des populations d'individus qui se croisent soit sexuellement (dans le cas de Darwin), soit intellectuellement (dans le cas de Kuhn)» (p. 184). Ici, Biagioli semble fusionner la communauté scientifique avec le paradigme autour duquel elle se forme. Aussi, parle-t-il des «membres du paradigme» (p. 205). Est-ce un héritage du problème, en pratique jamais résolu à ce qui me semble, de savoir ce qui vient d'abord: la communauté ou le paradigme? Autrement dit: par quoi faut-il commencer, par une étude sociologique ou par une étude conceptuelle? Dans le postscript de 1969 à *Structure* (SSR, p. 176), Kuhn opte pour la préséance de la sociologie; dans «Second Thoughts on Paradigma» de 1974 (*ET*, p. 295) aussi. A ma connaissance, il n'a jamais entrepris une telle étude.

Toujours est-il que Biagioli peut rendre plausible la naissance de nouveaux paradigmes comme spéciations et non pas comme mutations. «Avec beaucoup de regret» (1991, p. 8) Kuhn est arrivé à la conclusion que l'incommensurabilité est en jeu, non seulement entre paradigmes et théories successives, mais aussi entre les théories de spécialités scientifiques. L'analogie biologique de la *spécialisation* est la *spéciation*. «La parallèle au changement révolutionnaire n'est pas la mutation, comme je l'ai pensé pendant de nombreuses années, mais la spéciation» (*ibid.*, p. 8).

D'autres utilisations actuelles du terme *incommensurabilité* se réfèrent aussi à l'incommunicabilité entre doctrines contemporaines¹¹. L'utilisation la plus remarquable est celle que fait MacIntyre quand il décrit les discussions morales de notre temps, qu'il qualifie aussi d'interminables. Je ne pense ici qu'esquisser de façon sommaire (donc nécessairement insuffisante) ce qui est en jeux.

On peut distinguer diverses traditions de réflexion morale. Ces traditions sont incommensurables. Elles utilisent des concepts en partie différents. Les

¹⁰ Dans le cas discuté on peut relever un détail amusant. Dans les expériences qui étaient au centre des discussions, la tension superficielle jouait un rôle beaucoup plus grand que la poussée. Les deux parties auraient pu le remarquer, mais l'ignoraient. Galilée, avec sa magnifique verve polémique, a su faire passer le cas comme relevant uniquement de la poussée hydrostatique (à coup d'un simple «*pur è così*»).

¹¹ Lukes (1984), par exemple, range les conflits moraux dans l'ordre de difficulté croissante de les résoudre: ils peuvent être dus à la diversité, à l'incompatibilité ou l'incommensurabilité des points de vue moraux.

problèmes qu'elles rencontrent et se posent ne sont pas les mêmes. Plus sérieusement encore, comme dans les révolutions dites profondes, les critères d'évaluation des principes et des propositions morales ne sont pas les mêmes. Dans ces conditions, les discussions dans le public intéressé, dans les journaux et revues, dans les parlements et les discours politiques, même celles entre personnes informées, dégénèrent en monologues épidéictiques. Il en résultent des débats sans conclusions possibles, donc interminables. La seule façon de juger les diverses traditions de réflexion morale serait d'examiner la façon dont elles ont pu résoudre les problèmes rencontrés. En d'autres termes, il faudrait — à la manière de Lakatos — prendre en considération le programme de recherche morale et juger s'il est « progressif » ou « dégénéré ». Pour ce faire, on peut avoir recours à une « reconstruction rationnelle » de l'histoire. Une telle reconstruction est d'autant plus réussie qu'elle fait apparaître comme rationnelle une plus grande partie du déroulement historique. Les reconstructions faites par MacIntyre, bien que d'un très grand intérêt, ont parfois été jugées être de telles reconstructions.

Dans les discussions des idées stimulantes de MacIntyre, on évoque souvent une certaine philosophie des sciences : celle de Kuhn et de Landau. J'ai ajouté Lakatos. Mon attention, toutefois, est dirigée dans les sens contraire. Je ne veux pas éclairer l'éthique par la lumière qui pourrait provenir de la philosophie des sciences. Je me demande quelles conclusions pour la philosophie des sciences on pourrait tirer du parallélisme entre certains aspects de la philosophie des sciences et certaines préoccupations de philosophie morale. Ne peut-on pas, de cette façon, rendre plausible l'idée qu'une philosophie des sciences fructueuse fait partie de la philosophie pratique — quitte à concevoir une épistémologie scientifique à part ?

*Département de physique théorique
Université de Genève*

BIBLIOGRAPHIE

- Ben-David, Joseph, *The Scientist's Role in Society*, Englewood Cliffs (New Jersey), Prentice Hall, 1971.
- Biagioli, Mario, *The Anthropology of Incommensurability*, «Stud. Hist. Phil. Sci.», vol. 21, 1990, pp. 183-209.
- Cohen, I. Bernard, *The Eighteenth-Century Origins of the Concept of Scientific Revolution*, «Journal of the History of Ideas», vol. 37, 1976, pp. 257-288.
- Cohen, I. Bernard, *Scientific Revolution: History of a Concept and a Name*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1977.
- Cohen, H. Floris, *The Scientific Revolution*, Chicago, University of Chicago Press, 1994.
- Fleck, Ludwig, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*, Frankfurt, Suhrkamp, 1980.
- Fleck, Ludwig, *Über die besonderen Merkmale ärztlichen Denkens*, in id.: *Erfahrung und Tatsache*, Frankfurt, Suhrkamp, 1983.
- Günther, H., in Ritter, Joachim et Gründer, Karlfried (sous la direction de), *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, vol. 8, 1992, col. 959.

- Harré, Rom, *Varieties of Realism*, Oxford, Blackwell, 1986.
- Hesse, Mary, *Comment on Kuhn's «Commensurability, Comparability, Communicability»*, in P.D. Asquith et T. Nicles (sous la direction de), *PSA 1982*, vol. 2, 1983, pp. 704-711, East Lansing, Philosophy of Science Association.
- Horwich, Paul (sous la direction de), *World Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science (WC)*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1993.
- Kant, Emmanuel, *Critique de la raison pure*, Paris, P.U.F., 1967.
- Kitcher, Philip, *Theories, Theorists and Theoretical Change*, «Philosophical Review», vol. 87, 1978, pp. 519-547.
- Kuhn, Thomas S., *The Copernican Revolution*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1957.
- Kuhn, Thomas S., *The Structure of Scientific Revolutions (SSR)*, 2^e édition, Chicago, University of Chicago Press, 1970.
- Kuhn, Thomas S., *The Essential Tension (ET)*, Chicago, University of Chicago Press, 1977.
- Kuhn, Thomas S., *Commensurability, Comparability, Communicability*, in P.D. Asquith et T. Nicles (sous la direction de), *PSA 1982*, vol. 2, 1983, pp. 669-688, East Lansing, Philosophy of Science Association.
- Kuhn, Thomas S., *The Road since Structure*, in A. Fine, M. Forbes et L. Wessels (sous la direction de), *PSA 1990*, vol. 2, 1991, pp. 3-13, East Lansing, Philosophy of Science Association.
- Lloyd, G.E.R., *La Science grecque après Aristote*, Paris, La Découverte, 1990.
- Lukes, Steven, *Making Sense of Moral Conflict*, in Rosenblum, Nancy L. (sous la direction de), *Liberalism and the Moral Life*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1989, pp. 127-142.
- MacIntyre, Alasdair, *Epistemological Crisis*, «The Monist», vol. 60, 1977, pp. 453-471.
- Ornstein, Martha, *The Role of Scientific Societies in the Seventeenth Century*, Chicago, University of Chicago Press, 1928.
- Putnam, Hilary, *Reason, Truth and History*, Cambridge, Cambridge University Press, 1981.
- Vuik, Rita, *Overview and Critique of Piaget's Genetic Epistemology, 1956-1980*, London, Academic Press, 1981.
- Westfall, Richard S., *The Construction of Modern Science*, New York, Wiley, 1971.

Lieferschein Photokopien**Datum:** 23/01/2007Revue européenne des sciences sociales : cahiers Vilfredo Pareto. 10 (1972)- = no. 26-. Genève : Droz ; 1972-..
[000978456]**Standort:** Magazin 04
Signatur: UC 3138: 33(1995)
Beschreibung: 33(1995)

Bestellter Artikel:

Autor: Ascher Edgar
Titel: Continuités et discontinuités de la science
Seiten: 67-82**Bestellt am:** 23/01/2007
Abholort: MAIL
E-Mail: j.biro@bluewin.ch**Benutzer:** E-6486
Biro, Alice
Nussbaumstr. 9
8044 Gockhausen**Auftragsnummer:** 298

Anzahl kopierter Seiten: 16**Datum:** 24.01.07
