

**La structure des révolutions scientifiques un demi-siècle après :
Regards sur la révolution kuhnienne**

Antonin Durand

Journée transversale de l'École pratique des Hautes études

"Histoire : rythmes, cycles, périodes"

INHA, 27 mai 2011

Lorsqu'on a proposé à l'historien des sciences que je suis de participer à ces journées transdisciplinaires sur « cycle, rythme, et périodes », j'ai immédiatement pensé à Thomas Kuhn et à sa *Structure des révolutions scientifiques*. De manière très schématique, on peut en effet **résumer la pensée de cet auteur au passage d'une pensée de la révolution scientifique en termes de progrès et de rupture à une pensée en termes de cycles**. Ce n'est qu'ensuite que j'ai découvert que cette communication serait l'occasion d'un double anniversaire kuhnien qui lui donne de surcroît une dimension commémorative. Nous célébrerons en effet l'année prochaine les cinquante ans de la première édition de son œuvre majeure, la *Structure des révolutions scientifiques*, parue en 1962 aux presses de l'Université de Chicago. Cet anniversaire légèrement anticipé se double d'un autre encore plus proche de nous **puisqu'il y aura quinze ans le 17 juin prochain que Thomas Kuhn, qui était né en 1922, nous a quittés, le 17 juin 1996**.

Je voudrais insister d'emblée, pour ceux qui ne seraient pas familier de l'œuvre de Thomas Kuhn, sur le retentissement considérable de cet ouvrage de 1962, réédité de nombreuses fois, traduit en 16 langues et vendu à plus d'un million d'exemplaire, ce qui fait de cet ouvrage pourtant exigeant le plus grand succès de librairie en histoire des sciences.

Mon objectif ici ne saurait être de dresser un bilan critique complet des transformations que l'œuvre de Thomas Kuhn a apportées à la pensée de la science aussi bien d'un point de vue historique que sociologique ou philosophique, je n'en aurais ni le temps ni la compétence. Je dois en effet préciser dès maintenant que j'ai choisi ce thème pour m'inscrire dans ce très beau programme interdisciplinaire, mais que je n'en suis nullement spécialiste puisque ma recherche de doctorat porte sur les rapports entre mathématiques et politique dans l'Italie du Risorgimento, où les révolutions scientifiques ont été rares, au sens de Thomas Kuhn en tout cas. **Il ne s'agit pas non plus d'un hommage académique** pour lequel je n'aurais aucune légitimité. Je voudrais simplement tenter à l'occasion de ce double anniversaire de porter un regard proprement historique sur la révolution kuhnienne, en m'efforçant d'appliquer à Kuhn sa propre grille d'analyse, en application de ce que **le sociologue des sciences David Bloor**, qui a lui-même été largement influencé par Thomas Kuhn, a posé comme l'un des quatre piliers de son programme fort d'analyse des sciences : **la réflexivité**. L'idée en est simple : les méthodes de l'histoire et de la sociologie des sciences doivent pouvoir s'appliquer à ceux qui les énoncent ; exprimé autrement, **la sociologie de la connaissance, en tant qu'elle aspire à produire des connaissances, doit pouvoir se prendre comme objet d'analyse**. L'application de ce principe pose de nombreux problèmes sur lesquels je ne reviens pas maintenant, mais il s'applique en revanche à merveille à la *Structure des révolutions*

scientifiques, surtout maintenant que les cinquante ans qui ont passé permettent d'avoir le recul suffisant pour en avoir une approche historique. En l'espèce, la question à laquelle peut nous mener ce préambule est la suivante : **le renouvellement de la pensée de la science porté par la *Structure des révolutions scientifiques* de Thomas Kuhn peut-il être regardé comme une révolution au sens kuhnien ?** Ou, pour parler en termes kuhnien, qu'est-ce qui dans les évolutions de la recherche qui ont suivi la parution de son livre relève d'un changement de paradigme, et qu'est-ce qui relève simplement de l'évolution de la science normale ?

Pour répondre à ces questions sans perdre ceux d'entre vous qui ne seraient pas familiers de la pensée kuhnienne, je vais commencer par exposer d'une façon brève et nécessairement schématique les idées fortes de la *Structure des révolutions scientifiques*, en m'efforçant de mettre en avant les questions qui nous occupent aujourd'hui à savoir celle de cycle et celle de rupture. Puis j'insisterai sur deux concepts centraux de la pensée kuhnienne pour évaluer leur apport à l'histoire des sciences : les révolutions et la science normale.

1. Le cycle révolutionnaire

Pour inscrire au mieux ma présentation de la structure des révolutions scientifiques selon Thomas Kuhn dans l'esprit de ces journées transdisciplinaires, je l'ai mis sous une forme qui, sans en trahir l'esprit, en souligne la dimension cyclique :

- La phase initiale est dite **préparadigmatique** (ou prénormale) : les communautés scientifiques sont disparates et en concurrence pour imposer leurs conceptions.
- Puis **la science se structure autour d'un paradigme**. Kuhn donne plusieurs définitions successives de ce concept-clé, qu'il présente d'abord comme « un modèle ou un schéma accepté par tous », avant de préciser que « comme une décision judiciaire admise dans le droit commun, c'est un objet destiné à être ajusté et précisé dans des conditions nouvelles ou plus strictes » (p. 45), avant de préciser, dans la postface, « un paradigme est ce que les membres d'une communauté scientifique ont en commun, et, réciproquement, une communauté scientifique se compose d'hommes qui se réfèrent au même paradigme ». Dès lors que le paradigme est suffisamment défini, et la communauté scientifique suffisamment structurée, on entre dans la **phase paradigmatique ou normale** de la science. Le domaine de recherche des scientifiques est restreint car il est en quelque sorte prisonnier du paradigme, mais les travaux d'approfondissement du paradigme, de résolution des énigmes et de développement de ses capacités heuristiques permettent de tirer du paradigme un très grand nombre de découvertes.
- Pourtant, la science normale recèle en elle-même les racines de son propre renversement : en effet, un paradigme contient généralement des **anomalies**, c'est-à-dire des énigmes mal résolues. Le réflexe des scientifiques est d'abord d'écarter ces anomalies, en pensant que les expériences ont été mal faites, ou en se persuadant que le paradigme pourra intégrer ces anomalies par un simple affinement de ses capacités heuristiques.
- Mais lorsque les anomalies se multiplient sans pouvoir être expliquées, la science entre alors dans une phase de **crise**, caractérisée par l'apparition de nouveaux paradigmes concurrents.

- Lorsqu'un nouveau paradigme s'impose par une plus grande capacité que les autres à expliquer les anomalies, c'est la **réponse à la crise**. Il s'agit du moment critique de la révolution scientifique, où la vision du monde des scientifiques bascule d'un paradigme à un autre.
- Enfin, le nouveau paradigme donne lieu à la publication de nouveaux manuels définissant l'allure d'une **nouvelle science normale**. Le cycle peut reprendre (à la deuxième phase).

Pour clarifier cette explication théorique, tentons de l'appliquer à un exemple. L'exemple le plus classique est celui de la Révolution scientifique, avec un « r » majuscule, dans l'astronomie. Pour montrer que ce schéma fonctionne aussi dans d'autres cas, j'ai choisi un exemple plus original, mais non moins important, celui de la révolution quantique, que l'on date généralement entre 1905 et la fin des années 20. Suivons le même cheminement, en priant d'avance les éventuels spécialistes de mécanique quantiques de la salle des inévitables raccourcis auxquels j'aurai recours :

- À l'origine, la physique classique distingue clairement deux sortes d'objets : les corpuscules et les ondes. Les corpuscules sont des objets bien délimités dans l'espace, et dont le mouvement peut être résumé à une trajectoire pendant laquelle ils restent localisables à tout instant. L'onde au contraire est plus étendue, et elle ne fait que transmettre de l'énergie ou de l'information, comme le vent, une vague, ou le mouvement d'une corde.
- L'anomalie se présente dès lors que dans la seconde moitié du XIXe siècle, on commence à identifier de nouveaux objets microscopiques qui seront baptisés électrons, et que l'on peine à définir comme des particules ou comme des ondes. Le premier réflexe correspond à ce qu'Etienne Klein a appelé « la morale de l'ornithorynque » : en 1798, lorsque les biologistes britanniques découvrirent le premier spécimen empaillé d'ornithorynque, leur premier réflexe face à ce spécimen échappant aux classifications préexistantes a été de croire à un canular. De même, les physiciens ont d'abord considéré ces anomalies comme des fantaisies ou à des erreurs de mesure dues à l'état initial de la connaissance des électrons.
- La crise intervient au moment où il devient impossible de nier que l'anomalie n'est due ni à une supercherie, ni à une erreur d'expérimentation, mais bien à une défaillance du paradigme. **On peut dater cette crise de l'article d'Albert Einstein de 1905** paru sous le titre *Sur un point de vue heuristique concernant l'émission et la transformation de la lumière*, qui met en évidence l'impossibilité d'expliquer les radiations électromagnétiques avec les outils de la mécanique classique et formule l'hypothèse de l'existence de « quantas d'énergie » : **l'existence de l'anomalie est désormais irrémédiablement établie par l'expérience, mais il n'existe pas encore de paradigme permettant d'intégrer ce nouveau résultat ; c'est la crise.**
- C'est essentiellement au cours des années 20 que des physiciens tels que Louis de Broglie, Max Born ou encore Erwin Schrödinger parviennent à reconstruire un cadre théorique, qui devient un nouveau paradigme quantique.

2. Repenser les révolutions

Maintenant que voilà présenté et illustré le fonctionnement d'une révolution scientifique, je me propose donc de l'appliquer à une question bien différente, pour mettre en œuvre comme annoncé la méthode réflexive, en réfléchissant à un extrait d'un article ultérieur, dans lequel Thomas Kuhn raconte la genèse de son propre livre sous le titre : « What are Scientific Revolutions ? »

« Ce fut pendant l'été 1947 que je lus pour la première fois quelques uns des écrits d'Aristote sur la physique (...). Comme on pouvait s'y attendre, j'abordai les textes d'Aristote avec clairement en tête la mécanique newtonienne que j'avais lue précédemment. La question à laquelle j'espérais répondre était celle de savoir quelle était l'étendue des connaissances mécaniques d'Aristote, et de ce qu'il avait laissé à découvrir pour des gens comme Galilée et Newton. Étant donnée cette formulation de la question, je découvris rapidement qu'Aristote n'avait disposé d'à peu près aucune connaissance mécanique. Tout restait à faire pour ses successeurs, surtout pour ceux des XVIe et XVIIe siècle. Telle était la conclusion standard à laquelle menait ma question et elle aurait bien pu être, en principe, correcte. Mais je la trouvais dérangeante parce que, à la manière dont je le lisais, Aristote ne semblait pas simplement tout ignorer de la mécanique, mais il semblait être aussi un terriblement mauvais physicien.

[...]

Habité par ce sentiment, je continuais à réfléchir à ce texte, et mes soupçons se révélèrent finalement fondés. J'étais assis à mon bureau avec le texte de la *Physique* d'Aristote ouvert devant moi et un crayon quatre-couleurs en main. Levant les yeux, je regardai par la fenêtre au loin d'un air absent – je conserve encore aujourd'hui l'image visuelle de cette scène. Soudainement, les fragments que j'avais en tête s'organisèrent d'eux-mêmes d'une manière nouvelle et trouvèrent chacun leur place les uns à côté des autres. Mes bras en tombèrent car Aristote apparaissait soudain comme un très bon physicien, mais un physicien d'un type que je n'avais jamais imaginé possible. Je pouvais maintenant comprendre pourquoi il avait dit ce qu'il avait dit et la nature de l'autorité qu'il avait eue. »

Plusieurs choses à retenir de cet extrait, si l'on essaie de lui appliquer la méthode de Kuhn :

- D'abord **l'idée que la révolution scientifique est instantanée**, qu'elle a lieu dans un moment bref et bien identifiable. Il ne s'agit donc pas d'un processus cumulatif, mais d'un renversement de perspective ponctuel, que Kuhn affirme pouvoir situer précisément dans le temps. J'ai commencé par ce point car c'est celui qui m'apparaît le plus contestable. Il s'inscrit dans la droite ligne des récits mythiques de l'émergence d'une découverte, de la pomme de Newton ou du fameux « Eureka » d'Archimède dans sa baignoire découvrant la poussée qui porte son nom. Les historiens des sciences ont appris à se méfier de ces récits qui concentrent autour d'une seule personne et à un instant t l'ensemble d'une révolution scientifique : c'est ce type de représentations des découvertes scientifiques qui amène aux querelles stériles de préséance sur telle ou telle découverte : si la découverte peut être datée et attribuée avec précision, alors il devient légitime de chercher des précurseurs, de discuter de la date, des influences... Pour ma part, j'ai tendance à penser que ces débats n'ont guère d'intérêt, précisément parce qu'il est illusoire de chercher une pomme à chaque Newton et un « Eureka » à chaque découverte. L'étude de cas sur la révolution quantique a montré que la norme

n'est pas la révolution instantanée ; en revanche, l'étude des autobiographies et des biographies des scientifiques montre une tendance nette à **mettre en scène** cet aspect.

- En revanche l'idée d'une inversion de perspective est une idée forte de la conception kuhnienne de la révolution scientifique. Si l'on en revient à l'archétype qu'est la révolution copernicienne, il y a évidemment une nette analogie entre les deux processus : dans les deux cas, il s'agit de l'effort effectué par l'observateur pour s'abstraire de sa position et envisager la situation d'un point de vue neuf et distancié. Dans le cas de Copernic, il s'agit d'un changement de référentiel, de la capacité à envisager le mouvement des planètes depuis un autre point que celui où l'on est situé, mais plus généralement il s'agit toujours d'un désapprentissage et d'une prise de distance par rapport à des préjugés. Kuhn a lui-même recours à une comparaison avec le *Gestalt switch*, c'est-à-dire un changement de perspective sur un objet qui en fait voir l'apparence d'un point de vue radicalement différent, comme dans le fameux exemple du vase qui peut être vu comme deux visages face à face ou au canard qui peut aussi être vu comme un lapin.
- A un dernier niveau, il faut voir dans ce récit l'origine du concept également central chez Kuhn d'incommensurabilité, c'est-à-dire l'impossibilité pour les tenants des différentes théories de se comprendre. Le récit initial illustre parfaitement l'impossibilité pour un physicien élevé dans la mécanique newtonienne de *comprendre* Aristote. De cela il faut tirer un fait important : on ne comprend rien à un paradigme quand on le voit à la lumière d'un paradigme. La conséquence en est un axiome important d'un point de vue de la méthodologie en histoire des sciences : c'est qu'on manque l'essentiel dans l'histoire des sciences lorsqu'on se pose les questions en termes de vérité et d'erreur, lorsqu'on évalue la science du passé à la lumière de la science moderne. L'incommensurabilité n'implique pas *stricto sensu* une forme de relativisme : il ne s'agit certes pas de nier que la valeur heuristique de l'astronomie copernicienne soit supérieure à celle d'Aristote ou de Ptolémée. Il s'agit en revanche de ne plus poser la question de l'évolution de la science en termes de progrès mais de passage d'un système à un autre. Je ne m'appesantis pas sur la question du relativisme qui est une question complexe sur laquelle nous pourrions revenir si vous le souhaitez dans la discussion.

Si l'on voulait synthétiser l'apport de Thomas Kuhn sur les révolutions scientifiques, il porte moins sur la notion de révolution scientifique, qui est antérieure – la plus ancienne occurrence à ma connaissance remonte à D'Alembert, mais le terme a été théorisé et popularisé par Alexandre Koyré, pour désigner la révolution scientifique, au singulier, qui a correspond au tournant du XVIIe siècle. La nouveauté de Kuhn, c'est la pluralité des révolutions, l'approche en termes de structure et la volonté de dégager un schéma commun au déroulement de ces révolutions.

Pourtant, je l'ai dit, Kuhn n'est pas le premier à s'intéresser à la révolution scientifique, et si l'on revient à ma question de départ, il me semble que le passage au pluriel et à la structure ne

doit pas être lu comme un changement de paradigme, mais comme un approfondissement caractéristique d'une activité que Kuhn classerait dans la catégorie de la science normale. Dans son approche de la révolution copernicienne, mais aussi de celle d'Einstein, Newton ou Lavoisier, Kuhn m'apparaît comme un héritier d'Alexandre Koyré, qui retravaille, perfectionne et élargit le paradigme de la révolution scientifique, sans effectuer en opérant le changement radical de perspective qui caractérise la révolution scientifique.

3. La Science normale, précurseur des Science studies

On a parfois reproché à Thomas Kuhn de s'être concentré sur des phénomènes minoritaires et d'avoir construit une théorie générale à partir d'une vingtaine d'exemples sélectionnés à dessein pour renforcer sa théorie. Cette critique résulte à mon sens d'une lecture incomplète de son œuvre, et de la non-prise en compte de ce qui recèle pourtant la véritable révolution kuhnienne : le concept de science normale. Le titre de l'ouvrage m'apparaît en effet comme, si l'on me passe l'expression, un arbre cachant une forêt. Et cette forêt, c'est celle de la science normale.

Le concept a largement été critiqué, ne serait-ce que parce qu'il a été mal reçu par une partie de la communauté scientifique convaincue qu'il s'agissait là d'une tentative de dévalorisation de son travail, ce qui est la fois vrai et très partiel.

Le vocabulaire employé par Kuhn, qui compare la science normale à une entreprise de « nettoyage » y est sans doute pour quelque chose, comme dans la citation suivante du deuxième chapitre de la Structure des révolutions scientifiques :

« Parmi les gens qui ne sont pas vraiment spécialistes d'une science adulte, bien peu réalisent quel travail de nettoyage il reste à faire après l'établissement d'un paradigme, ou à quel point ce travail peut se révéler passionnant en cours d'exécution. Il faut bien comprendre ceci. C'est à des opérations de nettoyage que se consacrent la plupart des scientifiques durant toute leur carrière. Elles constituent ce que j'appelle ici la science normale qui, lorsqu'on l'examine de près soit historiquement soit dans le cadre du laboratoire contemporain, semble être une tentative pour forcer la nature à se couler dans la boîte préformée et inflexible que fournit le paradigme. La science normale n'a jamais pour but de mettre en lumière des phénomènes d'un genre nouveaux ; ceux qui ne cadrent pas avec la boîte passent même souvent inaperçus. Les scientifiques n'ont pas non plus pour but, normalement, d'inventer de nouvelles théories, et ils sont souvent intolérants envers celles qu'inventent les autres. Au contraire, la recherche de la science normale est dirigée vers l'articulation des phénomènes et théories que le paradigme fournit déjà. ». (p. 46-47).

Je pense qu'il ne faut pas exagérer la dimension critique de ce type de passages ; débarrassé d'un vocabulaire qui semble le situer sans cesse dans le jugement de valeur (normalité contre révolution, nettoyage contre nouvelles théories), il ressort de ce chapitre que la science normale permet également, je cite à nouveau « d'étudier certains domaines de la nature avec une précision et une profondeur qui autrement seraient inimaginables ».

Pourtant, c'est sur cette question de la science normale qu'il faut à mon avis chercher le véritable changement de paradigme en histoire des sciences qui fait de 1962 l'acte de

naissance d'une nouvelle histoire des sciences. Pour le dire de manière schématique, cet ouvrage signe à mon sens la séparation entre l'histoire des sciences et l'épistémologie. Et ce pour deux raisons :

- La renonciation à une histoire normative : on glisse en effet d'une approche qui consistait à utiliser l'histoire des sciences et de leurs hésitations pour apprendre à mieux discerner la vérité de l'erreur vers une histoire de *la science telle qu'elle se fait*. Prenons un exemple : l'œuvre de Thomas Kuhn a profondément transformé notre vision des classes préparatoires françaises : lieu de formation de l'élite scientifique par excellence, elles devraient avoir vocation à être le lieu où se préparent les révolutions scientifiques de l'avenir. Or, des sociologues kuhniens qui se sont penchés sur la question ont montré de manière très probante qu'elles sont le lieu par excellence de la science normale, en ce sens que ce qu'on y apprend correspond uniquement à ce que Kuhn appelle la « résolution de problèmes » : il ne s'agit pas de remettre en cause le paradigme, mais, par le biais d'exercices nombreux et répétés, d'acquérir de la fluidité, de la rapidité, et de l'aisance dans l'utilisation du paradigme. *A contrario*, ce mode d'apprentissage aurait plutôt tendance à renforcer les résistances et le refus des anomalies. Les expériences qui sont réalisées n'ont pas vocation, comme dans la théorie popperienne, à tester les théories en montrant qu'il est impossible de les réfuter par les faits, mais elles sont conçues dans le cadre des théories comme des sortes d'illustration. Si une expérience ne donne pas les résultats attendus, on dit qu'elle a échoué et l'on remet en cause sa réalisation plutôt que la théorie qui la sous-tend.
- Plus généralement, la théorie kuhnienne remet en cause de manière très nette une histoire des sciences comme histoire du progrès scientifique : jusqu'à Gaston Bachelard, l'histoire des sciences était considérée comme naturellement orientée, au sens où elle se fondait sur la notion de progrès. Je cite :

« L'histoire des sciences est toujours décrite comme l'histoire d'un progrès de la connaissance. Elle fait passer le lecteur d'un état où l'on savait moins à un état où l'on a su plus. Penser historiquement la pensée scientifique, c'est la décrire du moins au plus. Jamais, à l'envers, du plus au moins. Autrement dit, l'axe central de l'histoire des sciences est nettement dirigé dans le sens d'une compréhension améliorée et d'une expérience élargie. »¹

Après Thomas Kuhn, le progrès n'est plus qu'une phase de l'histoire des sciences, celle de la science normale. Seule la science normale progresse linéairement. La révolution apparaît certes comme une accélération du progrès sous un certain angle, mais sous un autre angle, c'est au contraire un retour au point de départ du siècle.

¹ BACHELARD Gaston, « L'actualité de l'histoire des sciences », conférence faite au Palais de la Découverte le 20 octobre 1951, in *L'engagement rationaliste*, Paris, PUF, 1992.

Conclusion

Mon objectif initial était d'appliquer à Kuhn et à son rôle dans l'histoire des sciences ses propres méthodes en le prenant pour objet de son type d'analyse. J'espère vous avoir convaincu :

- De la valeur véritablement révolutionnaire de son travail qui explique que cinquante ans après, il mérite non seulement d'être commémoré mais aussi d'être lu et enseigné quasiment tel quel
- Que la véritable nouveauté chez Kuhn n'est pas la notion de révolution scientifique, qui l'a largement précédé, mais celle de science normale, que j'identifie comme l'un des principaux précurseurs de la sociologie et de l'histoire des sciences actuelles ;
- Que cette réflexion reste extrêmement stimulante dans le débat sur le progrès de la science, et sur le relativisme, débats que je laisse ouverts pour la discussion.