Synergies Royaume-Uni et Irlande n° 7 - 2014 p. 71-83

L'unité au lieu de la guerre – Les points d'intersection des mathématiques et de l'art/entre mathématiques et arts

Mateja Knezevic
Université Claude Bernard – Lyon1 alumni, France
Université de Belgrade, Serbie
Knezevic.mateja@gmail.com

Reçu le 02-07-2014 / Évalué le 02-09-2014 /Accepté le 07-11-2014

Résumé

Depuis la notion de la révolution scientifique de Thomas Kuhn, il s'est posé la question du développement global de la science. Parallèlement, la question d'existence de révolutions en mathématiques i.e. la possibilité d'application des notions de Kuhn en mathématiques a occupé les philosophes autant que les mathématiciens. Cet article rend compte des similarités des démarches et progrès en mathématiques et dans les arts à travers le prisme des révolutions scientifiques. En effet, nous allons essayer de faire valoir que la théorie de progrès de science de Kuhn est également applicable, dans des conditions spécifiques, aux domaines de la découverte artistique et mathématique et par là d'expliquer ces similarités.

Mots-clés : révolution scientifique, révolution en mathématiques, révolutions en arts, mathématiques et arts

Unity instead of war - points of intersection between mathematics and arts

Summary

Since the notion of scientific revolution was given by Kuhn a question of global development of science was raised. In parallel the questions of the existence of revolutions in mathematics, i.e. the possibility of the application Kuhn's notion on mathematics, occupied the scientists and philosophers. This article tends to give account on the similarity of demarches and progress in arts and in mathematics through the prism of scientific revolutions. We will try to show that Kuhn's theory of progress of science is also applicable, under specific circumstances, to the areas of artistic and mathematical discovery and thereby to explain those similarities.

Keywords : scientific revolutions, revolutions in mathematics, revolutions in arts, mathematics and arts

Les révolutions en mathématiques existent-elles ?

En 1962 est paru, pour la première fois, le livre de Thomas Kuhn *The structure of scientific revolutions*, suivi par une deuxième édition où a été inclus un post-scriptum dans lequel sont offertes des explications complémentaires sur la notion de « changement de paradigme ». Il a provoqué, tout de suite, maints controverses et débats entre savants. Bien que plusieurs scientifiques et historiens des sciences soient en désaccord avec certains détails de l'analyse de Kuhn, son image globale de l'évolution de la science est généralement acceptée dans la communauté scientifique.

La question qui se pose naturellement est la suivante: y a-t-il des révolutions en mathématiques ? Et, si oui, comment les traiter ? Il est évident que s'il y a des révolutions en mathématiques, elles ne peuvent pas être traitées comme les révolutions dans les sciences naturelles. Les faits mathématiques sont différents de ceux des sciences naturelles. Tandis que dans les sciences de la nature la plupart des faits anciens sont mauvais et écartés, en mathématiques, ils nécessitent une amélioration, mais sont généralement corrects. Les sciences naturelles se transforment tandis que les mathématiques se divisent. Il existe une autre différence qui n'est pas aussi pertinente mais pourtant existante : les révolutions dans les sciences sont hautement visibles, alors que celles qui se produisent en mathématiques sont essentiellement cachées.

Si on entend littéralement l'expression « révolution scientifique » au sens de Kuhn, la réponse à la question « y a-t-il des révolutions en mathématiques ? » est sans aucun doute : « Non ! ». Il n'est jamais arrivé dans l'histoire qu'une théorie mathématique entière fût écartée pour qu'une autre théorie, en outre incommensurable, soit établie. On ne peut pas dire qu'un nouveau paradigme représente la reconstruction d'un domaine spécifique fondé sur de nouvelles présuppositions de sorte que les mathématiciens changent leurs positions par rapport au domaine, à ses méthodes et à ses buts. Les mathématiques sont, dès le début, édifiées sur des fondations solides.

Pour donner une réponse à la question posée, on doit prendre une position différente. Le mot « révolution » est largement utilisé dans le contexte politique. Le mathématicien René Thom a défini une révolution comme un changement catastrophique, de l'acceptation au rejet du « paradigme légitime » auquel un crédit a été donné au préalable. C'est une sorte de « modèle intérieur » qui, étant présent à l'esprit de tous ses membres, garantit la conformité des personnes gouvernées aux autorités politiques existantes. Reconsidérons deux grandes et importantes révolutions qui ont exercé une grande influence sur la société de l'époque, mais qui ont, cependant, des caractéristiques et des conséquences assez différentes. Commençons par la Révolution française de 1789. C'est une période de bouleversement social et politique radicale. La monarchie absolue s'est effondrée en trois ans. Elle est restaurée en 1814, mais ses réformes majeures ont été maintenues. Passons à la Révolution russe de 1917 qui a abattu l'autocratie du Tsar. Pendant la révolution de février, le Tsar a été forcé d'abdiquer et un Gouvernement Provisoire est établi, tandis que lors de la seconde révolution, en octobre de la même année, le Gouvernement Provisoire est remplacé par le gouvernement des Bolcheviks. Cette révolution diffère de la révolution en France sur un point significatif : après la Révolution française, la monarchie est rétablie mais la conscience des habitants a changé de telle sorte qu'une rupture définitive avec le passé est créée ; la Révolution russe a produit un tournant définitif, la question de la monarchie n'est plus jamais soulevée. Cette courte réflexion sur les révolutions politiques aura, comme on le verra, un rôle de métaphore dans notre recherche sur les révolutions en mathématiques.

Dans l'article « Ten 'laws' concerning patterns of change in history of mathematics » de Michael Crowe paru en 1975, la dernière loi énonce « *Les révolutions ne se produisent jamais en mathématiques* [1]». Sa proposition est basée sur la règle selon laquelle « [...] *cette loi dépend au moins de la stipulation minimale que la caractéristique nécessaire de la* r*évolution est qu'une entité* déjà existante *(que ce soit le roi, la constitution ou la théorie) doit être renversée et irrévocablement écartée* [2]» (Crowe, 1975 : 19).

Conformément à cette loi, les révolutions en mathématiques n'existent pas en réalité. Cette règle exclut la possibilité d'une révolution en mathématiques, puisque le développement des nouvelles théories mathématiques ne mène pas à l'écart des théories anciennes. Prenons comme exemple la découverte et le développement des géométries non-euclidiennes. S'il existait une théorie qui pût être considérée comme révolutionnaire, ce serait la dernière en date. Cependant, le développement de la géométrie hyperbolique ou riemannienne n'a pas effacé la géométrie euclidienne : celle-ci n'est pas « écartée irrévocablement ». Considérons, d'autre part, comment la condition de Crowe est interprétée dans les sciences de la nature, par exemple en physique.

Le rapport entre la géométrie non-euclidienne et la géométrie euclidienne est essentiellement identique au rapport entre la physique de Newton et la théorie de la relativité restreinte. Mais, ce parallèle ne tient plus lieu si on fait une comparaison entre la physique de Newton et la théorie de la relativité générale, ou entre la géométrie euclidienne et la géométrie de Riemann. Avec la théorie de la relativité générale comme avec les géométries différentielles modernes, il y a un changement complet d'objets et de conceptions. L'espace considéré dans la physique newtonienne n'est pas identique à l'espace figurant dans la théorie de la relativité générale ; il en va de même pour l'espace dans la géométrie euclidienne et dans la géométrie de Riemann. La théorie de Newton est conforme à la géométrie euclidienne tandis que la théorie de la relativité générale est conforme à l'espace à quatre dimensions de Riemann. D'après ces exemples, on peut conclure que l'apparition de la géométrie non-euclidienne n'a pas provoqué de changement dans la pratique des mathématiciens, mais plutôt, qu'elle a provoqué un changement conceptuel dans la communauté des mathématiciens. C'est la position de Joseph Dauben.

En fait, la question des révolutions en mathématiques est étroitement liée à celle de la définition du mot « révolution » et ce qui y est compris. Le sens du mot « révolution » dans le domaine sociopolitique était, tout d'abord, la violation d'une continuité. Dans cette classe on peut inclure l'exemple de la Révolution russe. Néanmoins, après la révolution en France, mentionnée ci-dessus, on a obtenu un autre sens du mot. Dès lors il parait légitime d'appeler « révolution » un changement radical, un divorce avec les modes de pensées traditionnels ou acceptables. À ce dernier groupe, mais pas au premier, appartiennent la découverte des nombres irrationnels ou des nombres transfinis de Cantor. On peut s'accorder sur le fait que dans les mathématiques les découvertes s'accumulent, mais certaines d'entre elles mènent inévitablement à la découverte de théories révolutionnaires unissant des branches entières des mathématiques, produisant de nouveaux points de vue ou parfois des disciplines complètement nouvelles lesquelles ne pouvaient pas être découvertes à l'intérieur des limites de la théorie préalable.

Peut-on appliquer les concepts de Kuhn aux mathématiques ? Le point de départ pour Kuhn est la dualité entre la communauté scientifique et son homologue – la nature. Sans entrer dans le détail des objets mathématiques, on peut dire qu'une semblable dualité existe entre les mathématiciens et quelque chose qui résiste aux mathématiciens et demande à être traité.

Considérons l'apparition des géométries non-euclidiennes. Tout d'abord il faut noter que la géométrie non-euclidienne elle-même est incohérente avec les points de vue traditionnels en mathématiques. Autrement dit, la condition préalable pour leur création était de se détacher de la tradition. Cela est manifeste dans les travaux de Saccheri et Lambert d'un côté, et de Gauss, Lobachevsky et Bolyai de l'autre. Saccheri et Lambert essayaient de démontrer le cinquième postulat par une méthode indirecte : en substituant sa propre négation au cinquième postulat d'Euclide, ils espéraient démontrer qu'une contradiction pourrait être déduite de cette négation et des autres axiomes et postulats. Durant ce processus, ils ne sont pas arrivés à la contradiction mais à un ensemble de théorèmes qui appartiennent à la géométrie non-euclidienne. Toutefois, ils ne sont pas parvenus à transmettre l'idée d'une telle géométrie principalement à cause de l'influence des points de vue traditionnels en mathématiques. A l'époque, la géométrie euclidienne était un truisme. Les postulats étaient considérés comme des vérités absolues. De plus, la forte influence de la philosophie de Kant, selon laquelle le temps et l'espace sont préalables à l'expérience, était présente chez les scientifiques.

De même, Gauss, Lobachevsky et Bolyai essayaient également de démontrer le cinquième postulat, et comme leurs prédécesseurs ils ont enduré des échecs. Pourtant, au lieu d'abandonner le problème, ils ont conçu la possibilité d'une autre géométrie. Gauss écrit : « *Je suis de plus en plus convaincu que la nécessité de notre géométrie ne peut être prouvée, du moins pas par la raison humaine. Peut-être dans une autre vie, nous serons en mesure d'obtenir un aperçu de la nature de l'espace qui est maintenant inaccessible. Jusque-là, il faut placer la géométrie dans la même classe que l'arithmétique, qui est purement a priori* […]. [3]» (Zheng, 1992 : 175).

Évidemment, selon l'idée de Gauss, que la géométrie euclidienne soit vraie ou non, elle est basée uniquement sur notre expérience. Par suite, il devient possible de développer une autre géométrie. Les géométries non-euclidiennes ont changé significativement le monde des mathématiques. Elles sont considérées comme le début du développement moderne des mathématiques dont la caractéristique essentielle est que ses objets ne sont pas seulement les formes et relations tirées de l'expérience par abstraction, mais aussi des formes et relations qui sont possibles logiquement et qui sont définies à partir des formes et relations que l'on a déjà. D'où la nature révolutionnaire de la géométrie non-euclidienne.

L'un des concepts avec lesquels Kuhn opère est le concept de crise. Cette dernière désigne les phénomènes qui, dans une communauté scientifique quelconque, mettent en question les engagements du groupe et qui, par la suite, provoquent l'instabilité de cette structure sociale. L'une des crises en mathématiques fut la crise des fondements. Les paradoxes dans la théorie des ensembles (les paradoxes de Burali-Forti en 1897, de Russell en 1903, de Richard en 1905) ont conduit à réexaminer les fondations des mathématiques. Plusieurs approches à la fois nouvelles et radicales, avaient été tentées avant le début du XX^e^ siècle. Dès la première décennie de ce siècle, de grands mathématiciens sont apparus, décidés à emprunter la voie d'une défense des nouvelles approches des fondements. Les paradoxes qu'on a évoqués ci-dessus peuvent être considérés comme des « anomalies » au sens de Kuhn. Les autres exemples d' « anomalies » sont certainement le cinquième postulat d'Euclide et, par exemple, l'invention des idéaux par Kummer et Dedekind.

Le type de travail appelé « science normale » en suivant les termes de Kuhn est présent en mathématiques. La plupart des mathématiques se fait de façon « normale » : suivant les règles apprises dans les manuels standards, résoudre des problèmes classiques, remplir les trous dans la théorie, généraliser les concepts etc. La version définitive du manuel qui est à la fois élégante et compréhensive est atteinte exclusivement après la période normale de recherche en mathématiques.

Le concept de paradigme était le plus spectaculaire dans la théorie de Kuhn. « *Les paradigmes sont des exemples partagés qui structurent la perception des mathématiciens et guident leurs recherches*[4] » (Mahrtens, 1976 : 32). A la différence des sciences naturelles, les paradigmes en mathématiques représentent bien plus que la seule relation problème-solution. Ils embrassent les concepts de base, le symbolisme et la terminologie spécifique, et ils possèdent le pouvoir de déterminer les « valeurs » des mathématiques. Dans le livre de George Boole *Laws of thought*, les éléments paradigmatiques sont l'application du symbolisme et des procédures algébriques à la logique et au traitement des équations logiques. Le principe dominant n'est plus l'application des mathématiques à la logique, mais au contraire, l'application des moyens de la logique symbolique aux mathématiques. Le changement de paradigme dans ce cas est assez compliqué et ne peut guère être appelé une « révolution », mais il peut être plutôt traité en termes de « programmes de recherche » tels que conçus par Lakatos.

Enfin, il faut faire quelques commentaires sur la notion d'« incommensurabilité » chez Kuhn. Même les transformations les plus radicales dans la pensée mathématique n'ont pas exclu les possibilités d'interpréter de nouvelles théories dans le cadre des anciennes et inversement. La découverte d'une nouvelle théorie quelconque n'a pas pour résultat l'élimination des théories anciennes. La possibilité de traductions illimitées est une caractéristique essentielle de la connaissance mathématique. Par suite, il n'existe pas d'incommensurabilité en mathématiques. Et de plus, il n'est pas possible d'interpréter la notion d'incommensurabilité peu importe combien on affaiblit les conditions pour cela. Il est vrai que la géométrie non-euclidienne a transformé notre conception de la nature de l'espace, qu'elle a profondément changé notre compréhension des objets géométriques et qu'elle a même introduit de nouveaux concepts en mathématiques, mais elle n'a pas démontré que la géométrie euclidienne est erronée ; elle a simplement démontré le fait qu'une telle géométrie n'est pas unique, qu'elle n'est pas la théorie mathématique universelle.

Les nouvelles découvertes en mathématiques produisent de nouveaux modes de pensée permettant des résultats plus puissants et plus généraux que jamais. Elles n'y arrivent pas par simple extension de leurs méthodes dans l'espace et le temps, mais plutôt, quand la vraie révolution a pris place, quand une partie significative des « anciennes » mathématiques est remplacée par des concepts et techniques qui changent visiblement le vocabulaire et la grammaire des mathématiques. Les notions de base comme le nombre, la courbe et ainsi de suite, restent superficiellement identiques, mais la façon de les regarder change entièrement. Cela comprend la façon de les définir, de les analyser théoriquement et de les utiliser pratiquement. Certains concepts, comme l'entier, ont été repensés à plusieurs reprises, et les nouvelles géométries (à présent on ne peut plus utiliser le singulier) ont été construites indépendamment de l'espace physique.

Une nouvelle ontologie a introduit une nouvelle épistémologie qui a mis l'accent sur l'analyse rigoureuse et la convenance de la démonstration. Cela s'est accompagné par une attention dirigée vers l'unité des mathématiques et un renouveau de l'intérêt pour la nature de l'intuition mathématique. Les révolutions en mathématiques n'existent peut-être pas au sens strict de Khun, mais dans les événements évoqués précédemment, on peut considérer que les révolutions jouent un rôle aussi significatif dans le monde mathématique que les révolutions khuniennes dans le monde physique.

Révolutions en mathématiques et en art

Pour rendre compte de l'existence ou pas de révolutions en art, on doit avant tout examiner si une telle approche de la créativité artistique est possible ou non. On est souvent confronté chez les artistes à l'idée selon laquelle leur création est totalement libre, qu'elle n'est pas susceptible de règles et que leurs sources d'inspiration se trouvent dans une autre réalité. Dans *La critique de la faculté de juger*, Kant déclare que le génie est soumis seulement aux règles que la nature lui impose. Par conséquent, chaque activité humaine est formée et définie par des règles, au moins celles de la nature. Un changement de pratique comprend le changement des règles, ce qui de nouveau requiert une règle. L'exclusion de toute règle requiert également une règle, il parait alors impossible sortir de ce cercle vicieux.

Des règles incarnent donc la pratique artistique et constituent l'activité créatrice. Elles ne sont pas suffisantes pour parvenir au chef-d'œuvre mais cela ne veut pas dire qu'elles ne sont pas nécessaires. Wittgenstein écrit :

« *les lois d'harmonie […] exprime la façon les peuples voulaient les accords à suivre - leurs désirs cristallisés dans ces règles* [5]» (Wittgenstein, 2007 : 16). L'invention de règles est possible s'il existe une analogie entre elle-même et des règles déjà existantes. La pratique artistique est enracinée dans le milieu social et alors, les facteurs sociaux jouissent d'un rôle important dans la détermination de la créativité artistique et le mérite esthétique. Le jugement esthétique n'arrive pas *per se*, mais dépend précisément de règles : Quelles règles sont respectées ? Sont-elles appliquées proprement ? Les nouvelles règles sont-elles inventées ?

Les artistes comme les scientifiques cherchent de nouveaux chemins pour percevoir et agir sur la nature. Par la suite, les méthodes utilisées par les uns ou par les autres sont communes. E. M. Hafner a suggéré que l'histoire de l'art a nombre de similarités avec l'histoire de la science : « *Que l'on parle de la science ou de l'art, on reconnait le rôle essentiel joué par la révolution. Chaque époque est marquée par ses paradigmes actuels: les traditions cohérentes de l'observation et l'interprétation préparent le* *terrain pour une activité normale. Mais chaque époque se termine dans la révolution, après quoi les anciens paradigmes laissent la place aux nouveaux* [6]» (Hafner, 1969 : 387).

Ceci est pratiquement une interprétation de la théorie du progrès de l'art par la théorie du progrès de la science donnée par Kuhn. Cependant, Kuhn ne partage pas cette position car il trouve que la science et l'art sont deux activités à des kilomètres de distance. Il suggère que le paradigme en art est dans ses peintures (et les autres arts ?). Les paradigmes pour les scientifiques ne sont pas les produits de leur travail, comme dans l'art, mais ce sont les méthodes pour résoudre un problème. De plus, tandis que la peinture peut être évaluée seulement émotionnellement, les paradigmes scientifiques sont ou vrais ou faux. Par conséquent, une fois le paradigme abandonné, il est abandonné pour toujours, ce qui ne se passe pas dans le monde de l'art :

Parce que le succès d'une tradition artistique ne rend pas une autre mauvaise ou erronée, l'art peut supporter beaucoup plus facilement que la science, un certain nombre de traditions ou d'écoles simultan*ément incompatibles. Pour la même raison, quand les traditions changent, les controverses qui les accompagnent sont généralement résolues beaucoup plus rapidement dans la science que dans l'art*[7]. (Kuhn, 1977 : 348).

Dans la dualité entre art et science on se heurte alors aux mêmes obstacles que dans le cas des mathématiques et de la science. Comme en mathématiques, mais pas comme dans les sciences, les anciennes méthodes ne disparaissent pas, elles continuent d'exister parallèlement avec les nouvelles qui peuvent mener vers la transformation de la pensée et du point de vue général. Les artistes rejettent les traditions préalables pour les mêmes raisons que les scientifiques – les possibilités dans le cadre d'un paradigme sont épuisées, alors ils en cherchent de nouvelles. Certes, l'artiste a la liberté de reprendre une ancienne technique et de faire des peintures comme Véronèse, mais cette reprise ne nous dit rien de neuf sur la perception et ne résout pas de problèmes nouveaux. Pour être fécond, l'artiste, comme le scientifique, doit introduire dans sa discipline des méthodes nouvelles, de nouvelles perceptions ou de nouveaux phénomènes qui font surgir de nouveaux problèmes à résoudre. Donc, si l'art possède ses propres problèmes et est capable de les résoudre, alors l'art est cumulatif comme les mathématiques. Sur ce point Kuhn souligne une différence entre science et art plus importante que la résolution de problèmes :

Quelle que soit la signification du terme « esthétique », le but de l'artiste est la production d'objets de l'esthétique; les énigmes techniques sont ce qu'il doit résoudre afin de produire un tel objet. Pour le scientifique, d'autre part, l'énigme technique résolue est l'objectif et l'esthétique est un outil pour sa réalisation[8]. (Kuhn, 1977 : 343).

De façon intéressante la position de Poincaré ou Heisenberg envers l'esthétique est significativement différente. Le premier écrit :

Le savant n'étudie pas la nature parce qu'il est utile de le faire. Il l'étudie parce *qu'il* y prend plaisir; *et il y prend plaisir parce qu'elle est belle. Si la nature n'était pas belle, il ne serait pas bon de savoir et la vie ne serait pas la peine de vivre. […] Je veux dire la beauté intime qui vient de l'ordre harmonieux des parties et qu'une intelligence pure peut saisir*[9]. (Poincaré, 1952 : 22).

Tandis que le second énonce :

Vous pouvez m'opposer qu'en parlant de la simplicité et de la beauté que je introduits des critères esthétiques de la vérité, et j'admets franchement que je suis fortement attiré par une simplicité et beauté des schémas mathématiques lesquelles la nature nous présente[10]. (Stewart, 2007 : 278).

Pourtant, le fait que l'art ait des problèmes à résoudre témoigne du caractère cumulatif de l'art. Après qu'il ait résolu un problème spécifique, il se développe dans le cadre de nouvelles limites et tend à épuiser toutes les possibilités. Pendant cette démarche, de nouveaux problèmes apparaissent et par suite, il est nécessaire de les résoudre. Une fois qu'ils sont résolus, ils sont inclus dans l'ensemble des méthodes, des techniques, et des modes de pensée admissibles. Le paradigme change. Écoutons E. H. Gombrich : « *Je suis absolument convaincu du fait que […] l'art, comme la science, est cumulative en ce sens qu'une génération apprend de l'autre, mais modifie et corrige ce que la génération précédente avait fait*[11] » (Miller, 1983 : 222).

Dans la mesure où cela ne serait pas le cas, comme les critiques de l'art exigent de l'artiste de toujours produire quelque chose de neuf, chaque œuvre d'art « *représenterait un nouveau style un nouveau 'isme'*[12] » (Gombrich, 1995 : 596). Gombrich soutient que les artistes dans leurs travaux créent des objets qui ont un certain effet reconnaissable mais qui ne s'accordent pas avec les données sensorielles. En outre, par leurs œuvres, ils créent des conventions qui influencent la façon dont perçoivent les hommes, si bien que les images étant loin de la réalité peuvent produire l'effet désiré. D'autre part, Popper et Feyerabend ont une attitude semblable par rapport à la science. Les théories scientifiques peuvent être seulement corroborées mais on n'arrive jamais à la vérité. Même les meilleures théories ne sont que des approximations de la réalité perçue qui permettent de faire des prédictions sur l'inconnu. Alors, dans leur essence elles restent spéculatives. Par exemple, les géométries non-euclidiennes sont utiles en astronomie, mais leur existence est axiomatique plutôt que prouvée.

Allons plus loin. En 1911 des expérimentations concernant la perception scientifique sont menées par Raymond Pearl puis corroborées par d'autres. Dans ces expérimentations, aux quinze scientifiques qui participaient, on demandait de donner les caractéristiques du même ensemble de grains de maïs faisant partie d'une expérimentation génétique. Il y en avait 532 dont les caractéristiques étaient censées respecter la proportion idéale de Mendel de 9 : 3 : 3 : 1. Aucun scientifique n'a rapporté les valeurs attendues. Il n'y avait pas deux scientifiques qui aient rapporté le même résultat. De plus, pour chaque caractéristique donnée, les résultats étaient différents jusqu'à cinquante pour cent par rapport au nombre de grains de maïs appartenant à une catégorie spécifique. Il n'existe donc pas de preuve que les scientifiques soient plus objectifs dans leur perception du monde que les artistes. Ces derniers ont leurs critères propres pour évaluer les solutions de problèmes, tout comme les scientifiques, et leurs résultats sont aussi cumulatifs et permanents. Néanmoins Kuhn n'accorde pas de pertinence à ces similarités :

Le succès de Picasso n'a pas relégué les peintures de Rembrandt aux voûtes de stockage des musées d'art. Chefs-d'œuvre du passé proche et lointain jouent toujours un rôle essentiel dans la formation du goût du public et l'ouverture de nombreux artistes à leur métier[13]. (Kuhn, 1977 : 345).

Pour contourner en amont cette position on peut encore une fois évoquer le cas des mathématiques, et leur permanence au cours de l'histoire. Seule la vision générale de la problématique change.

On trouve chez Gombrich la position selon laquelle dans l'histoire de l'art il existe aussi des périodes de cumulation, de continuité avec des ruptures :

Certaine forme d'art existe partout dans le monde, mais l'histoire de l'art comme effort continu ne commence pas dans les grottes du sud de la France ou chez les Indiens d'Amérique du Nord. Il n'existe pas de tradition directe qui relie ces étranges débuts avec nos propres jours, mais il y a une tradition directe, transmise de maître à élève et de l'élève à l'admirateur ou au copiste, qui relie l'art de nos jours, une maison ou une affiche, avec l'art de la vallée du Nil, il y a quelque cinq mille ans. Car nous verrons que les maîtres grecs allaient à l'école avec les Egyptiens, et nous sommes tous les élèves des Grecs. Ainsi, l'art de l'Égypte a une importance énorme pour nous[14]. (Gombrich, 1995 : 55).

La justification de cette position est donnée par les mots suivants :

Car même l'artiste qui est en révolte contre la tradition dépend de ce stimulus qui donne sens à ses efforts. C'est pour cette raison que j'ai essayé de raconter l'histoire comme histoire d'un tissage continu et de changement des traditions dans lesquelles chaque œuvre se réfère au passé et montre l'avenir. Car il n'y a aucun aspect de cette histoire de plus merveilleux que cela, la chaîne vivante de la tradition reliant encore l'art de nos jours avec celui de l'âge des pyramides[15]. (Gombrich, 1995 : 595).

En fait, ce dernier passage ne parle pas de progrès cumulatif strict, mais de changements qui arrivent. Bien que ces révoltes d'artistes produisent des styles nouveaux, en rupture avec les précédents, il existe toujours en même temps un fil qui commence de la plus haute antiquité et va jusqu'à nos jours.

Pour les artistes de n'importe quelle période, ce qui était produit il y a cent ans peut être aussi un plus fort stimulus que les produits du passé immédiat. En fait, quand on parle de l'art passé, on fait référence à un ensemble d'œuvres qui sont toujours présentes dans notre entourage. N'en est-il pas de même pour les théories mathématiques ? On utilise toujours le théorème de Pythagore ou la logique d'Aristote. De même, il y a eu des instances où toutes les possibilités se sont épuisées à l'intérieur d'un paradigme artistique, par exemple dans la peinture maniériste vers 1600 ou l'architecture Rococo vers 1700. Le même destin a eu la logique d'Aristote, elle a exigé des corrections subtiles pour donner l'espace nécessaire à la continuation du développement des mathématiques, d'où provenaient les travaux de Frege ou Boole. Picasso ou M. C. Escher ont cherché de nouveaux modes de représentation du monde, d'abord en passant de l'impressionnisme au cubisme, et ce dernier en quittant les paysages et la géométrie euclidienne et en se tournant vers l'infini dans l'espace hyperbolique. D'autre part, au tournant des XIX^{e} et XX^{e} siècles, les mathématiciens ont fait de même, ils ont cherché de nouvelles façons de mener leur pratique. On a obtenu les diverses écoles à la fois différentes et équivalentes au sens large – l'intuitionnisme, le formalisme, le logicisme – toutes affirmant des pratiques et des philosophies sous-jacentes différentes.

Ce qui reste derrière chaque génération d'artistes, ce sont des propositions de styles et les accomplissements effectifs de cette pratique : l'ensemble des œuvres auquel sont ajoutées les nouvelles œuvres inspirées par le même style. Traduit en langage scientifique cela voudrait dire : ce qui reste est le paradigme et l'ensemble des accomplissements, découvertes et solutions des problèmes associés à une théorie spécifique ; à cet ensemble sont ajoutées les nouvelles découvertes ou les solutions des problèmes, tout comme un nouvel élément s'ajoute au tableau périodique des éléments.

Bibliographie

Crowe, M. 1975. Ten 'laws' concerning patterns of change in the history of mathematics. In : *Revolutions in mathematics*. Oxford; New York: Clarendon Press.

Gillies, D. 1992. *Revolutions in mathematics*. Oxford; New York: Clarendon Press.

Gombrich, E. H. 1995. *The story of art*. London: Phaidon Press.

Hafner, E. M. 1969. « The new reality in art and science ». *Comparative studies in society and history*, Vol. 11, no. 4, p. 385-397.

Kuhn, T. S. 1977. *The essensial tension: Selected studies in scientific tradition and change*. Chicago and London: University of Chicago Press.

Mehrtens, H. 1976. T.S. Kuhn's theories and mathematics: a discussion paper on the new historiography of mathematics. In: *Revolutions in mathematics*. Oxford; New York: Clarendon Press.

Miller, J. 1983. *States of mind*. New York: Pantheon.

Poincaré, H. 1952. *Science and method*. New York: Dover Publications.

Stewart, I. 2007. *Why beauty is truth: a history of symmetry*. New York: Basic Books.

Wittgenstein, L.B.C. 2007. *Lectures and conversations on Aesthetics, psychology and religious belief*. Berkeley: University of California Pr.

Zheng, Y. 1992. Non-Euclidean geometry and revolutions in mathematics. In: *Revolutions in mathematics*. Oxford; New York: Clarendon Press.

Notes

1. Mes traductions de Crowe.

2. this law depends upon at least the minimal stipulation that necessary characteristics of a revolution is that some previously existing entity (be it king, constitution, or theory) must be overthrown and irrevocably discarded.

3. I am becoming more and more convinced that the necessity of our geometry cannot be proved, at least not by human reason. Perhaps in another life we will be able to obtain insight into the nature of space which is now unattainable. Until then we must place geometry in the same class with arithmetic, which is purely a priori.

4. Paradigms are shared examples that structure the mathematicians' perception and guide their research.

5. The rules of harmony […] expressed the way people wanted chords to follow – their wishes crystallized in these rules

6. Whether we speak of science or art, we recognize the essential role played by revolution. Every epoch is marked by its current paradigms: coherent traditions of observation and interpretation epoch set the stage for normal activity. But every epoch ends in revolution, after which the old paradigms give way to new.

7. Because the success of one artistic tradition doesn't make another wrong or mistaken, art can support far more readily than science, a number of simultaneously incompatible traditions or schools. For the same reason, when traditions do change, the accompanying controversies are usually resolved far more rapidly in science than in art.

8. Whatever the term « aesthetic » may mean, the artist's goal is the production of aesthetics objects; technical puzzles are what he must resolve in order to produce such object. For the scientist, on the other hand, the solved technical puzzle is the goal and the aesthetics is a tool for its attainment.

9. The scientist doesn't study nature because it is useful to do so. He studies it because he takes pleasure in it; and he takes pleasure in it because it is beautiful. If nature were not beautiful it would not be worth knowing and life would not be worth living. […] I mean the intimate beauty which comes from the harmonious order of its parts and which a pure intelligence can grasp.

10. You may object that by speaking of simplicity and beauty I am introducing aesthetic criteria of truth, and I frankly admit that I am strongly attracted by one simplicity and beauty of mathematical schemes which nature presents us.

11. I am absolutely convinced of the fact that […] art, like science, is cumulative in a sense that one generation learn from the other but modifies and corrects what the previous generation had done.

12. Would represent a new style, new « ism ».

13. Picasso's success has not relegated Rembrandt's paintings to the storage vaults of the art museums. Masterpieces from the near and distant past still play a vital role in the formation of public taste and the initiation of many artists to their craft.

14. Some form of art exists everywhere on the globe, but story of art as a continuous effort does not begin in the caves of southern France or among the North American Indians. There is no direct tradition which links these strange beginnings with our own days, but there is a direct tradition, handed down from master to pupil and from pupil to admirer or copyist, which link the art of our own days, any house or any poster, with the art of the Nile Valley of some five thousand years ago. For we shall see that the Greek masters went to school with the Egyptians, and we are all the pupils of the Greeks. Thus the art of Egypt has tremendous importance for us.

15. For even the artist who is revolt against tradition depends on it for that stimulus which gives direction to his efforts. It is for this reason that I have tries to tell the story as the story of a continuous weaving and changing of traditions in which each work refers to the past and points to the future. For there is no aspect of this story more wonderful than this – that a living chain of tradition still links the art of our days with that of a Pyramid age.