

Mémoire d'épistémologie : Deux critiques de la rationalité
scientifique
Kuhn & Feyerabend

Benoît BONNET

14 décembre 2014



Table des matières

Introduction	3
L'observation : de la constatation d'un phénomène inexplicable à ses conséquences sur le monde scientifique	3
Matérialisation des limites d'une théorie scientifique : notions d'échecs quantitatifs et qualitatifs . . .	4
Un premier cas de figure : insuffisance de l'échec pour remettre en cause une théorie	4
Un second cas de figure : remise en cause d'une théorie et sortie d'un état paradigmatique	5
La conjecture : de la nature des processus mis en œuvre pour palier à un "échec scientifique"	5
Une première solution : tenter de sauver la théorie mise en défaut grâce à une hypothèse "ad hoc" . . .	5
Quand adopter une nouvelle vision d'une domaine des sciences devient une nécessité	6
Influence de l'éducation sur le processus de création dans les disciplines scientifiques	6
Phénomène de "mode" et inspirations tirées d'autres domaines d'études scientifiques	7
Un bref aparté : la mise en défaut du rationalisme dans le processus de création scientifique est-elle vraiment un mal ?	7
La vérification : description des cribles que doit passer une conjecture pour être validée et des éléments extérieurs qui influent sur ces derniers	8
Insuffisance d'une validation d'ordre purement expérimentale et numérique	8
La pensée de Feyerabend : de la difficulté de valider de manière univoque une théorie basée sur un ou plusieurs hypothèses ad hoc	8
Une pensée à nuancer : la présence d'hypothèses ad hoc dans une théorie remet-elle en cause la solidité des fondements de cette dernière ?	9
Choisir entre plusieurs théories concurrentes : une situation des plus complexes	9
Caractère fondamentalement incompatible de deux théories concurrentes	10
Prédominance de facteurs d'ordre structurel	10
Conclusion	11

Introduction

Ce mémoire aura pour but de traiter de la rationalité scientifiques, et plus particulièrement de ses limites à la lumière d'extraits des écrits de deux grands penseurs de la philosophie des sciences du XX^{ème} : Thomas Samuel Kuhn (1922 - 1996) et Paul Feyerabend (1924 - 1994).

Étant donné que notre réflexion, qu'elle soit d'ordre philosophique, psychologique ou encore sociologique, nous ramènera irrémédiablement vers les sciences de manière directe ou indirecte, autant la munir d'un incipit en adéquation avec celui de toute bonne démarche scientifique : commençons par nous poser des questions et par définir clairement notre champ d'étude.

Premièrement, qu'est-ce que la rationalité scientifique ? Si l'on s'intéresse à la définition de la notion de "rationalisme", on voit qu'il s'agit de la doctrine selon laquelle le réel ne peut être expliqué qu'à l'aide de raisons logiques qui soient nécessaires, suffisantes et déterminantes. La rationalité scientifique serait donc une façon d'affirmer le caractère profondément rigoureux et logique des sciences et des démarches scientifiques. Il est ici important de détailler ce qui se cache derrière ces deux appellations volontairement très larges. En effet, bien que des penseurs pratiquant les sciences aient existé de tout temps (Archimède, Aristarque de Samos, etc...), la formalisation de la démarche expérimentale en sciences au sens où nous la connaissons aujourd'hui est née à la fin du XVI^{ème} avec les travaux de penseurs comme Galilée ou Kepler. Depuis, la notion de "démarche scientifique" est canoniquement associée dans la littérature à la succession de trois étapes générales que les scientifiques suivent lorsqu'ils effectuent des recherches :

- ◇ Observation : le scientifique rentre en contact avec la nature par le biais de ses sens et observe quelque chose qu'il ne comprend pas ou que la théorie qu'il connaît, applique et en laquelle il a foi ne sait pas expliquer.
- ◇ Conjecture : à partir de l'observation qu'il a effectué, le scientifique formule des hypothèses pour tenter d'expliquer le phénomène qui échappe à sa compréhension. Cette étape peut être constituée par la formulation d'une hypothèse qualitative, par la conjecture d'une nouvelle loi ou encore par l'érection d'une nouvelle théorie scientifique.
- ◇ Vérification : on tente de vérifier la conjecture formulée précédemment de manière qualitative ou quantitative. On est pour ce faire souvent obligé de "forcer" la nature par le biais d'un montage expérimental et d'une mise en situation bien précise de ladite conjecture. Suivant le résultat de ces vérifications, on valide ou non l'hypothèse, la relation ou la théorie énoncée et testée.

En définitive, la "rationalité scientifique" serait le fait d'affirmer que les lois qui régissent ces démarches et les comportements des scientifiques qui les appliquent seraient purement logiques et déterministes. Cependant, Kuhn et Feyerabend développent tous deux des arguments qui remettent en cause le caractère prétendument nécessaire et suffisant des dites démarches et qui soulignent l'implication importante de la subjectivité des scientifiques en tant qu'humains dans ces dernières. Nous allons donc détailler une à une les étapes évoquées ci dessus et tenter de voir en quoi les pensées de ces deux auteurs tendent à nuancer leur rationalisme.

L'observation : de la constatation d'un phénomène inexplicable à ses conséquences sur le monde scientifique

Comme nous l'avons évoqué dans l'introduction, la première étape de la démarche scientifique consiste en une observation d'un phénomène. Cette étape s'avère déterminante lorsque le phénomène en question n'entre pas dans le formalisme ou dans le champs d'explication des théories scientifiques pratiquées au moment de son observation. On peut citer l'exemple célèbre de l'effet photoélectrique qui fut observé pour la première fois en 1839 et pour lequel une explication ne fut donnée qu'en 1905 par Einstein. On peut se poser la questions des conséquences d'une telle observation sur le monde scientifique et sur sa structure en nous basant autant que faire se peut sur des exemples concrets.

Matérialisation des limites d'une théorie scientifique : notions d'échecs quantitatifs et qualitatifs

Avant de pouvoir traiter de la conséquence d'une observation sur un domaine scientifique, il faut en premier lieu tenter de comprendre quelle forme peut prendre cette dernière.

Quand on parle d'observation, on sous entend que l'on est face à un phénomène inconnu ou incompréhensible. En effet, si ce dernier n'était en rien mystérieux pour celui qui l'observe, il n'y aurait pas de nécessité à invoquer une démarche de création scientifique pour le traiter puisqu'il rentrerait dans le cadre des théories connues. Par essence, une observation sera toujours associée aux limites d'une théorie, ce que Feyerabend qualifie d'*échec* dans sa prose. Il distingue ainsi deux types d'échecs : les échecs quantitatifs et les échecs qualitatifs.

- ◇ Un échec quantitatif représente un écart chiffré entre les prévisions données par une théorie et une expérience censée les confirmer. Feyerabend évoque à titre d'exemple le calcul du mouvement des nœuds de Mars et de Vénus qui donne des résultats légèrement différents que ce que l'on observe en pratique. Il considère cependant ces échecs comme d'une importance mineure étant donné qu'ils sont souvent dus à une limite technologique inhérente aux instruments de mesure utilisés pour l'expérience ou à une modélisation imparfaite (et perfectible) du phénomène étudié.
- ◇ Un échec qualitatif représente une discordance non nécessairement chiffrée au sein d'une théorie qui porte sur des éléments aisément vérifiables de cette dernière. Par exemple, on pourrait citer le cas de la théorie de l'électromagnétisme de Maxwell dans laquelle la notion de changement de référentiel classique n'a aucun sens car elle induit des mouvements s'effectuant à une vitesse supérieure à celle de la lumière. Ces échecs sont, pour Feyerabend, réellement significatifs et ne devraient pas autoriser une théorie à perdurer puisqu'elle présente à la lumière de ces derniers des incohérences majeures intrinsèques.

Cette notion d'échec maintenant définie, nous allons pouvoir nous intéresser à ce qui se produit pour une théorie lorsqu'elle y est confrontée au travers d'une observation. On peut majoritairement distinguer deux cas.

Un premier cas de figure : insuffisance de l'échec pour remettre en cause une théorie

Il est important de connaître l'impact que peut avoir l'observation d'un phénomène inexplicable en science. Si on reprend l'exemple de l'effet photoélectrique développé plus haut, il s'agissait clairement d'un phénomène qui remettait en cause la théorie de l'électromagnétisme de Maxwell telle qu'elle était pratiquée et formulée à l'époque : il constitue un "échec" de cette théorie.

Essayons d'explicitier l'échec en question. L'effet photoélectrique traduit le fait que lorsque l'on éclaire un métal avec une source lumineuse on peut assister à l'émission d'électrons, mais seulement si la fréquence de ladite source est suffisamment élevée. Or, en considérant que la lumière a un comportement purement ondulatoire comme c'est le cas dans la théorie de l'électromagnétisme de Maxwell, on devrait pouvoir observer une émission d'électrons à n'importe quelle fréquence pourvu que l'intensité lumineuse soit suffisante et que l'on attende suffisamment longtemps. On est donc face à un phénomène qui ne peut pas être expliqué à l'aide d'une théorie scientifique existante.

Cependant, il est à noter que la théorie de l'électromagnétisme n'a pourtant pas été remise en cause ou invalidée par cette observation qui a été considérée, certes comme un des enjeux majeures de la physique de la deuxième moitié du XIX^{ième} siècle, mais aussi comme un aléa qui n'était pas suffisant pour réfuter une théorie toute entière.

Ainsi, contrairement à ce que prônent les canons de la rationalité scientifique, à savoir qu'une falsification suffit à invalider une théorie alors que des vérifications ne peuvent que la corroborer, on est face ici à un cas dans lequel une falsification est ignorée. Cette critique a été formulée notamment par Feyerabend qui dénonçait en effet le fait que certains échecs d'une théorie puissent-être dissimulés et laissés de côté au profit de ses réussites. D'un point de vu purement rationaliste, ce procédé va à l'encontre de toute les valeurs de rigueur que les scientifiques défendent.

Il faut cependant nuancer cette critique sur cet exemple précis. En effet, quand bien même l'électromagnétisme de Maxwell était incapable d'expliquer l'effet photoélectrique, il ne s'agissait pas là d'une erreur intrinsèque de la théorie. On ne savait pas, à l'époque, si cet écart entre théorie et expérience était dû au fait que la théorie soit fausse ou incomplète ou encore à d'autres phénomènes non nécessairement liés à l'électromagnétisme (physique de la matière en l'occurrence, etc...) que l'on ne connaissait pas encore.

C'est pourquoi il peut paraître complètement envisageable qu'un échec de ce type ne "tue" pas une théorie de manière directe et que cette dernière, si elle s'est montrée fiable et cohérente dans un grand nombre de cas, i.e si elle a été dûment corroborée, ait encore le droit de citer dans le monde scientifique.

Un second cas de figure : remise en cause d'une théorie et sortie d'un état paradigmatique

Dans certains cas cependant, un échec se montre trop violent pour permettre à une théorie de continuer à exister, du moins sous sa forme actuelle ou en dehors d'un cadre bien défini où l'on sait qu'elle peut s'appliquer. Kuhn décrit ce phénomène dans sa prose comme la "sortie d'un état paradigmatique".

En effet, ce dernier prétend que l'évolution des sciences se fait par à-coup en suivant un schéma toujours similaire : une théorie s'impose, perdure, s'approprie un domaine et érige un ensemble de paradigmes jusqu'à ce qu'un échec vienne la mettre en défaut et que ces derniers ne volent en éclats (N.B : je reste volontairement très voire trop succinct quant à ce procédé et à la notion de paradigme car ils seront de nouveau abordés plus loin durant notre réflexion et de manière plus détaillée).

Ceci va nous permettre d'étudier ce qu'il se passe lorsqu'une théorie doit être remaniée ou réfutée, ce qui va nous amener au deuxième grand mouvement de notre réflexion : la critique des procédés mis en jeu dans le processus de *conjecture* au sens où il est défini en tant que second mouvement de la démarche expérimentale.

La conjecture : étude de la nature des processus émergeant à la suite d'un "échec scientifique"

Comme nous venons de le présenter brièvement ci-dessus, il arrive qu'une observation crée une crise dans un domaine scientifique donné. On passe alors d'un état "d'équilibre" où une théorie scientifique reconnue et jouissant d'un grand nombre de praticiens l'appliquant à toute une classe de problèmes va soit être mise de côté, soit être amenée à être raffinée. En tout les cas elles ne pourra pas perdurer dans son état actuel.

C'est dans ce contexte que va émerger une grande dimension créative dans le procédé de recherche scientifique, et aussi bien Kuhn que Feyerabend ont eu des arguments assez percutants à ce sujet qui vont à l'encontre d'une image rationaliste que l'on pourrait en avoir.

Une première solution : tenter de sauver la théorie mise en défaut grâce à une hypothèse "ad hoc"

Une des possibilités qui se présente à des défenseurs (on notera le changement de dénomination) d'une théorie mise en défaut est d'essayer de la "réparer" au moyen d'une hypothèse dite *ad hoc*. Il s'agit là de conjecturer une propriété qualitative portant sur les objets que l'on étudie qui va résoudre les problèmes générés par l'échec de ladite théorie. Cette hypothèse étant faite, on espère pouvoir la démontrer dans un second temps.

Feyerabend critiqua beaucoup ce procédé dans ses écrits, invoquant le caractère bancal et vicié que prennent ensuite les théories basées sur des hypothèse de ce type. Il faisait mention d'exemples tels que celui de la relativité générale ou de la théorie quantique des champs qui, selon lui, abondaient de ces dernières.

Je pense cependant que cet argument mériterait d'être nuancé. Bien qu'elles puissent paraître parfois abusives aux yeux du profane, les hypothèses ad hoc ne sont pas toujours une façon de dissimuler un échec qualitatif pour défendre une théorie. Dans la plupart des cas, il s'agit de l'hypothèse la plus probable et fédératrice compte tenu des observations que l'on a effectué. Cette dernière est censée apporter une réponse logique à des questions auxquelles la théorie actuelle n'a pas su répondre sans pour autant violer d'autres lois de la nature de manière manifeste.

Un exemple que l'on pourrait développer de "mauvaise" hypothèse ad hoc est celui de l'existence de l'éther. Sa première mention a été faite relativement aux travaux de Newton sur la gravitation lorsque certains de ses contemporains trouvaient étrange que des entités telles que les forces ou la lumière puissent se propager à une vitesse infinie dans du vide. C'est dans ce contexte qu'Augustin Fresnel postula en 1830 l'existence de l'éther, un composé présent partout dans l'univers qui devait avoir des propriétés pour le moins originales. En effet, l'éther devait être invisible, puisque nous ne le voyons pas, il devait être infiniment rigide, pour permettre à la lumière de voyager instantanément jusqu'à nous depuis des étoiles très lointaines, et il ne devait

pas s'opposer aux mouvements mécaniques, puisque les planètes par exemple se déplacent à l'intérieur de ce dernier sans être ralenties.

On voit bien sur ce cas particulier que cette hypothèse va, pour régler une complication conceptuelle de la théorie Newtonienne de la gravitation, engendrer une pléthore d'incohérences diverses et variées qui touchent à presque tous les domaines de la physique, ce qui est absurde. Fort heureusement, ce type de scénario reste assez isolé et les hypothèses ad hoc formulées pour répondre aux limites d'une théorie sont généralement bien plus probantes.

Quand adopter une nouvelle vision d'un domaine des sciences devient une nécessité

Dans certains cas, il n'est cependant pas possible de continuer à employer une théorie qui a trouvé ses limites. Quand cela arrive, on constate quasi systématiquement une fracture conceptuelle importante qui se forme entre les nouveaux embryons de théories qui apparaissent et l'ancienne.

En effet, il est souvent nécessaire non pas de raffiner une conception déjà employée, pratiquée et mise en défaut du domaine considéré mais de trouver une nouvelle façon de l'étudier, une nouvelle "vision" de ce dernier. C'est par exemple ce qui s'est produit au début du vingtième siècle lorsque la mécanique quantique et la gravitation relativiste ont vu le jour. Les scientifiques leur ayant donné naissance ne se sont pas contentés de pratiquer un raffinage des concepts existants mais en ont "créé" de nouveaux qui se sont montrés plus fonctionnels et plus à même de résoudre les "énigmes" qui se posaient à eux.

Nous allons essayer de dégager les principaux mécanismes qui régissent la naissance de ces écoles et de leurs concepts et voir en quoi ils n'obéissent pas à des règles purement rationalistes.

Influence de l'éducation sur le processus de création dans les disciplines scientifiques

Le processus créatif mis en jeu lors de la conjecture de nouvelles lois ou de nouveaux concepts est régi par de nombreux paramètres parmi lesquels figure au premier plan l'éducation scientifique du penseur. En effet, les dites conjectures résultent majoritairement de notre interprétation des observations effectuées en premier lieu. Or, il est clair que "l'historique" d'un scientifique va nécessairement influencer sa façon d'interpréter ce stimuli. Kuhn effectue un développement qui montre l'importance de ce paramètre éducatif dans la progression scientifique au travers de la notion d'*exemple* au sens où il l'a défini dans sa structure de *matrice disciplinaire*.

En effet, d'après Kuhn, on ne peut pas lorsqu'on apprend une discipline scientifique dissocier la composante abstraite de cette dernière de sa composante applicative. Quand on s'exerce sur des cas particuliers plus ou moins simples, on apprend non seulement à manipuler les outils qu'offre un domaine (ou ses *généralisations symboliques* pour reprendre le vocable de Kuhn), mais aussi à cerner les analogies profondes qui peuvent exister au niveau de la structure des problèmes que l'on rencontre mais aussi des raisonnements qui permettent de les résoudre. Ainsi, on saura par exemple qu'une approche par bilan des forces et principe fondamental de la dynamique sera adaptée à tel type de problèmes par habitude alors que d'autres seront plus aisés à résoudre avec une approche Lagrangienne.

De manière complètement analogue, cette habitude de faire certains types de connections entre divers problèmes en sciences peut influencer la façon qu'un penseur aura de visualiser une situation entièrement nouvelle et inédite lorsqu'il sera placé dans la conjoncture évoquée plus haut où les lois qu'il avait l'habitude d'appliquer ne sont plus valides et où il doit en conjecturer de nouvelles. De plus, les connaissances connexes qu'à pu acquérir ce dernier peuvent elles aussi jouer un rôle déterminant. A titre d'exemple, les concepts mathématiques qui ont permis la formulation de la théorie de la relativité générale d'Einstein sont pour la plupart issus de la géométrie différentielle et des travaux de mathématiciens tels que Henri Poincaré.

Il est intéressant de voir que, pour reprendre encore une fois le vocable employé par Kuhn, même dans une période de crise scientifique matérialisée par une remise en cause de paradigmes qui ont montré leurs limites, ces derniers jouent encore un rôle certes implicite mais non moins déterminant dans la maturation des concepts novateurs censés les remplacer.

Ainsi, nous venons de voir en quoi le processus de création d'une conjecture scientifique est loin d'être entièrement rationaliste étant donné qu'il dépend fortement du passif des scientifiques impliqués dans ce dernier. Nous allons cependant voir que d'autres facteurs tout aussi aléatoires peuvent influencer la germination de concepts nouveaux en sciences.

Phénomène de "mode" et inspirations tirées d'autres domaines d'études scientifiques

Il s'agit d'un point que Kuhn et Feyerabend ont tous deux évoqué dans leurs écrits sur le caractère non déterministe du processus de *conjecture* en sciences. Comme nous l'avons développé en préambule de cette partie, cette phase de la démarche expérimentale appelle généralement à une remise en cause de la vision que l'on a d'un domaine et de son étude. La découverte d'une vision nouvelle peut certes, comme nous venons de le détailler, être fortement influencée par le passif scientifique d'un penseur, mais aussi par les avancées que connaissent d'autres domaines scientifiques.

En effet, il n'est pas rare d'assister dans des domaines non trop éloignés d'une même branche des sciences à des emprunts de concepts. Effectivement, il peut sembler cohérent, plutôt que de partir en quête de concepts parfaitement inédits, de tenter de reformuler un problème jusqu'alors insoluble en employant un formalisme emprunté à une autre discipline scientifique.

Il faut ici bien nuancer notre propos. Il est évident qu'une application irréfléchie d'un formalisme extérieur à un domaine scientifique choisi de manière aléatoire n'aurait aucune chance de produire le moindre résultat. Il s'agit au contraire de tenter d'"importer" un formalisme qui a su faire ses preuves dans un domaine présentant des analogies fortes avec celui que l'on considère afin de voir si ce dernier ne pourrait pas apporter une réponse convaincante aux limites de celui jusqu'ici en vigueur.

Un exemple probant que l'on pourrait citer qui illustre ce phénomène de "mode" est l'adoption relativement généralisée de la notion de champ en physique au XIX^{ième} siècle. Que ce soit en électrostatique ou en gravitation, on a vu à des époques analogues un glissement de la notion de force, où l'on considérait les interactions électrostatiques et gravitationnelles comme des actions directes d'un corps sur un autre, à la notion de champs où tout corps agissait sur l'espace tout entier. Cette action pouvait ensuite être constatée lorsque l'on plaçait un corps dans ce champ : il subissait une force.

Par ailleurs, il peut être mentionné que ce glissement a été assez prolifique en ce qu'il a initié la théorie de la relativité qui allait "unifier" le formalisme des interactions gravitationnelles et électromagnétiques en remarquant que les équations qui les régissent découlent des mêmes principes généraux (à un choix de tenseur près).

C'est dans ce contexte que plusieurs groupes scientifiques viennent à cristalliser autour de nouveaux paradigmes émergeant au milieu d'un désordre apparent. Il va s'agir ensuite de vérifier expérimentalement ces conjectures et de voir quelle école aura le dessus sur les autres, et par quels procédés.

Un bref aparté : la mise en défaut du rationalisme dans le processus de création scientifique est-elle vraiment un mal ?

Bien que ni Kuhn ni Feyerabend ne fassent mention de cette question dans leurs écrits, j'aurais aimé lui accorder quelques lignes. Il apparaît maintenant comme évident, ne serait-ce qu'au travers des quelques exemples que nous venons de développer, que la *conjecture* en tant qu'étape de la démarche expérimentale n'est pas gouvernée par des raisons purement nécessaires, suffisantes et déterminantes. Cependant, s'agit-il vraiment d'un mal ? Est-il à déplorer que les scientifiques n'aient pas encore inventé de processus miracle qui permette de créer des théories ?

En mon sens, cette étape durant laquelle de nouvelles idées et de nouveaux modèles émergent est de loin la plus belle et la plus enrichissante des trois qui constituent la démarche expérimentale. Elle fait intervenir une vraie intuition, une vraie sensibilité scientifique nécessaire à la reconstruction de bases solides pour une nouvelle théorie.

De plus, bien que cet aspect soit aussi à partager avec l'étape suivante de la démarche expérimentale que constitue la *vérification*, il est fabuleux de regarder à posteriori, en ayant vu quelle théorie a triomphé et s'est montrée la plus convaincante, quelles éléments prévus par cette dernière étaient aussi prévus par des modèles que l'on sait maintenant erronés.

Un exemple qui illustre parfaitement ceci est celui du modèle de Bohr pour l'atome d'hydrogène. Ce dernier a modélisé l'atome d'hydrogène en se basant sur un modèle planétaire dans lequel la force d'attraction entre le noyau et l'électron est la force de Coulomb. Il ajoute à ce modèle deux contraintes :

- Il existe des orbites stables autour desquelles l'électron n'absorbe ou ne rayonne pas d'énergie
- L'électron n'absorbe ou ne rayonne de l'énergie que lorsqu'il change d'orbite

Ce modèle, que l'on sait maintenant faux, permet néanmoins de retrouver un grand nombre de résultats prévus par la physique quantique, ce qui est en son sens prodigieux. Cela montre que cette description n'est pas optimale mais qu'elle n'est pas non plus absurde, et elle soulève une question à laquelle des courants de pensées comme celui des instrumentalistes se sont attaqués par la suite : les raffinements des modèles théoriques s'accompagnent-ils d'une description de plus en plus fidèle du réel indépendamment de leurs capacités à résoudre toujours plus d'énigmes de la nature ?

La vérification : description des cribles que doit passer une conjecture pour être validée et des éléments extérieurs qui influent sur ces derniers

La dernière étape de la démarche expérimentale consiste en une vérification des conjectures énoncées à l'issue d'un processus d'interprétation des faits de la part des scientifiques. Bien que l'on ait largement traité des bienfaits de la composante créative qui intervient au cours de la phase de *conjecture*, cette dernière doit tout de même être contrôlée et validée avant que de pouvoir être conservée et appliquée.

Il existe pour cela plusieurs cas de figure. Il arrive souvent qu'une théorie soit pseudo validée de manière intrinsèque lorsqu'elle est bâtie pour répondre aux limites d'une autre théorie qui lui pré-existe. Cependant, cette vérification doit être corroborée par d'autres applications de ces nouveaux concepts, ne serait-ce que dans les cas couverts par l'ancienne théorie que l'on sait valide dans ces derniers afin de voir si elles sont compatibles.

Généralement, ces vérifications se font par le biais d'une ou plusieurs expériences où, en se plaçant dans un cas simple pour lequel la théorie est supposée donner une réponse univoque au problème considéré, on regarde si expérience et prédiction coïncident. Ainsi, si on obtient les résultats attendus par la théorie et si de plus cette dernière permet d'apporter des réponses consistantes et cohérentes à des questions restées jusqu'ici sans réponse, elle est validée. Du moins c'est ainsi que sont édictées les maximes rationalistes de la démarche scientifique. Nous allons à présent voir en quoi certains éléments parfaitement extérieurs à la pure expérience peuvent influencer très largement sur ce procédé de validation.

Insuffisance d'une validation d'ordre purement expérimentale et numérique

La pensée de Feyerabend : de la difficulté de valider de manière univoque une théorie basée sur un ou plusieurs hypothèses ad hoc

Si l'on suit la pensée de Feyerabend, une concordance d'ordre strictement expérimentale ou numérique, même observée dans un grand nombre de cas, ne saurait être complètement satisfaisante pour une conjecture. Il y a selon lui d'autres paramètres qui entrent en compte dans le processus de validation d'une conjecture tels que la cohérence de cette dernière ou le fait qu'elle possède des fondements solides.

C'est pourquoi Feyerabend semble avoir tendance dans ses écrits à remettre en cause la rigueur et le bien fondé de plusieurs théories de la physique mathématique modernes telles que la théorie quantique des champs qui contiennent un grand nombre d'hypothèses ad hoc. Il peut en effet sembler abusif de porter aux nues de nouveaux concepts si ces derniers sont basés sur des axiomes portant sur la structure de la nature elle-même ou s'ils n'apportent que des concordances numériques comme preuve de leur justesse.

On pourrait ici reprendre l'exemple du modèle planétaire de l'atome d'hydrogène présenté par Niels Bohr qui a été détaillé un peu plus haut. Certes, ce dernier à cela de fascinant qu'il permet, avec un formalisme complètement opposé à celui de la mécanique quantique, de permettre de retrouver un bon nombre de quantités chiffrées et de résultats qualitatifs que cette dernière prévoit. Cependant il est évident maintenant, mais aussi probablement peu de temps après que Niels Bohr ait proposé ce modèle, que ce dernier n'était pas "juste". Il était en effet porteur de plusieurs incohérences assez fortes jusque dans ses fondements. Par exemple, il est connu qu'une charge qui subit une accélération génère un champ magnétique et rayonne de l'énergie. Or, étant donné qu'il est accéléré, l'électron orbitant autour du noyau dans le modèle planétaire devrait rayonner et perdre de l'énergie. Comme dans ce modèle, l'énergie de l'électron est une fonction croissante de sa distance par rapport au noyau, il devrait donc venir progressivement s'écraser sur ce dernier. Cependant, Bohr

stipule que ce dernier est à même de se maintenir sur des orbites stables autour desquelles son énergie est constante. Paradoxe, ou abus de modélisation ?

Feyerabend apporte cependant une nuance à sa propre critique en reconnaissant partiellement que de telles hypothèses peuvent s'avérer nécessaires et qui plus est valides lorsqu'elles sont vouées à être vérifiées à posteriori, ce qui fut le cas notamment de la théorie générale de la relativité. Il souligne par contre la difficulté de se prêter à une étude épistémologique de telles théories étant donné que l'on ne sait pas généralement quelle part de ces postulats ont été démontrés ou sont démontrables. Il détaille alors la nécessité qu'il y aurait à changer la méthodologie à employer au sein de la démarche expérimentale en terme de validation et ce de manière claire et transparente.

Une pensée à nuancer : la présence d'hypothèses ad hoc dans une théorie remet-elle en cause la solidité des fondements de cette dernière ?

Comme nous venons de l'évoquer, Feyerabend se montre particulièrement virulent à l'encontre des théories se basant sur ou comprenant des hypothèses ad hoc qu'il considère bien souvent comme des artifices voués à dissimuler une difficulté conceptuelle réelle inhérente au formalisme en question. J'aimerais cependant nuancer à nouveau ce propos en me basant cette fois-ci sur un cas qui n'est d'ordre général presque jamais abordé par les épistémologues : celui des mathématiques.

Dans le fond, que sont les mathématiques ? Il s'agit de disciplines issues de manipulations symboliques et logiques qui se basent sur un jeu d'axiomes, l'ensemble ZFC de manière générale, et dont le but est (entre autre) de fournir aux autres domaines des sciences des outils leur permettant de formaliser les concepts qu'ils emploient ou d'en créer de nouveaux. Les axiomes les plus fondamentaux des mathématiques ne décrivent certes pas la nature, mais ils ont été énoncés pour permettre aux penseurs de la décrire. En se prêtant à une légère exagération, on pourrait ainsi voir les axiomes des mathématiques comme une formalisation de règles tacites qui, tels les axiomes de la géométrie d'Euclide, nous apparaissent lorsque nous observons la nature et qui nous semblent évidentes.

Or, il a été démontré en 1931 par le mathématicien et logicien Kurt Gödel qu'aucun système d'axiomes ne pouvait être complet, id est : dans toute théorie basée sur un jeu d'axiomes, il existe des énoncés indécidables. Un des exemples les plus probants de ce type d'énoncé est celui que l'éminent Georg Cantor formula sous la forme d'une hypothèse ad hoc : *l'hypothèse du continu*.

En effet, il a été démontré, toujours par Kurt Gödel en 1938, qu'au sein de la théorie ZFC, il était impossible de savoir s'il existait des ensembles dont le cardinal était strictement compris entre celui des entiers naturels et celui des nombres réels, ce qui fut donc formulé comme un axiome venant s'ajouter à l'ensemble constitué par les précédents.

Ainsi, on remarque que même dans le cadre des mathématiques, domaine qui se trouve loin des aléas expérimentaux et qui constitue un des chefs d'œuvre de la pensée humaine en terme de cohérence et de logique, n'en déplaise à Bertrand Russell, il est obligatoire de faire appel à des hypothèses ad hoc. Par ailleurs, ces dernières sont généralement faites précisément parce-qu'elles nous semblent probantes et raisonnables.

En définitive, doit-on vraiment assassiner une théorie lorsque cette dernière comprend des hypothèses de ce type et produit par ailleurs des résultats cohérents ? Ou doit-on réviser notre méthodologie comme le suggère Feyerabend à la fin de son essai ? A titre personnel, je pencherais plutôt vers la seconde proposition.

Choisir entre plusieurs théories concurrentes : une situation des plus complexes

Nous venons de présenter une critique de la rationalité scientifique formulée par Feyerabend dans le cadre de la validation d'une conjecture nouvelle, mais quid d'une situation où plusieurs théories arrivent conjointement à passer ce premier crible qui consiste à apporter une réponse à un phénomène incompris tout en étant cohérente et consistante ? Il est évident qu'il s'agit ici d'un cas que l'on pourrait qualifier "d'école", mais dans une conjoncture suffisamment proche pour que les vérifications chiffrées et expérimentales soient insuffisantes, que se produit-il ? Kuhn a à ce sujet développé plusieurs idées des plus intéressantes que nous allons détailler.

Caractère fondamentalement incompatible de deux théories concurrentes

Avant que de détailler plus avant les procédés qui interviennent dans la sélection d'une théorie, quelle que soit leur origine, nous allons essayer de comprendre en quoi ces dernières sont incompatibles et surtout en quoi le fait de les départager peut alors s'avérer des plus complexes.

Comme nous l'avons expliqué plus haut, la formulation d'une nouvelle théorie ou d'une *conjecture* au sens large fait souvent appeler à un remaniement conceptuel profond d'un champ d'étude scientifique. Les modifications ou évolutions qui y ont trait s'effectuent en terme de modélisation, en tant qu'expression de l'interprétation qu'un penseur ou qu'un groupe de ces derniers a eu d'un phénomène jusqu'alors incompris. Or, comme nous l'avons vu précédemment, un grand nombre de paramètres parfaitement non déterministes influencent cette interprétation : contexte et éducation scientifique, époque, avancées produites dans d'autres domaines, etc ... Ainsi, on assiste à une situation où des savants tentent de décrire un même phénomène avec des mots et des concepts fondamentalement différents dont la formulation et la clarté relèvent pour beaucoup de leur sensibilité propre et de leur histoire.

C'est pourquoi les concepts émergeant dans des contextes comme celui-ci sont aussi incompatibles : il ne s'agit presque plus de deux façons différentes d'approcher un même problème mais de deux façons radicalement divergentes de le concevoir. Kuhn développe à ce sujet une forte analogie avec la linguistique, assimilant les théories à des langues pour expliquer la difficulté que peut représenter la compréhension mutuelle entre scientifiques issus de mouvements différents tentant de résoudre les mêmes énigmes.

Par ailleurs, cette situation va générer une autre complication de taille en terme de *vérification*. En effet, toute comparaison d'ordre conceptuelle entre ces théories va s'avérer complètement impossible étant donné qu'elles emploient des formalismes disjoints : elle ne porte pas sur les mêmes objets, leur description du monde est différente. Kuhn évoque dans ses écrits la possibilité de tenter de traduire une théorie dans le langage d'une autre et vice versa, mais lui-même admet que cela semble peu réalisable en pratique.

De plus, le fait que l'on ne puisse apparemment pas mettre sur le même plan des théories qui soient conceptuellement différentes interdit, d'après Feyerabend, toute tentative de raffiner une ancienne théorie en y incorporant des éléments d'une nouvelle. Puisque les objets considérés n'y sont pas les mêmes, cela serait absurde en terme de rigueur de se livrer à ce type de "rafistolage" que Feyerabend critique notamment au travers d'exemples empruntés à la gravitation.

Ainsi, les seuls moyens qui permettront de départager des concepts se disputant un domaine seront soit d'ordre purement expérimental, là où ces derniers "s'entendent", soit relevant de phénomènes extérieurs que nous allons décrire à présent.

Prédominance de facteurs d'ordre structurel

Dans le cadre que nous venons d'introduire où il devient impossible d'effectuer une comparaison constructive sur le plan conceptuel entre plusieurs théories et où une comparaison expérimentale peut s'avérer difficile, Kuhn avance que les principaux mécanismes qui influenceront sur la survie et la pérennité d'une de ces dernières sont d'ordre principalement structurel.

En effet, il avance que dans certains cas, si une théorie se montre plus convaincante aux yeux d'un grand nombre de penseurs= pour des raisons qui peuvent être variées et relever tout aussi bien de la performance expérimentale que de l'affinité personnelle, ces derniers auront tendance à soutenir cette dernière et à œuvrer pour sa durabilité.

De manière analogue, on peut parfois assister à des cas où des théories se retrouvent abandonnées parce que la majeure partie des scientifiques la pratiquant partent en retraite alors que leurs successeurs ont été élevés au sein de *matrices disciplinaires* comprenant d'autres paradigmes et ne reprennent donc pas leur flambeau.

Ainsi, on peut voir ici que le processus de sélection auquel est soumise une théorie, qui s'approche par bien des aspects d'un processus de sélection naturel, reste sujet à de nombreux aléas qui n'entrent pas dans le cadre d'une description rationaliste que l'on pourrait vouloir employer pour se référer à la démarche expérimentale.

Conclusion

Tout au long de notre développement, nous avons pu voir au travers d'arguments et d'exemples variés que les procédés mis en jeu durant les différentes étapes de la démarche expérimentale en sciences étaient loin d'être purement rationalistes. Qu'elles soient d'ordre sociologique, psychologique ou encore structurelles, un grand nombre de contingences viennent perturber les mécanismes impliqués dans l'approche scientifique de la nature. Ainsi, les processus à l'oeuvre en sciences, disciplines se targuant d'être les plus fondamentales et logiques qui soient, ne seraient pas rationnels mais sujets à de nombreuses influences complètement extérieures aux problématiques scientifiques. Doit-on alors remettre en cause l'approche scientifique du monde telle que nous la pratiquons depuis maintenant plusieurs siècles ?

Il faut en mon sens, à la lumière des arguments détaillés durant l'intégralité de la réflexion qui précède cet excipit, se poser la question de savoir ce que l'on attend réellement des sciences ? Une science doit-elle et peut-elle être parfaitement infaillible ? A l'épreuve de toute attaque et à même de justifier chacun de ses partis pris ?

Une conception de ce type ne saurait être celle d'une bonne discipline intellectuelle. En effet, bien que cela soit sujet à caution pour beaucoup de personnes, il est plus raisonnable de se rendre compte que les sciences nous offrent simplement une façon de formaliser le réel et de pouvoir le comprendre, voire de l'influencer. Elles ne décrivent pas de manière exacte et infaillible la nature. Que dire alors d'une science qui ne présenterait aucune incohérence apparente et dont le formalisme serait inattaquable et auto-suffisant ? On aurait affaire à une théorie en apparence entièrement vraie, valide, et irréfutable qui offrirait une description que l'on sait approximative du réel. Comment pourrait-on vivre avec un tel paradoxe ?

C'est pourquoi je pense qu'il est illusoire de penser que les démarches scientifiques aient l'obligation d'être purement rationalistes, et qu'il est tout aussi illusoire de penser que le caractère non déterministe de certains aspects de ces dernières puisse en constituer une critique. Bien évidemment, il est nécessaire que certaines démarches soient entièrement rationalistes, comme les manipulations symboliques ou encore la mise en place de dispositifs expérimentaux, mais il est impossible qu'elles le soient toutes. Et pourtant, l'esprit humain réussit de décennie en décennie à repousser toujours un peu plus loin les barrières de notre compréhension de l'univers qui nous entoure.

En définitive, j'aimerais conclure avec une opinion qui reste assez personnelle et qui est la suivante : les sciences ne peuvent pas être réduites à des énoncés que l'on caractériserait selon leur logique, leur cohérence ou leur caractère vérifiable. Elles sont notre façon de voir la nature et de la décrire. Elles constituent tout aussi bien un chef d'œuvre de rigueur que d'accomplissement de la pensée humaine, et même dans leurs imperfections elles ont su permettre à l'homme de progresser toujours plus avant dans son entreprise de découvrir et de comprendre le monde qui l'entoure.