Les révolutions scientifiques selon Thomas Kuhn – une introduction à la philosophie des sciences

Jonathan Simon, Agathe Van de Voorde et Manon Zanetti

Zanetti, van de Voorde, Simon

Table de matières

Introduction 2
L'épistémologie – une confusion linguistique instructive 2
Les philosophies des sciences 3
Les sept concepts clés de Kuhn 5
Le paradigme 5
La science normale 6
Les énigmes 9
Les anomalies 11
Une crise 15
La science extraordinaire 16
L'incommensurabilité (la psychologie Gestalt et l'intégrité du paradigme) 18
Interrogations théoriques 19
La thèse de l'incommensurabilité et la menace du relativisme 19
La tension essentielle – comment assurer l'équilibre 21
Conclusion 22
Références 25

Introduction

La philosophie des sciences est l'étude philosophique des sciences. Souvent appelée épistémologie en France – nous reviendrons sur ce terme et son sens ambivalent – elle est une spécialité philosophique qui compte quelques dizaines d'adeptes universitaires dans ce pays et peut-être des centaines dans le monde entier. Peu nombreux sont les philosophes qui imagineraient un jour faire fortune en écrivant un 'best-seller' sur le sujet. C'est pourtant l'exploit réalisé par Thomas Kuhn grâce à son œuvre *La structure des révolutions scientifiques* publié en anglais sous le titre de *The Structure of Scientific Revolutions*, en 1962. L'ouvrage, vendu à environ un million d'exemplaires (Kuukkanen, 2021), a eu une influence importante dans les années 1970, devenu la référence pour toutes celles et ceux qui s'intéresseraient à la nature et au fonctionnement des sciences. Si vous n'avez jamais lu ce livre, vous avez cependant de grandes chances d'avoir entendu parler d'au moins un des concepts clés de Kuhn : quand une femme politique ou le PDG d'une entreprise du CAC 40 parle d'un « changement de paradigme », elle ou il fait référence, consciemment ou non, à ce texte, comme nous le verrons en ce qui suit[1].

Nous proposons ici une introduction à la philosophie des sciences à partir d'une lecture de ce célèbre ouvrage de Kuhn ; ainsi nous présenterons les éléments clés de la position de Kuhn et nous profiterons des questions qu'il a posées dans ce livre pour soulever quelques enjeux assez généraux qui sont au cœur de la philosophie des sciences (comme ils sont au cœur de l'épistémologie à proprement parler). Commençons, d'ailleurs, par expliciter le problème lié à l'utilisation du terme *épistémologie* que nous avons premièrement mentionnée.

L'épistémologie – une confusion linguistique instructive

En anglais, *Metaphysics* et *Epistemology* (la métaphysique et la philosophie du savoir), sont les mots utilisés pour identifier les deux grands domaines de la philosophie qu'on retrouve tout au long de son histoire – ils couvrent, respectivement, ce qui existe et comment y avoir accès (au sens cognitif de comment connaître ce qui existe).

[1] Un exemple pris d'un discours d'Emmanuel Macron sur l'Afrique : https://www.afrik.com/macron-pour-un-changement-de-paradigme-profond-dans-la-cooperation-militaire-avec-l-afrique (dernier accès le 21 février 2023)

Zanetti, Van de Voorde, Simon

Dans les pays anglophones, le mot *epistemology* renvoie au domaine de la philosophie qui traite de la question de ce qu'on peut savoir ou de la nature des savoirs (notamment comment distinguer les savoirs ou ce qu'on connaît, des croyances ou des simples opinions). Parmi les philosophes francophones, le terme « épistémologie » est quelquefois utilisé dans ce même sens, et, lorsque c'est le cas, on peut le remplacer par « philosophie de la connaissance », mais, plus généralement, ces mêmes philosophes utilisent le terme « épistémologie » pour traduire ce qu'on appellerait aux États-Unis ou en Angleterre la philosophie des sciences. Le choix de ce terme « épistémologie » pour traduire « philosophie des sciences » n'est pas anodyn et porte avec lui une confusion malheureuse, au moins selon nous, auteur et autrices. Dans les pays anglophones, la philosophie des sciences, par son appellation, ressemble à beaucoup d'autres spécialités philosophiques ; la philosophie de l'économie, la philosophie du langage etc. En France, par contre, le terme « épistémologie » (littéralement, en grec, la science du savoir) est réservé à la philosophie des sciences (on ne songerait jamais, par exemple, à désigner par épistémologie la philosophie de la mode ou la philosophie de la musique), ce qui suggère implicitement que les sciences (l'unique domaine concerné par l'épistémologie), à la différence d'autres domaines de l'activité humaine, nous donnent un accès privilégié aux savoirs, ou, comme on serait tenté d'en conclure, un accès privilégié au monde ou à la vérité. Mais ici, nous sommes face à une question centrale que la philosophie des sciences doit aborder ; la relation entre les sciences et le savoir, et, accessoirement, les relations qu'entretiennent les sciences avec le monde (si une telle chose existe) et avec la vérité (idem). Dans ces circonstances, il est fortement préjudiciable à la rigueur d'une telle investigation philosophique que le domaine soit connu sous le nom d'épistémologie plutôt que par l'appellation plus neutre de la philosophie des sciences. Ainsi, dans cet essai nous éviterons le terme d'épistémologie et privilégierons celui de philosophie des sciences[2].

Les philosophies des sciences

Une partie importante du métier de philosophe consiste à faire des distinctions et pour situer *La structure des révolutions scientifiques* (abrégé plus tard par la mention *La Structure*) dans le paysage universitaire de la philosophie contemporaine, nous pouvons utilement distinguer deux formes de philosophie des sciences ; la philosophie des sciences générale (PSG) et la philosophie des sciences disciplinaire (PSD). La deuxième forme (PSD) est sans

[2] Pour une analyse plus historique du mot épistémologie, voir (Lecourt, 2015), p. 16ff.

Zanetti, van de Voorde, Simon

doute le type de philosophie le plus répandu aujourd'hui parmi les philosophes universitaires spécialisés dans le domaine. En PSD, il s'agit de se pencher sur les problèmes philosophiques rencontrés à l'intérieur des différentes disciplines scientifiques. Quelques exemples peuvent nous aider à comprendre ; le temps et l'espace pour le physicien, l'histoire et les strates pour le géologue, la nature d'un élément ou d'une liaison chimique pour le chimiste ou le statut ontologique du gène ou d'une espèce animale pour le biologiste. Dans ces cas, les philosophes travaillent pour clarifier et répondre aux problèmes (souvent de définition) confrontés par les scientifiques dans leur domaine de spécialisation. Ainsi, les philosophes s'engagent dans une réflexion philosophique autour d'un problème conceptuel rencontré dans un domaine scientifique particulier. Et les problèmes de ce type ne manquent pas dans les sciences contemporaines.

Ce que nous appelons la philosophie des sciences générale (PSG) traite des dites *grandes* questions, englobant toutes les sciences ; la démarcation entre science et non-science, le fonctionnement de la science – la méthode scientifique ou la confirmation des théories, en somme la méthodologie –, le lien épistémologique entre la science et le monde physique, ou la nature et le fonctionnement des expériences scientifiques. *La structure des révolutions scientifiques* est clairement une contribution à la PSG. Dans ce livre, Kuhn présente un modèle du fonctionnement de la science en général, qu'il illustre en piochant des exemples dans plusieurs disciplines scientifiques, principalement de la physique (il avait lui-même un doctorat en physique), l'astronomie et la chimie.

Kuhn commence son analyse avec une critique de l'image philosophique de la science considérée comme une entreprise cumulative basée sur un empirisme naïf. Il affirme que ses contemporains pensent que la science progresse grâce à l'accumulation de faits scientifiques découverts par les chercheurs et grâce à la capacité de ces mêmes scientifiques à surmonter les obstacles qui empêchent ce progrès. Selon lui, c'est une vision erronée de la science qui est le résultat du peu d'attention que les philosophes des sciences prêtent à l'histoire des sciences, le domaine de recherche à partir duquel ils pouvaient observer le véritable fonctionnement des sciences. Ainsi, Kuhn propose de remplacer cette vision cumulative de la science par une autre vision qui considère la science comme étant essentiellement révolutionnaire, avec une histoire jalonnée par les changements radicaux d'approche. Pour Kuhn, l'histoire des sciences depuis l'introduction de la science expérimentale au dix-septième siècle n'est pas constituée d'une suite continue de découvertes, qui génère une accumulation de savoirs, mais plutôt d'une série de ruptures qui ponctuent de longues périodes où les scientifiques se contentent d'élaborer et de consolider la démarche scientifique en place.

Zanetti, van de Voorde, Simon

En somme, nous pouvons dire que l'ouvrage de Kuhn présente une vision de la science comme une entreprise caractérisée d'un côté par sa stabilité (la majorité de la science, pratiquée dans la continuité – la science normale) tandis que de l'autre, cette stabilité est ponctuée sporadiquement par les révolutions qui transforment intégralement la science en place. Comme le titre du livre le suggère déjà, l'ambition de Kuhn est d'éclairer la structure de ces révolutions. Pour ce faire, il développe tout au long de son étude sa vision des révolutions scientifiques que nous pourrions résumer en sept concepts clés : le **paradigme**, la **science normale**, les **énigmes**, les **anomalies**, la **crise**, la **science extraordinaire** et l'**incommensurabilité**.

Les sept concepts clés de Kuhn

Le paradigme

Le terme « paradigme » est le terme le plus important à maîtriser pour comprendre l'approche de Thomas Kuhn. Malheureusement, celui-ci n'est pas bien défini dans l'ouvrage, et le flou qui l'entoure est la source du plus grand nombre d'ambiguïtés dans l'interprétation de la position de Kuhn.

Kuhn emprunte le terme « paradigme » au domaine de la grammaire. En grammaire, nous avons des paradigmes pour, par exemple, la conjugaison des verbes réguliers. Pour apprendre la conjugaison d'un verbe (régulier en -er par exemple), on prend un modèle (généralement « aimer ») et on apprend sa conjugaison (j'aime, tu aimes, il aime, nous aimons, vous aimez, ils aiment). Le paradigme ici est la suite de terminaisons qui constitue la conjugaison d'un tel verbe, c'est-à-dire la forme la plus abstraite de la conjugaison d'un verbe régulier en -er. Avec ce modèle en place, nous pouvons inventer un tout nouveau verbe régulier en 'er' (par exemple, bismuther – prendre un abonnement téléphonique sous un faux nom) et appliquer immédiatement la terminaison de la deuxième personne au pluriel, sans avoir jamais rencontré ou appris la conjugaison de ce verbe en particulier. Il suffit de savoir qu'il s'agit d'un verbe régulier en -er et le paradigme fait le reste (vous bismuthez !).

Kuhn suggère que les sciences fonctionnent d'une manière comparable, que tous les calculs et exercices que nous faisons à l'école et à l'université lors de sa formation scientifique servent à faire entrer les paradigmes des différentes disciplines scientifiques dans les réflexes (mentaux et même corporels) des étudiants. Ainsi, lors d'un cours typique en science, on traite une série d'exemples similaires mais pas identiques afin de préparer un examen final dans lequel un exemple appartenant au même type de problème fera l'objet d'une question similaire.

Zanetti, van de Voorde, Simon

L'étudiant.e doit déployer les techniques qu'il ou elle a appris tout au long du semestre afin d'y répondre correctement. Il est connu que lors d'un examen dans une matière scientifique, il y a au moins autant de points donnés pour la présentation du raisonnement (le déploiement des éléments du paradigme) que pour la bonne réponse. En effet, chaque contrôle en science peut être compris comme une vérification de la maîtrise du paradigme par l'étudiant. Dès lors que le paradigme est bien en place, l'étudiant peut intégrer la communauté de chercheurs et commencer à déployer le paradigme pour résoudre de nouveaux problèmes. Voici un sujet de réflexion : quand, lors de l'enseignement d'une matière scientifique, un enseignant vous a-t-il posé une question à laquelle il ne connaissait pas déjà la réponse ?

Kuhn ne propose pas de définition de ce qu'est un paradigme, mais procède plutôt par une présentation des études de cas qui sont censées nous donner une idée de ce qu'il veut dire par ce terme. Son imprécision est bien illustrée par une phrase typique où il nous explique par rapport aux paradigmes que « Les hommes dont les recherches sont fondées sur le même paradigme adhèrent aux mêmes règles et aux mêmes normes de la pratique scientifique » (Kuhn, 1983). Dans un commentaire publié en 1970, la linguiste et philosophe Britannique Margaret Masterman a prétendu avoir identifié vingt-et-un sens différents du mot paradigme employés dans *La structure des révolutions scientifiques* (Masterman, 1970). Ce travail est mentionné dans la postface de l'œuvre rédigée par Kuhn en 1969 où il admet qu'il n'a pas clairement défini ce concept clé dans son livre et où il tente de clarifier ce qu'est un paradigme en distinguant deux sens ; l'un étant plutôt sociologique et l'autre comprenant le paradigme comme un ensemble d'exemplaires qui sont autant de modèles pour résoudre les énigmes. Kuhn admet que le sens sociologique est potentiellement circulaire parce que dans cette approche le paradigme est ce qui est partagé par un groupe de scientifiques qui pratiquent la même discipline. Ainsi, en poursuivant cette piste, on peut identifier un paradigme en analysant ce que partage un groupe de scientifiques qui pratiquent la même discipline. Mais, selon la logique de Kuhn, n'a-t-on pas déjà besoin de savoir quel est le paradigme effectivement partagé par ce groupe pour conclure qu'ils pratiquent la même discipline ? Une circularité certes, mais comme le remarque Kuhn lui-même, une telle circularité ne pose pas forcément un problème insurmontable pour notre compréhension de ce que c'est un paradigme. Ceci dit, elle ne rend pas la tâche plus facile non plus.

La science normale

Pour Kuhn, la pratique de la science se divise en deux catégories ; la *science normale* et la *science extraordinaire*. La science normale est la science basée sur un paradigme qui lui-

Zaretti, van de Voorde, Simon

même est solidement établi comme fondement disciplinaire, et, selon Kuhn, cette science normale représente 95 % ou même plus de l'histoire des sciences. Pour lui, la grande majorité des scientifiques passe toute leur vie professionnelle à pratiquer la science normale, en déployant et en améliorant les éléments du paradigme qui la définit.

Dans la science normale, le paradigme est bien en place et la communauté scientifique connait les réponses que ce paradigme a données à un grand nombre de questions, une information qui est transmise d'une manière claire aux étudiants, c'est-à-dire en prenant soin d'enlever tout élément contradictoire à l'histoire « officielle » de la discipline. À la suite de sa formation (que nous pourrions décrire comme une forme d'endoctrinement dans l'application du paradigme) où il voit comment résoudre les problèmes (ou énigmes) en maniant correctement le paradigme en place, le scientifique cherche de nouveaux problèmes à résoudre en utilisant l'approche et les outils fournis par le paradigme. Cette vision de la science normale sera plus facile à comprendre à l'aide de quelques exemples pris dans l'histoire des sciences. Pour ce faire, prenons deux révolutions largement exploitées par Kuhn dans son livre ; celle qui est associée au nom de Copernic (la révolution copernicienne) et celle qui est associée au nom de Lavoisier (la révolution chimique). Comme il s'agit d'une question de science normale et donc de paradigme, pour comprendre ces deux révolutions scientifiques dans les termes de l'art de Kuhn, nous devons préalablement comprendre quels étaient les paradigmes en place avant la révolution amenée par Copernic à l'astronomie ou celle amenée par Lavoisier à la chimie.

Exemple 1 : Le paradigme ptolémaïque pour l'astronomie.

Avant la révolution copernicienne, les savants croyaient que la terre était une sphère stationnaire au centre de l'univers. L'astronomie de précision attachée à cette vision du monde est généralement associée au nom de Claude Ptolémée (astronome hellénique du 2ème siècle de notre ère), d'où le paradigme « ptolémaïque ». Quels sont les éléments essentiels de ce paradigme en astronomie ?

a) Que la terre est immobile au centre de l'univers.
b) Que tout corps astral (les étoiles, la lune, le soleil et les planètes) tourne autour de la terre (et fait au moins une révolution complète autour de la terre par jour – mouvement diurnal partagé par tous ces corps, les planètes comme les étoiles).

Zanetti, van de Voorde, Sim.com

c) Que tous ces mouvements sont essentiellement circulaires, même pour les planètes (qui possèdent un deuxième mouvement rajouté au mouvement diurnal qu'elles partagent avec les étoiles dites « fixes »).
d) Dans l'éventualité qu'un seul mouvement circulaire ne puisse décrire la trajectoire d'une planète, on démultiplie les mouvements circulaires afin de décrire et même prédire son mouvement par rapport aux étoiles fixes.

Exemple 2 : Le paradigme du phlogistique pour la chimie.

Selon le chimiste Georg Ernst Stahl (1659-1734), lorsqu'un corps brûle, il dégage du phlogistique. Avec cette idée, il explique au moins trois phénomènes bien connus des chimistes ; d'abord il y a des matériaux qui brûlent et d'autres qui résistent aux flammes. Pour Stahl, les matériaux qui brûlent le font parce qu'ils contiennent du phlogistique – une substance inflammable. En outre, en brûlant, ils dégagent leur phlogistique (le phénomène des flammes associées aux incendies) et ainsi, on peut facilement comprendre pourquoi les substances qui ont déjà brûlé ne brûlent plus (parce qu'ils ont déjà perdu leur phlogistique, le principe de l'inflammabilité). Le phlogistique explique la nature des flammes (le phlogistique qui quitte le corps) et les raisons pour lesquelles un objet qui a brûlé pèse moins qu'avant (comme une allumette avant et après la combustion). Pensez-y la prochaine fois que vous allumez une allumette ou que vous mettez une bûche sur un feu.

Les chimistes savaient très bien, même à l'époque de Stahl, que la calcination (la rouille et plus généralement ce qu'on appellerait aujourd'hui l'oxydation) était proche de la combustion, et constituait, pour les phlogistonistes comme Stahl, une indication qu'une substance était riche en phlogistique, comme c'est notamment le cas des métaux. Les métaux comme le fer, riches en phlogistique et exposés aux conditions appropriées (de l'eau, du sel) se calcinaient en dégageant du phlogistique. Comme pour l'astronomie ptolémaïque, nous pouvons dresser les points principaux du paradigme du phlogistique :

a) Une matière qui brûle contient du phlogistique (et brûle à cause du phlogistique qu'elle contient).
b) La combustion (ou calcination, qui est la même chose) est la perte du phlogistique.
c) Après combustion (ou calcination) la matière ne peut plus brûler (parce que le phlogistique est épuisé).

Kuhn n'a pas la même expertise en histoire de la chimie qu'en histoire de la physique ou de l'astronomie et par conséquent la présentation qu'il fait de cet exemple est moins

Zanetti, van de Voorde, Simon

approfondie que celle de la révolution copernicienne et sa version de la révolution chimique a fait bondir plus d'un historien de la chimie. Mais l'illustration des phénomènes qui en ressort nous sera utile pour ce qui suit, et nous nous limiterons à cette vision écornée de la chimie du dix-huitième siècle qui se focalise exclusivement sur les réactions de la combustion et de la calcination en donnant une place centrale au phlogistique.

Les énigmes

Une énigme, pour Kuhn, est un problème qu'un scientifique doit résoudre en utilisant le paradigme en place. Résoudre les énigmes constitue l'essentiel du travail dans la science normale et les scientifiques passent ainsi la plus grande partie de leur temps à résoudre les énigmes ou au moins à tenter de le faire. Dans son livre, Kuhn utilise le terme anglais *puzzle-solving* qu'on traduit en français par « résoudre des énigmes », bien qu'il désigne une réalité bien plus large, qui peut nous renvoyer à la simple résolution d'une grille de Sudoku comme aux efforts de Sherlock Holmes pour élucider un mystère à partir d'indices épars. L'image matérielle qui domine néanmoins est celle d'un *jigsaw puzzle* (littéralement un puzzle coupé à la scie) et Kuhn fait explicitement l'analogie entre faire de la science normale et réaliser ce type de puzzle. Pour les scientifiques, mettre les éléments dans un tel puzzle devient une métaphore pour la résolution d'une énigme dans le cadre d'un paradigme. Dans ce sens, le scientifique sait d'avance la réponse à n'importe quel problème, parce que la forme de la réponse est donnée par le paradigme. Dans un puzzle bien fait, chaque pièce a sa place. La solution est sans doute plus ou moins difficile à trouver (selon qu'il s'agit d'un puzzle de 20 pièces ou de 10 000 pièces), mais il n'en existe qu'une seule et, en ce sens, elle est, comme Kuhn le remarque à plusieurs reprises, déterminée d'avance.

Nous préférons une autre métaphore qui simplifie plus encore le fonctionnement de la science normale, mais rend les enjeux philosophiques de cette approche plus clairs, celle du jeu de boîte à formes. À la différence d'une boîte à formes classique avec six trous chacun d'une forme différente, on peut représenter le paradigme par une boîte à formes avec un seul trou d'une seule forme, disons un trou carré (fig. 1).

Zanetti, van de Voorde, Simon

Figure 1 : Une boîte à formes avec un seul trou (carré). MZ

Dans le contexte de la science normale, le scientifique doit passer toutes les formes dont il dispose par ce trou carré. Pas de problème pour le carré, même un petit tube circulaire passera sans grand effort. En revanche, que doit faire le scientifique avec un gros triangle ? Vu de l'extérieur, il est facile de dire que le scientifique doit changer de boîte, en prendre une avec un trou mieux adapté (un triangle, par exemple), mais, dans le modèle de la science normale selon Kuhn, la boîte qui représente le paradigme en place n'a que ce trou carré et le scientifique ne peut pas ou ne doit pas penser à d'autres formes (cette boite représente la seule manière qu'il a de voir ou même de concevoir le monde – le paradigme). Ainsi, la solution pour Kuhn n'est pas de changer la boîte, mais de faire en sorte que le triangle passe par le seul trou disponible. En ayant recours à un gros marteau et avec un effort conséquent il est sans doute possible de faire passer un gros triangle par le trou carré. Voici, pour Kuhn, le terrain sur lequel le chercheur peut montrer son habilité ou son intelligence, non pas en inventant un nouveau schéma ou paradigme (une possibilité qui est, a priori, exclue en temps de science normale), mais en trouvant une solution à l'énigme posée, tout en utilisant le paradigme en place ; bref, en faisant de la science normale. La chose importante à retenir est qu'un tel problème reste une énigme pour le scientifique qui doit lui-même rester loyal à son paradigme.

Cette métaphore de la boîte à une seule forme nous aide à comprendre un problème de taille qui se pose à propos du modèle du fonctionnement de la science selon Kuhn ; pourquoi alors changerait-on de paradigme ? Si la science normale peut aborder n'importe quelle énigme à partir du paradigme en place et espérer la résoudre, pourquoi voit-on dans l'histoire des sciences des changements de paradigme, les révolutions scientifiques ? Pourquoi les scientifiques ne persistent-ils pas simplement à appliquer leur paradigme coûte que coûte ?

Zanetti, van de Voorde, Simon

Il est utile ici d'introduire la figure de Karl Popper, un philosophe des sciences contemporain de Kuhn (même s'il est de 20 ans son ainé) qui prône une autre vision de la logique scientifique, une approche qui nous aidera à comprendre les enjeux philosophiques de manière plus claire. Une idée en particulier est associée au nom de Karl Popper en philosophie des sciences, celle de la *falsification*. Pour lui, la falsification des théories scientifiques constituait la méthode la plus à même de faire avancer les sciences. En outre, il maintenait que seules les théories expérimentalement falsifiables pouvaient prétendre au statut de théories scientifiques. Une théorie scientifique doit pouvoir être mise à l'épreuve : elle doit être capable de faire des prédictions de ce qu'on observerait à partir de dispositifs expérimentaux appropriés avec des conditions claires, et de ce qui compterait comme un résultat négatif et ainsi comme une falsification de cette théorie par le biais d'une telle mise à l'épreuve. Pour Popper, une théorie falsifiée doit être rejetée comme fausse, ce qui revient à dire qu'on ne doit plus s'en servir. Même si Popper parle de théories et non pas des paradigmes de Kuhn, on voit très bien dans quelles circonstances un scientifique doit selon Popper abandonner sa théorie. Pour revenir à notre métaphore de la boîte à formes, confronté à une forme qui ne passe pas par le trou, en ayant spécifié par avance que ce cas constituerait une falsification de sa théorie, le chercheur ou la chercheuse doit rejeter cette dernière comme fausse et chercher, pour filer la même métaphore, une nouvelle boîte qui peut accommoder cette forme.

Répétons-le, même si Popper parle de théories scientifiques et non pas des paradigmes de Kuhn, on voit qu'il ne peut (ni peut-être ne veut) accommoder l'incommensurabilité de *La Structure*. Une théorie scientifique falsifiée est fausse et une théorie scientifique non-falsifiée est toujours potentiellement vraie. Pour Popper, il est clair qu'une théorie non-falsifiée est meilleure qu'une théorie falsifiée ; si on peut qualifier de falsifiée ou de non-falsifiée une théorie clé d'un paradigme, la comparaison est vite faite : on doit choisir le paradigme non-falsifié.

Les anomalies

Mais quid des anomalies dans le système de Kuhn ? Pour tenter d'y voir plus clair, nous élaborerons un exemple d'énigme qui s'avère être une anomalie, un exemple emprunté à l'histoire de la chimie que Kuhn lui-même utilise dans *La Structure*.

Les chimistes savaient depuis très longtemps que lors de sa calcination (la rouille, par exemple) un métal prend du poids. Intuitivement, dans le paradigme du phlogistique, un métal comme le fer qui se calcine (pour donner de la rouille) doit perdre du poids lors de cette réaction chimique, parce que le métal dégage son phlogistique comme nous l'avons déjà expliqué plus

Zanetti, van de Voorde, Simon

haut. Mais si l'on pèse la rouille produite par une certaine quantité de fer, on constate que la rouille pèse plus que le métal à l'origine. Voici une énigme dans la science normale de la chimie de Stahl, comment expliquer le gain de poids lors de la calcination des métaux alors qu'on devrait s'attendre à une perte de poids ? La perte du phlogistique doit, semble-t-il, donner un produit plus léger et non plus lourd que le métal d'origine, une énigme qui prendra plus tard le statut d'anomalie pour les scientifiques travaillant après la révolution chimique. Mais, et ceci est un point important pour Kuhn, même s'il s'agit objectivement d'une anomalie, les tenants d'un paradigme donné (dans cet exemple, ceux qui travaillent avec le paradigme du phlogistique) sont incapables de le voir. Pour elles et eux il s'agit nécessairement d'une énigme ; une énigme qui est certes difficile à résoudre, mais, au fond, une énigme comme les autres.

Karl Popper donnerait une toute autre interprétation de ce même phénomène expérimental de la prise du poids lors de la calcination. Pour lui, il s'agirait d'une falsification de la théorie de la combustion et de la calcination fondée sur le phlogistique. La théorie doit être rejetée, et le phlogistique avec.

Une autre célèbre énigme, cette fois empruntée à l'histoire de l'astronomie, a trait à un phénomène bien connu, mais qui, a priori, pose problème pour le paradigme ptolémaïque. Il est connu depuis les temps anciens que tous les deux ans la planète Mars arrête sa progression normale d'ouest en est contre l'arrière-plan des étoiles fixes. Dans un premier temps, la planète arrête son mouvement d'ouest en est devant les étoiles et dans un deuxième temps elle commence à tourner d'est en ouest avant d'arrêter une deuxième fois et puis de reprendre le sens habituel de son déplacement d'ouest en est. Il s'agit donc d'une énigme à résoudre dans le paradigme ptolémaïque. Comment, à l'aide de mouvements circulaires, décrire, expliquer et prédire ces contre-mouvements de la planète Mars (et de toutes les autres planètes à l'exception du Soleil, de la Lune, de Mercure et de Vénus) ?

Rappelons donc le principe de la science normale. Le scientifique utilise le paradigme en place pour expliquer tous les phénomènes. Et effectivement, l'astronomie ptolémaïque y parvenait à modéliser ces mouvements atypiques de Mars en rajoutant des mouvements circulaires supplémentaires.

Nous pouvons donc dire qu'une anomalie est pour le tenant d'un paradigme X une énigme pour laquelle il peine à trouver une solution. Comme nous venons de l'expliquer, pour lui tout problème semble être une énigme pour laquelle il doit trouver une solution à l'aide de son paradigme. S'il parvient à résoudre certaines énigmes, d'autres restent sans solution. Mais quelqu'un qui observe rétrospectivement l'activité de ce scientifique du point de vue d'un

Zaïetta, van de Voorde, Simon

paradigme différent (un paradigme Y qui se met en place après une révolution scientifique, comme nous le verrons dans ce qui suit), voit les choses autrement. Ce deuxième scientifique peut identifier des anomalies parmi ces énigmes que l'ancien scientifique (du paradigme X) n'arrivait pas à résoudre. Ces anomalies sont des problèmes qui ne sauraient être résolus avec les outils d'un paradigme donné (en ce cas le paradigme X), au moins dans l'analyse de la situation à partir de la perspective d'un paradigme ultérieur. Mais Kuhn suggère que ces anomalies sont objectivement impossibles à résoudre en se servant de l'ancien paradigme et c'est l'accumulation de telles anomalies qui déclenche la crise et, au fond, explique l'existence des révolutions scientifiques.

Revenons à notre métaphore de la boîte à forme unique (carrée) ; la forme « grand triangle » représente une anomalie dans cette image. En pratiquant la science normale (A), on tente de passer toutes les formes par le trou carré. On réussit avec certaines formes et non pas avec d'autres. Néanmoins, toute forme est une énigme pour nous et le fait de ne pas arriver à passer une forme donnée par le trou peut être mis sur le compte d'un manque d'ingéniosité. Ce qui laisse ouvert la possibilité qu'un jour nous y parviendrons. Kuhn suggère qu'objectivement, que nous le voulions ou non, certaines formes ne peuvent pas passer par le trou, et ces formes vont s'accumuler devant notre boîte. Tant que nous les voyons comme des énigmes à résoudre, et elles ne peuvent être résolues (passer par le trou), nous nous dirigeons vers une crise et une période de science extraordinaire, qui sont ainsi la conséquence de cette accumulation d'anomalies/énigmes.

Et quid de notre exemple des arrêts et des rétrogressions de Mars ? Des solutions avaient été proposées dans le paradigme ptolémaïque, des combinaisons de cercles agencés pour décrire ce mouvement atypique. Même si ces combinaisons de mouvements circulaires pouvaient prédire le mouvement d'une planète comme Mars, ses arrêts et contremouvements inclus, elles n'en étaient pas pour autant des solutions satisfaisantes pour les astronomes. En revanche, à la suite du passage au paradigme héliocentrique ou copernicien, la solution de cette énigme est toute simple. Mars continue sur sa trajectoire normale d'ouest en est autour du Soleil, et de temps en temps la Terre la dépasse (à l'intérieur, entre le soleil et Mars) et ce passage de notre planète et de notre point de vue nous donne l'impression que Mars part en arrière. Le phénomène est le même que quand on dépasse une voiture sur l'autoroute ; en l'absence de références extérieures et sans la sensation d'aller soi-même très vite, on peut imaginer que l'autre voiture fait marche arrière.

Zanetti, van de Voorde, Simon

Vu de la perspective du paradigme copernicien, le mouvement rétrograde de Mars trouve une explication « naturelle ». La planète suit une trajectoire classique (d'ouest en est, si on enlève le mouvement journalier des étoiles dans l'autre sens – qui lui est maintenant expliqué par la rotation de la terre autour de son axe) mais quand la Terre la dépasse à l'intérieur par rapport au soleil, Mars semble s'arrêter devant les étoiles puis repartir en arrière (d'est en ouest) avant de reprendre sa trajectoire de déplacement habituelle. En examinant les tentatives des astronomes ptolémaïques pour résoudre cette énigme (avec une multiplication de mouvements circulaires), les astronomes coperniciens vont conclure que leurs prédécesseurs ne pouvaient pas la résoudre parce que le problème n'avait pas de solution (satisfaisante) dans le paradigme géocentrique. Pour les astronomes coperniciens qui travaillent avec un paradigme héliocentrique (les planètes tournent autour du Soleil), le mouvement rétrograde de Mars constituait une anomalie dans le paradigme géocentrique. Ce qui est surprenant dans cet exemple (comme dans les autres exemples d'anomalies cités par Kuhn), c'est que l'ancien paradigme (ici, le paradigme ptolémaïque) avait trouvé une résolution à cette anomalie à travers une combinaison très particulière de mouvements circulaires. Mais Kuhn compte sur la possibilité que l'intuition des scientifiques les amènera à voir que la résolution de l'énigme proposée dans l'ancien paradigme n'est pas satisfaisante. Pour mieux cerner ce concept d'anomalie, nous pouvons nous appuyer sur un deuxième exemple (celui du phlogistique) avant de passer à la crise qui résulte de l'accumulation de telles anomalies.

L'exemple de l'augmentation du poids lors de la calcination des métaux est probablement plus clair, parce que les explications données dans le paradigme phlogistique de Stahl n'étaient pas du tout satisfaisantes. Rappelons le problème ou l'énigme pour les phlogistonistes : lors de sa calcination (la perte de phlogistique) le poids d'un métal augmente (la rouille pèse plus lourd que le fer initial comme le précipité de mercure – l'oxyde de mercure – pèse plus lourd que le mercure qui le produit). Encore une fois, des explications à ce phénomène avaient été apportées dans le paradigme du phlogistique. L'explication la plus connue proposée par le chimiste Britannique Robert Boyle était celle du poids négatif du phlogistique.

Dans le paradigme de l'oxygène de Lavoisier, on explique le phénomène par le fait que la calcination est une réaction entre le métal et l'oxygène dans l'air qui produit un oxyde qui pèse assez logiquement davantage que le métal avant la réaction. Et l'allumette qui brûle, n'avons-nous pas déjà dit que l'allumette brûlée pèse moins que l'allumette d'origine ? Pour les Lavoisiens (le paradigme de l'oxygène), on avait ici oublié de prendre en compte un grand nombre de substances produites par la combustion de l'allumette, notamment l'eau et le dioxyde de carbone qui ont, on pourrait dire, disparu dans l'air autour de l'allumette. Si nous

Zaretti, van de Voorde, Simon

pesons les gaz produits par la réaction (principalement le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau) et que nous ajoutons ces valeurs au poids du cadavre de l'allumette nous verrons que l'allumette brûlée pèse effectivement davantage que l'allumette au début de l'expérience ! Le problème pratique qui se pose alors est donc de *capter* ces produits gazeux afin de les peser, un problème pratique pour la chimie, qui a été résolu au cours de la révolution chimique.

Vue du paradigme des *oxygénistes*, la prise du poids lors de la calcination représentait une anomalie pour les phlogistonistes. Ces derniers se sont trompés en pensant qu'il s'agissait d'une énigme particulièrement réfractaire qu'ils pourraient éventuellement résoudre à l'aide de leur paradigme. Ici, Kuhn est obligé de prendre fait et cause pour les oxygénistes, en pensant que les phlogistonistes ne pouvaient pas (objectivement) résoudre ce problème, et Kuhn pense que c'est l'accumulation de ce type de problèmes insolubles (des anomalies) qui déclenche la crise, la prochaine étape dans une révolution.

Une crise

Pour Kuhn, l'accumulation d'anomalies mène à une crise, une situation instable qui peut arriver (de temps en temps) dans la science normale et qui ouvre la voie à une période de science extraordinaire, et, à terme, à un changement de paradigme, ce qu'il considère comme une révolution scientifique.

Avec la crise, Kuhn propose une solution au problème que nous avons soulevé précédemment quand nous avons présenté la métaphore de la boîte aux formes à une seule forme. Si l'approche de la science normale est limitée à l'utilisation du paradigme pour répondre aux questions, pourquoi observe-t-on les changements de paradigmes dans l'histoire des sciences ? Si on arrive à passer la plupart de formes par le trou carré (et on est convaincu que les autres suivront), pourquoi chercherait-on à remplacer cette boîte par une autre avec un trou d'une forme différente ? Face à n'importe quelle forme (ou énigme), on aura toujours la possibilité d'utiliser un marteau plus lourd et d'appuyer plus fort pour tenter de forcer la forme à passer par le trou carré disponible. Une forme qui ne passe pas ne constitue pas une raison suffisante pour laisser tomber un paradigme, elle est plutôt une invitation à l'ingéniosité des scientifiques qui s'efforceront de trouver le moyen de la faire passer par le trou qui existe ? Proposer un poids négatif pour le phlogistique afin d'expliquer la prise du poids lors de la calcination est un bon exemple de ce genre de pratique. Donc pourquoi doit-on jamais mettre en question le paradigme ?

Selon Kuhn, la réponse à ce problème conceptuel est contenue dans ce qu'il appelle une *crise*. Cet événement rare qui mènera à un changement de paradigme à la suite d'une période

Zanetti, van de Voorde, Simon

de science extraordinaire est le résultat d'une accumulation d'anomalies – les énigmes coriaces qui sont difficiles sinon impossibles à résoudre en utilisant le paradigme en place. Pour une scientifique qui pratique la science normale, et manie son paradigme habituel, cette crise se manifeste par une accumulation d'énigmes non-résolues (d'anomalies ?) et un ralentissement du « succès » du paradigme dans la résolution de telles énigmes. La science normale stagne face à l'accumulation d'énigmes non-résolues. À partir d'un certain point (un point qui n'est jamais défini par Kuhn par ailleurs), les scientifiques commencent à douter de leur paradigme – une attitude antithétique au principe de la science normale – et la communauté envisage alors la possibilité d'autres paradigmes. On conçoit facilement ici la sortie de la science normale, parce que quand on pratique la science normale, on n'admet qu'un seul paradigme.

Selon la logique de l'approche de Kuhn, les anomalies doivent apparaître comme des énigmes (même si plus coriaces) à l'intérieur d'une science normale. Mais il suggère que la crise s'impose quand même ; les scientifiques deviennent conscients de la crise, même s'ils sont incapables d'identifier une seule anomalie. Ainsi, on doit supposer que la crise correspond à un sentiment global de stagnation qui rend la vie des scientifiques moins gratifiante, mais Kuhn n'est jamais très explicite sur les motivations des scientifiques, de celles et ceux qui développeront et adopteront le nouveau paradigme comme de celles et ceux qui resteraient fidèles à l'ancien.

La science extraordinaire

Cette accumulation d'anomalies (un phénomène qui est invisible – directement – de l'intérieur d'un paradigme mais qui se manifeste par un ensemble de symptômes décrit ci-dessus) provoque la crise signalant l'ébranlement sinon l'effondrement de la science normale en place. En effet, la crise marque la fin d'une longue période de la science normale et ouvre la voie à un temps beaucoup plus limité de science extraordinaire ou révolutionnaire. La communauté scientifique entre dans une phase où les paradigmes se multiplient à l'intérieur de la discipline. Avec une multiplication de paradigmes, on sort clairement de la science normale (une pratique scientifique fondée sur un seul paradigme). Cette période de science extraordinaire, en général de courte durée, se termine par l'adoption d'un nouveau paradigme, la communauté scientifique repartant alors sur la voie de la science normale. Mais, la nouveauté de ce paradigme implique une nouvelle science normale, et le passage d'un paradigme à un

Zanetti, van de Voorde, Simon

autre est ce que Kuhn appelle une révolution scientifique dont on vient ainsi de voir la structure[3].

Autant le mécanisme que propose Kuhn est clair et compréhensible, autant les exemples de crises et de moments de science extraordinaire restent assez difficiles à identifier dans l'histoire des sciences. Deux exemples utilisés par Kuhn pour illustrer ce phénomène sont la crise du paradigme de phlogistique (avant l'introduction de l'oxygène de Lavoisier) et la crise de la mécanique classique (avant l'introduction de la mécanique quantique). La première crise semble être provoquée par la découverte et la manipulation des gaz (en commençant par l'air fixe – le dioxyde de carbone – l'air vital – l'oxygène – et l'air inflammable – l'hydrogène). Ainsi des pratiques expérimentales de la chimie des gaz sont à l'origine d'un ensemble d'observations et d'expériences difficiles (sinon impossibles) à expliquer en se basant sur le paradigme du phlogistique. En pesant les gaz, les chimistes constatent qu'une bougie qui brûle, par exemple, dégage de l'air fixe (le dioxyde de carbone) et de la vapeur d'eau, et non pas, apparemment, du phlogistique.

On peut résumer l'ensemble du modèle d'une révolution scientifique de la manière suivante :

1. Science normale$_a$, basée sur un paradigme (p_a)

2. Crise, déclenchée par une accumulation d'anomalies, qui ouvre la voie à …

3. Une période ponctuelle de science extraordinaire (multiplication de paradigmes), qui à son tour est close par …

4. L'adoption d'un nouveau paradigme (p_b), qui servira de fondation pour une nouvelle science normale, et ainsi l'instauration de la science normale$_b$

Selon Kuhn, une révolution scientifique est le passage d'une science normale (sn_a) à une autre (sn_b). La situation qui déclenche la révolution est l'accumulation des anomalies, qui paraissent comme des énigmes particulièrement difficiles à résoudre pour les tenants du p_a et qui provoquent une crise. Le subséquent passage par une période de science extraordinaire se termine par l'adoption d'un nouveau paradigme (p_b) et le lancement d'une nouvelle période de science normale (sn_b) fondée sur ce nouveau paradigme.

[3] On peut imaginer qu'une période de crise termine par la victoire de l'ancien paradigme, mais Kuhn ne considère pas cette possibilité. Pour lui, la crise marque la fin définitive de l'ancienne science normale.

Zanetti, van de Voorde, Simon

L'incommensurabilité (la psychologie Gestalt et l'intégrité du paradigme)

Nous arrivons maintenant à l'élément du modèle des révolutions scientifiques de Kuhn le plus controversé, particulièrement vivement débattu par les philosophes des sciences ; l'*incommensurabilité*. En quoi consiste cette idée et d'où vient-elle ?

Thomas Kuhn dit avoir été influencé par un mouvement important dans l'histoire de la psychologie, la psychologie Gestalt. Il s'agit d'une approche psychologique holistique qui prétend que la perception humaine (et peut-être celle d'autres animaux aussi) n'est jamais neutre. Un être humain essaie toujours de donner un sens, une forme (*Gestalt* est le mot allemand pour la forme) à ses expériences. Pour prendre l'exemple de la vision, nous proposons toujours des interprétations et essayons de donner un sens à ce que nous voyons. On pourrait imaginer, par exemple, lorsqu'on regarde une image en noir et blanc, qu'on ne voit que les lignes ou les marques sur le papier, sans penser à l'image représentée. Mais il est un exercice très difficile. L'argument de cette école du Gestalt est que dès qu'une représentation est concevable, alors on n'est plus capable de voir simplement les lignes ou des points sur du papier. L'être humain est toujours en quête du sens, en quête de ce qui est représenté. Considérez à titre d'exemple cette illustration :

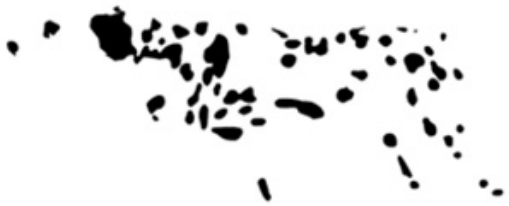

Fig. 2. Une série de taches noires sur fond blanc.

Que voyez-vous ? Une série de taches noires sur un fond blanc ? La plupart des humains y voit un chien, un dalmatien pour être plus précis. Certes, vous voyez des points ou des taches noires sur un arrière-plan blanc mais, en tant qu'être humain, vous ne pouvez pas en rester là. Nous percevons des ensembles plutôt que des éléments séparés et nous tâchons de leur donner un sens. Cela veut dire que nous pouvons être en désaccord sur ce que signifie ou représente une illustration. Prenons un autre exemple qui est devenu très célèbre comme l'icône de cette école de la psychologie Gestalt, le canard-lapin (Figure 3). La plupart des gens voit dans cette image, soit un canard soit un lapin.

Zanetti, Voorde, Sim on

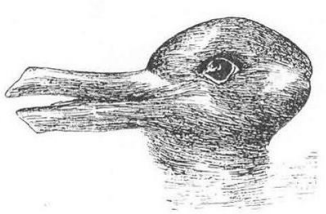

Figure 3. Joseph Jastrow ("The Mind's Eye." Popular Sci. Monthly ***54****, 299-312, 1899, p.312*

Dans *La Structure*, Kuhn se sert de cette image pour illustrer ce qui se passe quand un chercheur change de paradigme : il note que « ce qui, avant la révolution, était pour l'homme de science un canard, devient un lapin » (Kuhn, 1983)[4]. Imaginons un débat entre deux individus, l'un qui voit dans cette image un lapin et l'autre qui y voit un canard. Comme observateur extérieur, en constatant cette différence d'appréciation, vous pouvez poser la question suivante : lequel des deux a raison ? Transposez ce débat sur le cas de deux paradigmes, l'un avant et l'autre après une révolution scientifique. La question reste la même ; qui a raison ? Quel paradigme est vrai ? Et lequel est faux ? ou lequel est le meilleur des deux ? La réponse de Kuhn à cette question en a surpris beaucoup et elle est fondée sur un principe qui s'appelle l'incommensurabilité.

Interrogations théoriques

La thèse de l'incommensurabilité et la menace du relativisme

Deux choses sont incommensurables quand il est impossible de les comparer l'une à l'autre faute de mesure commune. Je ne suis pas obligé de me tenir à côté de vous pour savoir que je suis plus petit. Je mesure 1,65 mètre et vous 1,70 mètre. Nos tailles sont comparables, il suffit d'utiliser un mètre pour nous mesurer de manière indépendante et comparer les deux chiffres obtenus après coup. Mais puis-je courir plus vite que vous pesez ? A priori, il n'y a pas de moyen de comparer les deux puisque ma vitesse se mesure en mètres par seconde et votre poids en kilogrammes et il n'y a pas d'échelle partagée entre les deux : la vitesse et le poids sont incommensurables. Ainsi je ne peux pas dire que l'un ou l'autre est plus grand ou meilleur.

[4] "What were ducks in the scientist's world before the revolution are rabbits afterwards" (Kuhn 1972)

Zanetti, van de Voorde, Simon

Dans sa *Structure,* Kuhn insiste sur l'idée que les deux paradigmes, celui d'avant et celui d'après une révolution scientifique, sont incommensurables – sa célèbre thèse de l'incommensurabilité. On aurait pu imaginer que Kuhn défende la thèse que l'astronomie copernicienne était supérieure à celle de Ptolémée (ainsi il aurait pu proposer une raison pour laquelle les scientifiques ont adopté la première), mais sa thèse de l'incommensurabilité interdit de telles comparaisons ; tout ce qu'on peut faire est constater que les deux paradigmes proposent deux visions différentes du monde (le lapin et le canard) – sans la possibilité de les comparer.

Ici la métaphore des lunettes avec les verres de différentes couleurs peut servir. Voir le monde en bleu n'est pas la même chose que voir le monde en rose, mais il est difficile sinon impossible de dire que l'un vaut mieux que l'autre. Ces visions du monde sont simplement différentes. Sans moyens pour les comparer ; les deux paradigmes restent incommensurables.

« Bien que le monde ne change pas après un changement de paradigme, » nous explique Kuhn, les scientifiques après une révolution scientifique « travaillent dans un monde différent » (Kuhn, 1983). Au fond, cette conclusion est une leçon tirée de la psychologie Gestalt – on passe du monde dans lequel on voit le canard, au monde dans lequel on voit le lapin, sans possibilité de faire marche arrière. Mais on est ici face à la conclusion de Kuhn la plus dérangeante pour beaucoup de scientifiques et de philosophes. La thèse de l'incommensurabilité nous empêche de comparer ces deux mondes et de conclure à la suite d'une réflexion rationnelle, après avoir évalué les preuves, quel monde est « objectivement » le meilleur.

Nous pouvons facilement imaginer que la majorité de nos lecteurs trouverait cette conclusion de Kuhn peu plausible. Prenons l'exemple de la révolution copernicienne : le paradigme ptolémaïque géocentrique (la Terre immobile au centre de l'univers) est abandonné au profit du nouveau paradigme copernicien qui place le Soleil au centre du système solaire, et la Terre qui tourne autour de ce dernier en une année, en même temps qu'elle tourne autour de son axe en une journée. Pourquoi les astronomes ont-ils abandonné le paradigme ptolémaïque au profit du paradigme copernicien ? La réponse la plus évidente est qu'ils ont fait un choix fondé sur des preuves matérielles (expérimentales, ou à tout le moins des observations astronomiques) qui montraient que la Terre n'était pas, en effet, stationnaire au centre de l'univers. Mais même si Kuhn admet que les scientifiques avaient de bonnes raisons d'abandonner le paradigme ptolémaïque en faveur du paradigme copernicien, elles ne pouvaient pas être les raisons 'classiques' invoquées par les philosophes des sciences, c'est-à-dire les preuves fondées sur les observations astronomiques. Il souligne le parallèle entre un changement de paradigme et une conversion religieuse ; avec l'incommensurabilité, on choisit

Zanetti, van de Voorde, Simon

son paradigme, et c'est tout. Kuhn suggère qu'un scientifique est parfois dans l'incapacité de changer de paradigme, tellement il est 'imprégné' des pratiques et croyances qu'il a intégrées en tant qu'étudiant et par la suite. Mais à d'autres moments, il accepte qu'un scientifique puisse vivre une telle conversion entre paradigmes.

La thèse de l'incommensurabilité pose des problèmes conceptuels importants même pour le modèle des révolutions scientifiques présenté par Kuhn. Après tout, la différence entre une énigme et une anomalie semble dépendre d'une certaine forme de commensurabilité. Si on prend une énigme, un 'puzzle' typique qu'on ne peut résoudre à partir d'un certain paradigme mais en utilisant un autre, pour le requalifier comme 'anomalie' on doit postuler (à partir du deuxième paradigme) que le premier paradigme n'est simplement pas à même d'y apporter une résolution. Mais ici ne sommes-nous pas déjà engagés dans une forme de commensurabilité entre deux paradigmes ? Le deuxième paradigme a 'réussi' à requalifier cette énigme en anomalie pour le premier.

Les philosophes (et les femmes et hommes scientifiques) ont pensé à une gamme de propriétés des théories scientifiques qui les rendent 'bonnes' sinon meilleures que d'autres : la simplicité, la symétrie, l'absence des traitements 'ad hoc' des revers confrontés, et la liste continue. Mais Kuhn fait de la résistance ; il ne cherche pas une solution de cette nature. Ainsi est né la réputation de relativisme de Thomas Kuhn. Une réputation contre laquelle il proteste jusqu'à sa mort en 1996, mais sans jamais renoncer aux prises de position centrales qui l'ont amené à ce point ; en premier lieu, l'incommensurabilité des paradigmes.

La tension essentielle – comment assurer l'équilibre

Laissons le débat autour de l'incommensurabilité derrière nous pour revenir à la question soulevée dans notre discussion de la boîte à formes dotée d'un seul trou carré. Pourquoi une scientifique devrait-elle jamais abandonner un paradigme ? Son travail est d'essayer de faire passer les formes par le trou donné par le paradigme, et il doit croire que tout objet peut y passer. Pour elle, pratiquer la science (en occurrence la science normale) revient à considérer le paradigme en place comme la seule manière de percevoir ou même de vivre dans le monde. Ainsi, la seule solution possible à toute énigme, et sans doute la bonne, sera trouvée par le paradigme en place. Mais l'histoire des sciences nous montre que les scientifiques changent d'avis. Serait-il possible qu'elles changent de paradigme ? La question clé pour Kuhn est la suivante : pourquoi abandonner un paradigme ?

En 1977, Thomas Kuhn publie un autre ouvrage intitulé *La tension essentielle*, dans lequel il explore plusieurs questions autour de la *Structure*. La tension essentielle du titre

Zanetti, van de Voorde, Simon

renvoie à la tension entre le conservatisme et l'innovation en science, et Kuhn, conscient du problème que pose celle-ci pour son modèle, cherche le bon équilibre. Effectivement, il existe une tension entre l'engagement qui consiste à appliquer un paradigme coûte que coûte (la science normale), une orientation souvent décrite comme conservatrice, et le désir sinon le besoin de révolutionner la science (la science révolutionnaire). Il faut des révolutions scientifiques suffisamment régulières pour garder la science dynamique. Trop de science normale semble menacer la science, tant elle permet d'accumuler les savoirs sans la possibilité de la faire évoluer de manière significative.

Dans son analyse, Kuhn penche plutôt du côté conservateur de cet équilibre où les femmes et les hommes scientifiques doivent appliquer le paradigme de manière acharnée jusqu'au moment où une crise éclate dans le domaine, obligeant la communauté à changer et à passer à un nouveau paradigme, à une nouvelle science normale. La communauté scientifique a raison de ne pas encourager les scientifiques à penser 'en dehors de la boite' (au moins dans le sens de penser en dehors du paradigme) même si c'est ce qui est attendu au moment d'une crise. En outre la vision 'héroïque' que partage la majorité des femmes et des hommes scientifiques s'oppose à la science normale ; quelle vocation d'appliquer aveuglement les approches (expérimentales comme théoriques) héritées de sa communauté, sans jamais remettre en question les fondements de sa discipline ?

Conclusion

Thomas Kuhn rejette l'image de la science comme une entreprise caractérisée par une suite de découvertes qui alimentent une accumulation de connaissances ; au contraire, l'histoire de la science est mieux conçue comme une série de révolutions avec chaque fois une transformation dans la manière des scientifiques de concevoir et même de voir le monde. A son interprétation la plus radicale ; une révolution scientifique pour Kuhn implique un changement de monde. Paradoxalement, la vision de la science comme entreprise cumulative rejetée par Kuhn au début de son livre ressemble à la science normale décrite dans ce même texte : une pratique scientifique qui prédomine largement dans l'histoire des sciences. Avec un paradigme en place, les scientifiques ont un fort sens de progresser, en résolvant énigme après énigme grâce aux outils conceptuels et pratiques fournis par leur paradigme. Même si la science normale prédomine massivement dans l'histoire des sciences, Kuhn s'affectionne à un autre type de science, la science extraordinaire et les révolutions qui en suivent. Nous avons présenté

Zanetti, van de Voorde, Simon

– de manière assez schématique – sa vision du fonctionnement ou de la structure de ces révolutions. Mais nous avons également insisté sur sa thèse de l'incommensurabilité, qui semble lui éloigner de la forte orientation rationnelle et 'progressiste' des philosophes de science de son temps.

Ainsi, Kuhn et *La Structure* s'inscrivent dans des traditions fortes différentes. D'un côté il y a la tradition de l'empirisme américain, largement tributaire du cercle de Vienne et d'autres promoteurs de la valeur épistémologique des sciences modernes. Mais son insistance sur la thèse de l'incommensurabilité lui met en lien avec des mouvances relativistes qui poussent à réévaluer la primauté des sciences modernes en soutenant des visions 'constructivistes' du fonctionnement des sciences.

Après avoir explicité le sens de quelques termes généraux de philosophie des sciences, nous nous sommes appliqués à caractériser sept concepts clés de Kuhn présents dans *La structure des révolutions scientifiques* – que sont, rappelons-le, les concepts de paradigme, de science normale, d'énigme, d'anomalie, de crise, de science extraordinaire et d'incommensurabilité – et mis en lumière les problèmes philosophiques soulevés par Kuhn.

La structure même d'une révolution scientifique illustre cette idée : on pratique la science normale à l'aide d'un paradigme, au sein duquel émergent des énigmes, solubles à l'aide des outils donnés par ce même paradigme, ou des anomalies, insolubles si l'on refuse de renouveler ces outils. Une des caractéristiques importantes de l'anomalie est qu'elle apparait au scientifique *comme* une énigme autant qu'il se place dans le paradigme dans lequel elle apparaît. Une accumulation d'anomalies provoque un état de crise, qui ne peut être dépassé que par la pratique d'une science extraordinaire, qui mène à l'adoption d'un nouveau paradigme. Et ce nouveau paradigme devient à son tour le paradigme admis de la nouvelle science normale.

UNE LOGIQUE PRÉCAIRE – les anomalies – les énigmes pour les scientifiques qui font la science normale. Le basculement qui est donné par le monde extérieur, mais sans garantie.

UNE NOTE IMPORTANTE : LES AUTEUR.E.S DE CE TEXTE ONT TRAVAILLÉ PENDANT PLUSIEURS ANNÉES POUR LE PRODUIRE. FAUT D'UNE FACON FACILE À LE VENDRE, NOUS LE

Zanetti, van de Vooren, Simon

DISTRIBUONS DE MANIÈRE GRATUITE. PAR CONTRE, SI VOUS APPRÉCIEZ CE TRAVAIL NOUS VOUS INCITONS DE DONNER 4 EUROS À L'ASSOCIATION D'ÉTUDIANT.E.S EN PHILOSOPHIE À L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE, SOPHIA. https://www.helloasso.com/associations/sophia

Zanetti, van de Voorde, Simon

Références

Kuhn, T. S. (1983). *La structure des révolutions scientifiques* (L. Meyer, Trans.) Flammarion.

Kuukkanen, J.-M. (2021). What's Forgotten About the Structure of Scientific Revolutions? *Journal of the Philosophy of History*, *15*(3).

Lecourt, D. (2015). *La philosophie des sciences*. Presses universitaires de France.

Masterman, M. (1970). The Nature of a Paradigm. In Lakatos, I. & Musgrave, A. (Eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge.* Cambridge University Press.

Zanetti, van de Voorde, Simon