La philosophie des sciences (HUM206)

**Séance 2**

# Kuhn : *La structure des révolutions scientifiques*, 1962

La notion la plus célèbre introduite par Kuhn est celle de paradigme : dans chaque période scientifique, il existe des **périodes** dites « **normales** » pendant lesquelles les chercheurs adhèrent à un ensemble de croyances, de pratiques transmises par éducation. Cela peut comprendre la terminologie utilisée, la manière de raisonner, les instruments utilisés, l’éducation prodiguée… **Cela constitue un ensemble d’idées qui semble aller de soi, un peu comme une matrice disciplinaire, une certaine façon de se représenter le réel, qu’on appelle un** **Paradigme.**

Kuhn explique que les paradigmes non entièrement explicites permettent de dessiner les limites du **pensables** et du **praticable**. Le paradigme newtonien se fait bien sentir pour la théorie de l’électricité, et notamment de l’électrostatique (attraction entre deux corps, une constante, une certaine façon de représenter les choses…). Des chimistes également ont tenté de faire un tableau d’attraction entre corps, de familiarité entre éléments. Disons que l’attraction à distance entre des corps est devenu la métaphore préférée des interactions inter-corpusculaires à cette époque pour les physiciens.

Les scientifiques travaillent donc toujours à l’intérieur d’un paradigme, ils explorent la physique à l’intérieur d’un cadre général fixé. Le travail des scientifiques pendant une période normale consiste à valider des théories, les simplifier, les reformuler, les appliquer, mais tout cela dans un cadre recherche dont on ne déborde pas.

Cependant, dans l’histoire des sciences, on voit bien que dans un paradigme, certaines anomalies n’arrivent pas à être levées. Certaines choses ne vont plus de soi, les théories peinent à faire face à toutes les critiques, le paradigme ne satisfait plus. Alors on entre dans une **crise scientifique**, épisode pendant lequel les débats s’enflamment, avec parfois des théories fantaisistes. La nouvelle théorie se trouve parfois soutenue pour de mauvaises raisons, des résultats expérimentaux restent obscurs longtemps alors que l’expérience est cruciale…

Lors d’une **crise scientifique**, le changement de paradigme n’est pas un processus entièrement rationnel, mais plutôt une forme de conversion (pavé dans la mare de l’histoire scientifique par Kuhn : un terme religieux au milieu des sciences empiriques ? Mais où va-t-on…) collective s’expliquant aussi par des facteurs non scientifiques : renouvellement générationnel des scientifiques suite à la retraite / mort des précédents, la nouvelle théorie semble plus prometteuse… En fait, le processus n’est pas instantané, ce n’est pas comme si tous les scientifiques d’un coup, face à une théorie nouvelle, en venaient tous à la considérer comme la raison pour laquelle l’ancien paradigme est maintenant démodé. Dans les faits, le changement de paradigme de fait de façon très progressive, avec des changements de camp sur un terme assez long, et sans convaincre de toute façon tous les partisans de l’ancienne physique.

Exemple : expérience de Michelson et Morley pour départager Einstein contre Lorentz.

Cependant, tous les exemples ne sont pas aussi édifiants que celui-là : lorsque la méthode expérimentale vient contrecarrer un paradigme précédent, on ne sait pas quoi abandonner de la théorie précédente. **Qu’est-ce que l’expérience vient d’invalider** ? Les équations ? Les méthodes, la manière générale d’aborder le problème ? De plus, réaliser une expérience demande toujours d’admettre, d’accepter un cadre minimal de réalisation (ne serait-ce que les instruments utilisés) qui permet d’assurer une marge de manœuvre et d’interprétation.

En général, dans les ouvrages de vulgarisation, on nous explique que la relativité restreinte d’Einstein a permis d’incorporer agréablement la mécanique newtonienne, que cette dernière n’était qu’une approximation de la seconde aux basses vitesses, et que finalement la cinématique Einsteinienne allait de soi. Or, explique Kuhn, en se penchant sur les deux théories, on se rend compte que les deux théories ne parlent déjà même pas de la même chose. La masse relativiste est l’effet d’une relation entre l’objet et le système de coordonnées, et peut varier sans la moindre interaction physique. En parallèle, la masse newtonienne est invariable, elle représente la quantité de matière, fixe. Ce n’est qu’un des exemples de non-compatibilité.

Kuhn qualifie les paradigmes d’incommensurables, de non mesurables de l’un à l’autre. Qu’il n’existe pas de traduction directe, ni de « relation d’ordre », de hiérarchie entre deux paradigmes. De plus chaque langue jette une sorte de filtre de perception sur le monde. Différence avec la séance 1 : Carnap et les Viennois avaient le vieux rêve d’une langue transparente parfaite scientifique et objective. Alors que Kuhn voit les paradigmes comme des langues régionales qui jettent un filtre sur le réel, et qu’on ne peut pas traduire l’une à l’autre comme cela à cause de toutes les expressions propres à chacune… (théorie newtonienne, théorie des champs de Maxwell, théorie quantique… autant de prismes pour voir le monde).

L’idée est quand même de résoudre des énigmes expérimentales : les paradigmes successifs tendent quand même à résoudre de plus en plus d’anomalies observées et non expliquées par des théories antérieures : problème dans l’orbite d’Uranus ? Le Verrier imagine dans le cadre de la mécanique newtonienne une autre planète déformant cette orbite, qu’on n’aurait pas encore découverte : voilà comment Neptune a été découverte. Problème dans l’inclinaison de l’ellipse orbitale de Mercure ? Einstein imagine dans le cadre de sa relativité restreinte [une explication] et elle s’avère justifiée et qui explique cette anomalie dans l’orbite.

Plus virulent que Kuhn, Feyerabend est un auteur assez virulent, qui essaye à travers son livre *Démonter la méthode* de prôner un anarchisme de la connaissance scientifique.

*Holisme (de holón, en grec) de Pierre Duhem et William Quine, qui signifie que le tout prévaut sur les parties.*

# La sociologie des sciences

La postérité de Kuhn a été apparemment importante dans la sociologie des sciences que dans les textes (dont le contenu fut) évoqués précédemment. David Bloor, Steven Shapin, Barry Barnes pour n’en citer que quelques-uns. On notera juste qu’un paradigme devient en fait universel par l’universalité de ses modes de validation. *Autant de choses le valident, c’est donc qu’il doit en valider encore plus.*

Les contraintes extérieures sont complètement négligées par ces sociologues scientifiques, ce qui est une aberration, puisque ces chercheurs étaient bien ancrés dans la réalité, cet endroit où des gouvernements peuvent se désintéresser de la science, où la diriger pour l’emmener dans un endroit où ils ne voulaient pas aller… Il ne faut pas séparer la science de son influence sociale. Les facteurs sociaux constituent plus des obstacles qu’autre chose. Il faut évidemment prendre en compte le fait que les scientifiques sont des professionnels d’un domaine, et donc que c’est un milieu qui comporte des intérêts et des acteurs dont il faut prendre connaissance avant la rédaction de n’importe quel article. Certains paradigmes ont tenu plus longtemps parce que certains acteurs puissants y tenaient ou autres…

Les journalistes des sciences, ceux qui rédigent les histoires des sciences, ne sont pas objectifs. Un journaliste convaincu du nouveau paradigme ne va pas observer le changement de paradigme sans être biaisé. Il ne faut pas laisser biaiser les comptes-rendus par l’avancée à un point donné de la science.

Bernard Latour expliquait qu’il faut observer les chercheurs dans leur lieu de travail, les observer comme si on observait une ethnie exotique. Il ne faut pas se laisser biaiser par notre référence de pensée. Les connaissances scientifiques sont un ensemble de croyances partagées par un groupe social, étiqueté universel.

Voilà ce qu’est le **principe de symétrie, une exigence de méthode de sociologie des sciences**. Une sociologie impartiale, autrement dit bien pratiquée, doit analyser de la même façon les croyances gagnantes et perdantes, et cela s’applique aux théories scientifiques. La science ne doit pas être considérée comme une savoir singulier. Il convient de l’aborder comme un ensemble de pratiques exotiques, débarrassé de tout préjugé. Il faut entrer dans les deux groupes d’étude avec la même grille d’analyse.

Et justement : **la clôture des controverses est un bon champ d’études sociologique.** En effet les controverses scientifiques permettent de distinguer de grands processus sociaux. On remarque notamment que de nombreux débats sont clos non par la force d’un argument définitif, mais juste par le consensus d’un petit groupe de spécialiste faisant autorité.

Un exemple développé : les prismes de Newton

Le montage est simple: une lumière blanche qui rentre dans un prisme, permet d’étendre spatialement le spectre de la lumière blanche, puis on fait passer l’ensemble dans une plaque de verre laissant passer uniquement le jaune, avant de faire repasser ce dernier dans un dernier prisme pour constater la déviation engendrée par les réfractions successives, et surtout que la lumière jaune (jaune juste pour l’exemple) n’est pas rediffusée spatialement ! Il n’y a pas un nouveau spectre…

A la même époque, un autre scientifique, Hooke, a également une démonstration expérimentale à sa théorie, mais avec des instruments complètement différents de Newton. A la fois la théorie et l’instrumentation sont complètement différentes.

*Schaffer essaye de montrer en quoi l’expérience de Newton n’invalide aucune théorie concurrente : on se base pour la suite sur son livre*. A cette époque, Hooke, Mariotte et d’autres savants (notamment un établissement jésuite à Liège) tentent de reproduire l’expérience de Newton, là où lui refuse d’autres expériences, prétextant que la sienne suffit. Hooke y arrive, mais propose une interprétation complètement différente de Newton. Mariotte n’y arrive pas, les savants jésuites non plus. S’ensuit un débat entre ces derniers et Newton : il apporte des précisions sur le sujet, notamment que les prismes doivent être convexes, et leur envoie de schémas sur comment l’expérience doit fonctionner. Il finit par dire que les jésuites n’utilisent pas les bons prismes.

Hooke finit par mourir environ au moment où Newton devient président de la Royal Society, et fait imprimer un gros livre sur sa théorie (Optics) dans lequel il explique (d’une manière encore différente) ses travaux, notamment qu’il faut mettre des rubans noirs sur les côtés des prismes et qu’il faut que ces derniers soient plats (et non convexes…). Aucune mention des jésuites, ni de Mariotte, mais de Hooke. Bref, il élimine ses détracteurs.

L’opposition est reprise par Leibniz qui suit les travaux de Mariotte, mais il n’arrive à rien non plus ce qui finit pas permettre une diffusion plus large des croyances de Newton sur le continent. (Rappel, Newton était anglais)

Une nouvelle controverse éclate à Venise, un endroit pourtant reconnu pour la qualité de ses verreries, et donc de ses prismes. Newton échange avec Rizetti, à l’origine de la controverse, mais n’arrive pas à résoudre le problème avant sa mort en 1727. Alors la Royal Society trouve à Venise des alliés dans lesquels ils vont en élire un à la Royal Society pour reprendre le flambeau de Newton…

Schaffer en tire plusieurs conclusions : tout d’abord, on ne sait toujours pas au terme de cette controverse de preuve stricte. Il y a juste une standardisation progressive de l’instrument permettant de reproduire l’expérience. Newton a réussi quand même a diffusé son savoir-faire, son protocole, à travers l’Europe.

Deuxième chose : Newton fait exactement le contraire de ce que Popper nous a raconté. Newton n’a jamais cherché à se critiquer, à savoir où il a tort, à ne pas être prêt à abandonner sa théorie. Il a préféré se battre pour sa théorie, à ne jamais lâcher quitte à prétexter des expériences mal réalisées ou des instruments mal réglés.

Troisième chose : les circonstances de la production de la théorie ont été complètement effacées. Or il vaut mieux que les souvenirs de la controverse soient perdus pour qu’une théorie gagne en universalité…

Parallèle entre cette controverse et celle entre Wegener / Holmes / Argand et Kelvin / Jeffreys / Willis sur la Pangée, la tectonique des plaques, la géologie de l’époque. La théorie fut exposée années 20-30 mais acceptée largement seulement à partir des années 60-70 !

Quelques remarques sur l’impureté des observations : pour être intégrés à la méthode expérimentale, les instruments de mesure supposent la maîtrise d’autres théories plus ou moins complexes, autrement dit **d’hypothèses qu’il faut préalablement ou tacitement accepter.** Cela revient à dire qu’il faut **accepter une théorie pour essayer d’en valider une autre**. C’est là qu’on voit que la physique quantique, pour laquelle l’expérience est si cruciale et pourtant si complexe (probabilités etc…), est une véritable révolution par rapport aux autres champs de la science.

# Faut-il se résigner à l’instrumentalisme ?

On se rappelle d’Aristote qui expliquait que les corps cherchaient à regagner l’endroit d’où ils sont issus. Galilée et Newton proposaient une autre explication, celle des masses et de la gravité… Finalement il faut distinguer le comment et le pourquoi. Pourquoi les corps tombent serait la question posée par Aristote, là où Galilée répond plutôt à Comment les corps tombent.

Qu’est ce qui nous empêche alors d’accepter le fluide transcendantal pour la trajectoire d’Uranus ? La non-prédictivité de cette théorie. Il faut donc admettre que l’on accorde plus de valeurs aux théories qui valident mieux et plus de choses. Les lois scientifiques n’ont en fait pas pour vocation d’exprimer le secret ultime des choses, mais plutôt les relations entre les phénomènes ou leur évolution dans le temps. Mais comme on vient de le dire, lors de l’affrontement entre deux théories, la gagnante est celle qui autorise les meilleurs / le plus de prédictions. La **capacité prédictive d’une théorie** est donc là où réside sa valeur.

Du point de vue instrumentaliste, toute théorie n’est justement qu’un modèle plus ou moins mathématisé qui permet d’ordonner nos observations, ça n’est en fait qu’un outil. Une théorie n’est pas censée être plus ou moins vraie, n’est pas censée représentée la réalité, mais simplement à compacter les données et les prédictions.

Exemple : l’équation de Schrödinger sur la fonction d’onde psi. Les instrumentalistes ricanent en voyant la présence du i complexe dans l’équation. Il est facile d’ironiser pour les instrumentalistes en voyant cet i, un pur artifice mathématique, pour décrire du réel. Un instrumentaliste dira simplement que cette équation est une partie d’une théorie n’étant qu’un modèle plus ou moins mathématisé. On notera juste le rejet du concept classique de vérité chez les instrumentalistes, de sorte de tissu interprétable par les hommes parfaitement.

En fait, ce qu’on ne perçoit pas ne nous dérange pas tellement tant qu’on sait que l’on peut le voir d’une autre manière : une balle de fusil est peut-être invisible par sa vitesse à l’œil nu, mais avec une caméra qui peut ralentir assez les images par secondes, on pourra la voir. La mécanique quantique c’est pareil : on ne peut pas voir les choses, elles sont trop petites. Mais les chambres à bulles, à brouillard permettent de voir les désintégrations. La cinématique des gaz, peut-être plus tard, on la connaîtra parce qu’on observera le mouvement fin des particules.

Ce qui est très étrange, c’est qu’on ne pourra jamais, en admettant que la théorie quantique reste vraie, filmer un électron. Et ça c’est badant. En physique quantique en fait, il y a une véritable catastrophe de probabilités : quantité de mouvement, position ne sont définies qu’à une probabilité près. L’équation de Schrödinger, les équations d’incertitude d’Heisenberg, elles peuvent être aussi précises que l’on veut, on ne pourra pas aller plus près de la vérité.

Les grands théoriciens de la physique quantique, Heisenberg, Pauli, Bohr, se sont opposés aux instrumentalistes. N’essayons pas de faire une théorie des choses elles-mêmes, mais de ce que l’on peut en dire ! On veut calculer des résultats de collisions entre particules à partir d’un modèle mathématique très complexe basé sur des observations d’autres choses. La théorie ne se veut pas observatrice mais juste prédictive des systèmes étudiés par des équations. La sauce quantique est compliquée. Selon l’interprétation usuelle, la mécanique quantique ne veut pas dévoiler en fait l’état des choses considérées, seulement rendre possible des calculs prédictifs sur certaines observations. En physique quantique, il ne faut jamais séparer la particule de l’instrument observer. Il faut abandonner, selon Heisenberg, l’idée d’un réel indépendant de nous.

# Conclusion avec la visite chez Bohr

Un scientifique de renom (nom perdu) visitait la maison de Bohr, mais en arrivant devant, il remarque un fer à cheval porte-bonheur accroché à sa porte. Alors il lui demande tout de suite si lui, Niels Bohr, grand scientifique, croit en ce genre de choses ! Ce à quoi Bohr répond qu’il n’y croit evidemment pas. Alors l’invité insiste et lui demande pourquoi il le met, ce fer à cheval, s’il ne croit pas en ses bienfaits. Et Bohr lui dit alors : « Il paraît que ces trucs—là marchent même si tu n’y crois pas, alors… »