

La construction sociale des objets scientifiques.

1. Introduction.

Avec la Science moderne, qui est apparue à la Renaissance en Europe et qui s'est développé jusqu'à nos jours en prenant toujours plus d'ampleur, nous arrivons à la question annoncée à plusieurs reprises dans le texte précédent sur objectivisme et constructivisme. Les objets de la connaissance scientifique sont-elles transductifs, comme la plupart des autres objets de connaissance tels qu'ils ont émergé au cours de l'évolution biologique, de la pré-histoire et puis de l'histoire humaine? Ou, au contraire, y a-t-il une particularité qui fait qu'on trouve ici, enfin, des objets véritablement "objectifs" et non-transductifs?

Cette question est tout sauf banale ; car selon l'opinion générale contemporaine, s'il existe des connaissances qui font référence en tant que représentations fidèles et objectives d'une réalité indépendante, ce sont bien les connaissances scientifiques. On peut même considérer qu'il s'agit là d'une des fonctions sociales majeures attribuées à la recherche scientifique. Une chose est donc claire d'emblée, en préambule : si jamais on devait arriver à la conclusion que les connaissances scientifiques sont, au fond, tout aussi transductives que les autres, il faudrait expliquer comment il se fait que *l'apparence* objectiviste est construite. Par ailleurs, et dans la même veine, s'il s'avère que le trait distinctif des connaissances scientifiques n'est pas, comme on le pense si souvent, qu'elles nous donnent un accès privilégié à l'ultime "réalité en-soi", il faudrait bien clarifier quel est ce trait distinctif, le critère de démarcation qui différencie ce qui est "scientifique" de ce qui ne l'est pas. Nous aborderons donc cette enquête par l'oeuvre de Popper, qui a posé très précisément cette question à propos de la démarcation.

2. La réfutabilité.

Popper (ref) est totalement explicite sur le fait que ce qui a motivé ses recherches, depuis le début, est la question de savoir en quoi les connaissances "scientifiques" se différencient des autres systèmes de pensée. En 1919, quand Popper aborde cette question pour la première fois¹, la réponse de loin la plus répandue et largement acceptée était celle-ci : la science se démarque de la pseudo-science (par exemple l'astrologie), de la métaphysique spéculative (par exemple, les croyances religieuses) ou de l'idéologie (pour certains, marxisme ou psychanalyse) parce que la science possède une méthode spécifique garante de la "vérité" de ses théories ; et que cette méthode est essentiellement empirique, consistant à commencer par des observations et des expériences, et puis de procéder par *induction* pour en déduire des théories vraies. Popper cite à ce propos le grand physicien Max Born (ref 1949) : "L'induction nous permet de généraliser à partir d'un certain nombre d'observations pour dégager une règle générale : la nuit suit le jour, le jour suit la nuit.... Mais alors que dans la vie quotidienne il n'existe pas de critère précis pour évaluer la validité d'une induction,..... la science a mis au point un code, une règle de conduite, qui contrôle l'application des

¹ Mais les choses ont-elles véritablement changé de nos jours? - Rien n'est moins sûr.

inductions..... Il existe des communautés nombreuses de gens qui ignorent, ou qui rejettent, la règle scientifique, dont les membres des ligues contre la vaccination et ceux qui croient à l'astrologie. C'est peine perdue que d'essayer de discuter avec eux ; je ne peux les obliger à accepter les mêmes critères de validité d'une induction que ceux dans lesquels je crois : à savoir, le code des règles scientifiques". Il est clair que pour Born² la "validité de l'induction" sert comme critère pour distinguer science et pseudo-science.

Or Popper ne peut se satisfaire de cette réponse. Il remarque, malicieusement, que Born ne révèle nulle part le contenu de ce "code scientifique" qui permet de garantir la validité d'une induction. Et pour cause : car on sait, depuis Hume, qu'un tel code n'existe tout simplement pas. Aucune règle ne peut garantir qu'une généralisation à partir d'un certain nombre d'observations véridiques soit elle-même vraie, quelque soit le nombre de ces observations. Hume soutenait, en effet, qu'il ne peut exister aucune démonstration logique permettant de faire valoir *"que les instances, dont nous n'avons eu aucune expérience, ressemblent à ceux dont nous avons eu effectivement une expérience."* Par conséquent, *"même après l'observation d'une conjonction constante ou fréquente de certains objets, nous n'avons aucune raison de tirer la moindre inférence concernant un objet, quelque'il soit, au-delà de ceux dont nous avons eu expérience."* Car *"dirait-on que nous avons une expérience"* - une expérience qui nous enseignerait que des objets ayant été constamment conjoints avec d'autres objets dans le passé continuent à être ainsi conjoints à l'avenir - alors, dit Hume, *"je renouvelerai ma question : pourquoi une telle expérience nous autoriserait-il à tirer une conclusion au-delà de ces instances passées nous nous avons eu une expérience ?"* Autrement dit, toute tentative à justifier la pratique de l'induction par un appel à l'expérience empirique conduit inéluctablement à une régression à l'infini. En conclusion, il s'ensuit que des théories ne peuvent jamais être rationnellement justifiées ou inférées à partir d'observations empiriques.

Popper considère que la réfutation par Hume de l'inférence par induction est claire et concluante. Mais en fait, la problème de l'induction est bien plus grave encore que cela. La position de repli, proposée par Hume lui-même et très largement acceptée, consiste à reconnaître que l'induction ne peut être justifiée logiquement en droit ; mais de la maintenir comme mécanisme psychologique de fait. Autrement dit, la généralisation inductive conduisant des observations aux théories fonctionnerait par la formation d'habitudes et de coutumes. Ce à quoi Popper répond en faisant valoir que des situations et des observations ne se répètent jamais *exactement* à l'identique. Au niveau d'une théorie psychologique, seules des observations que le sujet *interprète* comme étant des "répétitions" peuvent avoir un effet sur la formation des théories. Comme le dit Popper, "ce qui produit sur moi l'effet d'une 'répétition' pourrait ne pas produire cet effet sur une araignée"³. Par conséquent, pour des raisons logiques, il doit toujours exister une interprétation - un système d'anticipations et

² Et pas seulement pour lui, évidemment, mais pour la grande majorité des gens, scientifiques et non-scientifiques confondus.

³ Et réciproquement - pensons à la tique de von Uexküll, texte précédent.

d'attentes - comme condition de possibilité⁴ *avant* qu'il ne peut exister une "répétition". Il est donc impossible d'expliquer des anticipations, ou des attentes, ou des théories, comme le *résultat* d'un grand nombre de répétitions ; car même la toute première "répétition-pour-le-sujet" présuppose *déjà* un système d'attentes. Autrement dit, la théorie de Hume présuppose ce qu'il cherchait à expliquer. Comme le dit Popper, la théorie "psychologique" de Hume recèle une régression à l'infini précisément analogue à celle démasquée par Hume lui-même et qui démolit la théorie logique de l'induction.

La grande contribution de Popper est de proposer une solution à ce problème de l'induction ; par ailleurs, il considère que le problème de la démarcation entre « science » et « non-science » (ce qui constitue le biais par lequel il a initialement abordé la question) est *le même* que le problème de l'induction. Je propose, néanmoins, de séparer ces deux questions et d'inverser l'ordre : de présenter d'abord sa solution au problème de l'induction, et d'examiner ensuite si cela constitue également une solution au problème de la démarcation entre ce qui est scientifique et ce qui ne l'est pas.

Revenons donc au problème de l'induction, que Popper reformule ainsi en citant Born : "... aucune observation ou expérimentation, quelque soit son étendu, ne peut donner plus qu'un nombre fini de répétitions"; par conséquent, "l'énoncé d'une loi - B dépend de A - transcende toujours l'expérience. Néanmoins, ce genre d'énoncé est proféré partout et en permanence, souvent sur la base d'un matériau épars." Autrement dit, le problème logique de l'induction provient (a) de la découverte de Hume (très bien exprimé par Born) selon laquelle il est impossible de justifier une loi en faisant appel à l'observation ou l'expérimentation, puisque la loi "transcende l'expérience"; (b) du fait que la science propose et emploie des lois "partout et en permanence" (comme Hume, Born est impressionné par le "matériau épars", c'est-à-dire par le petit nombre d'instances observées sur lesquelles la loi s'appuie ; ce à quoi il faut ajouter (c) *le principe de l'empirisme*, selon lequel seule l'observation et l'expérimentation doivent présider à l'acceptation ou le rejet des énoncés proprement scientifiques, notamment des lois et des théories. A première vue, ces trois principes sont incompatibles ; et c'est cette apparente incompatibilité qui constitue le problème logique de l'induction.

Confronté à cette incompatibilité, Born abandonne (c), le principe de l'empirisme, en faveur de ce qu'il appelle un "principe métaphysique". A ce propos, Popper se livre à un commentaire acide et ironique : "Born n'essaie même pas de donner une formulation explicite de ce "principe métaphysique" ; il le décrit vaguement comme un "code ou règle artisanal" ; pour ma part, je n'en ai jamais vu une quelconque formulation ayant ne serait-ce qu'une apparence prometteuse et qui n'était pas manifestement intenable".

Mais en réalité, poursuit Popper, les principes (a) à (c) ne sont nullement incompatibles. Tout s'arrange dès lors que l'on se rend compte que l'acceptation par la science d'une loi est *seulement provisoire* ; autrement dit, toutes les lois et théories sont des *conjectures*, des hypothèses temporaires ; et que l'on peut parfaitement rejeter une théorie sur

⁴ Il est à noter que l'argument de Popper ici est très proche de celui de Kant.

la base d'observations nouvelles, sans nécessairement rejeter les observations précédentes qui avaient conduit à son acceptation initiale. Le principe de l'empirisme, (c), peut être pleinement préservé, puisque le sort d'une théorie - son acceptation (provisoire) ou son rejet (définitif) - ne repose sur rien d'autre que la seule observation. Aussi longtemps qu'une théorie résiste à toutes les tentatives de réfutation, elle est acceptée ; sinon, elle est rejetée. Mais une théorie n'est jamais *produite* par une inférence à partir des données empiriques. Seule la fausseté de la théorie peut être inférée à partir des données empiriques ; et cette inférence est purement déductive. Ceci résout l'incompatibilité entre les principes (a), (b) et (c) ; et, partant, le problème de l'induction.

La solution poppérienne au problème de l'induction s'appuie donc sur une asymétrie cruciale entre validation et réfutation : alors qu'il est impossible de *valider* une théorie par l'observation, comme l'a montré Hume, ceci n'affecte en rien la possibilité de *réfuter* une théorie par l'observation. Tournons-nous à présent vers la deuxième question : est-ce que cette solution poppérienne fournit un critère de démarcation entre science et non-science? Ce n'est pas immédiatement évident. Examinons la citation suivante où Popper développe une rhétorique impressionnante :

"Admettons que nous nous sommes délibérément fixé la tâche de vivre dans ce monde inconnu où nous nous trouvons ; de nous y ajuster tant que faire se peut ; de profiter des opportunités que nous pouvons y déceler ; et de l'expliquer, dans la mesure où cela est possible, à l'aide de lois et de théories. *Si nous nous sommes donnés cette tâche, il n'existe pas de procédure plus rationnelle que celle de l'essai et l'erreur - de la conjecture et la réfutation.*"

A en rester là, la "démarcation" ne saute pas aux yeux. On ne peut pas dire que la méthode d'apprentissage par essai et erreur est le réserve exclusif et privilégié de la science. Il est à remarquer qu'en démontrant non seulement que l'induction n'est pas valable sur le registre logique, mais qu'en fin de compte elle ne vaut guère mieux sur le registre pragmatique de la psychologie, Popper ne propose pas tant une "solution" au problème de l'induction, mais bien plutôt sa liquidation pure et simple. En mettant tant de zèle à faire littéralement exploser l'induction dans toutes ses formes, Popper prouve d'une certaine manière trop - trop en tout cas pour ses propres fins consistant à poser un critère de démarcation. Certes, il montre bien que l'induction ne peut être le ressort de l'activité scientifique ; mais il montre aussi que l'induction ne fonctionne pas non plus dans les registres non-scientifiques. Ainsi, il cite lui-même l'exemple des "chiots malins" pour qui *une seule* expérience désagréable avec la fumée d'une cigarette suffisait ; rien ne pourrait les induire à revenir ne serait-ce que pour renifler une deuxième fois ; et même plusieurs jours après, il réagissaient à la seule vue d'une cigarette ou même d'un petit cylindre de papier blanc en rebondissant et éternuant. Ce n'est certainement pas par une induction en bonne et due forme que les chiots ont appris que la fumée de cigarette était nocive ; eux aussi ont appliqué la méthode de l'essai et l'erreur. Popper lui-même le reconnaît explicitement : "La méthode de l'essai et de l'erreur est appliquée non seulement par Einstein, mais par... l'amibe aussi". Mais alors, nous sommes

ramenés au case départ dans la recherche pour un critère de démarcation entre science et non-science. Contrairement à ce que laisse entendre Popper, le problème de la démarcation n'est pas simplement le même que celui de l'induction.

Si on relit les textes de Popper à l'aune de ces considérations, il transparait que le critère de démarcation qu'il propose n'est pas tant la méthode de l'essai et l'erreur, mais plutôt sa mise en oeuvre hautement systématisée. Pour cela, il faut des êtres cognitifs dotés non seulement du langage, mais aussi de l'écriture : car c'est seulement dans ce cas que l'on peut (a) rendre parfaitement explicite les hypothèses, et (b) en déduire les conséquences logiques de ces hypothèses de façon détaillée et fiable. Ceci éclaire la grande importance de l'écriture mathématique dans les sciences, car les mathématiques sont en effet un outil formidable pour formuler des hypothèses sous forme d'énoncés explicites (ce sont alors des axiomes), d'en contrôler l'interprétation, et d'en déduire des conséquences même subtiles et non-évident à l'intuition (se sont alors des théorèmes).⁵ Cet outil est de la plus grande importance dans l'optique poppérienne, car la validité ou non-validité d'une hypothèses ne peut être mise à l'épreuve par des observations directes (ce serait retomber dans l'ornière de l'empirisme primaire et l'induction que Popper vient de réfuter) ; seules les *conséquences* logiques des hypothèses peuvent être ainsi mise à l'épreuve. En effet, ces conséquences constituent autant de *prédictions*, plus ou moins éloignées des hypothèses ; et ce sont ces prédictions, plus ou moins osées, qui sont au coeur de l'activité scientifique.

Nous arrivons ainsi au coeur de la pensée de Popper : une théorie n'est scientifique que dans la mesure où elle fournit des prédictions susceptible d'être réfutées par l'observation empirique. Puisque les prédictions sont des conséquences logiquement nécessaires de l'hypothèse, si les prédictions s'avèrent être empiriquement fausses⁶, on peut (et, d'après Popper, on doit) en conclure que l'hypothèse est fausse. En effet, dans ce cas de figure, il y a deux possibilités : soit (i) on en conclut que l'hypothèse est fausse ; on doit donc la rejeter et en imaginer une autre pour la remplacer ; soit (ii) on peut "sauver" l'hypothèse initiale en ajoutant quelque hypothèse auxiliaire *ad hoc*, ou par une ré-interprétation de la théorie. Popper reconnaît que la voie (ii) est toujours possible, y compris dans le cas de théories qui sont authentiquement "réfutables" ; mais il la déconseille fortement car, dit-il, on ne sauve ainsi une théorie qu'au prix de ruiner, ou à tout le moins de fortement diminuer, son statut scientifique. En effet, on voit bien ce qui est visé par Popper : ce sont les théories (il en donne comme exemple le marxisme et la psychanalyse) ayant une telle souplesse dans leur interprétation qu'elles sont à l'abri de toute réfutation. Les admirateurs de ce genre de théorie voient dans le fait que la théorie est toujours applicable - elle sert de cadre d'interprétation

⁵ Le mouvement formaliste en mathématiques, de Hilbert à Bourbaki, contribue à développer à l'extrême ces vertus.

⁶ C'est ainsi que le critère de démarcation de Popper est souvent qualifié de "falsifiabilité". Cette terminologie est assez malencontreuse, car (en français, surtout) le mot "falsifier" a le sens de "faire un faux" (comme le délit juridique des "faux écritures"). Des scientifiques ne doivent évidemment pas "faire des faux", dans le sens de truquer leurs résultats ; mais ce n'est pas de ça qu'il s'agit ici. La "falsification" d'une théorie, préconisée par Popper, n'est pas une incitation de commettre des faux en écriture, mais de *réfuter* la théorie en montrant que certaines de ses conséquences logiques sont fausses. J'emploierai donc, comme traduction française du terme "falsifiability", le mot "réfutabilité".

pour tout ce qui peut arriver - autant de "vérifications" de la théorie. Mais c'est précisément ce qui gêne Popper ; pour lui, une théorie qui n'est pas réfutable n'est, de ce fait même, pas scientifique. On comprend bien alors pourquoi, pour lui, la réfutation de la validation par induction joue un rôle si déterminant.

Mais les choses sont-elles réellement aussi simples? On remarquera que la (méta-) théorie de Popper possède elle-même un caractère fortement "logique" et a priori⁷. L'ironie est que lui-même, qui tient tant au principe de l'empirisme - seule l'observation et l'expérimentation doivent présider à l'acceptation (toujours provisoire) ou au rejet (définitif) d'une théorie - ne semble guère empressé de soumettre sa propre théorie aux risques et aux périls d'une réfutation possible. Que se passe-t-il si on procède à une application réflexive du critère poppérien de démarcation à sa propre théorie concernant la nature de l'activité scientifique? Ceci nous amène aux travaux de Kuhn qui, à la différence de Popper, a basé sa réflexion sur une importante étude *empirique* de l'activité scientifique, notamment en tant qu'historien de la science.

3. La science normale.

Kuhn reprend entièrement à son compte la critique de l'induction formulée par Popper. Mais sur ces bases, il examine attentivement une question soulevée par la critique de l'induction : si les lois et théories scientifiques ne découlent pas de l'observation par la voie de l'induction, qu'elle *est* leur origine? D'où vient-elles? Que peut-on dire sur le processus de leur genèse? Popper reste remarquablement vague sur ce point, qu'il a tendance à renvoyer à la "psychologie" en disant qu'en tant que "philosophe" cela ne le concerne pas. Kuhn, par contre, fournit une réponse élaborée : il s'agit de son concept fondamental de "paradigme". Ce qu'il convient de souligner ici, c'est qu'un paradigme constitue une véritable structure qui articule un grand nombre d'hypothèses hautement différenciées. Au centre de cette structure il y a ce que Lakatos appelle le "noyau dur" de la théorie : les postulats fondamentaux qui constituent l'objet scientifiquement en question. On peut donner comme exemples les fondements de la mécanique Newtonienne ($F = m.a$) ; la théorie darwinienne d'évolution par sélection naturelle ; la théorie mendélienne qui définit ce qu'est un gène ; et, en sciences cognitives, la théorie computationnelle de l'esprit. Mais, comme Popper lui-même le reconnaît, des grandes théories de ce genre ne sont pas directement réfutables. Pour obtenir des prédictions que l'on peut soumettre à des épreuves empiriques, il faut que la théorie centrale soit assortie d'un ensemble d'hypothèses auxiliaires. Lakatos précise que ces hypothèses auxiliaires sont elles-mêmes structurées et différenciées en "couches", des cercles concentriques qui entourent le "noyau dur". A cette structure théorique il faut ajouter des *methodologies*, des dispositifs (Latour parlerait d'"instruments") qui permettent de réaliser matériellement et pratiquement des observations (Latour dirait des "inscriptions"). Or, il faut remarquer que ces hypothèses auxiliaires et ces méthodologies possèdent un double aspect. D'une part, ce sont elles qui

⁷ On notera, en particulier, qu'il critique Kant précisément sur ce point ; l'erreur de Kant, d'après lui, consiste à considérer que les catégories synthétiques a priori sont canoniques et définitives.

permettent de générer, et de mettre à l'épreuve des observations empiriques, des prédictions issues en dernier ressort de la théorie centrale. Mais d'autre part, elles constituent des "couches protectrices" qui, dans la pratique, *protègent* la théorie centrale contre les risques d'une réfutation à la Popper. Ainsi, si une observation empirique n'est pas conforme à une prédiction, le scientifique n'est pas obligé de remettre en cause la théorie centrale. Il est *toujours* possible d'y parer soit en modifiant les dispositifs expérimentaux (on dira alors qu'il s'agit de surmonter un "artefact"), soit en modifiant une hypothèse auxiliaire en commençant avec celles qui sont dans les couches les plus périphériques. Et, selon Kuhn, c'est *très normalement* ce qui se passe si l'on observe empiriquement la pratique scientifique "telle qu'elle se fait".

Afin d'y voir plus clair, il convient de distinguer entre deux genres de "conjectures". D'une part, il y a les "grandes théories" dont on vient de parler, celles qui sont fondatrices de tout à un paradigme. D'autre part, il y a les hypothèses très locales formulées par un chercheur individuel, et qui concerne la manière *d'articuler* le problème particulier sur lequel il travaille au corpus de connaissances scientifiques généralement accepté par la communauté scientifique à un moment donné. Kuhn donne comme exemples l'hypothèse selon laquelle une substance chimique inconnue contient le sel de tel ou tel métal alcalino-terreux ; ou celle selon laquelle l'obésité d'un groupe de rats par rapport à un groupe témoin est due à tel ou tel composant spécifique de leur régime. Ces hypothèses locales seront effectivement mises à l'épreuve empirique ; mais cette mise à l'épreuve ne vise absolument pas la "théorie centrale" ; bien au contraire, le corpus de connaissances couramment admises est accepté inconditionnellement comme la *prémisse* qui cadre l'hypothèse locale. Et si l'hypothèse locale est réfutée par l'expérience, ce n'est pas la théorie scientifique qui est remise en question, c'est le scientifique particulier en question : celui-ci doit ajuster son protocole expérimental, et/ou son hypothèse locale, afin de rétablir l'harmonie avec les prédictions de la grande théorie. Si on ne distingue pas les deux genres de conjecture, on aboutirait à la conclusion que la pratique de la "science normale" est précisément l'inverse de ce que préconise Popper : s'il survient une discordance entre une observation et la théorie, c'est l'habileté du scientifique et non la théorie qui est mise en défaut.

Par conséquent, selon Kuhn, le critère de démarcation ne peut pas être celui proposé par Popper. La spécificité de la science normale réside plutôt dans la résolution de ce que Kuhn appelle des "puzzles". Un "puzzle" est l'un de ces *petits* problèmes dont nous avons vu deux exemples ci-dessus : comment relier telle ou telle question *particulière et locale* - la composition d'une substance chimique, l'identification de l'élément actif dans un régime alimentaire - au corpus de connaissances admises? Ce travail n'a nullement l'objectif, qui serait grandiose, de renverser la théorie centrale ; au contraire, il cherche à *conforter* cette théorie en élargissant le champ de ces déploiements réussis. C'est sans doute ceci qui explique la perception du grand public⁸ selon laquelle la science correspond à l'accumulation

⁸ L'opinion publique ici, comme c'est souvent le cas, est très critiquable sur le fond sans être dénuée d'un certain bon sens assez robuste.

progressive de connaissances "vraies". Le grand attrait pour des scientifiques professionnelles de cette "science normale" qui consiste à résoudre des "puzzles" réside dans le fait qu'il est garanti d'avance qu'il existe une solution.⁹ Il s'agit véritablement d'un régime "assurance tous risques". La grande majorité des "puzzles" possèdent effectivement des solutions, qui requièrent néanmoins suffisamment de travail pour justifier une publication. Mais même dans le cas où un "puzzle" résiste, le scientifique n'est pas perdant, car il acquiert alors une notoriété pour avoir identifié un "énigme" digne de l'intérêt de toute la communauté scientifique ; et comme pour le Loto qui suit une semaine sans gagnant, celui qui résoudra un "énigme" obtiendra une reconnaissance accrue.

On objectera peut-être qu'en science, même les "grandes théories" sont parfois renversées, ce qui pourrait donner raison après tout à Popper. Kuhn répond, d'abord, que le renversement d'un paradigme - ce qu'il appelle une "révolution scientifique" - est un événement extraordinaire qui se produit très rarement. Mais la question cruciale est de savoir si de telles "révolutions scientifiques" peuvent être attribuées (comme le voudrait Popper) à une réfutation décisive de la théorie centrale. Kuhn répond que non : les couches d'hypothèses auxiliaires peuvent *toujours*, en droit, être ajustées afin de "sauver" la théorie centrale ; et en dernier recours, un "puzzle" qui résiste pour devenir un "énigme", lequel continue de résister pour devenir une "anomalie", peut toujours être déclaré par la communauté comme étant "sans intérêt". L'intéressement d'une communauté scientifique dans le maintien d'un paradigme est tel qu'elle aura toujours recours à un expédient pour la sauver.

Mais alors, comment est-ce que Kuhn explique que, même s'il s'agit d'un événement tout à fait exceptionnel, une révolution scientifique peut de temps en temps se produire? Sa réponse est la suivante. La communauté scientifique fera tout pour sauver son paradigme - *parceque* celui-ci leur fournit un flux de bons "puzzles" qui sont leur pain quotidien. Que ce flux vient à se tarir - en même temps qu'il se présente un paradigme alternatif qui promet de générer un meilleur flux de "puzzles" - et la communauté abandonnera l'ancien paradigme pour le nouveau. Lakatos dit la même chose dans ses propres termes : la communauté scientifique évalue un "programme de recherche" (*alias* paradigme) à l'aune de sa "fécondité" (*alias* aptitude à générer un flux de puzzles "intéressants").

Nous avons dit dans l'introduction ci-dessus que s'il s'avère que les connaissances scientifiques ne sont pas de simples représentations positives d'une réalité indépendante, il faudrait expliquer comment il se fait que *l'apparence* objectiviste est construite. Kuhn partage entièrement la critique radicale de l'induction instruite par Popper, ce qui sape les fondements de la croyance selon laquelle les connaissances scientifiques sont un simple reflet fidèle et contrôlé d'une réalité indépendante. En s'employant à observer de plus près, à l'échelle historique, la pratique réelle des scientifiques, il explique aussi comment l'accumulation

⁹ C'est pour cette raison que Kuhn emploie le terme "puzzle" qui s'applique, par exemple, aux mots croisés ou aux problèmes d'échecs ou de bridge publiés dans le journal. Pour un scientifique, un problème qui est "bien posé" est précisément un problème de ce type, où l'on sait qu'il existe une solution. Par contraste, les scientifiques détestent et fuient comme la peste les "grandes questions existentielles" qui typiquement n'ont pas de solution claire, nette et précise.

progressive d'un corpus de connaissances, sur la base d'un paradigme stabilisé et communément accepté, peut donner lieu à l'apparence d'une certaine positivité des faits scientifiques. A présent, il convient de se rapprocher encore plus près d'une observation empirique de la pratique scientifique dans sa réalité quotidienne - et par la même occasion, de cerner de plus près également la constitution de l'apparence et de la conviction objectiviste.

4. La construction sociale des faits scientifiques.

Afin d'aborder la question de la construction de l'apparence objectiviste, je prendrai comme référence le livre (devenu classique) de Latour et Woolgar (1979) intitulé "La construction sociale des faits scientifiques". Dans ce livre, basé sur des observations "anthropologiques" effectuées au cours d'un séjour de deux ans dans un laboratoire de biologie, les auteurs décrivent le processus par lequel une *hypothèse*, à un moment critique de son histoire, se transforme pour devenir un *fait*. Popper a bien raison d'insister que toutes les théories scientifiques ne sont, en droit, que des hypothèses ; il s'agit, à présent, d'examiner de près le processus psycho-social par le quel certaines de ces théories prennent l'*apparence* d'un "fait objectif" qui serait le reflet fidèle d'une réalité de référence indépendante.

Au point de départ, tout objet scientifique naît comme simple hypothèse¹⁰ dans l'esprit des scientifiques concernés. En effet, dans un laboratoire scientifique, la plupart des énoncés sont des hypothèses : plus ou moins floues, plus ou moins spéculatives, plus ou moins sérieuses. L'activité scientifique a pour effet de modifier le statut des ces hypothèses, tendant soit à les confirmer, soit au contraire à les infirmer. Mais ces modifications de statut ne sont ni définitives ni irréversibles, de sorte que chaque hypothèse poursuit une histoire fluctuante. Il y a ainsi continuité essentielle de l'hypothèse à travers toutes ces fluctuations.

Or, si l'on demande à un chercheur scientifique d'expliquer le statut d'une telle hypothèse à un moment donné, il en retracera l'histoire depuis son origine comme idée spéculative jusqu'aux modifications les plus récentes. Dans un récit de ce type, les chercheurs eux-mêmes se livrent à une véritable "sociologie spontanée de la science", où se mêlent indistinctement des facteurs sociaux, psychologiques and cognitifs. Ainsi, il évoquent le contexte social et les motivations subjectives qui rendent compréhensible la naissance de l'hypothèse, jusqu'à une explication de son intérêt potentiel à la fois pour le champ de la connaissance "pure" et pour ses éventuelles applications pratiques, en passant par une évaluation critique de la "fiabilité" des expériences réalisées par des collègues et une comparaison avec des interprétations alternatives possibles. Ainsi l'énoncé d'une hypothèse est généralement *qualifié* par l'emploi d'expressions modales du genre "croire que", "espérer que", "craindre que", "penser que"... Latour et Woolgar en donne un exemple : "X, qui n'avait pas dormi pendant trois nuits et qui était épuisé, pensait qu'il avait vu un pulsar optique". L'évocation de facteurs psycho-sociaux - la circonstance "X n'avait pas dormi" - est allié avec

¹⁰ Dans leur très grande majorité, ces hypothèses sont purement locales et correspondent aux "puzzles" kuhniens. Ce sera le cas dans l'étude de Latour et Woolgar: la question est de savoir comment rattacher l'hormone TRF à l'ensemble des connaissances établies concernant la biochimie moléculaire des polypeptides.

l'insistance sur le fait de *penser* avoir vu, pour traduire le sentiment que l'existence de pulsars optiques n'est qu'une hypothèse.

La vaste majorité de ces hypothèses finissent par mourir. Cette mort peut être violente, si l'hypothèse est éliminée par les résultats d'une expérience qui l'infirmement totalement, de sorte qu'elle n'est jamais reprise. Cette mort est plus souvent lente, par inanition ; si aucun chercheur ne porte suffisamment d'intérêt à cette hypothèse pour essayer d'en modifier le statut en lui consacrant des expériences¹¹. En effet, comme l'a très bien vu Lakatos (ref), les chercheurs scientifiques sont avant tout pragmatiques, et sont moins sensibles à la "vérité" d'une hypothèse - ou d'un programme de recherche - qu'à sa *fécondité*. Mais dans une petite minorité des cas, un autre sort attend l'hypothèse : à la suite d'une ou plusieurs expériences que les chercheurs concernés considèrent comme décisives, elle franchit un seuil... et devient un *fait*.

Latour et Woolgar, avec beaucoup de finesse analytique, notent que le mécanisme de cette transformation remarquable comporte deux étapes. D'abord, l'ancienne hypothèse se *dédouble*. L'énoncé - l'ensemble des mots (ou formules mathématiques) qui constituent une formulation de l'hypothèse - existe toujours. Mais l'hypothèse projette un "double" d'elle-même dans le monde extérieur ; et ce "double" prend une existence autonome sous la forme d'un "objet réel". Dorénavant, il existe deux entités distinctes, "l'objet" et "l'énoncé à propos de l'objet". A ce moment précis, la relation généalogique entre "hypothèse" et "objet" est claire : c'est la première qui est l'ancêtre du deuxième, non seulement parce qu'elle était là dès le départ, mais aussi et surtout parce qu'on ne peut rigoureusement *rien* dire concernant "l'objet" qui ne soit une répétition pure et simple (à une paraphrase près) des termes de l'hypothèse. Mais très rapidement - si rapidement que personne ou presque ne remarque le tour de "passe-passe" - ce premier événement de "dédoublement" est suivi d'un deuxième.

La deuxième étape est celle que Latour et Woolgar nomment "inversion" : la relation généalogique entre l'énoncé et l'objet *s'inverse*. Initialement, c'est l'hypothèse qui, en se dédoublant, donne naissance à l'objet. Mais bientôt, de plus en plus de "réalité" s'attache à l'objet, et de moins en moins à l'énoncé *a propos de* l'objet. Au terme de ce processus d'inversion, ce n'est plus l'objet qui est un reflet parfait de l'énoncé, mais l'énoncé qui reflète l'objet réel. On aboutit à cette merveilleuse *adequatio rei et intellectus* qui a tant fasciné des générations de philosophes, mais qui est *si* parfaite qu'on aurait dû se méfier.

Ces deux processus de dédoublement et d'inversion se passent habituellement si rapidement qu'il est difficile de les prendre en flagrant délit. Leurs effets sont ensuite consolidés par une ré-écriture de l'histoire. Maintenant, si l'on demande à un chercheur d'expliquer pourquoi l'on dit que "X a observé un pulsar optique", c'est parce que le pulsar *existe réellement*, et X l'a tout simplement (!) vu tel qu'il est. Parallèlement, toutes les modalités qui qualifiaient l'hypothèse disparaissent pour laisser l'énoncé d'un fait : "il existe des pulsars optiques". La réalité de ce fait se situe en dehors de l'espace et du temps, si bien

¹¹ On voit se rejouer ici, en microcosme, la même dynamique que celle qui préside au sort des paradigmes: ceux-ci "meurent" moins souvent par réfutation (quoi que ne dise Popper) que par désintérêt.

que toute sa dimension historique et sociologique - les conditions locales de sa première formulation sous forme d'hypothèse, les années de travail, les personnalités des chercheurs et techniciens qui y ont participé, les fausses pistes d'interprétations alternatives, les controverses, même le lieu et le moment précis de sa transformation finale en *fait* - tout cela n'a plus aucune importance. La vérité a toujours été ce qu'elle est, l'objet réel a toujours existé, attendant patiemment que des chercheurs le découvrent et le mettent en évidence. La puissance d'une ré-écriture de l'histoire aussi systématique est énorme, et il est presque impossible d'y résister. On se sent comme Winston Smith dans le roman *1984*, "corrigeant" l'unique exemplaire du journal *The Times* et réduit à marmonner subrepticement : "la seule preuve est dans mon propre esprit". Et pourtant.....

En fait, ce genre de récit - pudiquement qualifié de "reconstruction rationnelle" et qui donne lieu à l'impression objectiviste - ne résiste pas à un regard critique, et ce pour deux raisons. D'abord, "l'objet" prend sa consistance seulement *après* les processus de dédoublement et d'inversion, et donc (à moins d'abandonner l'idée selon laquelle les causes précèdent leurs effets) ne peut en être la cause. Deuxièmement, et plus profondément encore, l'histoire des sciences disqualifie sans appel ce genre de récit, car la transformation entre l'hypothèse et le fait est *reversible* - ce qui est rigoureusement inexplicable dans le cadre du paradigme objectiviste. Ce point est si important qu'il mérite développement et illustration.

En effet, il est bien connu que les "objets scientifiques" connaissent de remarquables fluctuations sur des périodes relativement courtes. Aux frontières de la recherche, Latour et Woolgar ont remarqué que la construction et déconstruction d'un "objet réel" est un évènement quotidien :

"Mardi un pic était considéré comme le signe d'une substance réelle. Mais le mercredi on estimait que le pic provenait d'un physiographe peu fiable. Jeudi, l'utilisation d'un autre extrait donnait lieu à un autre pic qu'on prenait pour "le même". A ce point, l'existence d'un nouvel *objet* était en train de se solidifier, seulement pour être redissoute le jour suivant".

Même des faits scientifiques majeurs ne sont pas à l'abri d'une éventuelle déconstruction. Latour et Woolgar citent l'exemple de *TRF*, une hormone du cerveau. En 1969, quand Guillemin et Schally lui ont attribué une structure moléculaire définitive, TRF est devenu un objet "réel". Mais Latour, avec beaucoup de perspicacité, nous rappelle :

"Il se peut qu'en fin de compte TRF se révélera un artéfact. Par exemple, il n'y a aucun argument qui soit généralement accepté comme preuve que le TRF existe dans le corps sous la forme Pyro-Glu-His-Pro-NH₂ en quantité "physiologiquement significative".....

Jusqu'à présent, les résultats négatifs à cet égard ont été attribués au manque de sensibilité des dosages utilisés plutôt qu'à la possibilité que le TRF soit un artéfact. Mais quelque petite altération de contexte pourrait encore favoriser la sélection d'une interprétation alternative et la réalisation de cette dernière possibilité".

Cette réversibilité du statut des théories scientifiques est tout aussi manifeste sur des échelles de temps plus longues : l'histoire des sciences abonde d'exemples de théories

longtemps considérées comme vraies mais qui se sont ultérieurement avérées être fausses ; et inversement, des théories considérées jadis comme fausses qui sont aujourd'hui tenues pour vraies. Ainsi, à l'époque des alchimistes, on pensait que les métaux contenaient une substance, le phlogistique, qu'ils perdaient quand ils brûlaient et se déintégraient en poudre. Cette théorie fut très largement acceptée jusqu'au début de la chimie moderne, où l'on démontra que ce qu'on appelle aujourd'hui les oxydes métalliques pèsent plus lourd que le métal dont ils proviennent. Par conséquent, le soi-disant "phlogistique" aurait un poids négatif. Pour des raisons autant sinon plus politiques et sociales que cognitives (Berman 1981) cet argument fut considéré comme décisif ; et aujourd'hui personne ne pense que le phlogistique existe. Inversement, une théorie existe actuellement selon laquelle les continents formaient autrefois un seul bloc ; ce bloc s'est scindé en plusieurs morceaux qui se sont ensuite progressivement éloignés, d'où les formes des continents actuels. Cette théorie était déjà proposée au début du 20ème siècle ; en effet, l'idée est à la portée de tout écolier qui regarde une carte du monde et observe que la "bosse" sur la côte Nord-Ouest de l'Afrique s'emboîte dans le creux de la mer des Caraïbes sur la Côte Est du continent américain. Or, pendant un demi-siècle, cette idée fut tournée en dérision par les géologues professionnels qui la considéraient comme naïve et tirée par les cheveux..... jusqu'au moment où, en l'espace de quelques années seulement, cette même idée fut rapidement acceptée par tout le monde. Aujourd'hui, elle est très solidement établie et authentifiée par l'appellation "dérive des continents".

Encore plus révélateur : la métamorphose du "vrai" en "faux", ou vice versa, n'est pas toujours définitive. Un exemple majeur, qui provient de l'histoire de la physique, est fourni par les différentes théories concernant la nature de la lumière. Dès le début de la science moderne, à l'époque de Newton, deux grandes théories rivales se sont confrontées. Selon l'une de ces théories, la lumière se propage sous forme d'ondes ; selon l'autre, les rayons de lumière se composent d'un flux de particules minuscules. A différents moments de l'histoire de la physique, chacune de ces théories a semblé l'emporter. Au début du 19ème siècle, une lutte menée sur un plan politique aussi bien qu'intellectuel assura une victoire totale, rapide et apparemment finale de la théorie ondulatoire (Frankel, 1985). Toutefois, au début du 20ème siècle, Einstein, iconoclaste ici comme ailleurs, en étudiant l'effet photo-électrique, mettait en évidence des phénomènes qui ne pouvaient s'expliquer que par l'hypothèse selon laquelle les rayons de lumière sont composés d'unités élémentaires, les "photons". La théorie corpusculaire était ressuscitée. Aujourd'hui, les physiciens ont dû s'habituer à l'idée que chacune de ces théories, apparemment contradictoires, est néanmoins "vraie"¹².

Or, cette *reversibilité* du statut des théories pose un problème insoluble pour l'interprétation objectiviste selon laquelle les théories et objets scientifiques sont ni plus ni moins que les reflets d'une réalité indépendante. En effet, si tel était le cas, il ne pouvait y avoir de changement dans le statut des théories que si le "réel lui-même" changeait d'abord pour en être la cause. Nous sommes ici à un noeud crucial dans l'opposition thématique entre

¹² La dualité « onde-particule » est au cœur des problèmes de l'interprétation de la mécanique quantique, dont nous parlera Michel Bitbol.

objectivisme et constructivisme ; ainsi vaut-il la peine de prendre le temps de dramatiser la confrontation. Pour ce faire, je me baserai un scénario imaginé par Latour (1980) que je me suis permis de condenser sur certains aspects et de broder sur d'autres. Ce scénario met en scène un paléontologue et un sociologue de la connaissance. Le sociologue réalise une enquête sur les questions qui nous intéressent, à savoir les conditions d'un changement dans les théories scientifiques acceptées comme vraies ; et à cette fin il se renseigne auprès d'un "informateur", à l'instar des ethnologues qui enquêtent sur des tribus "primitifs" en mettant rigoureusement entre parenthèses leurs propres jugements et en se contentant de susciter une explicitation du système d'intelligibilité propre à la communauté étudiée. Dans le cas présent, il s'agit d'une communauté scientifique, plus précisément celle des paléontologues.

Au début de l'histoire, dans les années 1920, il existait une théorie scientifique selon laquelle les dinosaures, qui vivaient il y a 100 millions d'années, étaient des animaux lents et stupides (ce qui explique en grande partie leur disparition aux alentours de 70 millions d'années) ; ils avaient des cerveaux minuscules, ils rampaient sur le sol et leur sang était froid. Le sociologue demande à son informateur paléontologue pourquoi sa communauté tient cette théorie pour acquise. Le paléontologue lui répond : "Quelle drôle de question! Voyons, ne cherchons pas midi à quatorze heures, c'est tout simplement parcequ'il y avait *vraiment* des dinosaures il y a 100 millions d'années, ils étaient *vraiment* lents et stupides etc, et notre théorie est simplement le reflet de cette réalité". Le sociologue en prend note, et rédige un premier rapport pour la Fondation X qui lui a attribué sa bourse d'études : "Les théories scientifiques reflètent la réalité" ; sur quoi, il part pour une semaine de vacances bien méritées. Fin de l'acte I.

A son retour de vacances, le sociologue trouve son ami informateur dans un état d'ébullition considérable. "Ah! Quel dommage que tu as raté ce colloque auquel je viens d'assister, cela t'aurais drôlement intéressé. On y a montré de nouvelles empreintes fossilisées, et il paraît que les grands dinosaures ne rampaient pas en trainant leurs corps par terre, ils étaient debout sur leurs jambes. D'ailleurs, les anatomistes ont réanalysé les données sur les squelettes, et il semble que c'est parfaitement possible. Et puis on a fait de nouveaux calculs sur la température du corps résultant du métabolisme, et il paraît que sans avoir une véritablement thermo-régulation active, la masse du corps était telle que par simple inertie thermique, la température devait être assez constante aux alentours de 37°C. Et puis on a refait les calculs portant sur le rapport entre la taille du cerveau et le poids du corps, et il paraît que les cerveaux des dinosaures n'étaient pas si petit que ça, ils étaient sans doute assez malins". Le sociologue est complètement stupéfait. "*QUOI! ???* En effet, comment est-ce que j'ai pu rater ça? Je m'en voudrais toute ma vie, je donnerai mon bras droit pour avoir y été!" Le paléontologue est enthousiaste, mais il lui semble que la déception de son ami sociologue est néanmoins excessive. "Ecoutes, calmes-toi. Tu sais, ce n'était qu'un colloque, il y en aura d'autres". "Mais si, mais si! Voici ce qui a dû se passer. Vous étiez là, confortablement assis dans vos sièges, et puis tout d'un coup "Boum-pata-boum!" - voilà que le mur du fond s'écroule, et que surgit dans votre salle un vrai dinosaure. Et ce n'est pas tout. En entrant, le

dinosaur était lent, stupide, trainant par terre etc; et voilà que, *sous vos yeux*, son sang s'est mis à chauffer, qu'il s'est dressé sur ses pattes, et que son cerveau s'est gonflé de sorte qu'il est devenu nettement plus malin. D'ailleurs, il devait être bien intelligent pour avoir inventé cette machine à remonter le temps qui lui a permis d'entrer dans votre salle, et qu'il a enfourché après pour retourner à sa place il y a 100 million d'années". C'est au tour du paléontologue d'être interloqué. "Mais *qu'est-ce* que tu racontes là? Mais non, il n'y a pas eu de dinosaur dans la salle". "Mais si, mais si! C'est toi-même qui m'a expliqué que votre ancienne théorie était le reflet de la réalité, et que vous y croyiez *parceque* c'était un reflet de la réalité. Par conséquent, la seule manière que votre théorie a *pu* changer, c'est que la réalité elle-même a changé. Le reste n'est que pure inférence logique - c'est simple, mon cher Watson!" "Mais non, mais non, tu ne comprends rien. Je ne me rappelle plus très bien ce que j'ai pu te raconter avant, mais tu sais, cette ancienne théorie n'était jamais qu'une hypothèse. Il est vrai que jusqu'à la semaine dernière, cette vieille théorie n'était réfutée par aucune des observations dont on disposait à cette époque, observations qui d'ailleurs restent parfaitement valables ; mais tu sais, il y a ce philosophe Popper qui explique que les théories scientifiques ne sont jamais positivement prouvées, tout au plus échappent-elles *provisoirement* à la réfutation." Le sociologue réfléchit un long moment ; enfin, il rompt le silence qui devient pesant. "Ah bon! D'une certaine manière, je suis bien aise de te l'entendre dire que les théories scientifiques ne sont jamais que des hypothèses. Je vois bien maintenant que les théories peuvent changer sans que la réalité elle-même ne change, et je suis soulagé de ne pas avoir raté le dinosaur. Mais tu sais, il va falloir que je refasse mon rapport à la Fondation X, car ce n'est pas ce que j'avais compris avant. Pour tirer ça au clair, dis-moi une chose : cette nouvelle théorie, est-elle un reflet de la réalité ou n'est-elle qu'un simple hypothèse?" C'est maintenant au tour du paléontologue de rester silencieux un long moment. Enfin, visiblement gêné, il répond : "Eh bien, si tu insiste, je dirais que *pour le moment* ce n'est qu'une hypothèse. Après tout, c'est tout frais, et il se peut que des collègues enquiquineurs trouveront quelque faille dans ces nouvelles données et ces nouveaux calculs".

Les années passent, notre sociologue prend de la bouteille, et comme il se doit il accède au rang de Professeur. Il lance alors un jeune thésard sur le champ de la paléontologie des dinosaurs, en lui remettant son deuxième rapport d'il y a quinze ans. Le thésard fait son enquête, et revient voir son directeur de thèse. Il est manifestement gêné. "Vous savez, Monsieur le Professeur, avec tout le respect que je vous dois, il semble que votre rapport ne correspond pas à ce que racontent les paléontologues maintenant. Cette théorie selon laquelle les dinosaurs avaient le sang chaud, qu'ils marchaient debout sur leurs pattes, qu'ils étaient assez malins, etc., s'est bien stabilisée, et les paléontologues m'ont dit qu'ils *savent* maintenant qu'elle est vraie et qu'elle reflète bien la réalité d'il y a 100 millions d'années. D'ailleurs, l'intelligence des dinosaurs est bien confirmée : s'ils sont disparus, ce n'était pas parcequ'ils étaient bêtes, mais parcequ'il y a eu un énorme comète qui s'est écrasé sur la Terre et qui a provoqué un terrible "hiver" de plusieurs années auquel ils n'ont pu résister". Le vieux professeur n'est point fâché que son brillant étudiant ose le contredire, tout au contraire ; mais

en même temps, il ne peut oublier l'émoi de sa propre jeunesse concernant "le dinosaure dans la salle". Comment faire la synthèse de tout cela? Il décide de mettre *définitivement* entre parenthèses la question ontologique concernant la réalité ultime des choses. On peut alors faire le constant suivant concernant la forme particulière de la cognition qui se constitue dans les communautés scientifiques. Les scientifiques considèrent tantôt que leurs théories sont le reflet d'une réalité indépendante, tantôt qu'elles ne sont que des hypothèses ou des interprétations dont ils assument le fait d'être les auteurs. Le premier cas de figure correspond à une situation où la théorie en question est restée stable pendant une certaine période (de l'ordre d'une dizaine d'années - c'est-à-dire une portion substantielle d'une vie de chercheur). Le deuxième cas de figure correspond à une situation où la théorie en question est labile et objet de controverses. L'alternance entre ces deux cas de figure relève de la contingence historique. La rigueur scientifique (en sciences humaines et sociales) interdit d'expliquer ce genre d'alternance en disant que les périodes de stabilité se produiraient "parce que" la théorie reflète "réellement" la réalité ; car cela reviendrait non seulement à revenir sur la mise entre parenthèses de la question ontologique, mais encore plus directement à méprendre des effets pour des causes, et à se donner ce qu'il convient d'expliquer.

Pour conclure simplement, et sans ambiguïté : les objets scientifiques sont le résultat, et non la cause ontologique, d'un processus de construction.