

MYTHES ET REALITES DU MODELE EPISTEMIQUE

Renato Di Ruzza

Cet article a pour simple objectif de mettre à la disposition des lecteurs de la revue *Ergologia* un certain nombre d'éléments essentiels qui caractérisent le travail des scientifiques¹. Il repose sur la comparaison opérée par Yves Schwartz entre « discipline ergologique » et « discipline épistémique » [24], ainsi que sur la distinction entre les champs d'objets sur lesquels portent les connaissances scientifiques.

Si un « champ » est un ensemble relativement homogène d'objets, on peut repérer trois grands champs : le champ 1 des objets inertes ; le champ 2 des objets vivants non humains, qui se divise lui-même en deux sous-champs, celui du vivant végétal et celui du vivant animal ; le champ 3 des objets-sujets vivants humains, qui est celui de l'activité.

¹ Il reprend, résume et complète une série de publications, notamment Di Ruzza [4], [5], [6], [7].

Les objets appartenant aux champs 1 et 2 sont préalables, indépendants et extérieurs vis-à-vis des concepts et des théories qui construisent leur compréhensibilité ; ils constituent des « objets de science » au sens strict. Les objets du champ 3, dans la mesure où ils se spécifient par l'activité humaine, sont des « creusets de débats de normes », pour reprendre les termes de Schwartz, et ne sauraient être considérés comme extérieurs, indépendants et préalables vis-à-vis des concepts et des théories qui construisent leur compréhensibilité ; ils constituent des « objets-sujets de science ».

Alors que le dispositif ergologique est l'ensemble des méthodes permettant de produire des connaissances sur des objets-sujets, le modèle épistémique est l'ensemble des méthodes permettant de produire des connaissances sur des objets.

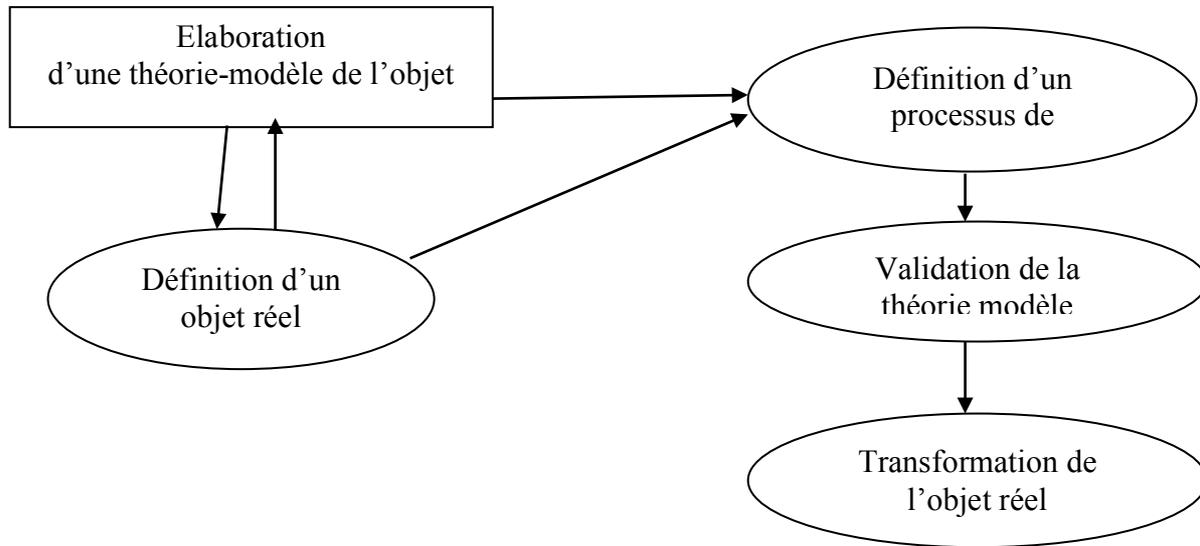
Dans la mesure où tendanciellement le modèle épistémique et le dispositif ergologique diffèrent sinon s'opposent, il semble utile de rappeler les traits principaux de celui-là, ce qui facilitera en contrepoint la compréhension de celui-ci. Cela sera fait en distinguant le modèle épistémique lui-même, qui sert en quelque sorte de prescrit aux scientifiques, et l'activité épistémique, qui montre quelques renormalisations repérées par la tradition épistémologique.

1. Le modèle épistémique

L'ensemble des méthodes permettant de produire des connaissances sur des objets est un « modèle » car il repose fondamentalement sur l'élaboration de théories « modèles de l'objet » : ce sont elles qui

en définitive représentent la systématique (postulée) de la réalité à connaître préalablement et indépendamment d'elle ; ces théories sont construites « en désadérence »², et elles ne sont validées qu'au moment où un couplage entre elles et leur objet peut intervenir. Le schéma suivant permet de visualiser le modèle épistémique.

² En première approximation, j'appelle « savoir en désadérence » tout savoir qui construit la compréhensibilité d'un objet de manière abstraite, générale, universelle et anhistorique.

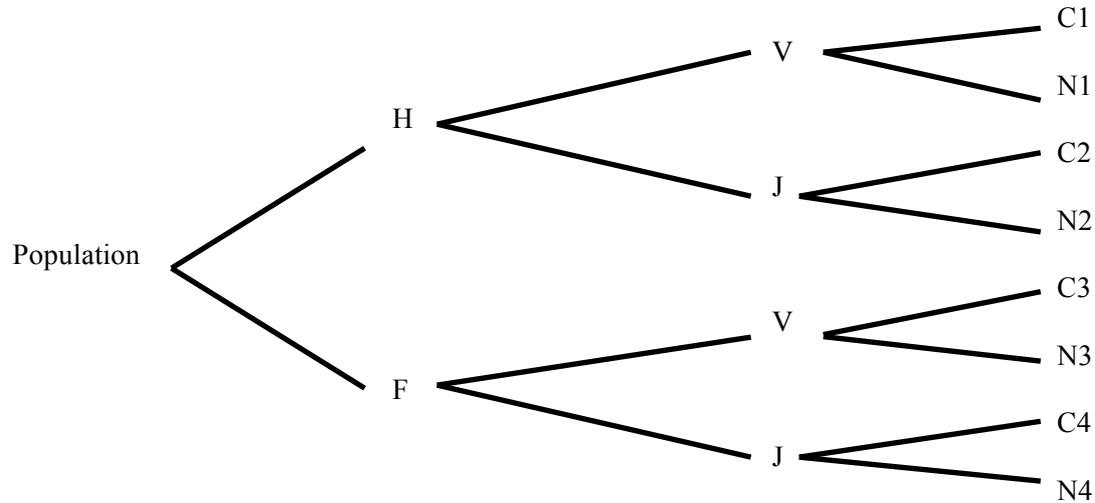


Deux étapes doivent être commentées.

1.1. La théorie-modèle

La théorie est le cœur du modèle épistémique. Elle doit respecter les règles de la cohérence logique et prendre ainsi la forme mathématique autant que possible, et les concepts qu'elle organise doivent être pertinents quelle que soit la situation concrète à laquelle ils s'appliquent. Un exemple permet de saisir la portée de ces exigences.

Il existe un théorème mathématique, connu sous le vocable « les inégalités de Bell », qui énonce la vérité logique suivante : dans une population quelconque d'individus, le nombre de femmes âgées de moins de 40 ans est inférieur ou égal au nombre de femmes chômeuses augmenté du nombre des individus âgés de moins de 40 ans et non-chômeurs. La démonstration de ce théorème est très simple. Si les découpages de la population sont symbolisés par les lettres suivantes : H et F (hommes et femmes), V et J (plus et moins de 40 ans), C et N (chômeurs et non-chômeurs), un graphe peut être tracé.



Il s'agit donc de comparer le nombre de femmes âgées de moins de 40 ans, c'est-à-dire $C4 + N4$, au nombre de femmes chômeuses $C3 + C4$ augmenté du nombre d'individus de moins de 40 ans et non chômeurs $N2 + N4$. Il est évident que $C4 + N4 \leq C3 + C4 + N2 + N4$

Il se trouve qu'en physique quantique, dès que les individus de la population concernée sont remplacés par des particules, cette inégalité, qui exprime une vérité logique évidente, n'est plus respectée (ce sont les expériences d'Alain Aspect qui ont montré cela [21]. Il faut, pour que ce non-respect soit « explicable », imaginer des entités physiques (les particules, les électrons, etc.) qui défient tout entendement. Ainsi, la même particule peut passer par deux trous en même temps ; une particule mise dans une boîte vide n'occupe pas un point de l'espace de cette boîte, mais la totalité de l'espace disponible, et elle peut cependant être repérée par une sonde en un endroit précis selon certaines probabilités ; deux particules qui ont été en contact se comportent, quelle que soit la distance qui les sépare, comme une seule et même entité, etc.

La théorie physique n'a que faire de ces « bizarreries » qui caractérisent l'objet réel qu'elle a à théoriser. Elle a préféré fournir un modèle mathématique, fondé sur les notions de fonctions d'ondes et de réductions du paquet d'ondes, qui est d'une très grande rigueur logique, mais qui renonce à donner une interprétation de la nature du réel microscopique (ce qu'Einstein d'ailleurs n'a jamais voulu admettre dans ses polémiques avec l'Ecole de Copenhague).

Nous avons là un exemple scientifique qui montre comment, dans les disciplines épistémiques, le point de vue de la logique l'emporte tendanciellement sur toutes les autres considérations. C'est lui qui dicte le mode de couplage que la théorie entretient avec la réalité qu'elle est censée théoriser : la mise en forme de la réalité qui se réalise au cours des expérimentations trouve sa compréhension dans le cadre de théories parfaitement construites. Cette conception est clairement décrite par Heisenberg [10] : « *Les formules mathématiques ne représentent plus la nature, mais la connaissance que nous en*

possédons ; c'est dire que nous avons renoncé à la description de la nature, pratiquée depuis des centaines, et qui, il y a quelques dizaines d'années, aurait encore été considérée comme le but normal de toute science ».

Dans ce monde épistémique, les scientifiques parlent aux scientifiques, en neutralisant au maximum l'histoire. André Régner, dans *La crise du langage scientifique* [22] insiste beaucoup sur ce point : *« Un trait important du savoir scientifique est de tendre à se rendre capable de se transmettre par le seul langage, de s'exprimer entièrement par un discours hors situation, c'est-à-dire tel que nulle référence à un savoir autre, à une connivence préalable des interlocuteurs, ne soit nécessaire à la communication qu'il instaure ».*

C'est pourquoi ce langage scientifique utilise des concepts d'une très grande précision dont la signification est inaccessible à la plupart des protagonistes des activités humaines (qu'on réfléchisse à la définition suivante : *« on appelle "temps cosmique" celui des observateurs pour lesquels le fond du ciel est uniformément rouge »*, ou encore à la suivante : *« la seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de Césium 133 »*).

Dès que ce cercle de scientifiques est franchi, on aboutit dans le meilleur des cas à de la « vulgarisation », c'est-à-dire qu'on traduit le langage scientifique en langage « vulgaire », avec tout ce que ce terme comporte d'ambiguïtés et avec tout ce que cette traduction suppose d'approximations

et d'appauvrissements. Dans le pire des cas, on aboutit à du délire pur et simple, prenant au mot des concepts incompréhensibles (tout le monde a entendu parler des « anti-mondes » constitués d'anti-matières ou des pouvoirs de séduction des « particules charmes » !).

1.2. Le processus de couplage : l'exemple de l'expérimentation

En première approximation, l'expérimentation est une chose simple et bien connue. Georges Bénézé, dont l'ouvrage reste à la base de ce qui est enseigné dans les classes de philosophie [3], définit le cycle élémentaire de la méthode expérimentale de la façon suivante.

Tout commence par une observation relativement initiale, qui donne naissance à une conjecture, transformée par l'induction en une hypothèse (loi supposée universelle). Puis, par déduction, un cas singulier est prévu ; l'expérience ou l'expérimentation doit confirmer ou infirmer la prévision. Bénézé insiste ensuite sur la terminologie. Le processus qui vient d'être décrit est un cycle, car il est irréversible (l'ordre des opérations n'est pas indifférent), même si certaines opérations peuvent être simultanées (conjecture et hypothèse par exemple). C'est un cycle qui par ailleurs est élémentaire parce que l'ensemble des mouvements, des étapes, et des opérations du processus constitue un tout non sécable, une unité méthodologique qui « vaut pour toutes les sciences ». La répétition du cycle élémentaire de la méthode expérimentale suscite un « va et vient » permanent entre « la théorie et les faits ».

Cette présentation simple appelle naturellement quelques commentaires.

1) L'observation relativement initiale est probablement le point le plus flou du cycle de Bénézé ; il dit lui-même que bien souvent, elle n'est ni une observation, ni une observation nouvelle, et c'est pourquoi l'adverbe « relativement » corrige l'impression première de la terminologie. En fait, alors qu'elle constitue le point de départ du processus expérimental, l'observation initiale est une étape « mythique », qui n'est posée que pour « justifier » en quelque sorte le postulat réaliste et l'ancrage sur un objet de la pratique scientifique : la réalité-objet est là, visible, il suffit de regarder. Certes, Newton a « vu » la pomme tomber ; mais qu'ont vu exactement Einstein et Planck ?

2) Le moment de la conjecture est le moment moteur du cycle élémentaire de Bénézé, car il est le moment de l'« intuition divinatrice » sans lequel rien n'est possible. Newton a vu tomber la pomme, il a eu un déclic (bon sang, mais c'est bien sûr !) qui lui a permis de conjecturer que la cause de la chute est l'attraction de la pomme par la Terre. Ainsi, le rôle du savant, en tant qu'individu, est fondamental dans cette opération, et partant dans tout le cycle de la méthode expérimentale. Tout le monde, depuis Adam et Eve au Paradis terrestre, a vu la pomme tomber ; seul un génie comme Newton a pu faire la conjecture en question. Que se serait-il passé, dans l'histoire des Sciences, si Newton n'avait pas existé ?

La réponse de Bénézé à cette interrogation est significative de la gêne qu'il éprouve : il se contente de reprendre la réponse — pourtant pleine de bon sens — de Newton à la question qui lui était posée de savoir comment il avait fait sa découverte : « *En y pensant toujours ...* » disait-il. Et au lieu de voir

dans cette réponse une forme de remise en cause de son « cycle élémentaire », Bénézé s'en tire par une pirouette en concluant que « *le savant est un poète* » !

3) L'induction est le mouvement spontané de l'esprit qui fait passer du singulier à l'universel : Pierre, Paul, Jacques sont morts ; ils étaient des hommes ; en retenant d'eux ce caractère, l'induction conduit à faire l'hypothèse que tous les hommes sont mortels.

4) Bénézé appelle hypothèse la loi tant que la formule phénoménale n'est pas encore considérée comme vérifiée par l'expérience. Par conséquent, l'hypothèse ne devient loi que par confirmation expérimentale. Cette hypothèse peut être vraie ou fautive : vraie si elle coïncide avec le réel, fautive dans le cas contraire. Il faut souligner un aspect important de cette étape du processus. Une loi n'est vraie que pour le passé ; le futur oppose toujours une incertitude fondamentale à tous les succès expérimentaux. Autrement dit, aucun savant astronome ne saurait parier à coup sûr sur le fait de savoir si le soleil se lèvera à l'Est demain matin...

5) La dernière opération du cycle élémentaire avant l'expérimentation proprement dite est la déduction d'un cas particulier (ou singulier) à partir de l'hypothèse. Par exemple, l'hypothèse dit que $E=mc^2$; le cas particulier est celui pour lequel $m=4$; la prévision s'en déduit pour E : $E=mc^2=4 \times 300\ 000\ \text{Km/s}$. C'est l'expérience qui dira si cette prévision est vraie ou fautive, et donc si l'hypothèse vaut loi.

6) Enfin, l'expérimentation est naturellement l'étape cruciale du cycle élémentaire puisque c'est elle qui rend effectif le couplage de la théorie et de la réalité. Il faut examiner attentivement ce que Bénézé dit

de cette étape. « Elle dépend de l'activité du savant, du praticien, de son habileté et souvent de son ingéniosité. Il ne s'agit plus ici de trouver du nouveau, comme dans l'observation initiale, mais il faut néanmoins tenir compte des conditions contemporaines, s'y adapter, les adapter au but visé ». Il se peut « qu'au lieu d'une expérience active, qui suppose la maîtrise des phénomènes, on constate aussi une attente par suite de l'impossibilité d'agir sur le canton de la nature qui est en jeu. Quand l'astronome a prévu son éclipse, dont l'apparition lui servira à prouver ses formules (...) il ne lui reste plus qu'à attendre (...). Tout ce qu'on tenterait pour abrégé l'attente irait contre le but même que l'on recherche ». L'observation finale « doit se faire au moment prévu, car elle fait partie de l'expérimentation qu'elle termine ». Enfin, un vrai savant recommence toujours l'expérience.

Au total, ces diverses précisions, et les commentaires qu'en propose Bénézé, offrent une image de l'expérimentation relativement pauvre, mais qui constitue le socle du modèle épistémique. Il doit être enrichi dans deux directions : l'une découle des thèses du positivisme logique, l'autre des thèses de Karl Popper.

1.3. Le positivisme logique

Le positivisme logique, fondé par le Cercle de Vienne dans les années 1920, est un système philosophique qui s'attache à épurer le langage scientifique³. Une première ligne de démarcation doit être tracée entre les énoncés mal formés et ceux correctement construits : « les tasses rougent dans » est une phrase mal formée, car le verbe « rouger » n'existe pas et la préposition « dans » n'introduit aucun complément ; par contre « les tasses rouges sont dans l'évier » est une phrase correctement construite.

Parmi les phrases bien construites, une deuxième ligne de démarcation peut être tracée entre celles qui ont un sens et celles qui sont dépourvues de sens : « les carrés parfaits sont vénéneux » est une phrase bien construite mais qui n'a pas de sens car l'attribut « vénéneux » doit s'appliquer à un végétal, et non à un être mathématique. De la même manière, une phrase comme « tous les malheurs ont pour cause la colère de Jupiter » est dépourvue de sens car il n'y a aucun moyen d'en établir la vérité ou la fausseté. Par contre, « Napoléon est né à Sainte Hélène » a un sens, même si elle est fausse. Etablir la vérité ou la fausseté des énoncés sensés est le second point de la démarche du positivisme logique.

³ On peut consulter sur le positivisme logique des ouvrages faciles comme Vax [26] ou Kolakowski [12] ; ce paragraphe s'en inspire largement.

Une troisième ligne de démarcation doit être tracée entre les énoncés logiques et les énoncés empiriques : « $2+2=4$ » est un énoncé logique car sa vérité découle des règles de la logique mathématique, tout comme d'ailleurs « $2+2=5$ » dont la fausseté découle des mêmes règles ; au contraire « il y a un chat derrière la porte » est un énoncé empirique, car il suffit d'ouvrir la porte pour vérifier si le chat est là ou n'est pas là. Tout le problème du positivisme logique est d'établir des critères d'acceptabilité des énoncés empiriques : comment doivent être formulés les énoncés empiriques ? (notons au passage qu'il ne s'agit aucunement de se questionner sur la validité des observations empiriques elles-mêmes, qui est du ressort des scientifiques et non des philosophes). La réponse à cette question est simple : pour qu'une proposition soit empiriquement signifiante, il faut et il suffit qu'elle puisse être mise en correspondance avec une réalité observable. La vérité ou la fausseté de cette proposition sera alors établie par les scientifiques selon les règles de l'expérimentation en vigueur dans leur discipline.

1.4. La réfutabilité poppérienne

Popper est certainement le plus célèbre des épistémologues contemporains. Il a construit un système méthodologique alliant épistémologie et histoire des sciences, si puissant et si fascinant qu'il imprègne la conscience des savants lorsqu'ils réfléchissent sur leur propre pratique. Jérôme Monod disait que seul Popper décrivait bien les méthodes et les problèmes que lui-même rencontrait dans sa pratique scientifique [17]. Tous les domaines de la pratique scientifique laissent transparaître la prégnance des thèses poppériennes qui donnent à l'expérimentation une place et un rôle particuliers.

Au fond, le problème de Popper est simple. Il l'énonce lui-même de manière faussement naïve dans l'avant-propos de *Conjonctures et Réfutations* [20]. Cet ouvrage rassemble des textes qui sont des variations sur le thème « *nos erreurs peuvent être instructives* » ou encore « *l'ensemble de la connaissance ne progresse que par la rectification des erreurs* ».

En fait, il cherche à « tracer une ligne de démarcation » entre la science et la non-science. Il pose volontairement le problème en ces termes pour quitter le terrain du positivisme logique qui voulait tracer une ligne de démarcation entre science et métaphysique en considérant d'une part la signification logique des énoncés théoriques, et d'autre part la vérificabilité empirique de ces énoncés par l'expérience ou l'expérimentation.

Pour Popper, la vérification expérimentale ne prouve rien, et ne prouve rien, notamment sur la vérité des théories. À supposer qu'il existe une conception claire de la notion de vérité scientifique, il ne saurait exister de critère de vérité. Ainsi, même si une théorie était « vraie », personne ne pourrait le savoir puisque les conséquences d'une théorie sont infinies et qu'il est impossible de les contrôler toutes ; autrement dit, l'expérimentation comme critère de vérité des théories est inapte à remplir son rôle, car d'autres expériences, en nombre infini, sont a priori possibles, qui pourront infirmer les théories.

En revanche, la mise en évidence de la fausseté d'une théorie est plus aisée : il suffit d'exhiber un seul fait qui la contredise, C'est le fameux critère de la réfutabilité sur lequel Popper a bâti sa gloire. Par conséquent, si rien ne prouve jamais rien sur la vérité d'une théorie, il faut abandonner cette question

de la vérité, pour se consacrer à celle de la scientificité des théories, dont le critère sera celui de la réfutabilité puisque la connaissance est par définition faillible. S'il est dérisoire de prétendre vérifier quoi que ce soit par l'expérience, il est toujours possible de faire appel à l'expérimentation pour éliminer les théories non-scientifiques.

Popper énonce très simplement sa thèse essentielle dans *La Logique de la découverte scientifique* [19] : « (...) je n'exigerai pas d'un système scientifique qu'il puisse être choisi une fois pour toutes, dans une acception positive, mais j'exigerai que sa forme logique soit telle qu'il puisse être distingué, au moyen de tests empiriques, dans une acception négative : un système faisant partie de la science empirique doit pouvoir être réfuté par l'expérience ».

Ainsi, l'innovation poppérienne attribue à l'expérimentation un statut particulier : nulle proposition théorique ne peut être vérifiée positivement par l'expérience ; la seule possibilité est de soumettre les théories à des tests expérimentaux destinés à prouver qu'elles sont fausses. Popper renvoie ainsi le « savant honnête » qui aura joué le jeu de la « testabilité » à des théorisations plus poussées, elles aussi promises au même sort. Cette thèse, qui rationalise de façon critique la place et le rôle de l'expérimentation, est connue sous le vocable de « rationalisme critique ».

Pour bien comprendre la démarche poppérienne, il faut s'arrêter un instant sur son point de départ historique, tel que Popper lui-même l'a exposé de nombreuses fois. L'origine du rationalisme critique est double : Einstein d'une part, Marx, Freud et Adler d'autre part.

Popper a été troublé par l'insistance avec laquelle Einstein répétait, à qui voulait l'entendre, qu'il n'hésiterait pas une seconde à rejeter la théorie de la relativité qu'il venait d'élaborer si une seule expérience la réfutait. Et Einstein disait cela à un moment où aucune expérience concernant sa théorie n'avait été effectuée. En réalité, pour Popper, Einstein était à la recherche d'expériences cruciales dont l'accord avec ses prédictions n'aurait en aucun cas établi la vérité de sa théorie, mais dont le désaccord en aurait montré la « fausseté ». Popper dit avoir tiré de cet exemple une leçon d'ordre général, car même dans cette situation d'expérimentation, la théorie de la relativité einsteinienne était largement prise en considération par la communauté scientifique. La leçon peut s'exprimer ainsi : toute théorie qui ne peut pas être rejetée par une critique expérimentale n'est pas digne d'intérêt scientifique, par contre toute théorie qui peut ainsi être réfutée peut très bien être fausse, mais elle est digne d'intérêt scientifique.

Toute autre au contraire était l'attitude de Marx, de Freud et de Adler ou de leurs successeurs. Leurs théories sont irréfutables, donc non scientifiques. Dans *Conjonctures et Réfutations* [20], Popper développe ce point : « *Ce fut pendant l'été 1919 que je commençais à me sentir de plus en plus insatisfait par ces trois théories, et je commençais à douter de leur prétention au statut scientifique (...)* » Pourquoi ? La réponse est quasi évidente : « *Ces théories semblaient capables d'expliquer pratiquement tout ce qui arrivait dans leur domaine de référence* », « *le monde était plein de vérifications de leur théorie* ». C'est un procédé typique des voyantes ou autres cartomanciennes de « *prédire si vaguement les choses que leurs prédictions ne peuvent guère manquer ; elles deviennent irréfutables* ». « *La théorie marxiste de l'histoire, en dépit de l'effort sérieux de certains de ses*

fondateurs, a finalement adopté cette pratique prédictive ; par ce stratagème, elle détruit sa prétention affichée au statut scientifique ».

Ainsi donc, dès l'origine, le rationalisme critique s'est constitué contre le marxisme, en même temps qu'il s'opposait au positivisme logique du Cercle de Vienne. Cette conjonction n'est pas surprenante : plusieurs membres du Cercle de Vienne, tels Carnap ou Neurath, avaient pour la théorie marxiste plus que des sympathies.

L'expérimentation occupe en résumé dans la pensée poppérienne une place tout à fait particulière : rôle de réfutation (falsification) et non de vérification. En première approximation, une théorie est toujours vérifiée dirait Popper, car elle précède toujours l'observation expérimentale. Non seulement c'est la théorie qui toujours formule les questions à poser à la réalité, mais c'est elle qui donne aussi les réponses. Et il ajoute dans *La logique de la découverte scientifique* : « *Des expériences peuvent motiver une décision et par là l'acceptation ou le rejet d'un énoncé, mais elles ne peuvent pas justifier un énoncé de base, pas plus que ne peuvent le faire des coups de poing sur la table* ». « *L'idée même que nous avons à justifier notre connaissance par des raisons positives (...) implique, selon moi, que nous avons à faire appel à quelque source dernière ou à quelque autorité suprême qui en garantirait la vérité* ». Or, ajoute-t-il plus loin en substance, l'idée l'une telle source est un mythe d'origine théologique, contraire au mouvement essentiellement critique de la science réelle⁴.

⁴ Sur ces points voir Dominique Lecourt [16].

2. L'activité épistémique

Evidemment, le modèle épistémique n'est qu'un modèle idéaltypisé : il exprime la logique d'ensemble de la pratique conduisant à la connaissance scientifique d'un objet. Mais on a maintes et maintes fois fait observer que dans leurs activités concrètes, les scientifiques renormalisaient le modèle dans plusieurs de ses étapes. De ce point de vue, l'activité épistémique est un objet-sujet, et ressortit du dispositif ergologique.

Il suffit de lire par exemple l'ouvrage publié sous les auspices de l'Académie des sciences *La philosophie des sciences aujourd'hui* [9], pour se rendre compte des débats et des prises de position que ce point de vue peut engendrer.

C'est René Thom qui engage la discussion, avec un texte intitulé « La méthode expérimentale : un mythe des épistémologues (et des savants ?) » dans lequel il défend l'idée que la méthode expérimentale est un oxymore qui ne peut pas exister dans la science réelle. Par contre il y a bien ce qu'il appelle une « pratique expérimentale », qui a des origines bien antérieures à la science, et qui découle de la volonté de l'espèce humaine à renormaliser son milieu. Et c'est Gilles-Gaston Granger qui conclut cette discussion dans un texte intitulé « Pour une épistémologie du travail scientifique » ; il part du principe selon lequel l'activité scientifique est un travail, travail défini comme « *la création d'une opposition entre une forme et un contenu au sein d'une expérience encore à maints égards*

amorphes, dans laquelle cette opposition se trouve suscitée ». Il en tire quelques conséquences sur la nécessité de revoir la conception même de l'épistémologie.

2.1. La mise en cause des thèses poppériennes

C'est au fond sur la base de la prise en compte de l'activité des scientifiques que de nombreuses critiques se sont élevées contre le rationalisme critique de Popper. Il n'est évidemment pas question d'en faire état autrement qu'en rappelant celles qui sont les plus connues et les plus percutantes. Paradoxalement, elles proviennent de trois épistémologues qui d'une manière ou d'une autre, de près ou de loin, ont été nourris dans le sérail poppérien : Thomas Kuhn, Imre Lakatos et Paul Feyerabend.

Pour Kuhn, la notion de réfutabilité de Popper n'est pas une notion adaptée à la façon dont les sciences se développent historiquement. Il considère que Popper a fabriqué et utilisé cette notion parce qu'il était obnubilé par ce que disait Einstein (pas forcément par ce qu'il faisait réellement), et par la « révolution » qu'a constituée la théorie de la relativité. Mais Popper n'avait pas le droit, selon Kuhn, de généraliser ce cas exceptionnel qu'était la « science d'Einstein », car elle apparaît à un moment historique particulier, marqué par la « crise de la physique ». Or, s'il est vrai que durant ce type de crise, un des critères permettant le remplacement d'une théorie par une autre peut être celui de la réfutabilité expérimentale, en période de « science normale », aucune expérience ne vient mettre en question ou ne vient réfuter la théorie qui est unanimement admise.

La catégorie avec laquelle Kuhn pensait ces périodes de « consensus théorique » est trop bien connue : c'est le « paradigme », rebaptisé depuis « matrice disciplinaire ». Cette catégorie reste fort imprécise. Kuhn l'a lui-même reconnu dans la post-face à la deuxième édition de son ouvrage *La Structure des révolutions scientifiques* [13] en disant qu'il y a au moins deux significations du paradigme qui coexistent. Une première renvoie à « *l'ensemble des croyances, des valeurs reconnues et des techniques qui sont communes aux membres d'un groupe donné* » ; une seconde renvoie en revanche à « *un élément isolé de cet ensemble : les solutions concrètes d'énigmes, qui, employées comme modèles ou exemples, peuvent remplacer les règles explicites en tant que bases de solutions pour les énigmes qui subsistent dans la science normale* ».

Cependant, cette catégorie, pour imprécise qu'elle soit, fonde une divergence fondamentale entre Kuhn et Popper, puisque pour le premier, ce qui caractérise le déroulement normal des sciences n'est pas le « criticisme » poppérien, mais au contraire un certain « dogmatisme » qui fait que les savants « s'accrochent » à leur paradigme tant qu'ils ne sont pas convaincus qu'un autre peut le remplacer avec profit.

Lakatos, qui fut le successeur de Popper à la London School of Economics, considère pour sa part que si l'utilisation du critère de réfutabilité (le falsificationisme) constitue un progrès considérable par rapport au justificationisme qui régnait jusqu'alors, son expression dans les thèses poppériennes est par trop naïve et doit être perfectionnée. Par ailleurs, il estime que la voie ouverte par Kuhn est sans issue, car elle transpose un problème épistémologique au domaine de la psycho-sociologie. Les savants en effet ne se laissent pas facilement convaincre qu'un changement de paradigme est

nécessaire, et leur résistance ressortit plutôt de la « dynamique de groupe » que de la rationalité scientifique. Ce qui conduit Lakatos à remarquer que « *si, dans la science, il n'y a d'autres moyens de juger une théorie que par le nombre, la foi et la puissance vocale de ses supporters, alors la vérité repose sur le pouvoir* » [14].

C'est sur la base de cette double critique que Lakatos propose sa « méthodologie des programmes de recherches », méthodologie qui s'appuie sur deux idées.

- 1) Aucune expérience seule ne peut conduire au rejet d'une théorie.
- 2) L'émergence d'une nouvelle théorie n'implique pas réfutation et révolution, mais un simple déplacement progressif des problèmes.

Chaque programme de recherche est en fait constitué de deux éléments : un « noyau dur », qui ne peut être réfuté par une quelconque procédure « *en raison d'une décision méthodologique de ses défenseurs* », et une « ceinture protectrice » formée par un « *ensemble partiellement articulé de suggestions ou d'indications sur la manière d'évaluer ou de développer les variantes réfutables du programme de recherche* ». La pertinence d'un tel programme de recherche s'évalue dans son rapport aux faits. Un programme sera dit progressif aussi longtemps que la théorie précède les faits ; il devient ensuite stationnaire lorsque les faits précèdent la théorie et que la théorie doit alors modifier certaines de ses hypothèses pour intégrer des faits qu'elle n'avait pas prévus initialement ; il dégénère pour disparaître enfin lorsque les faits n'ont plus de couplage possible avec la théorie et que cette dernière est remplacée par une autre, et un autre programme de recherche s'institue.

Pour Feyerabend enfin, les sciences se moquent de toutes les méthodologies [8]. Vouloir dire comment vivent les théories, et vouloir le dire logiquement, c'est-à-dire en croyant qu'elles vivent logiquement, n'est que du « paternalisme », et c'est surtout ne rien comprendre à la façon dont les scientifiques travaillent.

En effet, à chaque fois qu'une théorie dominante est remise en cause par quoi que ce soit, y compris par conséquent par la réfutation expérimentale, le seul résultat est qu'elle renforce sa domination. Son renversement et son remplacement par une autre théorie ne sont possibles qu'au moyen de la ruse, de la malhonnêteté, de la révolte illogique, etc. Car toute nouvelle théorie est menacée par l'ancienne de cent « évidences », et de mille « falsifications expérimentales » ; elle doit donc se déguiser et biaiser.

L'exemple de Galilée, que Feyerabend développe minutieusement durant une centaine de pages, est fantastique de ce point de vue. Galilée n'a pas triomphé parce qu'il avait raison, ni parce que sa théorie était vraie, ni parce qu'elle expliquait plus de faits, ni parce qu'elle était plus précise. Les thèses galiléennes sont même le contraire de cela : elles expliquaient moins de faits que la théorie précédente, et elles étaient contredites par mille évidences. Mais Galilée était un « merveilleux charlatan » : il truquait ses expériences, il faisait des démonstrations qui pour claires qu'elles étaient, n'en étaient pas moins fausses, il trouvait les mots d'esprit qui ridiculisaient et décontenançaient les adversaires. Au total, Galilée n'a triomphé que parce qu'il était un « prodigieux faussaire ».

Voilà pourquoi, pour Feyerabend et sa « Théorie anarchiste de la connaissance » (sous-titre de son ouvrage), une seule règle s'impose aux savants : tous les coups sont bons. Et il ne saurait en être

autrement, car les théories sont incommensurables entre elles : rien ne permet de comparer deux théories ; tout terme identique figurant dans deux théories différentes (et donc rivales) T1 et T2 n'a pas la même signification ; chaque théorie forme un monde clos, étranger à tout autre. Par conséquent, aucun énoncé de T1 ne pourra jamais contredire un énoncé T2 ; de plus, dans la mesure où la signification de ce qui est observé dans la réalité est toujours « contaminée » par des présupposés théoriques, non seulement aucun argument d'ordre logique ne peut trancher entre deux théories, mais l'évidence « empirique » expérimentale s'avère incapable de remplir cette fonction. C'est ailleurs qu'il faut trouver les moyens de choisir.

Comme on peut le pressentir à l'occasion de ces controverses, la signification de l'expérimentation comme processus de couplage entre les théories et leur objet n'est pas quelque chose de simple dès lors qu'on considère l'activité des scientifiques.

2.2. L'ambiguïté de l'expérimentation

La difficulté peut être approchée intuitivement par le rappel de quelques expériences célèbres. Elles permettent en effet de poser une question, sinon d'y répondre : que vérifie au juste l'expérimentation ?

2.2.1. Phlogistique et/ou oxygène ?

Avant que Lavoisier ait produit le concept d'oxygène et révolutionné la science chimique, il existait une théorie dite du phlogistique. Selon cette théorie, tout métal était composé de deux éléments : de

chaux et de phlogistique ; lors de la combustion du métal, ce dernier perdait le phlogistique, et seule la chaux restait. Or, au cours de ses expériences, Lavoisier montra que le produit restant après calcination était plus lourd que le métal d'origine, et il en donna l'interprétation scientifique suivante : au cours de la combustion, le métal a fixé une partie de l'air, l'oxygène.

Aujourd'hui, l'interprétation des expériences de Lavoisier paraît évidente : il y a augmentation du poids au cours de la combustion, donc le métal n'a pas perdu un prétendu phlogistique, et Lavoisier a évidemment raison ; autrement dit, c'est la théorie de l'oxygène qui est vraie, et la théorie du phlogistique qui est fausse. Mais au moment où Lavoisier réalise ses expériences, les débats se sont déroulés de façon beaucoup moins simple que cela.

Les défenseurs de la théorie du phlogistique ne se laissèrent pas impressionner par ces expériences ; au contraire, ils les reprirent à leur compte sans s'émouvoir. Tout ce que ces expériences prouvaient, disaient-ils, c'est que le phlogistique est un élément tellement léger qu'il est d'une pesanteur négative : le métal calciné avait bien perdu l'un de ses constituants, et cette perte se traduisait « logiquement » par un accroissement du poids. Cela peut, certes, faire sourire maintenant, mais à l'époque, le concept de « pesanteur négative » n'apparaissait pas comme dénué de sens.

Au total, les expériences de Lavoisier vérifiaient aussi bien la théorie de l'oxygène que la théorie du phlogistique. Les raisons pour lesquelles cette dernière théorie a en définitive été rejetée n'ont pas été dictées par le processus expérimental mais par tout un contexte scientifique (Torricelli, Pascal et Boyle par exemple avaient déjà envisagé la nature matérielle de l'air, ce qu'acceptait mal la théorie du

phlogistique mais était cohérent avec la théorie de l'oxygène) et philosophique, en un mot, par tout un contexte historique, dans lequel les débats de normes et de valeurs jouaient de tout leur poids.

2.2.2. Théorie de l'éther et mouvement de la terre

Une deuxième expérience intéressante et significative est celle que Michelson et Morley réalisèrent en 1881, ouvrant par là même une crise dans la physique qui ne trouvera son issue que grâce à Einstein.

En ce temps-là, il existait, et depuis longtemps déjà, une théorie unanimement acceptée, sans laquelle il était vain de chercher à comprendre quoi que ce soit à la lumière, à l'attraction universelle, à l'électromagnétisme, etc. ; c'était la théorie de l'éther. L'éther était en quelque sorte la « substance » de l'espace, substance « porteuse » des ondes électromagnétiques ou lumineuses, substance à travers laquelle pouvait s'exercer l'attraction des planètes, etc. Un seul petit problème restait en suspens, mais qui n'inquiétait personne tant les résultats étaient évidents : l'existence réelle de l'éther n'avait jamais été prouvée directement.

Michelson et Morley, deux physiciens américains, entreprirent justement d'apporter la preuve expérimentale de l'existence de l'éther. Le principe qui fondait leur expérience était extrêmement simple. Si l'espace n'était qu'une mer immobile d'éther, le mouvement de la terre à travers l'éther pourrait être décelé et mesuré de la même façon que les marins mesurent la vitesse d'un navire en mer : en jetant par dessus bord un loch, et en surveillant le déroulement des nœuds sur le loch.

C'est ainsi que Michelson et Morley eurent l'idée de jeter par-dessus le bord de la terre un loch constitué par un faisceau de lumière. Puisque la lumière se propageait à travers l'éther, sa vitesse de propagation devait normalement être affectée par le « courant d'éther » provoqué par le mouvement de la terre. Pour prendre un exemple positif, un rayon lumineux projeté dans la direction du mouvement de la terre devait être lentement retardé par le flux apparent d'éther, exactement comme une barque est retardée lorsqu'elle cherche à remonter le courant d'une rivière. L'expérience tout entière fut conçue et exécutée avec une précision si parfaite que le résultat ne peut être mis en doute : la vitesse des faisceaux lumineux restait invariable quelle que soit la direction dans laquelle ils étaient envoyés.

La réaction des physiciens de l'époque est fort bien décrite par Lincoln Barnett lorsqu'il conclut sa présentation de l'expérience de Michelson et Morley [2] : cette expérience « *plaçait les savants en face d'une alternative embarrassante. Ou bien il fallait renoncer à la théorie de l'éther qui avait expliqué tant de choses sur l'électricité, le magnétisme ou la lumière. Ou bien, si on tenait à conserver l'éther, il fallait abandonner alors la théorie copernicienne, encore plus vénérable, et qui affirme que la terre est en mouvement. Pour beaucoup de physiciens, il semblait encore plus facile d'admettre l'immobilité de la terre que de croire que les ondes — ondes lumineuses, ondes électromagnétiques — puissent exister sans un milieu pour les soutenir. C'était un dilemme extrêmement sérieux qui divisa la pensée scientifique pendant un quart de siècle. De nombreuses hypothèses furent avancées, puis rejetées. Morley puis d'autres après lui, recommencèrent l'expérience. Les conclusions étaient toujours les mêmes : la vitesse apparente de la terre à travers l'éther était égale à zéro* ».

Au total, l'expérience de Michelson et Morley peut être la « vérification » de plusieurs hypothèses théoriques alternatives. Soit l'éther n'existe pas ; c'est la conclusion qu'ont tirée l'immense majorité des savants et qui aujourd'hui sert de base à l'élaboration de la physique. Soit l'éther existe, et la terre est immobile ; c'est sans aucun doute la conclusion théorique qu'auraient tirée les savants si l'expérience avait été faite à l'époque de Galilée ; cela en effet aurait été la preuve irréfutable et définitive que ce dernier était un hérétique, et un charlatan, qui racontait n'importe quoi. Soit enfin, l'éther existe et c'est lui qui « pousse » la terre et lui confère son mouvement ; la terre et l'éther se déplacent donc à la même vitesse, ce qui explique l'immobilité apparente de la terre dans l'éther.

Cette dernière hypothèse théorique, dont l'origine remonte à Descartes, est marginale mais encore défendue aujourd'hui par quelques « hétérodoxes ». C'est ainsi que Louis Jacot [11] par exemple, considère que l'expérience de Michelson et Morley était « *formée par un énorme préjugé* », celui qui consiste à poser que la « *terre se déplaçait à travers un éther immobile, comme une automobile traverse une nappe de brouillard. Cette conclusion (...) est insoutenable. L'idée d'un éther immobile présuppose l'existence d'un point fixe dans l'univers que, jusqu'à présent, personne n'a trouvé. L'image des nébuleuses spirales nous montre au contraire que les immenses tourbillons de l'univers sont animés d'un mouvement d'ensemble et que les astres qui y sont incorporés sont entraînés par le milieu ambiant, en même temps qu'ils entraînent ce milieu... L'éther se déplace donc avec la terre, plus exactement il entraîne celle-ci sur son orbite* ».

2.2.3. Un monde corpusculaire ou ondulatoire ?

Une troisième expérience significative concerne la nature de la lumière. Soutenue initialement par Young, dès 1801, la théorie ondulatoire de la lumière fut « démontrée » par Fresnel au début du XIX^{ème} siècle, à partir d'une série d'expériences portant sur les phénomènes d'interférence et de diffraction. L'idée expérimentale traditionnelle en est la suivante : lorsqu'un fil très fin est placé entre une source lumineuse et un écran, aucune ombre ne se dessine sur l'écran ; tout se passe comme si les rayons lumineux avaient « sauté » par dessus le fil, à la manière des vagues de la mer sautant par dessus un petit rocher. Seule l'hypothèse selon laquelle la lumière est de nature ondulatoire permet d'expliquer un tel « saut ».

En fait, Fresnel avait démontré, entre autres choses, que l'interaction de deux rayons lumineux n'entraînait pas toujours une clarté plus grande, et même que, dans certaines conditions, de la lumière ajoutée à de la lumière « produisait » de l'obscurité. Là encore, seule l'hypothèse selon laquelle un rayon lumineux se propage de façon ondulatoire est susceptible de rendre compte de cette expérience : si les deux rayons peuvent provoquer de l'obscurité, c'est que les « crêtes ondulatoires » de l'un tombent dans « les creux ondulatoires » de l'autre.

Ainsi, ces expériences « prouvaient » la nature ondulatoire de la lumière, et cette théorie permettait d'expliquer tout sur la lumière. Tout, sauf quelques rares « curieux phénomènes », ce qui n'inquiétait personne, tant la certitude était grande qu'ils seraient expliqués rapidement. L'« effet photo-électrique » était l'une de ces rares petites énigmes. Hertz avait réalisé une expérience, en 1887, qui

montrait en substance que lorsqu'un rayon lumineux vient frapper une plaque de métal, celle-ci émet un jet d'électrons ; que la violence avec laquelle les électrons sont « arrachés » du métal dépend seulement de la « couleur » de la lumière ; que, par contre, le nombre d'électrons « arrachés » au métal dépend seulement de l'intensité de la lumière ; et qu'enfin, il existe une longueur d'onde (couleur) maximale au-dessus de laquelle aucun électron n'est « arraché » au métal.

Ces résultats expérimentaux étaient contraires à la théorie ondulatoire de la lumière, mais celle-ci connaissait tellement de « succès expérimentaux » qu'il ne vint à l'idée d'aucun scientifique de la remettre en question. Ce n'est qu'en 1905 qu'un quasi-inconnu, Einstein, donna une interprétation de l'effet photo-électrique.

Pour Einstein, la lumière n'est pas une onde, mais un jet de particules, les photons. Grosso modo, son interprétation est alors la suivante : lorsqu'un photon frappe un électron de la plaque de métal, l'action qui en résulte est comparable au choc de deux boules de billard, l'une transmettant son énergie électrique à l'autre ; cela explique que des électrons soient éjectés de la plaque de métal. Einstein énonça ce principe dans une série d'équations historiques qui lui valurent le prix Nobel, et résolut « *une des plus profondes et des plus troublantes énigmes de la nature* » [2].

Ainsi donc, pendant un siècle, la théorie et les expériences concordaient pour affirmer que la lumière était nécessairement un phénomène continu d'ondes. Et Einstein démontre, à l'aide de l'effet photo-électrique, qu'elle est nécessairement un phénomène discontinu de particules. Certaines expériences confirment la théorie ondulatoire et infirment la théorie corpusculaire ; certaines autres expériences

confirment la théorie corpusculaire et infirment la théorie ondulatoire. A la question de savoir si la lumière est faite d'ondes ou de particules (corpuscules), il n'y a pas de réponse. Par contre, il y a des équations mathématiques (de Heisenberg et de Born) qui permettent à loisir de s'imaginer vivant soit dans un monde corpusculaire, soit un monde ondulatoire ...

2.2.4. L'idée même de preuve expérimentale

Les trois expériences qui viennent d'être rappelées rapidement montrent que le couplage d'une théorie avec la réalité, que cette théorie a pour ambition de connaître, n'est pas aussi simple que pouvait le laisser croire Bénézé dans sa présentation de la méthode expérimentale. En fait, l'idée même de « preuve expérimentale » est ambiguë. C'est cette ambiguïté qui a servi de point de départ à Pierre Thuillier dans son article sur la constitution des théories scientifiques pour montrer toute la difficulté qu'il y avait à croire qu'une théorie pouvait être vérifiée par l'expérience [25]. Thuillier développe son argumentation en trois points qui cernent bien cette difficulté.

Premièrement, la logique méthodologique qui sous-entend l'idée selon laquelle l'expérimentation consisterait à comparer la théorie et les faits est une fausse logique. Seules des choses homogènes peuvent être comparées ; or la théorie diffère par nature et fondamentalement de la réalité. Par conséquent, un « fait réel » ne peut être comparé à un énoncé théorique que s'il a été préalablement « travaillé » pour être rendu homogène à cet énoncé théorique, autrement dit qu'après avoir été « traduit » dans un langage adéquat. Mais faire intervenir un langage, c'est forcément faire intervenir une interprétation, et donc une théorie. Au total, l'expérimentation en tant que comparaison d'une

théorie T à la réalité qu'elle prétend connaître exige que cette réalité soit traduite au moyen d'une théorie T'. Et ce que compare l'expérimentation, en réalité, c'est la théorie T et la théorie T' ; si $T = T'$, l'expérience réussira, si $T \neq T'$, l'expérience échouera. Mais ce qui est vérifié, ce n'est pas la conformité de la théorie T aux faits réels, c'est sa conformité à la théorie T'.

Et Thuillier peut conclure ce premier point de son argumentation en énonçant le paradoxe suivant : « *les théories les mieux confirmées ne sont pas les plus scientifiques* » ; ce qui lui permet d'affirmer que « *le cliché courant selon lequel on déduit de la théorie des conséquences vérifiables pour les soumettre directement à l'expérience est contestable* ».

Deuxièmement, l'idée selon laquelle il y a une réalité toute constituée, déjà là, présente aux yeux des scientifiques, doit être fortement nuancée. Thuillier montre qu'à chaque époque donnée, ce sont les scientifiques eux-mêmes qui définissent ce qui est réel et ce qui ne l'est pas, en jugeant l'expérience selon des critères stricts et logiquement antérieurs à elle. Il cite Geneviève Lewis : « *les uniformités qu'on appelle "lois naturelles" servent en fait à désigner ce qui est réel ou irréel. Une souris qui disparaît sur place n'est pas une souris réelle ; un paysage qui s'éloigne quand nous en approchons n'est qu'une illusion (...). Aucune expérience concevable ne saurait dicter le changement d'une loi tant que la non-conformité de l'expérience à cette loi sert de critère pour juger son contenu comme irréel* ». D'une certaine façon à partir du moment où, à chaque époque donnée du développement historique des connaissances, c'est la théorie qui « dit » la réalité, toute infirmation d'une théorie par les faits conduit à considérer que la non-concordance est due à la réalité, et non à la théorie. Autrement dit en cas de contradiction entre la théorie et les faits, ce sont les faits qui ont tort.

Ainsi, troisième point, si les contrôles expérimentaux ont une fonction centrale dans l'activité scientifique, leur signification est très complexe car aussi bien la formulation que la validation des théories sont « surdéterminées » par un large arrière-plan historico-idéologique. Et cet arrière-plan n'est pas un simple décor, mais un support essentiel : « *A proprement parler*, dit Thuillier, *le travail scientifique exige que l'on ait des idées préalables, des idées préconçues* ». L'ensemble de ces idées constitue l'idéologie du travail scientifique, au sein de laquelle se nouent les « débats de normes et de valeurs » qui caractérisent cette activité. Elle n'est écrite nulle part sous une forme complète, elle n'est pas pensée consciemment par les scientifiques, mais c'est elle qui, autant que l'expérimentation, valide ou rejette les différentes théories.

Avec le recul du temps, et la mise en perspective qu'il implique, il est évidemment plus facile de faire apparaître les principes idéologiques des états passés des sciences : « la nature a horreur du vide », « la nature ne fait pas de saut », « la réalité est mécanique », etc. Et, comme le fait remarquer ironiquement Thuillier, il peut même être agréable de croire que ces présupposés n'ont existé qu'autrefois, et que désormais, les scientifiques s'en sont définitivement débarrassés. Rien n'est plus faux, et cette croyance elle-même, qui fait partie de l'idéologie, est la preuve que c'est bien celle-ci qui dicte la totalité du travail scientifique.

Le témoignage de Xavier Le Pichon sur la naissance de la tectonique des plaques permet de donner une illustration concrète des thèses de Thuillier, et de souligner encore une fois, la complexité de la signification de l'expérimentation [15].

C'est en 1912 que Wegener a formulé sa théorie de la dérive des continents, basée sur la régénération constante de la configuration de la terre. Discutée un moment, au cours des années 1920, cette théorie fut finalement rejetée par la communauté des scientifiques de la terre. Ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale qu'elle a commencé à être « prise au sérieux » et après des conflits parfois violents et plusieurs découvertes spectaculaires, et ce n'est que très récemment, en 1970, qu'elle fut unanimement acceptée. Le paradigme mobiliste a, semble-t-il, remplacé « définitivement » le paradigme fixiste, plus d'une cinquantaine d'années après avoir été formulé, et une quarantaine d'années après la mort de Wegener ! Pourtant, ce dernier avait déjà fourni des preuves expérimentales « irréfutables » pour confirmer sa théorie, basées notamment sur l'étude des roches, de la faune et de la flore. Mais les géologues les plus influents refusèrent de s'intéresser à une hypothèse trop « spéculative », trop éloignée de « leurs faits », c'est-à-dire des faits « construits » par une toute autre hypothèse.

Le moment historique crucial, celui du basculement de la communauté scientifique de l'hypothèse mobiliste, intervient entre 1965 et 1970, et il semble qu'une série de calculs et de mesures sur les flux de chaleur émis par la dorsale atlantique ait eu une influence primordiale. C'est Le Pichon qui fit les premiers calculs numériques du flux de chaleur dans le cadre de l'hypothèse mobiliste ; il a comparé ces calculs aux mesures concrètes réalisées : *« Si qualitativement l'accord était excellent, quantitativement le désaccord était flagrant. Le flux calculé était trois fois supérieur au flux mesuré (...) Nous en concluons que le modèle (mobiliste) était mis en défaut. S'il y avait dérive, on devait le constater dans le flux de chaleur, ce qui n'était pas le cas. Cependant, nos calculs étaient exacts, nos mesures étaient exactes, notre conclusion était fausse ».*

C'est un chercheur de Cambridge qui allait jouer à ce moment-là un rôle considérable dans le succès de la théorie de la tectonique des plaques, en reprenant les calculs et les mesures. « Néanmoins, pour obtenir le résultat correct, il adopte une température à l'intérieur du manteau trois fois inférieure, 550°C au lieu des 1500°C que nous avons choisis et que chacun reconnaissait et reconnaît encore comme proche de la réalité. Mais (ce chercheur de Cambridge) était déjà convaincu de la réalité (de la théorie mobiliste) et il préférait ajuster certaines constantes plutôt que d'arriver à une contradiction flagrante » [15]. Cet exemple est merveilleux, car il montre comment les scientifiques les plus « vrais » manipulent la réalité pour qu'elle ressemble à leur théorie : tout le monde savait que la température sous le manteau est de 1500°C ; peu importe, pour que les faits correspondent au modèle, elle sera de 550°C.

Le Pichon termine la présentation de ce moment historique par les phrases suivantes : « *Que l'on adoptât le modèle fixiste ou le modèle mobiliste, un certain nombre de faits majeurs se trouvaient en désaccord avec les prédictions. Le choix fait, dans ce cas, dépendait beaucoup de l'environnement, de la philosophie de travail et de la discipline* ». Il y a là une illustration vivante de la belle phrase de Planck : « *Une nouvelle vérité scientifique ne s'impose pas parce qu'on persuade ses adversaires, et qu'on leur fait voir la lumière, mais plutôt parce que ceux-ci finissent par mourir, et sont remplacés par une nouvelle génération pour laquelle cette vérité est devenue familière* ».

3. Conclusions

Il est possible de tirer trois conclusions de ce qui précède.

La première est banale : comme toute activité, l'activité des scientifiques est traversée, sinon déterminée, par des débats de normes et de valeurs. Quels que soient les termes utilisés par les historiens de sciences ou par les épistémologues (« idéologie des scientifiques », « idées préconçues », « philosophie spontanée des savants », « idéologie scientifique », etc.), ce sont bien ces débats de soi avec soi et de soi avec les autres qui interviennent dans le travail scientifique. Et l'histoire des sciences montre que tous les efforts pour les réduire ont été vains : les renormalisations de la norme antécédente que constitue le « modèle épistémique » s'effectuent toujours sous l'égide des débats de normes et de valeurs.

La deuxième conclusion porte sur le fait que ces débats de normes et de valeurs n'influent pas seulement sur l'activité des scientifiques, mais également sur les résultats de cette activité en termes de connaissances. Même si cela peut être temporaire, même si cela est dénié ou masqué, le choix des théories considérées comme « pertinentes » à un moment donné dépend souvent de débats qui ne peuvent rester dans le seul domaine de la scientificité. Comme le disait joliment l'économiste Joseph Schumpeter dans la dernière phrase de son article « Science and Ideology » : « *And so – though we proceed slowly because of our ideologies, we might not proceed at all without them* » [23].

Cette citation permet d'arriver à la troisième conclusion qui concerne notamment les économistes. Dans son article déjà cité, Schwartz met en garde sur le fait que la discipline épistémique n'est pas « la » discipline à laquelle devrait se conformer toute ambition de connaissance, et il dénonce « l'usurpation » qui consiste à prétendre « prouver » dans le champ ergologique (sujets-objets) en singeant les méthodes qui ont cours dans le modèle épistémique. Chez certains économistes, l'usurpation peut aller très loin : ils singent, et ils singent un mythe, sans prendre la peine de spécifier ce qu'est historiquement l'activité épistémique. C'est ainsi que s'est tenu un colloque à Paris en 1992 sur le thème « L'économie devient-elle une science dure ? »⁵, sans que jamais au cours de cette réunion quelqu'un ne se demande ce qui fait la « dureté » d'une science dure. Et le mot de la fin revient à Antoine d'Autume et à Jean Cartelier : « *les exigences de rigueur logique et de soumission aux faits fournissent des principes généraux qui ne peuvent guère être discutés* ». Tout cet article montre qu'ils doivent au contraire être mis en question.

⁵ Les actes en ont été publiés sous la direction de d'Autume et Cartelier [1].

Références bibliographiques

- [1] AUTUME A. D' ET CARTELIER J., 1995, *L'économie devient-elle une science dure ?*, Paris Economica
- [2] BARNETT L., 1963, *Einstein et l'univers*, Paris, Gallimard
- [3] BENEZE G., 1954, *La méthode expérimentale*, Paris, Presses universitaires de France
- [4] DI RUZZA R., 1988, *La dernière instance et son ombre ; éléments d'épistémologie pour économistes*, Presses universitaires de Grenoble
- [5] DI RUZZA R., 2006, « L'analyse du travail, une démarche ergologique », dans S. Boutillier et D. Uzunidis (coord.), *Travailler au 21^{ème} siècle ; nouveaux modes d'organisation du travail*, Bruxelles, De Boeck Editions
- [6] DI RUZZA R., 2009 a, « Rationalité et renormalisation des activités économiques », dans M. Amblard (éd.), *Les rationalités*, Paris, L'Harmattan
- [7] DI RUZZA R., 2009 b, « La science économique est-elle une science ? », Conférence au Conseil régional PACA, *Ergologia*, n°2, Université de Provence
- [8] FEYERABEND P., 1979, *Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, Paris, Editions du Seuil
- [9] HAMBURGER J., (dir.), 1986, *La philosophie des sciences aujourd'hui*, Paris, Editions Gauthier-Villars
- [10] HEISENBERG W., 1962, *La Nature dans la physique contemporaine*, Paris, Gallimard
- [11] JACOT L., 1978, *L'imposture scientifique*, Paris, La pensée universelle
- [12] KOLAKOWSKI L., 1966, *La philosophie positiviste*, Paris, Editions Denoël-Gonthier

- [13] KUHN T., 1970, *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Editions Flammarion
- [14] LAKATOS I., 1978, *The Methodology of Scientific Research Programms*, Philosophical Papers, Volume 1
- [15] LE PICHON X., 1984, « La naissance de la tectonique des plaques », *La recherche*, mars
- [16] LECOURT D., 1982, *L'ordre et les jeux. Le positivisme logique en question*, Paris, Editions Grasset
- [17] MONOD J., 1970, *Le hasard et la nécessité ; essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*, Paris, Editions du Seuil
- Cnrs, n° 190
- [18] PLANCK M., 1945, *Autobiographie scientifique*, Paris, Flammarion (2010)
- [19] POPPER K., 1973, *La logique de la découverte scientifique*, Paris, Librairie Payot
- [20] POPPER K., 1986, *Conjonctures et Réfutations ; la croissance du savoir scientifique*, Paris, Librairie Payot
- [21] RAVAUD M., 2005, « Alain Aspect. Un éclairer dans la lumière », *Le journal du CNRS*, n° 190
- [22] REGNIER A., 1974, *La crise du langage scientifique*, Paris, Editions Anthropos
- [23] SCHUMPETER J., 1949, « Science and Ideology », *American Economic Review*, vol. 39
- [24] SCHWARTZ Y., 2000, « Discipline épistémique, discipline ergologique ; Paideia et Politeia », dans B. Maggi (ed.), *Manières de penser, manières d'agir en éducation et en formation*, Paris, Presses universitaires de France
- [25] THUILLIER P., 1971, « Comment se constituent les théories scientifiques ? », *La recherche*, juin
- [26] VAX L., 1970, *L'empirisme logique*, Paris, Presses universitaires de France