

## B) La connaissance rationnelle dans les sciences de la nature

### 3) Vérité et falsifiabilité : une théorie scientifique peut-elle être vraie ?

Peut-on admettre qu'une hypothèse dont les prévisions ont été validées par les tests expérimentaux (une théorie) peut être considérée comme définitivement *vérifiée*, à l'image des énoncés mathématiques ? Non : le théoricien des sciences **Karl Popper** a en effet mis en lumière le fait que, dans la mesure où il est *impossible de réaliser toutes les expériences possibles*, on doit toujours garder à l'esprit qu'un jour, une expérience inédite peut venir contredire l'hypothèse. Une expérience peut bien montrer qu'une hypothèse est fautive, si ses résultats contredisent les prévisions de l'hypothèse ; mais **elle ne peut jamais montrer que l'hypothèse est vraie**, car il subsiste un nombre infini d'expériences qui n'ont pas encore été réalisées et dont les résultats pourraient, peut-être, contredire les prévisions. Selon Popper, on peut donc dire qu'une théorie scientifique est **falsifiable** (une expérience peut démontrer qu'elle est fautive), mais non **vérifiable** (aucune expérience ne peut démontrer qu'elle est définitivement vraie). Dans les sciences expérimentales, **il n'y a donc pas de théories « vraies », mais des théories qu'aucune expérience n'est (encore) venue falsifier** : des théories « provisoirement valides ».

Pour Popper, ce caractère « falsifiable » des énoncés est par ailleurs ce qui permet de reconnaître un énoncé scientifique d'un énoncé qui ne l'est pas. Que serait une hypothèse infalsifiable ? Dans la mesure où il est toujours impossible de prévoir avec une certitude absolue le résultat d'une expérience inédite, une hypothèse infalsifiable serait une hypothèse dont les prévisions seraient compatibles avec *n'importe quel* résultat de l'expérience. Il s'agirait donc d'hypothèses dont les prévisions pourraient être considérées comme validées par les résultats expérimentaux... quels que soient ces résultats ! En d'autres termes, il s'agirait d'hypothèses qui ne permettent d'effectuer *aucune* prévision. Or le propre d'une hypothèse scientifique est d'*expliquer* et de *prévoir* les phénomènes, et c'est en confrontant les prévisions avec les résultats expérimentaux que l'on teste la validité de l'hypothèse. Une hypothèse infalsifiable, qui ne permet aucune prévision, n'est donc pas une hypothèse scientifique.

Dans ces hypothèses pseudo-scientifiques, on peut notamment ranger, pour Popper, deux catégories d'énoncés.

a) Les énoncés de **l'astrologie** (et autres registres apparentés). On peut toujours considérer que les prévisions d'un horoscope ont été « validées » par les événements de la journée, du fait du caractère vague et général des énoncés : un horoscope est donc « infalsifiable », non-scientifique.

b) Les énoncés de la **psychanalyse** [c'est la véritable cible des attaques de Popper] ; comment démontrer à un psychanalyste qui nous dit que nous sommes en proie à des pulsions homosexuelles refoulées qu'il a tort ? Si nous l'admettons, son hypothèse peut être considérée comme confirmée ; mais si nous démentons

vigoureusement, il peut tout à fait interpréter cette réaction comme le signe qu'il a vu juste, et que nous nous débattons furieusement pour ne pas admettre ce que, justement, nous ne voulons pas voir : confirmation de l'hypothèse. Le seul moyen de falsifier l'hypothèse du psychanalyste serait « d'ouvrir » le psychisme pour « observer » les pulsions inconscientes ; or, par définition, une pulsion refoulée (inconsciente) ne saurait être observée. Il est donc impossible de démontrer au psychanalyste que son hypothèse est fautive : cette hypothèse est infalsifiable, elle est, pour Popper, non-scientifique.

### 4) falsifiabilité et histoire des sciences : qu'est-ce qu'une révolution scientifique ?

On peut illustrer la thèse de Popper par l'histoire des sciences. Conformément à ce que voulait Popper, l'histoire des sciences n'évolue pas comme l'histoire des mathématiques. L'histoire des mathématiques procède par extension, par enrichissement perpétuel. Les théorèmes démontrés ne sont jamais réfutés (ou alors c'est que leur démonstration était fautive, ce qui est assez rare), et les nouveaux théorèmes viennent s'y *ajouter*. Notre savoir mathématique actuel, c'est le savoir mathématique de l'Antiquité, + le savoir mathématique du Moyen-Âge, + le savoir mathématique moderne, etc. L'histoire des mathématiques procède donc par **accumulation**.

Dans le domaine de l'histoire des sciences de la nature, ce n'est plus le cas. Conformément à ce que nous indiquait Popper, le principal moteur de l'histoire des sciences, ce n'est pas la démonstration de nouvelles théories, *c'est la réfutation des hypothèses que l'on avait jusque là considérées comme valides*. Ce qui fait progresser l'histoire des sciences, c'est qu'une nouvelle observation vient contredire une ancienne théorie, dont il va falloir proposer une rectification, qui elle-même sera un jour falsifiée, etc. Pour Popper, une expérience scientifique vraiment intéressante n'est pas une expérience qui apporte une *n*-ième confirmation à une vénérable théorie, ce n'est pas non plus la formulation d'une nouvelle hypothèse. Ce qui est vraiment intéressant scientifiquement, c'est une observation qui vient *contredire* une théorie considérée depuis longtemps comme absolument vraie. *Voilà* qui donne à réfléchir...

Cela signifie-t-il qu'une théorie sera immédiatement abandonnée, dès qu'une expérience viendra remettre en cause les prévisions que l'on peut établir sur la base de cette théorie ? Non. Comme l'explique Thomas Kuhn, la « vénérable théorie » en question ne sera pas aussitôt abandonnée : elle ne le sera pas tant qu'une nouvelle génération de scientifiques n'aura pas une « meilleure » théorie à proposer (il n'est d'ailleurs pas sûr, pour Kuhn, que l'ancienne génération s'accordera à reconnaître la nouvelle théorie : l'exemple d'Einstein, qui n'a jamais accepté le principe « probabiliste » de la mécanique quantique, nous l'indique).

Pour Kuhn, l'histoire des sciences ne progresse pas de façon linéaire, pas un processus de rectification perpétuelle des hypothèses. L'histoire des sciences est comme l'histoire politique : elle fonctionne par **crises** et par **révolutions**. Il y a « crise » scientifique lorsque les « énigmes » qui se posent au sein d'un modèle théorique commencent à proliférer : d'une ou deux observations inexplicables, on passe à tout un faisceau d'observations qui contredisent les prévisions. Et il y a « révolution » lorsque l'ancien modèle théorique s'effondre, laissant la place à un nouveau modèle, fondé sur de nouveaux principes, incompatibles avec les principes du précédent. Ce nouveau modèle connaîtra une période de gloire, durant laquelle la recherche mettra au jour une foule de nouvelles lois, fondées sur de nouvelles observations... avant d'entrer, lui aussi, un beau jour, en crise.

C'est pourquoi le savoir scientifique actuel n'est (absolument) pas le savoir antique + le savoir du Moyen-Âge + le savoir moderne ; ce n'est pas non plus le savoir antique « rectifié » et enrichi par le savoir médiéval, puis moderne. Les « physiciens » de l'Antiquité raisonnaient à partir de *principes* que nous avons aujourd'hui totalement abandonnés et que nous ne *comprendons* plus, pas plus qu'ils ne comprendraient les nôtres.

**L'histoire des sciences est donc l'histoire des « catastrophes » scientifiques, histoire au cours desquelles se succèdent des discours fondés sur des principes totalement différents, et incompatibles ;** en cela, elle ressemble beaucoup à l'histoire politique...

Illustrons le concept de révolution scientifique par un exemple. Toute la physique dite « classique », qui s'est élaborée à partir du XVII<sup>e</sup> siècle (notamment avec Galilée et Newton), repose sur quelques principes fondamentaux (lesquels sont en rupture totale avec les principes de la physique du Moyen-Âge, largement fondés sur les principes énoncés par Aristote). Parmi ces principes, on compte :

\_ le principe de **causalité** (tout effet a une cause, et toute cause ne peut avoir qu'un seul effet déterminé)

\_ le principe d'**inertie** (un corps qui n'est soumis à aucune force est animé d'un mouvement rectiligne uniforme),

\_ le principe de **conservation de l'énergie** (dans un système clos, il ne peut y avoir ni apparition ni disparition d'énergie : ce que l'on énonce souvent par la formule (attribuée à Lavoisier) : « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »).

\_ le principe de **continuité** (un corps qui passe d'un point A à un point B occupe successivement tous les points qui séparent A de B ; ce que l'on énonce souvent par la formule (reprise par Leibniz) : « la nature ne fait pas de saut »).

Toute la physique classique repose sur ces grands principes. Or au XIX<sup>e</sup> siècle s'est produite une révolution scientifique, notamment du fait de l'étude de phénomènes

microscopiques. Elle a abouti à l'élaboration d'une « nouvelle » physique, la physique dite « quantique ».<sup>1</sup>

Or cette « nouvelle » physique n'est pas seulement un enrichissement ou une « rectification » de la précédente : elle repose en réalité sur des *principes* fondamentaux radicalement différents. Dans le cadre de la physique quantique en effet :

\_ **le principe de conservation de l'énergie est violé** : il peut, au niveau microscopique, y avoir « emprunt » d'énergie (une énergie qui n'existait pas est dépensée), à condition que cet « emprunt » soit immédiatement « remboursé ». Il peut donc y avoir, à un instant  $t$  dans un système, *plus* d'énergie qu'à l'instant  $t - 1$ .

\_ **le principe de continuité est violé** : un électron « passe » d'un endroit à un autre *sans passer par les situations intermédiaires* : il « saute » d'une orbite à l'autre autour du noyau, il n'a jamais été « entre » les deux positions.

\_ **le principe de causalité est violé**, au profit d'un principe « probabiliste ». L'idée est que, au niveau microscopique, si un événement se produit, il est absolument impossible de déduire les *conséquences* de cet événement, car ces conséquences sont *indéterminées*. Un événement ne détermine qu'une certaine *probabilité* d'événements futurs. Si l'on appliquait cette idée au niveau macroscopique, cela reviendrait à admettre que si je frappe une balle de golf, aucun physicien (même celui qui connaîtrait absolument tous les paramètres de la situation : force et orientation de l'impact, poids de la balle, vitesse du vent, etc.) ne pourra déterminer sa trajectoire : il n'y aurait qu'une « probabilité » qu'elle atterrisse ici, une « probabilité » qu'elle atterrisse là, etc. Cela détruit tout le *déterminisme* physique sur lequel repose la théorie classique.

On voit donc que cette « nouvelle » physique repose sur des principes qui sont entièrement différents, et incompatibles, avec ceux sur lesquels reposait la théorie physique classique. Il y a bel et bien *rupture* entre les deux théories du fait de l'incompatibilité de leurs principes fondamentaux. C'est cette rupture qui explique qu'il soit extrêmement difficile pour un physicien parvenu à maturité « d'évoluer » d'un système à l'autre ; car il s'agirait pour lui de considérer les phénomènes physiques à partir d'une *perspective* totalement différente, ce qui exige qu'il abandonne la manière de « voir le monde » qui était liée au premier système.

C'est notamment pour cette raison qu'Einstein n'a jamais pu « accepter » la physique quantique. Car elle exigeait de lui, par son caractère probabiliste, qu'elle renonce au

---

<sup>1</sup> : Si cette physique est encore largement inconnue, dans ses contenus, du grand public (et si les Terminales continuent de raisonner dans le cadre de la physique « classique »), c'est principalement pour trois raisons. La première est que « l'ancienne » physique reste tout à fait satisfaisante pour étudier les phénomènes macroscopiques, dont font partie tous ceux que l'on peut observer à l'œil nu. La seconde est que cette théorie fait intervenir des mathématiques complexes, qui jouent un tel rôle dans la théorie qu'il est impossible d'étudier réellement la mécanique quantique sans faire appel à un savoir mathématique. La troisième est qu'il est extrêmement difficile de « se représenter » les phénomènes tels que nous les décrit la physique quantique. La suite fera apparaître assez clairement pourquoi...

déterminisme physique qui, pour lui, avait la valeur d'un dogme, comme l'exprime sa formule célèbre : « Dieu ne joue pas aux dés ». Pour désigner ce changement de perspective, Kuhn mobilise le terme de « conversion » : le changement de perspective que doit opérer un physicien classique pour se mettre à penser « quantiquement » est du même ordre que celui que doit opérer un polythéiste grec pour adopter le système monothéiste chrétien : les principes fondamentaux sur lesquels repose sa vision du monde, son interprétation de la réalité, doit se modifier radicalement.