

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

### 3) Critique de la falsifiabilité

Commençons par un constat simple. Si le principe de falsifiabilité de Popper était valide, alors une théorie scientifique devrait être abandonnée *dès* qu'une observation vient contredire ses prévisions. Or ce n'est jamais le cas, pour la bonne et simple raison qu'*il y a toujours*, dans le domaine des sciences de la nature, des observations qui contredisent les prévisions émises sur la base de la théorie. Ce sont précisément ces observations qui constituent les « énigmes » scientifiques, et qui servent de support à la recherche.

Prenons un exemple : certaines observations actuelles en astronomie *contredisent* les prévisions élaborées à partir de la théorie actuellement admise, largement fondée sur les principes de Newton, réaménagés par Einstein. Selon la théorie en effet, l'univers faisant suite à une déflagration initiale (Big Bang), et les éléments de l'univers étant par la suite soumis à la gravitation (qui fait que tous les corps de l'univers s'attirent mutuellement), il ne semble y avoir que deux possibilités.

La force de la déflagration initiale pousse en effet l'univers à *s'étendre*, mais elle *décroit* progressivement ; la force de gravitation, elle, pousse l'univers à *se concentrer*, mais elle aussi *décroit* progressivement (puisque la distance entre les corps de l'univers s'accroît du fait de l'expansion, et que la force de gravitation est relative à cette distance). La question est donc : la force initiale d'expansion décroît-elle *plus* ou *moins* vite que la force gravitationnelle de concentration ?

Si elle décroît moins vite, alors on aboutit à un univers en expansion de plus en plus lente ; si elle décroît plus vite, alors on aboutit à un univers en expansion de plus en plus lente qui, un jour, va se mettre à se reconcentrer (ce qui nous conduirait à une « conflagration »).

La théorie n'est donc compatible qu'avec deux types d'observations : *soit* une expansion de plus en plus lente, *soit* une concentration de plus en plus rapide (ce qui indiquerait que le point de basculement a déjà été atteint). Or certaines observations actuelles semblent indiquer que le mouvement de l'univers est actuellement un mouvement d'expansion... de plus en plus rapide ! Certaines constellations lointaines semblent en effet *s'éloigner de plus en plus vite* du centre de l'Univers (et / ou du centre de la galaxie à laquelle elles appartiennent.) De telles observations contredisent frontalement les prévisions théoriques.

Dans un ordre d'idées assez proches, on observe des choses curieuses au sein de certaines galaxies spirales (comme la galaxie d'Andromède) : certaines étoiles situées à la périphérie de ces galaxies semblent tourner *trop vite* ; si l'on s'en tient à la théorie actuellement admise, la vitesse de rotation des étoiles de la galaxie devrait *diminuer* lorsque l'on s'éloigne du centre (comme la vitesse de rotation des planètes du système solaire décroît avec la distance au soleil). Or ce n'est pas le cas : la vitesse de rotation des planètes reste pratiquement constante. Ces étoiles semblent donc violer les lois de la gravitation.

Faut-il en déduire que Newton et Einstein sont « réfutés » ? Faut-il abandonner l'astronomie newtono-einsteinienne ? Si l'on s'en tenait au principe de « falsifiabilité » de Popper, on devrait répondre : oui. Ce que l'on devrait en tout cas *ne surtout pas faire*,

c'est inventer des hypothèses « ad hoc », c'est-à-dire des hypothèses qui ne reposent sur aucune observation mais dont le seul but est de « sauver » la théorie !

C'est pourtant ce que font les scientifiques, qui cherchent effectivement à « bricoler » le cadre théorique pour le rendre compatible avec les observations, en émettant de nouvelles hypothèses. La vitesse de rotation des étoiles situées à la périphérie des galaxies spirales ne diminue pas ? C'est parce qu'il existe en fait une « matière noire », qui forme une sorte de halo obscur, parfaitement invisible, autour de la galaxie, qui devient ainsi tellement grande (une fois qu'on a ajouté la matière noire), que les étoiles situées en périphérie se retrouvent en fait... très proches du centre ! Personne n'a jamais pu observer la « matière noire » ; toutes les tentatives effectuées dans ce sens (comme l'expérience LUX de 2011), ont échoué. Ce qui « justifie » le fait d'admettre la matière noire, c'est qu'elle permet de sauver la théorie de la gravitation, dont les prévisions sont contredites par les observations.

Et que dire de l'expansion accélérée de l'univers ? Là encore, il faut chercher du côté obscur de la force : dans « l'énergie noire », *dark energy* ! Si l'Univers s'accroît de plus en plus vite (ce qui contredit totalement les prévisions de la théorie), c'est qu'il est tout rempli « d'énergie noire », qui a ceci de particulier qu'elle a une pression *négative*. On ne voit pas très bien ce que pourrait être sa nature : peut-être (c'est très sérieux) la « quintessence » (le fameux « 5e élément »...) ? Ce qui est important, c'est qu'aucune détection directe de cette « énergie » ne semble concevable à l'heure actuelle. Comme il n'y a pas non plus d'observation concevable des autres éléments envisagés, comme une hypothétique « anti-matière » située de l'autre côté de l'espace-temps. Une hypothèse idéale si vous voulez vous lancer dans la SF : encore plus si vous ajoutez que cette hypothèse prend appui sur « modèle cosmologique bi-métrique »... Mais pourquoi diable postuler l'existence de choses aussi bizarres, presque impensables, et que personne n'a jamais vues ? La réponse est : pour sauver la théorie. Si l'on veut maintenir la théorie newtono-einsteinienne, il faut bien inventer des hypothèses qui permettent de rendre compte des observations qui en contredisent les prévisions !

Et tel est bien le prix à payer pour sauver Einstein : considérer que l'univers est en fait essentiellement composé de choses que l'on n'a jamais vues, et dont on ne sait pas en quoi elles consistent : car c'est bien 95 % de l'Univers qui serait ainsi composé de « matière noire » (environ 27 %) et « d'énergie noire » (environ 68 %) !

Et dire qu'il y a des gens pour s'offusquer que Freud admette l'existence d'un psychique inconscient...

Nous avons donc deux possibilités : soit les astrophysiciens actuels sont de mauvais scientifiques, et même *des pseudo-scientifiques* : ils refusent d'admettre que leur théorie est fautive quand ses prévisions sont falsifiées par les observations ! Soit on admet que le principe posé par Popper est, en fait, parfaitement inapplicable. Si les scientifiques d'aujourd'hui fabriquent des hypothèses « ad hoc », ce n'est pas parce que ce qu'ils font n'est plus de la science : c'est parce que la science ne fait pas ce que dit Popper. Si l'on rejetait une théorie dès qu'elle se heurte à une observation qui la contredit, toute science deviendrait impossible, car il y a *toujours* des « énigmes » scientifiques. C'est pourquoi les astronomes d'aujourd'hui font ce que faisaient déjà leurs ancêtres ptoléméens, confrontés au fait que l'observation des astres semble contredire les prévisions du

système<sup>1</sup> : ils *bricolent* (le terme est de Kuhn), c'est-à-dire qu'ils ajoutent des hypothèses qui permettent de rendre compatible le cadre théorique et les observations. Jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle, on appelait cela « sauver les phénomènes » ; mais il s'agit en fait bel et bien de « sauver la théorie »...

#### 4. Principes scientifiques et imagination

[Cette sous-partie est optionnelle : la notion d'imagination n'est pas au programme, je ne ferai pas appel à ce paragraphe dans mes devoirs ; elle peut cependant être intéressante, et elle donne un éclairage supplémentaire au bilan que nous tirerons à la fin du cycle consacré à la philosophie des sciences. Nous verrons en effet que ce que nous montre la science, c'est que l'homme n'a jamais une « connaissance vraie de la réalité » : il ne peut construire que des interprétations plus ou moins valables, du réel.]

Les deux précédents points nous indiquent l'importance que revêtent, dans toutes les sciences de la nature, les *principes* fondamentaux. La question est alors de savoir *d'où viennent* ces principes.

Rappelons notre débat initial, celui qui oppose rationalistes et empiristes. Pour les rationalistes, la réponse est simple : les principes fondamentaux (comme, pour Descartes, le principe de la conservation de la « quantité de mouvement ») sont des énoncés absolument *évidents*, qui nous sont donnés par le seul exercice de la pensée. Quelle horreur ! pensent les empiristes, selon lesquels ces principes ne peuvent être tirés que de l'expérience, de l'observation.

Qui a raison ? Ni l'un ni l'autre, nous dit Einstein. Les rationalistes se trompent quand ils croient que l'on pourrait aboutir aux principes fondamentaux par le seul usage du raisonnement : pour un scientifique moderne, le principe de continuité n'est pas plus « évident » qu'un autre, et c'est d'ailleurs pourquoi on peut construire une physique qui remette en cause la continuité. Mais les empiristes se trompent aussi : ces principes ne sont pas tirés de l'observation des phénomènes.

Cette critique de l'empirisme, on la retrouve dans la critique qu'Einstein adresse à Newton (qui n'était pas un empiriste, sans être pour autant un rationaliste). Newton *croit* avoir tiré sa loi de gravitation universelle à partir de la seule observation des phénomènes. En gros, on s'élevait pour Newton vers les principes fondamentaux par paliers : l'analyse d'un certain groupe de faits faisait apparaître une loi locale, valable pour ce groupe de faits (tous ces faits suivent une même loi). A son tour, cette loi pouvait être comparée à d'autres lois locales, pour faire apparaître une loi plus générale (toutes ces lois obéissent à une même loi) ; et de cette manière, de palier en palier, on s'élève

---

<sup>1</sup> : les astronomes n'ont pas attendu Copernic pour se rendre compte que les observations astronomiques ne coïncident pas avec ce qu'on « devrait » observer si le système de Ptolémée était exact. On peut d'ailleurs rappeler que le système copernicien (tel qu'il est élaboré par Copernic lui-même) coïncide *encore moins* avec les observations. Le système ptoléméen (géocentrique), qui bénéficie il est vrai de 20 siècles de « bricolage », correspond davantage aux observations que le système (héliocentrique) de Copernic. L'une des raisons principales est que, pour Copernic, les orbites des astres sont circulaires, et non elliptiques. C'est Kepler qui établira la trajectoire elliptique des planètes du système solaire.

depuis l'observation des faits, par « abstraction », à des lois de plus en plus générales, jusqu'à parvenir à des principes fondamentaux — comme la loi de gravitation universelle, qui vaut (comme son nom l'indique) pour *tous* les phénomènes.

Pour Einstein, ce raisonnement est faux, pour plusieurs raisons. La première est que, pour pouvoir analyser un phénomène, il faut *déjà* prendre appui sur des principes fondamentaux. Comment un physicien pourrait-il faire la moindre mesure s'il ne supposait pas *dès le départ* que les variations de l'intensité (lumineuse, sonore, etc.) qu'il observe doivent bien avoir une « cause », qu'elles ne peuvent pas provenir d'une brusque « création » d'énergie surgie de nulle part, qu'une même cause produira forcément les *mêmes* effets la fois suivante, etc.<sup>2</sup> Bref, le physicien qui observe un physique simple *présuppose* déjà tout un ensemble de principes qui lui permettent de travailler.

La seconde raison est qu'un ensemble donné de faits est toujours compatibles avec *plusieurs* systèmes de principes fondamentaux. Pour reprendre l'exemple précédent, on peut comprendre les phénomènes observés au niveau macroscopique, *aussi bien* en partant de principes classiques que de principes quantiques.

Il est donc, pour Einstein, impossible de « trouver » les principes fondamentaux en ne prenant appui que sur l'analyse rationnelle des faits : d'une part parce qu'on a déjà besoin de prendre appui sur ces principes pour décrire et comprendre les faits en question, et d'autre part parce qu'un ensemble d'observations est toujours compatibles avec un nombre indéfini de principes.

Bien. Mais si les principes fondamentaux ne viennent *ni* d'un raisonnement pur, *ni* de l'observation des faits, *d'où viennent-ils* ? S'ils ne nous sont dictés ni par notre raison, ni par notre perception, *quelle faculté* en nous nous y conduit ?

La réponse d'Einstein est claire : de l'imagination. Ce qui a permis à Newton de s'élever de l'observation des phénomènes jusqu'à la loi universelle de gravitation, ce n'est pas la raison, c'est l'imagination. Pour Einstein, les « axiomes » de la physique ne sont ni « évidents », ni « induits » à partir de l'expérience, ni « déduits » par la raison : ils nous sont donnés par l'imagination. Pour Einstein, le schéma global de la science ne repose donc pas seulement sur l'articulation entre l'observation des faits et le raisonnement : il implique (au moins en ce qui concerne les grandes découvertes scientifiques, celles qui font advenir une nouvelle loi générale) un raisonnement à quatre temps, au sein duquel 1) le scientifique prend appui sur *l'observation* des faits 2) pour s'élever par *l'imagination* à une loi générale, 3) dont il *déduit ensuite rationnellement* un ensemble de lois 4) qu'il confronte pour terminer aux *observations*. Comme chez Claude Bernard, le scientifique part des faits (pour élaborer ses hypothèses) et y revient (pour tester ses hypothèses) ; et comme chez Claude Bernard, le scientifique ne peut « lire » les faits que s'il prend déjà appui sur des hypothèses. Mais, à la différence de Claude Bernard, Einstein a clairement introduit une tierce faculté dans le jeu du savoir, en montrant le rôle que joue l'imagination dans la formulation des lois générales.

---

<sup>2</sup> : on aura ici reconnu quelques principes fondamentaux de la physique classique : principe de causalité, principe de conservation de l'énergie, re-principe de causalité.