

## Philosophie des sciences aujourd'hui

Arnaud Capitan

CCH\_OEL53\_TP

### **1) Expliquez ce qui, du point de vue de Popper, exclut le texte suivant du domaine de la science : [2,5 pts]**

« Les natifs du Scorpion traversent cette semaine une phase de transformation intime. Ils pourront ressentir un désir profond de renouveau, soit dans leurs relations personnelles, soit dans leur vie professionnelle. Ce désir se manifestera par une attirance pour de nouvelles rencontres ou un intérêt pour des opportunités inédites. S'ils les saisissent et vont de l'avant, ils renforceront leur bien-être et attireront des énergies positives. S'ils préfèrent rester prudents, ils bénéficieront d'une période d'introspection bénéfique qui les aidera à mieux se connaître. Les natifs du Scorpion doivent donc bien s'attendre cette semaine à des événements significatifs ou à des vibrations favorables dans cette période particulièrement propice à une profonde compréhension d'eux-mêmes. Mais attention ! Sous l'influence de Vénus en Capricorne, leur impulsivité sera stimulée. S'ils laissent leur intuition les guider durant cette période, ils devront donc veiller aussi à la tempérer par une réflexion logique et un regard pragmatique. » (Maître Lucius Astrosophe)

Selon Popper, on ne peut jamais valider une théorie scientifique de façon définitive. Tout récit scientifique ne fait part que de l'état des connaissances à un instant donné : peut-être qu'une théorie non étudiée encore viendrait invalider l'argument avancé par le récit scientifique.

En effet, on ne peut jamais être certain qu'un nouvel élément, jusqu'à alors inconnu des scientifiques, ne viennent remettre en cause toute la théorie. Ainsi, un récit prétendant prouver tout est son contraire, n'est pas un récit scientifique : cela pose un problème selon Popper du point de vue de la théorie. Un texte scientifique ne peut pas être prouvable par expérimentation : les essais ne peuvent que corroborer ou infirmer les thèses soutenues par le texte. D'où la nécessité pour un récit scientifique de faire preuve de modestie sur les affirmations données et les conclusions qui en découlent. Il y a peut-être des théories auxquelles nous n'avons pas pensé, d'autres auxquelles on ne pensera jamais, et peut-être même d'autres auxquelles on ne pourra jamais penser qui pourraient invalider un récit scientifique.

Dans ce texte, il est question du comportement social de certaines personnes nées pendant une certaine période, portant le signe astrologique du scorpion. Toutefois, cette description comportementale est vague et adaptable à chacun. Il est impossible de l'invalider, de falsifier les affirmations avancées par Maître Lucius Astrosophe. Ce texte (qui est vraisemblablement tiré d'un horoscope) n'est pas falsifiable, et la falsifiabilité est pour Popper l'un des critères caractérisant un texte scientifique.

De fait, certains extraits ne semblent rien affirmer, rien de vérifiable ou de falsifiable : « Les natifs du Scorpion doivent donc bien s'attendre cette semaine à des événements significatifs ou à des vibrations favorables dans cette période particulièrement propice à une profonde compréhension d'eux-mêmes. », il n'y a aucun élément dans cette phrase qui ne soit falsifiable : tout peut être considéré comme un événement significatif ; de même que toute période est propice à une profonde compréhension de soi-même ; et pour les 'vibrations favorables', on ne sait pas à quoi fait référence l'auteur.

L'absence de falsifiabilité dans ce texte lui ôte cette description scientifique. C'est par ailleurs le cas de toutes les sciences humaines, qui ne sont pas scientifiques selon Popper : en se basant sur le comportement humain, les conclusions obtenues sont suffisamment flexibles pour être infalsifiables.

**2) En quoi l'incommensurabilité des paradigmes, telle qu'elle a été caractérisée par Thomas Kuhn, pourrait-elle constituer un obstacle à la hiérarchisation des théories scientifiques ? Vous illustrerez votre réponse par (au moins) un exemple. [3 pts]**

Selon Thomas Kuhn, il est impossible de juger un paradigme supérieur à un autre : son but est de rompre ce lien comparatif entre les différents paradigmes. Un paradigme, selon Kuhn, n'est pas qu'une simple théorie d'une discipline : cela correspond à l'ensemble des croyances et des pratiques transmises par les chercheurs d'une certaine période par l'éducation. Même si le consensus scientifique est en désaccord avec une théorie d'un paradigme, il peut s'accorder sur les pratiques et les démarches de celle-ci.

Ici, la question est de savoir si cette incommensurabilité des paradigmes constitue un obstacle à la hiérarchisation des théories scientifiques. On peut en effet établir une hiérarchisation des théories scientifiques. A chaque grande révolution scientifique, de nouveaux résultats expérimentaux permettent d'établir de nouvelles théories, rendant désuètes les anciennes théories, qui souvent ne parviennent pas à expliquer les derniers résultats obtenus.

Dans ce cas, on peut hiérarchiser les théories scientifiques : les nouvelles, qui viennent expliquer les résultats les plus récents, surclassent les anciennes, plus laborieuses, moins prometteuses, ne vérifiant pas certaines expérimentations. On y voit une sorte de triomphe de la nouvelle théorie : les anciens scientifiques porteurs de l'ancienne théorie se font plus âgés, et finissent même par mourir.

Pour autant, on ne peut pas critiquer les paradigmes qui entourent ces anciennes théories, les démarches scientifiques étant similaires à celles des nouvelles théories, et les résultats obtenus à l'époque de ces paradigmes étant toujours valables : il s'agit de savoir, lorsqu'une expérience infirme une théorie scientifique, ce qu'il faut rejeter de cette théorie. Est-ce toute la théorie qui est fautive, ou qu'une partie améliorable par la nouvelle théorie qui vient remplacer l'ancienne dans ce domaine précis ?

Prenons l'exemple de la relativité restreinte d'Einstein et de la théorie de la gravitation de Newton. Pour la plupart des problèmes faisant appel à la gravitation à l'échelle terrestre, la théorie newtonienne est suffisante, mais ne correspond qu'à une approximation à vitesses non relativistes des formules données par la relativité d'Einstein. On peut alors décrire la théorie einsteinienne comme supérieure à la théorie newtonienne. On peut toutefois montrer que les théories diffèrent sur certains aspects : pour la théorie newtonienne, la masse d'un corps est constante, tandis que dans la théorie einsteinienne de la relativité,  $E = mc^2$ , la masse varie selon la vitesse, et peut être convertie en énergie.

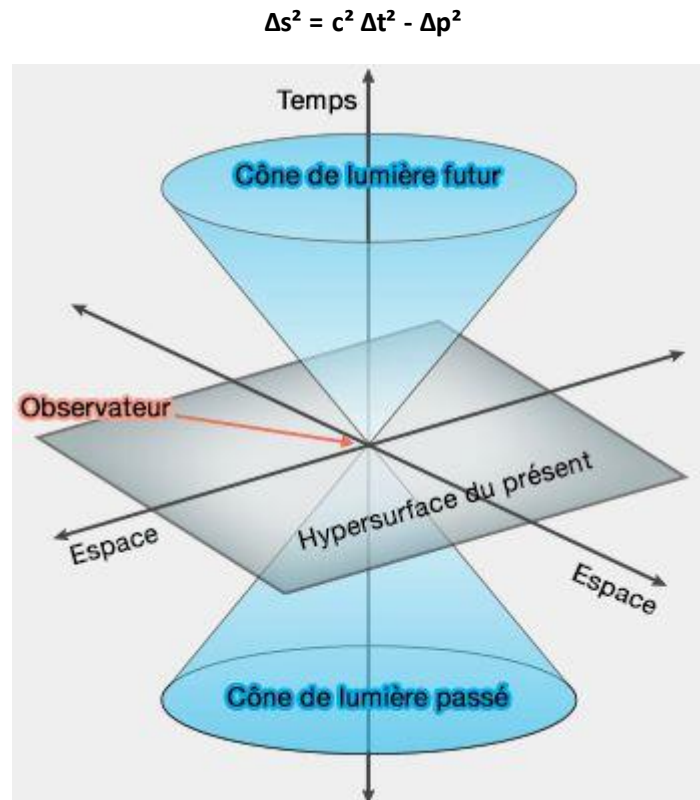
La théorie de Newton peut paraître plus rudimentaire que celle d'Einstein. En effet, si la théorie newtonienne suffisait pour expliquer les changements de trajectoires d'Uranus (qui ont permis la découverte de Neptune, qui provoquait ces changements), elle n'a pas pu expliquer les mouvements de la planète Mercure. Il a fallu attendre l'arrivée de la nouvelle théorie d'Einstein pour les expliquer, ce qui placerait cette dernière théorie au-dessus de celle de Newton.

Pour autant, Thomas Kuhn défend l'idée que les paradigmes entourant ces deux théories ne doivent pas être hiérarchisés : ici, la théorie de Newton conserve son champ d'application à vitesses non relativistes et corroborent les équations d'Einstein dans ce champ d'approximations : pour autant, Newton a décrit ces lois quand aucune autre loi n'existait. L'incommensurabilité des paradigmes constitue un obstacle pour la hiérarchisation des théories scientifiques, mais à juste titre : chaque théorie à son champ d'application, et que la théorie soit prouvée ou invalidée, son expression a permis des avancées dans le domaine scientifique.

On retrouve l'exemple de la théorie des ondes gravitationnelles, avec la théorie de l'Ether, qui soutenait l'hypothèse d'un temps et d'un espace absolus dans la théorie Newtonienne. L'expérience de Michelson-Morley a permis d'invalider cette théorie, mais a permis de faire avancer le paradigme scientifique lié à la relativité d'Einstein.

**3) Dans quelle mesure la conception de Phil Dowe permet-elle de soutenir que la causalité n'est pas une simple vue de l'esprit en physique ? [3 pts]**

Selon Phil Dowe, il est possible de décrire la causalité d'un événement à un autre à l'aide d'un espace de Minkowski ; ci-dessous l'image d'un cône de Minkowski, décrivant l'équation de relativité restreinte :



Prenons deux événements A et B, chacun disposant de leur espace et de leur temps.

Pour  $\Delta s^2 > 0$ , l'intervalle est dit de type « temps », l'événement est causalement connecté, il est possible pour un signal ou une particule d'aller de A à B.

Pour  $\Delta s^2 = 0$ , l'intervalle est dit de type « lumière », les événements sont reliés par un trajet lumineux.

Pour  $\Delta s^2 < 0$ , l'intervalle est dit de type « espace », les événements sont trop espacés pour être reliés causalement (impossibilité d'atteindre B depuis A à une vitesse inférieure ou égale à celle de la lumière). Dans ce cas, il n'existe aucune influence physique qui peut se propager entre ces deux événements.

Selon Phil Dowe, il est rationnel d'appeler causes les lignes d'univers entrantes (les lignes provenant du cône passé dans l'image ci-dessus), et effets les lignes d'univers sortantes (celles du cône futur). Dans un espace de Minkowski, une interaction causale est une interaction de lignes d'univers qui comporte l'échange de quantités conservées. On peut définir une ligne d'univers pour un événement de la manière suivante :

A partir d'une définition locale des éléments constituant notre événement (pour empêcher les problèmes qui sortent du local), on étudie les formes de continuité qui permettent de poursuivre cette ligne, à l'aide notamment des principes de conservation de quantité, d'énergie et des symétries.

Selon cette conception, la causalité n'est pas une simple vue de l'esprit en physique : elle correspond à l'étude des principes physiques pour permettre de relier un événement à un autre, ce qui correspond à la causalité ; deux événements n'étant pas reliés par ces principes physiques (pas le même espace, pas le même temps, pas les mêmes particules étudiées, etc.) ne peuvent pas avoir, selon cette conception, de lien de causalité.

Pour autant, si on sort du cadre local, on obtient plusieurs possibilités de réponse. Par exemple, l'exemple du battement d'ailes d'un papillon qui provoque une tornade : devons-nous considérer les perturbations autour du papillon ? Le papillon tout entier ? L'air tout entier et le papillon ? Si on s'accorde sur les principes physiques de conservation, il est difficile de retrouver les causes exactes d'un tel événement. En physique macroscopique, on peut trouver des cas très ennuyeux pour la démarche de Phil Dowe, où ce qu'on appelle la cause déclenche l'événement sans pour autant transmettre une information.

Dans cette conception de la causalité selon Phil Dowe, il est possible de changer de point de vue, mais les principes de conservation et les symétries dont tous les paradigmes scientifiques doivent dépendre expliquent ces liens de causalité, qui ne sont pas qu'une vue de l'esprit en physique. On y retrouve le célèbre énoncé du théorème de E. Noether, mettant en avant des invariances pour énoncer certains principes :

*La conservation de l'énergie est une conséquence d'une invariance des lois par déplacement dans le temps.*

*La conservation de la quantité de matière est une conséquence de l'invariance des lois par déplacement dans l'espace.*

**4) Partagez-vous la désignation finale du texte suivant en ce qui concerne le projet d'expliquer « ce que ça fait » d'appartenir à une autre espèce ? Justifiez votre réponse [4 pts]**

« Our own experience provides the basic material for our imagination whose range is therefore limited. It will not help to try to imagine that one has webbing on one's arms, which enables one to fly around at dusk and dawn catching insects in one's mouth; that one has very poor vision and perceives the surrounding world by a system of reflected high-frequency sound signals; and that one spends the day hanging upside down by one's feet in an attic. Insofar as I can imagine this, it tells me only what it would be like for me to behave as a bat behaves. But that is not the question. I want to know what it is like for a bat to be a bat. Yet if I try to imagine this, I am restricted to the resources of my own mind, and those resources are inadequate to the task. (...) Fundamentally an organism has conscious mental states if and only if there is something that it is like to be that organism - something it is like for the organism itself. We may call this the subjective character of experience. It is not captured by any of the familiar, recently devised reductionist analyses of the mental, for all of them are logically compatible with its absence. (...) Without consciousness the mind-body problem would be much less interesting. With consciousness it seems hopeless. »

(From Thomas Nagel, *What it is like to be a bat?*)

Dans ce texte de Thomas Nagel, dont l'objectif est d'expliquer la sensation d'appartenance à une autre espèce, l'auteur décrit le ressenti humain comme limité. Il serait impossible par nature pour un homme de s'imaginer ce qu'est la sensation d'être une chauve-souris (sujet du texte) et d'appartenir à l'espèce : on est borné par l'imaginaire humain avec notre propre conscience, pas celui d'une chauve-souris, qui peut émettre des ultra-sons, les réceptionner, dormir à l'envers, et de tous les aspects qui distinguent l'homme de la chauve-souris dans l'aspect physique. En termes de comportement, l'homme a ses propres pensées liées à des actions précises qui lui sont accessibles, comme la chauve-souris pourrait en avoir vis-à-vis de voler par elle-même par exemple.

Toutefois, en termes de conscience, l'auteur souhaiterait savoir ce que ressent une chauve-souris en étant une chauve-souris : « I want to know what it is like for a bat to be a bat. » L'auteur défend que les ressources de l'esprit humain nous condamne à ne penser qu'en tant qu'homme, et nous empêche de s'identifier en tant qu'une autre à espèce à cette espèce (comme ici, en tant que chauve-souris appartenant aux chauves-souris). Il appelle cet exercice de pensée le caractère subjectif d'expérience.

La résignation finale du texte, est que cette expérience de pensée n'est pas décrite par aucune analyse réductionniste de l'esprit ; que toutes les analyses sont compatibles avec son inexistence. Selon lui, le problème corps-esprit est inintéressant sans la conscience, mais qu'il est sans espoir avec.

Dans ce texte, Thomas Nagel défend l'idée qu'il est impossible de savoir « ce que ça fait » d'appartenir à une autre espèce si on prend en compte l'hypothèse de la conscience, mais que si on la retire, le problème devient sans intérêt. Il critique les théories réductionnistes qui n'ont pas réussi à saisir ce concept qui semble clef dans cette recherche.

Prenons quelques éléments sur la théorie réductionniste, à en commencer par la définition :

La réduction d'une discipline (ou d'une sous-discipline) à une autre n'est possible que si objets, concepts et énoncés de la première peuvent être ramenés à ceux de la seconde ou à partir d'eux.

Le réductionnisme soutient que toutes les théories peuvent être réduites, que toute la science pourrait être réduite. Selon les réductionnistes, la réduction de la science s'arrête aux lois de la physique fondamentale. Les réductionnistes affirment qu'on pourrait se dispenser des autres disciplines, qui ne servent que de 'décors de cinéma', une fois que la science est réduite à son état fondamentale.

Pour autant, tout ensemble d'atomes ne peut être réduit à une même catégorie : l'exemple du vivant contredit cette réduction. Ce qu'on appelle l'âme, ce principe d'action qui anime un être vivant, le distingue de tous les objets inertes. Cette capacité d'animation et de mouvement, l'autonomie du vivant, sa capacité et son désir de reproduction, viennent caractériser un être vivant et le distinguer d'un simple assemblage inerte de molécules inerte.

Par ailleurs, selon la perspective matérialiste, l'esprit n'a pas d'existence propre distincte du corps ; et les états mentaux (conscients ou pas) ne sont que des produits de l'activité du cerveau. On y retrouve la carte somato-sensorielle, conçue à l'aide d'une multitude d'expériences, et une conclusion en est ressortie : la conscience n'est pas présente dans tout le cerveau.

Il est en effet possible d'avoir des lésions dans certaines zones du cerveau en conservant la conscience (mais en perdant toutefois la vue, la notion de couleurs, de douleur, etc.). Pour un matérialiste pur, ce n'est pas moi qui pense, c'est le cerveau qui pense à travers moi, pensées obtenues par les autres zones du cerveau. Il y a certes de l'activité cérébrale, mais que signifie le « Je » ? Plus précisément, dans le cadre du texte de Thomas Nagel étudié, qu'est-ce que cela signifie que de « s'identifier » ?

Prenons une notion subjective, et tentons une expérience de pensée : la douleur. Imaginons que l'on parvienne à isoler toutes les zones du cerveau qui sont liées à la sensation de la douleur. Peut-on alors simuler la sensation de douleur à l'aide de ce substrat neurologique ? Est-ce que la connaissance de tous les sites de la douleur est équivalent à ressentir la douleur ? Il est complexe de simuler l'expérience de la douleur, car la sensation n'est pas prédictible, et est propre à chaque individu.

Ce problème est similaire à celui évoqué par le texte : sans conscience, se mettre à la place d'une chauve-souris ne revient qu'à faire l'expérience de son ressenti de vie, ce qui revient à vivre tous les signaux physiques et corporels éprouvés par la chauve-souris, hors de notre expérience d'humain. Néanmoins, en prenant maintenant l'hypothèse de la conscience, le ressenti est propre à chaque individu, comme il l'est peut-être pour une chauve-souris – mais rien ne garantit qu'une chauve-souris ait une conscience, ce caractère subjectif d'expérience comme décrit dans le texte par Thomas Nagel, rendant le problème d'assimilation d'un être humain à une chauve-souris impossible, d'où la résignation de l'auteur.

**5) Pourquoi peut-on soutenir que l'énoncé : « Tous les objets en or pur ont une masse inférieure à 100 tonnes » n'est pas une loi de la nature ? Votre réponse comportera deux arguments. [2,5 pts]**

Pour exprimer une loi, on doit introduire trois concepts clefs : un énoncé, une nécessité, ainsi qu'une universalité. Une loi doit être si possible distinguée d'une généralisation accidentelle, laquelle peut satisfaire cette définition mais n'exprime pas une relation « naturelle » ou « nécessaire ».

Les lois se doivent d'être démonstrables, déterministes et universelles. A l'inverse, de simples énoncés ou des généralisations peuvent se limiter à des échantillons, à une localité spatiale ou temporelle, ou à des observations empiriques.

Il existe pour autant des lois qui fonctionnent bien en moyenne, avec par exemple la thermodynamique dont les relations macroscopiques sont formées à partir d'études statistiques des systèmes microscopiques. La théorie de la quantique est établie en présence de probabilité, ce qui revient à une étude statistique. Les lois de Kepler ne sont applicables que sur le système solaire : on a un problème de localité.

L'énoncé « Tous les objets en or pur ont une masse inférieure à 100 tonnes » n'est pas une loi de la nature pour plusieurs raisons :

- Cet énoncé n'exprime aucune relation nécessaire de la nature : le fait que les objets en or pur aient une masse inférieure à 100 tonnes n'apporte aucune information sur la composition des éléments.
- Cet énoncé n'est pas démontrable : il est impossible d'étudier tous les corps en or, ne serait-ce qu'à l'échelle de la terre, encore moins à l'échelle de l'univers.
- Cet énoncé n'est pas non plus universel : dans l'échelle du temps, il serait possible de rassembler 100 tonnes d'or et de fondre tout cet or pour en faire un objet d'une masse supérieur à 100 tonnes. Et éventuellement qu'un objet en or de 100 tonnes ou plus ait déjà pu exister par le passé.

Pour ces raisons, cet énoncé n'est pas une loi de la nature.