

Philosophie de la physique

Marc Lachièze-Rey 2018

Les dessous métaphysiques du monde :

(16 janvier 2018)

Y a-t-il une philosophie de la physique ?

Les réalités du monde : Lois, théories et modèles

La déraisonnable efficacité des mathématiques en physique

Philosophie et science

Philosophie :

que pouvons-nous savoir ?

de quoi le monde est-il fondamentalement constitué ?

que devons-nous faire ?

pouvons-nous, et si oui comment pouvons-nous, être heureux ?

la Science peut aider (une branche de la philosophie ?)

science → métaphysique sous contrainte

pas de science sans philosophie des sciences,

pas de science sans métaphysique.

Philosophie des sciences:

approche historique

ou

analyse formelle des théories

(analyse logique du langage des sciences et analyse conceptuelle et philosophique de leur fondements ...)

axiomatique ?

Science et société : par exemple choix des disciplines (machine à vapeur et thermo, physique nucléaire...)

Naissance de la science

« les Présocratiques : Thales, Anaximandre, Xénophane, Héraclite, Parménide, Pythagore, Zénon, Anaxagore, Empédocle, ou encore Leucippe et Démocrite. Ces philosophes-physiciens se distinguent des auteurs qui les précèdent, tels que Homère ou Hésiode par exemple, tant sur le plan de leur objet d'étude que sur celui des méthodes qu'ils considèrent comme légitimes. Ils voient en effet dans le monde un ordre naturel (le cosmos) dont il s'agit de rendre compte de façon rationnelle en ne faisant appel qu'à des propriétés elles-mêmes naturelles. Une telle approche doit être contrastée avec les récits décrivant les événements du monde comme étant le résultat des désirs, ou même caprices et facéties d'êtres supra-naturels. Les questions posées concernant le monde ne sont plus celles de l'origine et du pourquoi mais celles du quoi et du comment, tandis que les réponses offertes ne font plus appel à la notion de volonté divine mais bien aux propriétés naturelles des éléments constitutifs de la fabrique du monde. »

Introduction : Qu'est-ce que la philosophie de la physique ? Soazig Le Bihan

pourquoi y a t il des lois physiques ?

- Qu'est ce qu'une théorie? Une conception du monde
- Une théorie remplace une autre. Comment ? Pourquoi ?

- Théorie de l'évolution des théories
 - Unification, simplification,
 - Rôle du vide...
 - des symétries

Définition et critères de la science, de la physique

- **cohérence logique**

(mais : théorie économiques), (mais Rigueur du raisonnement : Dirac et les vaches)

- **falsifiabilité** (Popper) (mais théorie des cordes)

- **Simplicité** (rasoir d'Occam)

- **Beauté** [Dirac, ...]

Rôle de la Symétrie (méthodologique et heuristique) (principe de Curie : la symétrie des causes se retrouve dans la symétrie des effets.) (brisure de symétrie = apparition de structure [champ de Higgs, métrique de l'espace-temps ...])

Seuls les éléments du formalisme qui sont indépendants de jauge peuvent être considérés comme correspondant à des entités réelles.

- rejet du finalisme, de l'anthropomorphisme (Créationnisme, Principe anthropique).

- Rôle de la psychologie, de la sociologie

Comprendre, expliquer, prédire

- Que nous dit la physique de la constitution fondamentale du monde ? (contradictions entre disciplines !...)

extrême naïveté: « la théorie des supercordes « dévoile le mystère des vérités les plus fondamentales de notre Univers ».
Brian Greene, L'Univers élégant, Trad. C. Laroche, Paris, Robert Laffont, 2000, p. 37.

« Si nous parvenons vraiment à découvrir une théorie unificatrice, elle devrait avec le temps être compréhensible par tout le monde dans ses grands principes, pas seulement par une poignée de savants. Philosophes, scientifiques et personnes ordinaires, tous seront capables de prendre part à la discussion sur le pourquoi de notre existence et de notre univers. Et si nous trouvions un jour la réponse, ce sera le triomphe de la raison humaine, qui nous permettrait alors de connaître la pensée de Dieu . »

Stephen Hawking, Une brève histoire du temps, trad. I. Naddeo-Souriau, Paris, Flammarion, 1989, p. 213.

- **Explication :**

définir les rapports de causalité entre les phénomènes (par des lois mathématiques et des régularités [corrélations] statistiques.)

Cf big data / simulations (climat)

Prédire n'est pas expliquer (Newton, physique quantique ; Simulations)

Des lois invariantes, **universelles** -- > univers (Newton)

Réductionnisme (impossible au moins en pratique)

mécanique statistique → thermodynamique

Physique quantique → chimie ?

Physique chimie → biologie

Neurologie → psychologie

Des questions fondamentales

- objectivité, réalité, compréhensibilité
(par exemple en physique quantique : Louis de Broglie, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger, Niels Bohr , Einstein,...)
- continu et discret,
- déterminisme

- qu'est ce qu'un système physique ? l'état d'un système ? un observateur ?

- interprétation des probabilités (physique stat, physique quantique)

En pratique : la méthode scientifique

Théorie (s) (physique quantique, relativité générale, thermodynamique)

→ **Modèles** selon la théorie (statistique)

→ **Prédictions** (calculs, simulations)

Expériences et observations

[Expériences simulées, automates cellulaires]

→ **Confrontation** →

Il faut avoir défini ce que sont un système physique, une mesure, une observation, un observateur,...

Méthodes

Plus précisément, les **Méthodes** doivent être adaptées aux différentes sciences (physique, chimie, biologie ...)
et même aux différentes théories au sein d'une science donnée (astronomie, thermodynamique, physique des particules ...).

- **Attention à la méthode inductive :**

inférer une proposition universelle (tous les corbeaux sont noirs) à partir d'un nombre fini d'instances (ces corbeaux sont noirs).

du vrai on peut induire du faux !

- **Attention à l'analogie, à l'intuition, au bon sens,**

- **Bannir le finalisme, l'anthropomorphisme (principe anthropique, créationnisme)**

- **Rôle des probabilités, de l'information**

La question du réalisme • 1

Ontologie primitive :

Le statut ontologique des **objets** (en particulier inobservables)
[particule, atome, fonction d'onde, champ, espace-temps, multivers, énergie sombre...]
et des **concepts fondamentaux** doit être précisés
pour chaque théorie :
(et pas seulement le formalisme !)
[./ Empirisme radical] [./ phénoménologie]

ex : l'existence des atomes. Avant Jean Perrin, scepticisme (Pierre Duhem : les symboles chimiques, ne sont autres qu'un mode d'écriture efficace pour les calculs et les prédictions. L'idée qu'à chaque symbole chimique corresponde une entité "atome" lui semblait en revanche particulièrement naïve et injustifiée.

ex : l'existence de l'éther et statut de l'espace-temps → relativité restreinte (Albert Einstein) : refonder

Réalité et expérience : Pas d'expérience sans théorie (cmb)
[Dirac et les moutons]

rejet de l'intuition et du bon sens : sinon pas de relativité générale, pas de physique quantique

Réalité et observation,

Notre vision est déformée ? (illusions des sens), Filtrée par nos sens

Interprétée selon nos **catégories de pensée**

Celles-ci doivent être modifiées, abandonnées, selon les théories.

(notion de temps incompatible avec relativité générale)

(notion de localité incompatible avec la « réalité » en physique quantique) (EPR)

Réalité de l'arc en ciel ?

La question du réalisme • 2

Des catégories (E. Kant) pour décrire la réalité

espace, temps, espace-temps, causalité, origine...

Différentes selon physique quantique, relativité générale, cosmologie, thermodynamique ...

Peuvent-elles faire partie de la nature ?

- par exemple **Newton** considère espace et temps comme des entités à part entière, **Leibniz** ne veut les concevoir que comme des relations entre les objets physiques.
 - **Énergie** en thermodynamique ou en relativité générale
- la **mécanique quantique** semble décrire un monde où les systèmes physiques n'ont pas de propriétés déterminées : ils sont ici *et* là, vont plus *et* moins vite, ont plus *et* moins d'énergie...

Réalisme structural ontologique

= un courant (en métaphysique des sciences contemporaine) qui tente de réconcilier le réalisme avec la physique moderne (physique quantique et relativité générale) .

Le monde doit être considéré comme fondamentalement constitué de **structures** ; les « objets » ne sont définis que par les relations qu'ils entretiennent les uns avec les autres.

Il y a des structures plutôt que des objets dotés d'une identité intrinsèque.

(mais la notion de structures sans objets qui les portent n'est pas intelligible)

[les points de l'espace temps ne sont pas totalement éliminés, mais n'ont pas non plus de priorité ontologique par rapport aux relations [causalité ?] qu'il entretiennent entre eux, et qui en réalité les définissent pour ce qu'ils sont.]

La « déraisonnable efficacité des mathématiques en physique »

- **Wigner**
- **Atiyah**: « mathématique et physique sont deux disciplines séparées par un langage commun. »
- pas de physique sans mathématique
- **Réalisme mathématique** : les objets mathématiques existent-ils (en dehors du cerveau du mathématicien ?) : invention ou découverte.
- Il y a t-il un **monde des mathématiques** et un monde concret, avec une correspondance entre les deux?
- Les mathématiques sont elles notre seul moyen d'aborder une réalité complexe ?

Mathématiques en physique

- Algèbre, géométrie , logique...

Statistique, mesures, information, probabilités

- **Ensembles** d'objets avec propriétés spécifiques:

Naturellement associés à des systèmes physiques

Le temps, l'espace, l'espace-temps, ... sont des **variétés**

les états d'un système forment un **espace vectoriel**

Les transformations (et les symétries) d'un système forment un **groupe**, et une **algèbre**

Relations entre eux; forment elles-mêmes des ensembles (cf réalisme relationnel)

- **Relations** plus fondamentales et plus importantes que les objets

Observation, mesure = relation objet – observateur

Évolution, mouvement = relation état passé–état présent (et futur)

Nouvelles mathématiques

« Mathématiques relationnelles »

Théorie des catégories: objets et relations (transp. Suivant)

Théorie (homothétique) des types

Réseaux, treillis

« Mathématiques informationnelles »

Se concentrent sur les notions d'information, de probabilités, d'entropie...

« Nouvelles géométries »

Géométrie non commutative, twisteurs, non standard, géométrie « synthétique », géométrie complexe, « géométrie quantique »,...

« Topoi » : nouveau langage, nouvelle logique

Théorie des catégories

- **Objets et relations** (= flèches = morphismes)
(ensembles = zéro catégories: pas de relations)
relations entre relations: 2-catégories, etc.
- **Foncteurs** : relation entre deux catégories différentes mais de structures semblables (ou même équivalentes: équivalence)
Ex. le plus simple: la cat des ensembles
(... des groupes, des algèbres, des espaces,
Discret – continu
Algèbre – géométrie (tqc)
causalité, Réseaux, ...)
- **Topoi**: généralisation des ensembles ! (nouveau langage, nouvelle logique), physique quantique
- La physique comme un foncteur entre la cat des objets réels (physiques) et des objets mathématiques?

Science et société, sociologie de la science

Choix des disciplines

Karl Popper appelait « la coopération amicalement hostile des citoyens de la communauté du savoir ».

La physique nucléaire n'existerait pas sans les militaires

La physique spatiale non plus sans doute

...