

Thé des Sciences

Introduction

Section I
Thé des Sciences

- 1.-
- 2.-
- 3.-

Section II
Thé propre

Chap I des Sources
" II de la notion de Philosophie

LA PHILOSOPHIE

DE

SIR ARTHUR EDDINGTON

PREMIERE PARTIE

QUELQUES THESES

DE LA PHILOSOPHIE DES SCIENCES

INTRODUCTION

Sir Arthur Eddington est né à Kendal, Angleterre, le 28 Décembre, 1882. Son père était principal de l'école des Quakers de Stramergate, école dans laquelle John Dalton avait été sous-maître. Eddington lui-même est un fervent Quaker, et comme nous verrons, sa religion a eu une profonde influence sur sa philosophie. Il a reçu son enseignement supérieur, d'abord au Owen College de Manchester, puis au Trinity College, Cambridge. C'est ici qu'il était "senior wrangler" en 1904. *Il a écrit 2-3 étudiants qui ont écrit des livres sur la cosmologie et la littérature. Ses écrits ont été une exceptionnelle valeur littéraire.* Sa connaissance de la littérature classique et moderne est étonnante. En 1907 il obtenait le prix Smith au même collège. En la même année il était élu Fellow de cette célèbre institution.

Ses premiers écrits scientifiques ont été publiés pendant qu'il était assistant en chef à l'Observatoire de Greenwich (1906-1913). Jusqu'ici il semblait être destiné à suivre une carrière d'astronome professionnel. Mais en 1913 on le nomma professeur d'Astronomie dans la Chaire Plumian de l'université de Cambridge, Chaire qu'il occupa jusqu'à ce jour. *Il a occupé ce poste jusqu'à aujourd'hui.*

En 1914 on le chargea de la direction de l'Observatoire de Cambridge, et ^{en} la même année on le nomma Fellow de la Société Royale. Il est membre de beaucoup de Sociétés

(2) of Evelyn Britton, as not "Edgington".

(3) The Analysis of Matter, London 1887, p. 391-395.

...the ...
...the ...
...the ...
...the ...

...the ...
...the ...
...the ...
...the ...

...the ...
...the ...
...the ...
...the ...

...the ...
...the ...
...the ...
...the ...

...the ...
...the ...
...the ...
...the ...

...the ...
...the ...
...the ...
...the ...

...the ...
...the ...
...the ...
...the ...

Scientifiques, en Angleterre aussi bien qu'à l'étranger. Il a été honoré ^{par} avec des prix et des médailles d'un peu partout, trop nombreux pour énumérer ici. En 1930 il recevait le titre de Sir. (1)

Voilà l'habit méridien du scientifique Eddington.

En 1920 un autre Eddington se révèle dans un ouvrage qui fait époque en philosophie des sciences: Space, Time, and Gravitation. Ce traité à tranché, pour la toute première fois, le domaine de la science et de la philosophie en ce qui concerne la théorie de la relativité. Par cet ouvrage il est devenu le leader des philosophes de la science. Et inspire confiance, parce qu'il est lui-même un des plus célèbres représentants de la science moderne. Chez lui on a plus de chance de ne pas avoir affaire avec des idées préconçues.

On a dit que cet ouvrage n'était qu'une œuvre de vulgarisation. C'est bien plus que cela. C'est tout d'abord une contribution philosophique au problème de la science moderne. Ses contributions n'ont pas été purement négatives comme il était le cas pour beaucoup d'autres physiciens modernes, Einstein y compris, qui se contentent de chasser les philosophes de leur terrain - d'ailleurs très légitimement. Dans l'ouvrage The Analysis of Matter, Lord Bertrand Russell écrit : (Eddington) mieux que Einstein ou Weyl, a exposé la théorie (de la relativité) dans la forme la plus adaptée aux besoins des philosophes. Pour la philosophie, je me suis d'être guidé presque entièrement par Eddington". (2)

Exclusivement

(1) "Ainsi je tiens à insister sur ce point: la teinte d'idéalisme que l'on trouve dans ma conception du monde physique doit sa naissance aux recherches mathématiques concernant la théorie de la relativité. Si j'ai eu quelques idées philosophiques antérieures, leur complexion était entièrement différente."

La Nature du Monde Physique, trad. Gnos, p. 8.

La Nature du Monde Physique, les Gifford Lectures de 1927, était une révélation bien plus importante que l'ouvrage précédent. Les exigences de ces Conférences d'Edinburgh, l'ont obligé d'attaquer des problèmes transcendants, ce qu'il a fait avec une habileté extraordinaire. Cet ouvrage l'a assuré une position parmi les philosophes contemporains les plus distingués. On l'a éprement critiqué, mais, aujourd'hui, tous en tiennent compte.

Pour nous, Eddington présente un double intérêt. D'abord, il a nettement délimité le problème philosophique de la relativité et de l'indéterminisme quantique. Mais il nous a donné également un système métaphysique assez complet.

Il s'appelle idéaliste. Point intéressant, c'est qu'il dit avoir été porté vers cet idéalisme par son travail scientifique même. (1)

Le problème de la relation entre la connaissance scientifique (dans le sens restreint) et la connaissance métaphysique, nous intéresse profondément, surtout que ce problème est présenté de façon assez embrouillée par nos propres philosophes. Peut-être que Eddington, qui connaît les sciences à fond, et qui n'est pas moins philosophe, nous offrira l'occasion de préciser ce rapport.

J. Parkes

Bibliographie

(1) Paru dans les Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Déc. - Les articles de Kapteyn s'y trouvent également en 1904 et 1925.

SECTION I.

SON OEUVRE SCIENTIFIQUE

Passons en revue la principales contributions originales qu'Eddington a fait à la science dans le domaine expérimental aussi bien que dans le domaine théorique. Cela nous permettra de mieux situer sa personnalité. Car il faut s'en rendre compte: Eddington est tout d'abord physicien, et ce n'est qu'en marge qu'il fait un peu de philosophie - "un peu" dans son estimation! Sa compétence dans le domaine scientifique rendra ses spéculations extra-scientifiques d'autant plus intéressantes qu'il est capable d'envisager ces problèmes du dedans de la physique. Son affirmation qu'il faut dépasser la physique sera d'autant plus fondée. Nous ne pouvons donc négliger ce point. Il est, très exceptionnellement, grand physicien et grand philosophe. Ces deux qualités sont inséparablement unies dans une même personnalité, et nous la fausserions en négligeant l'une ou l'autre de ses qualités.

I. Le Double Courant Stellaire.

C'est en 1906 qu'il attirait l'attention du monde astronomique à l'occasion de la communication de sa première étude à la Société Royale, intitulée: "The Systematic Motions of the Stars" (1). Dans cette étude il reprend une hypothèse émise par le célèbre astronome Hollandais Kapteyn en 1904, hypothèse qui annonçait que les mouvements d'un ensemble d'étoiles ne sont pas ~~harmoniques~~, comme le voulait l'opinion courante, mais

fortuit

(1) "En science, nous avons quelquefois des convictions visant la bonne solution d'un problème qui nous est cher, mais nous ne pouvons les justifier; nous sommes influencés par quelque sens inné de la convenance des choses." La Nature du Monde Physique, p. 333.

qu'il y a deux directions de mouvements favorisés. Cette hypothèse n'avait eu jusqu'alors aucun succès. C'est ici qu'Eddington manifeste déjà "ce sentiment d'être sur la bonne voie avant toute preuve", dont il parle si souvent. Il se laisse d'abord guider par l'apparence esthétique d'une théorie.

Voici comment ce problème doit être situé. Depuis le temps des Herschel l'on avait suggéré l'hypothèse que le système galactique a la forme d'une nébuleuse extra-galactique. Cette hypothèse ne s'étendait qu'à la forme statique du système. Les mouvements connus étaient considérés comme propre à chaque étoile individuellement prise, tandis que leur mouvements d'ensemble étaient ^{partiels} négligés. C'est alors que Kapteyn a montré que les étoiles semblaient suivre deux directions opposées dans le plan galactique : le mouvement des étoiles dans le voisinage du soleil suivraient deux courses opposées : il y a deux systèmes, l'un en mouvement opposé par rapport à l'autre.

Eddington a voulu vérifier cette hypothèse par une investigation indépendante. Le mouvement rotatoire des nébuleuses était connu. La démonstration de cette hypothèse montrerait que le système galactique est lui-même un système ~~rotatoire~~ ^{en mouvement} dynamique, tout comme les nébuleuses extra-galactiques. Cette démonstration offrirait un point de repère pour de nouvelles études sur l'origine de ce système et de sa situation dans l'ensemble de l'univers.

Son investigation s'étend sur 8 à 9 ans de travail. En 1914 nous trouvons ses résultats synthétisés dans un volume intitulé : "Stellar Movements and the Structure of the Universe" ()

(1) Cf. W. de Sitter, Kosmos, p.3.

La conclusion était affirmative. Elle était tout d'abord basée sur une minutieuse analyse du Catalogue du Prof. Ross qui donnait les mouvements propres d'environ 6000 étoiles. Appliquant la méthode statistique, Eddington a montré qu'il faut les partager en deux systèmes. Il a trouvé une deuxième confirmation de l'hypothèse de Kapteyn dans la vitesse spectroscopique des étoiles.

Par cette démonstration quantitative de l'hypothèse de l'Hollandais, le nom d'Eddington demeurera associé à cette branche de l'astronomie sidérale. Ce travail pris dans son ensemble a marqué, selon l'expression de de Sitter, une étape dans l'histoire de l'astronomie. (/)

II. La Constitution Interne des Étoiles.

La première tentative pour classer les étoiles selon leurs spectres était faite par le Jésuite Italien Secchi (1818-1878). Il divisait la vie d'une étoile en quatre étapes, qui marquaient une chute de plus en plus grande de température. Puis Lane (en 1878) montrait que quand un corps gazeux se contracte en perdant de la chaleur, sa température augmentera. Il était donc également possible que les étoiles ayant un spectre rougeâtre, et appartenant donc à l'étape inférieure, augmentent en température tout en perdant de la chaleur. ^{elles} pourraient donc être, contrairement à la vue de Secchi, dans leur jeunesse. En 1913 H.N. Russell et E. Hertzsprung montraient qu'il faut disposer les étoiles en deux catégories: les géantes

-7-

(1) Monthly Notices, Nov. 1916 & Juin 1917. - Cf. aussi, Nature, 1920, vol. 104, et son article dans l'Encycl. Britt. "Stars". Toute cette théorie est synthétisée dans l'ouvrage synthétique: The Internal Constitution of the Stars, Cambridge 1926, et dans un livre de vulgarisation Stars and Atoms, Oxford 1927. Il en existe une traduction française par Rossignol, Etoiles et Atomes, Paris 1930.

-7-

et les naines. Les premières sont de grande dimension, mais de faible densité, tandis que les secondes sont rétrécies, plus ~~épaisses~~ denses, et perdent de la température. Ainsi chaque étoile passe deux fois par le même degré de température.

L'étude d'Eddington "On the radiative equilibrium of the stars" () donnait une explication théorique de ces observations. Ses investigations étaient faites à base des lois d'un gaz parfait. Elle devait donc se borner à l'étude des géantes, les naines étant estimées trop denses pour obéir à ces lois.

Dans une étoile il y a donc deux tendances opposées: les couches supérieures refroidissantes se contractent, tandis que les couches inférieures augmentent en pression. Or, l'observation nous montre que la structure des étoiles est relativement constante: il faut donc admettre que ces deux tendances s'équilibrent.

La masse et la température ^{superficielle} du soleil sont deux grandeurs connues. Eddington se posait la question s'il n'y aurait pas moyen d'expliquer cet équilibre par une théorie établie sur les lois connues ~~de~~ la structure interne des étoiles. Des calculs directs faits sur ces grandeurs connues aboutissent à des résultats impossibles.

(1) Some Problems of Astronomy, XIX Gravitation, article paru dans Observatory, Févr, 1915, Vol. 38, p. 93...

III. La Théorie de la Relativité Généralisée.

Même avant d'aborder le problème de l'équilibre stellaire, Eddington s'était beaucoup intéressé à la théorie de la relativité. C'est peut être à cause de cela qu'il a avancé sa théorie ^{de la} pression de radiation avec tant de franchise.

Déjà en 1915, Février, donc avant qu'il ait connu les développements achevés d'Einstein, il écrivait: "Il n'est pas exagéré de dire que la nature de la gravitation n'est pas moins mystérieuse aujourd'hui qu'elle ne l'était quand Isaac Newton ^{depuis lors} avait formulé la loi pour la première fois. ~~En fait~~ les théories de la matière, de l'éther, de l'électricité ont surgi, ont eu leur vogue, et ont été remplacées par d'autres; la gravitation seule est restée intacte ^{à travers cette} ~~par les~~ ^{évolution} vues changeantes. Aucune expérience n'a montré sa relation avec les autres phénomènes de la nature; la loi simple, inconditionnelle et universelle, a été entièrement suffisante jusqu'aujourd'hui.

Nous sommes accoutumés à envisager la gravitation comme ex-
dehors de la portée des théories physiques ordinaires. Quand un nouveau modèle d'atome est proposé, nous nous demandons s'il rend compte de l'effet Zeeman, de l'affinité chimique, de la dispersion de la lumière, et d'un tas d'autres phénomènes accessoires; mais on l'estimerait injuste de suggérer qu'il devrait rendre compte de la seule propriété fondamentale et universelle de la matière - la gravitation." (1). ^{Puis} ~~Alors~~, après avoir rejeté les explications données jusqu'alors, il insinue: "Est-ce que la gravitation ne se conformerait pas au Principe de la Relativité?"

Il y a une remarque intéressante dans le même article. La possibilité de trouver un phénomène expérimental en faveur d'une application de ce principe à la gravitation tient son

(2) On a dit qu'Eddington ne connaît Einstein que depuis 1916. (cf. par exemple, Monthly Notices, Presidential Address de Dec. 1924, Vol. 84, p. 655.) Puisqu'il réfère constamment aux articles d'Einstein dans les Annalen der Physik, nous avons l'évidence qu'il a suivi les développements de la théorie de près, depuis parution.

(2) Proceedings of the Royal Society, série A, 1921, p. 104...

attention. "Il serait extrêmement difficile de constater cette deviation (de la lumière) même pendant une éclipse totale... Mais un résultat positif détruirait la gravitation, et elle cesserait de se tenir isolé des autres forces (interrelated) de la nature").

C'est ce même Eddington, qui en 1918 Février I, tira l'attention des membres de la Société Royale sur la possibilité d'exploiter l'éclipse totale du mai 29 Mai, 1929. Par des articles et des conférences il propageait l'idée. Et tout cela pendant la guerre, pour laquelle, étant Quaker, il avait un suprême dédain. C'est sous sa direction que les deux expéditions ont été faites, l'une à Sobral, et l'autre à l'île du Prince. Le résultat était positif. C'était une preuve expérimentale en faveur de la théorie d'Einstein. Les premières communications de ces résultats ont été faites à la Société Royale dans les Philosophical Transactions of the Royal Society of London en 1920 (Série A, vol. 220, p. 291-333).

C'est de l'enthousiasme de ce succès qu'est né l'ouvrage Space, Time, and Gravitation. Il n'hésite plus. Toute la physique doit être profondément refondue. Les conceptions philosophiques du physiciens sont altérées par ces exigences. Il ne reste que les préjugés philosophiques, et c'est Eddington qui se charge de les renverser.

Jusqu'ici, sa part dans le développement de la théorie de la relativité est purement expérimentale. C'est Eddington, et lui seul qui a présenté Einstein au public Anglais. Mais il a eu sa part dans le développement théorique même.

Cette contribution appaissait en 1921, sous le titre: "A Generalisation of Weyl's Theory of the Electromagnetic and Gravitational Fields"), et a été incorporée dans la synthèse:

(1) Cambridge, 1923.

(2) op.cit., p.105...

The Mathematical Theory of Relativity (/). Pour Einstein, la masse et la quantité de mouvement étaient égales à certaines caractéristiques de la géométrie de l'espace-temps. Mais Eddington a montré que masse et quantité de mouvement ne sont que les noms sous lesquels nous reconnaissons ces caractéristiques géométriques dans les expériences physiques. Einstein invoquait une loi de la nature qui est cause de cette égalité, tandis que Eddington réduit cette ~~égalité~~ prétendue loi à une tautologie. C'est ici qu'il montre son habileté en méthodologie scientifique, et qu'il fait une application rigoureuse de sa théorie de la théorie physique, qui contient toujours deux aspects (2). La théorie mathématique de la relativité est avant tout une analyse opérée sur certains symboles. Quand nous appliquons cette théorie au monde physique, nous devons trouver la connection par l'identification des entités proprement physiques avec les entités de l'analyse mathématique. Celles-ci constituent ainsi deux systèmes parallèles qui doivent être identifiés à chaque point. Mais il doit y avoir quelques identités qui sont fondamentales et dont on peut déduire les autres. Sans cela nous n'aurions aucun point de repère. C'est à base de l'identité de la masse et de la quantité de mouvement qu'on sait identifier les autres entités parallèles.

Voilà donc trois domaines dans lesquels il a excellé.

C'est Eddington, qui des premiers a été captivé par la théorie des quanta, et qui a fait les premières applications dans le domaine de l'astrophysique. C'est Eddington qui a découvert l'Abbé Lemaitre, qui avait d'ailleurs été un de ses élèves.

Tracer un portrait précis et adéquat de Eddington physicien
est tout à fait en dehors de notre compétence, mais ces quelques
remarques suffiront peut-être pour nous convaincre de ce
que nous avons à faire avec un esprit flexible, jeune, et
qui a un flair exceptionnel de la vérité; et pour introduire
le physicien dont nous allons étudier la philosophie.

DEUXIEME SECTION

PHILOSOPHIE DE LA SCIENCE EXACTE

Dans cette deuxième et troisième section nous nous proposons de donner un exposé aussi objectif que possible de la doctrine contenue dans les divers ouvrages philosophiques de l'auteur. Est-ce possible ? Faisons dès le début les réserves nécessaires. Nous avons, tout d'abord notre philosophie à nous, et j'estime qu'il est difficile d'en faire abstraction. Quand un auteur non-scolastique parle de "réalité", "d'actualité", de "substance" etc., et quand il ne nous en donne pas une précision suffisante, nous sommes enclins à assimiler la signification de ces expressions à la nôtre. Et pour le cas d'Eddington qui n'a pas la prétention de nous présenter un système bien défini et achevé, le danger est considérable. Il se peut donc bien qu'ici ou là je force la note. Il se peut parfois si près d'une métaphysique remarquablement proche de la nôtre, que je serai peut-être coupable d'avoir dépassé sa pensée, et encore dans une direction dans laquelle il refuserait de nous suivre. ~~En la lecture de ces pages amener inévitablement une impression de vague. La doctrine exposée ici se trouve~~ dispersée un peu partout et à l'état d'ébauche. Le fait même de vouloir systématiser des idées pas toujours suffisamment délinées court de sérieux risques, et nous ne pouvons tout même systématiser sans les serrer. Nous ne pouvons tout même pas simplement juxtaposer ses idées, faire un dictionnaire.

- 14 -
(1) Cf. par exemple Jos. Grédt, Elementa Philosophiae, Vol. I, edit. 4, Theses XVII & XI, p. 281 & 291.

Mais nous devons nous garder de les serrer de trop. Du fait que nous essayons d'établir une continuité explicite entre ces éléments, nous faisons quelque chose qu'Eddington n'a pas fait pour nous.

Puis encore une remarque à faire. Nous ne pouvons pas étudier tous les points qu'Eddington appellerait "philosophiques". La signification de cette expression est très ambiguë chez les Anglais. Nous le verrons bientôt. Même des problèmes auxquels des scolastiques ont donné une valeur philosophique ne nous occuperont pas. Tel le problème de la fin de l'univers prédite à base de ^{la}deuxième loi fondamentale de la thermodynamique (//). Cette loi physique, quelque soit d'ailleurs sa valeur réelle, ne pourrait être érigée en vérité philosophique. Le philosophe peut avoir ses raisons à lui pour prédire la fin de l'univers, cette raison ne deviendra jamais assimilable à celle des physiciens. Une théorie peut être scientifiquement vraie, cela ne donne pas une valeur, ou plutôt, un sens philosophique.

La restriction que nous nous imposons n'est pas arbitraire. Nous trouvons son fondement dans des distinctions faites par Eddington lui-même. Ainsi la distinction qu'il établit entre "le point de vue" de la relativité, et "le principe" de la relativité. Le premier est nettement philosophique. Mais Eddington ne le qualifie pas ainsi explicitement. Et de même pour le problème de l'indéterminisme.

Chapitre I

LES SOURCES

Space, Time, and Gravitation, est le premier ouvrage philosophique d'Eddington. Il l'a écrit au lendemain de la fameuse expédition à Sobral et à l'île du Prince, que lui-même avait organisé. Les théories d'Einstein avaient été reçues avec beaucoup de scepticisme par les physiciens et philosophes Anglais. Eddington avait bien vu que les préjugés étaient d'ordre philosophiques, et non scientifique. Et il nous semble qu'il a merveilleusement réussi à les dissiper.

The Nature of the Physical World est la série de Gifford Lectures qu'il a donné à Edinburg en 1928. Le sujet est dicté par la fondation. C'est grâce à ces exigences que nous avons une vue d'ensemble sur sa philosophie; Les conférences qu'il a donné entre la parution de ces ouvrages ne contiennent rien qui ne soit assimilé en eux.

Science and the Unseen World, est également une conférence, qu'il a donné devant une société religieuse, la Society of Friends, mieux connus sous le nom de Quakers. Elle contient des précisions importantes sur le problème de Dieu, et le problème religieux en général.

Depuis lors nous avons de lui deux importants articles philosophiques. Le premier, Physics and Philosophy, a paru dans Philosophy. C'est également une conférence qu'il a donné devant la British Philosophical Association. Le deuxième

(1) La traduction de cet ouvrage, paru sous le titre Espace, Temps, et Gravitation, est de Hossignol, Paris 1921. Nos références renvoient aux pages de cette traduction.

(2) Cf. Le monde physique de Bergson, Le texte Anglais The Nature of the Physical World, p. xiv, étp. 326. Le traducteur a omis ces allusions au philosophe Berkeley. Pour Bergson, cf. la traduction p. 53; Hegel, p. 156.

(3) Cf. Bergson, Matière et Mémoire, Avant-Propos "...idéalisme et réalisme sont deux thèses également excessive... il est faux de réduire la matière à la représentation que nous en avons, faux aussi d'en faire une chose qui produirait en nous des représentations mais qui serait d'une autre nature qu'elle". Chez J/Jeans, nous trouvons la même distinction "...les deux conjectures sont celles de l'idéaliste et du réaliste - ou bien, si on préfère, du mentaliste et du matérialiste...". The New Background of Science, Cambridge 1933, p. 298.

paru dans la Collection des Actualités Scientifiques et Industrielles. Tous les deux sont surtout des précisions sur le problème de l'indéterminisme.

Deux autres ouvrages, moins philosophiques, mais qui contiennent pourtant des précisions très importantes, ont été utilisés. Tout d'abord The mathematical Theory of Relativity (1923), une élaboration de l'appendice de la traduction française de Space, Time, and Gravitation, qui était exclusivement mathématique (/); et en second lieu, le petit livre The Expanding Universe (1933), qui contient des notes intéressantes sur la théorie physique.

Je ne crois pas qu'on pourrait trouver une évolution dans les idées d'Eddington. Les extensions et précisions de ces plus récentes contributions sont toutes en continuité directe avec les premières. Je n'hésiterai donc pas de rassembler des textes des divers ouvrages sans égard pour leur date.

Quant aux sources historiques et idéologiques de la philosophie même d'Eddington, il me semble qu'il serait difficile à les tracer. Il connaît certainement Hegel et Berkeley. Et pourtant son idéalisme (nous verrons bientôt ce qu'il en est de son idéalisme) n' a rien de spécifiquement commun avec ces deux philosophes. Il a même une conception assez naïve du subjectivisme des philosophes Allemands. Il connaît également Bergson. Nous trouvons chez lui des distinctions qui se retrouvent chez Bergson, telle que la distinction entre le réalisme et l'idéalisme. Sa terminologie et la façon dont il pose les problèmes transcendentaux rappelle

-17-
(1) Le premier ouvrage de Jeans contenant des spéculations philosophiques, The Universe around us, parut en 1929.

le philosophe Anglais Bradley et son disciple Bosanquet.

Mais les indications données ne suffiraient pas pour affirmer une véritable dépendance. Les conclusions diffèrent d'ailleurs radicalement.

La seule source que nous pouvons déterminer avec certitude est sa religion. Eddington est tout d'abord un homme religieux, et en l'espèce, un Quaker. Nous avons un chapitre spécial sur ce sujet, dans lequel nous essayerons de déterminer dans quelle mesure elle a exercé une influence sur sa philosophie.

Son collègue, Sir James Jeans, défend des idées très analogues à celles d'Eddington, mais beaucoup moins précises. En tout cas, les ouvrages philosophiques de Jeans sont postérieurs à ceux d'Eddington. (1)

Chapitre II

Art. I

La Notion de Philosophie

Avant d'aborder le problème spécial de sa philosophie des sciences, il serait intéressant de savoir ce que Eddington lui-même entend par "philosophie". Malheureusement, il ne nous en donne aucune indication suffisante. Occasionnellement, il mentionne quelques-unes de ses propriétés et fonctions.

Il y a d'abord le texte dans "Espace, Temps, et Gravitation" / 16 qui attribue à la philosophie un propre point de départ. "...la théorie physique part des éléments les plus simples, la théorie philosophique de ceux qui nous sont le plus familiers" (205). La distinction est assez nette. Seulement, il faut la lire dans son contexte. Il s'agit notamment d'une distinction introduite en parlant de la philosophie matérialiste de Mach. Or, la thèse envisagée n'a absolument rien avoir avec un problème philosophique. Il s'agit du fond des choses comme étant ultimement matériel dans un sens tout à fait physique. Or, dit Eddington, cette théorie est du domaine de la physique, puisqu'il s'agit des éléments les plus simples. La philosophie doit partir du monde familier. "Peut-être atteindront-elles le même but; mais leurs méthodes sont souvent incompatibles" (). Quelle est au juste cette méthode de la philosophie? Il ne le dit pas. Quel est son but? En partie il coïncide avec celui de la physique. Peut-être atteindront-elles le même résultat. Et si non, quelle est alors la valeur de la théorie philosophique? - Le sens de cette distinction n'est donc pas aussi net qu'il en a l'air quand on

l'isole de son contexte. Mais voici un autre texte qui insinue dans quelle direction nous pourrions chercher une solution.

"Je crois que nous serons d'accord pour affirmer qu'il y a un domaine d'investigation dans lequel physique et philosophie se recouvrent. Il y a des branches de la philosophie qui n'ont rien à voir avec l'objet de la physique, et une grande partie du travail des physiciens pratiques et théoriques n'envisage pas l'extension de notre connaissance de la nature fondamentale des choses; mais des questions qui concernent l'interprétation générale de l'univers physique et la signification des lois physiques sont réclamées par les deux partis. Je suppose qu'idéalement le physicien devrait être permis d'élucider son propre univers jusqu'à un certain point, et qu'après cela il devrait passer ses résultats au philosophe pour que celui-ci en détermine leur position exacte en relation avec sa vue plus large. Mais en pratique nous n'avons pas suffisamment confiance les uns dans les autres, et tous deux nous faisons des excursions au delà de nos frontières pour suggérer tant de ~~fausses~~ manières dont l'autre bonhomme se trompe, et nous trompe également. De fait, en ~~cherchant à résoudre les problèmes~~ approchant les problèmes plus fondamentaux de la science, le physicien le trouve nécessaire d'adopter une vue plus philosophique que d'habitude; et si le philosophe veut atteindre des résultats philosophiquement établis, il sera obligé d'adopter également une vue plus scientifique" (//).

Le premier point qui nous intéresse dans ce texte, et

(1) The Problems of Philosophy, paru dans la collection The Home University Library, réimpression 1938, p. 240.

L'affirmation qu'il y a des domaines absolument propres à la philosophie. A base des développements ultérieurs de La Nature du Monde Physique, nous pouvons même affirmer que ces domaines sont absolument irréductibles. Cette précision n'est pas superflue. En cela sa vue est nettement distincte de celle de Bertrand Russell.

Celui-ci écrit: "...dès que une connaissance définie concernant n'importe quel sujet devient possible, ce sujet cesse d'être appelé philosophie, et devient une science séparée. Toute l'étude des cieux, qui maintenant appartient à l'astronomie, était jadis incluse dans la philosophie.; le grand ouvrage de Newton était appelé "les principes mathématiques de la philosophie naturelle". Ainsi, l'étude de l'intelligence humaine, qui était encore récemment une branche de la philosophie, a maintenant été séparée de la philosophie et est devenue la science de la psychologie...: les questions auxquelles nous sommes déjà capables de donner une réponse définie se rangent parmi les sciences, tandis que celles, auxquelles nous ne sommes pas encore parvenu à donner une réponse définitive, constituent le résidu appelé philosophie" (1). Il n'y a, dans l'opinion de Russell, aucun problème philosophique, pour lequel nous ayons une certitude absolue. *Précisément des*

Sans le moindre doute, Eddington ne tient pas cette opinion. Mais il y a pourtant ce domaine dans lequel science et philosophie se rencontrent. Bien plus, la science mène à des conclusions philosophiques. Eddington affirme nettement que ses œuvres traitent des ^{conséquences} ~~issues~~ philosophiques de la science. Et dans ce sens, il y a des problèmes philosophiques

les hommes de la science ont également compris que le point
 de départ de leurs investigations ne se trouverait pas aux
 uniquement dans les perceptions des sens, et que la science
 est impossible sans au moins une petite portion de
 métaphysique. La physique moderne nous impressionne tout
 particulièrement par la vérité de l'ancienne doctrine
 qui nous enseigne qu'il y a des réalités existant à part
 de nos perceptions sensibles, et qu'il y a des problèmes
 et des conflits dans lesquels ces réalités sont d'une valeur
 plus grande pour nous que les trésors les plus riches du
 monde de l'expérience". The Universe in the Light of Modern
 Physics, London, 1931, p. 106-7.

(a)

(1) Cf. A. Lalonde, Vocabulaire de la Philosophie, au mot "philosophie". - Les membres de la British Philosophical Association sont tous des physiciens, mathématiciens, biologistes etc., et leurs Proceedings ne contiennent que des articles strictement scientifiques.

(2) J.A. Thomson, Introduction to Science, dans la Collection Home Univ. Libr., édit. 1927, p. 126-7. - Nous retrouvons cette idée chez Eddington: "Au début de mon entreprise, je me suis demandé s'il était souhaitable qu'un homme de science s'aventurât aussi loin dans un domaine étranger à la science. Ma première justification, c'est qu'une telle excursion peut contribuer à perfectionner les points de vue de ce savant dans son propre domaine". La Nature du Monde Physique, p. 2. Chez Jeans nous rencontrons un texte non moins intéressant: "J'ai dessiné mon portrait d'arrière-fond rudement esquissé de philosophie rudimentaire - la philosophie d'un homme de la science, et non d'un métaphysicien - parce que je crois, en commun avec la plupart des travailleurs scientifiques, que sans un arrière-fond de ce genre il nous est impossible de contempler notre nouvelle connaissance comme un ensemble qui se tient, ni d'apprécier sa signification entièrement. (The New Background of Science, p. vii). Et voici une note intéressante de Max Planck: "Il y a eu des temps quand la science et la philosophie étaient étrangères, sinon antagonistes. Ces temps sont passés. Les philosophes se sont rendu compte de ce qu'ils n'ont aucun droit de dicter aux hommes de la science leurs buts et les méthodes pour les atteindre; et

intimement liés à la science.

Sans doute, Eddington n'a pas l'intention de nous donner une théorie de la philosophie. Il admet probablement la vue courante chez les Anglais. Dans celle-ci, la philosophie de la nature comprend l'ensemble des sciences de la nature, et plus spécialement la physique (/).

Voici comment elle est décrite par Pringle-Patterson, dans son article "Philosophy and Philosophical Studies" dans l'Encycl. Britt.: "La Philosophie prétend être la science du tout... la synthèse des parties comprend quelque chose de plus que la connaissance détaillée des parties séparées qu'atteint l'homme de la science. C'est de la synthèse finale que la philosophie s'occupe; elle doit montrer que le sujet que nous traitons en détail est vraiment un ensemble, composé de membres articulés. Evidemment, ~~la~~ ^{la relation} entre la philosophie et les sciences sera, jusqu'à un certain point, une relation d'influence réciproque. Des sciences on peut dire qu'elles fournissent la philosophie ^{avec} sa matière, mais la critique philosophique réagit sur cette matière fournie, et la transforme". On pourrait rapprocher cette vue de celle de Taylor et de J.A. Thomson: "...un des buts de la science est de distinguer "ce qui apparaît" de ce qui "est", et faire cela généralement, et non en particulier, est la principale tâche de la métaphysique." (2)

Et le mathématicien Jeans écrit: "...avant que les philosophes soient permis de parler, ils devraient tout d'abord demander à la science de nous dire tout ce qu'elle sait de faits établis et d'hypothèses provisoires. Alors, et alors seulement, la discussion peut légitimement entrer

(1) Le Univers, Préface.

(2) "L'homme de science a de bonnes raisons et suffisantes raisons pour poursuivre ses recherches dans le monde des ombres et laisse au philosophe le soin de déterminer son exacte situation à l'égard de la réalité". La Nature du Monde Physique, p.16.

(3) The University of North Carolina Press, 1932, p.1

Les domaines de la philosophie" (/).

Eddington précisait que la fonction de la philosophie est de lier le monde scientifique au monde familier, de les identifier (/). De sorte qu'elle possède certainement un élément qu'elle n'emprunte pas à la science.

Toutes ces vues sont assez vagues et confuses. Il y a du vrai dans toutes ces expressions. Bertrand Russel a évidemment raison quand il dit que des problèmes qui avaient appartenu à la philosophie ont passé dans celui des sciences particulières. Mais ceci est une considération historique. Nous dirions que, dans ces évolutions, la philosophie s'est épuré de faux problèmes philosophiques. Que la science a des conséquences philosophiques, il n'y a pas le moindre doute. C'est qu'elle précise extrinsèquement le contenu de nos concepts philosophiques. La relativité nous a montré que nous ne savons pas tant de l'espace, en philosophie, que nous ne pensions, et de même du problème de l'indéterminisme.

Ces considérations, à première vue superflues, sont très importantes, car quand il s'agira de comprendre ce que Eddington entend par idéalisme et matérialisme, nous verrons qu'on ne peut assimiler ces expressions aux nôtres. La matière dont il s'agit ici n'est pas celle de notre philosophie; il s'agit de la matière dans un sens purement physique. Nous trouvons ces conceptions nettement définies dans un petit livre de Millikan, Time, Matter, and Values (3): "Le matérialisme du XVIII^e et XIX^e siècle prétendait que l'univers pouvait être interprété en termes d'un nombre déterminé d'atomes interchangeables... qu'on pourrait rendre compte de l'univers en termes de mouvements de particules matérielles d'une certaine espèce... etc." Alors la théorie de la relativité et des quanta est intervenu.

-42-
(1) p. 94-96.- Cet argument a été exploité par des apologistes.

(2) La Nature du Monde Physique, p. 523.

"Résultat, le ~~dogmatisme~~ le matérialisme dogmatique en physique est mort!... la physique expérimentale a banni cette philosophie de sa maison, branche et racine" (1). Et Millikan emporte cette thèse pour défendre la religion. Malheureusement, cela ne vaut pas contre une métaphysique matérialiste qu'on pourrait défendre quelque soit la structure physique de la matière. Donc, pour les physiciens modernes, dès qu'on ne tient plus à la thèse de la matière ^{physique} en sens physique, on n'est plus matérialiste.

Eddington a certainement dépassé cette conception assez naïve. Mais, quand il emploie le mot philosophie en rapport avec ces problèmes il fait l'entendre dans le sens de Millikan. Le problème de ^{la} réalité prise comme telle, le problème principal de la philosophie, n'est pas un problème philosophique pour Eddington. "Dans la plupart des questions (peut-être même les questions philosophiques y compris), il paraît suffisant de s'entendre sur les choses que nous appellerons réelles et ce n'est qu'ensuite qu'on essaie de découvrir le sens à donner à ce mot; c'est alors que l'on s'aperçoit que la religion semble être le seul domaine de recherches dans lequel la question de réalité et d'existence prend une importance sérieuse et vitale" (2). Peu importe, s'il veut incorporer un problème spécifiquement métaphysique dans le domaine de la religion, pourvu que ce soit un problème auquel il donne une solution que nous appellerions métaphysique.

Ces quelques remarques étaient nécessaires pour la bonne entente de ce qui suivra.

(8) D'ores et maintenant, nous allons employer des abréviations suivantes :

EMP - La nature du monde physique

ETG - Espace, Temps, et Gravitation

MTR - The Mathematical Theory of Relativity

SUN - Science and the Unseen World

PP - Physics and Philosophy

PD - Sur le Problème du Déterminisme

(1) Cette doctrine du monde familier est exposée dans l'introduction à EMP. Quand à sa signification plus profonde, nous nous référons à la deuxième partie de cette étude.

(2) Cf EMP p. 266. Le traducteur français a rendu le mot anglais "actuality" par "réalité". Mais pour Eddington, "réalité" et "actuality" sont deux notions parfaitement distinctes, comme nous verrons plus tard.

(3) EMP 230. Cette affirmation est d'ailleurs justifiée par son réalisme immédiat que nous exposerons dans la suite.

(4) Cette expression ne se trouve pas chez Eddington, mais l'idée est impliquée dans sa métaphysique.

(5) Eddington précisera que nous avons une conscience immédiate de l'actuality, mais la structure sous-jacente à cette actualité, la réalité, doit être découverte.

(6) ETG 53, 193, EMP 331.

(7) PP 51.

Art. II. Le Problème du Monde Physique

Eddington insiste sur le fait que le problème physique ne peut prétendre à poser et résoudre tous les problèmes de notre expérience. "Le problème du monde scientifique fait partie d'un problème plus vaste, celui de toute l'expérience". (EMP 325)

Le champ dans lequel tous les problèmes se posent est appelé "monde familier". (1) Dans ce champ, nous rencontrons le problème physique. Voici comment ce problème particulier se pose. D'une part, l'univers nous est donné comme une absolue, caractérisé par sa "réalité", par son "actuality" (2), et comme étant indépendant de notre observation contingente (3), comme un "en soi" (4).

Mais d'autre part, la structure sous-jacente à cet univers ne nous est pas explicitée dans cette même expérience. (5) Et pourtant nous savons que "réalité" et "structure" sont inséparables. Il faut qu'il y ait des entités absolues dans l'univers. (6) Nous cherchons un moyen pour réunir ces deux antipodes. Nous chercherons tout ce que l'observation peut nous en fournir. Nous appellerons "monde physique" la structure qui nous sera dévoilée dans l'observation. Le problème se pose donc dans le monde familier, et le monde physique en sera une tentative de solution. (7)

Mais, le problème de la structure de l'univers n'est pas si facile à délimiter. L'histoire nous prouve que ni les physiciens ni les philosophes n'ont toujours réussi à le définir.

(1) NHP chap. XII & XIII

(2) Evidemment, Eddington ne prend pas le mot "substance", ou "permanence" dans leur sens scolastique. Comme caractère de cette substantialité il mentionne en tant qu'occupant de l'espace par exclusion de toute autre substance. Dans la métaphysique il revient pour préciser cette notion, en la donnant un sens métaphysique fort éloigné de cette notion vulgaire. De même de la couleur, qu'il appelle subjective. Il a une notion tout propre de subjectivité. Evidemment que le monde physique est beau, mais ce n'est pas le physicien en tant que physicien qui le perçoit ainsi.

Assez spontanément, nous partions de l'idée que les choses sont plus ou moins ce qu'elles apparaissent. Par suite nous utilisions tous les éléments de notre expérience sensible sans discrimination. Bien plus, nous pensions que toute la réalité devait être traduisible en termes de cette expérience sensible. Ainsi les atomes du physicien du temps de la reine Victoria étaient de minuscules grains de poussière, c.à.d. des grains de poussière comme ceux connus dans notre expérience familière, mais beaucoup plus petits. Ce n'était que leur petitesse qui était transcendante à nos facultés de représentation. (1)

Mais au fur et à mesure que notre connaissance de l'univers s'élargissait, nous découvrons que toute notre expérience sensible prise dans son ensemble, ne peut servir de base de travail. Les entités auxquelles on aboutissait n'avaient plus ce sens traduisible en termes d'expérience vulgaire.

Le monde se dédoublait ainsi devant notre regard en un monde familier, et un monde scientifique, que l'on ne savait plus définir en termes du premier. Au premier, nous attribuons des propriétés telles que "substantialité", "solidité",

"permanence", il est coloré, beau, etc. (2) Mais le second est devenu de plus en plus étranger à tout cela. Les objets que nous appelons substantiels se désintègrent en des charges électriques irréprésentables, qui, noyées dans un vide mystérieux, s'agitent désordonnément, et se trouvent à énorme distance l'une de l'autre. L'homme de science parle d'électrons et de quanta, mais quand on lui demande de nous dire en termes "concrets" ce que tout cela signifie, il ne sait pas répondre. Les éléments même de son univers

(1) Ces termes ont un sens purement relatif. Plusieurs caractères du monde familier sont illusoire pour autant qu'ils ne sont pas traduisibles en physique de façon formelle. Ainsi il appelle même la réalité une illusion. Mais il y a des illusions auxquelles correspondent des actualités ontologiques. Le procédé qu'il emploie ici est purement didactique. Il veut montrer que beaucoup de nos véritables illusions sont des illusions à propos des illusions, qui sont des réalités transphysiques.

(2) Cf. SUW 29, NUP. 107-8. Le centre de ce problème ne réside pas dans la subjectivité des couleurs, démontrée par le daltonisme, car dans ce cas on pourrait dire qu'un des deux se trompent à propos de vraie couleur. C'est plutôt le fait que nous ne savons pas comparer nos impressions même quand les expériences révèlent que nous voyons la même couleur. La même couleur" pose un problème insoluble. C'est cela qui ne peut devenir l'objet d'une investigation scientifique.

(3) MAP. 108. Remarquons que pour Eddington "mind-spinning" n'est pas synonyme d'intentionnel, de sorte que tout ce que projette l'esprit dans la nature est subjectif dans le sens propre du mot.

(4) cf les développements intéressants dans WTR p.41 & 224 sq.

physique n'ont plus de correspondants dans le monde de l'expérience vulgaire.

Cette investigation de l'univers de l'observation n'a
entree le grand point de
pas seulement établi une disjonction du monde familial, mais le
elle nous a montré/bien des caractères du monde familial
sont subjectifs et illusoires. (1) Ainsi, deux hommes
regardant le même objet peuvent voir une couleur différente. (2)
Le monde nous étant donné comme indépendant d'un observateur,
nous attribuons la couleur à l'observateur comme étant une
projection de son esprit. (3) Par suite, nous ne retiendrons
que ce qui est ^{la} égal pour tous les deux - la longueur d'onde. P.F. & M.R.

Par "concret" nous voulons habituellement dire quelque chose de ~~réel~~ tangible. Mais les éléments physiques sont absolument intraduisibles en termes de tangibilité. Quand on demande à l'homme de la rue ce qu'il entend par "réel", il répondra vraisemblablement par "ce qui est concret", dont le caractère le plus critique est sa tangibilité. Alors, si tout ce que nous appelons "concret" est "réel", nous serons enclins à abandonner la réalité même comme une illusion. Et nous nous demandons si la science ne finira pas par remplacer ce monde familier dans son ensemble.

Evidemment pas. Le physicien ne peut pas nier les autres éléments de notre expérience, qui sont ^{ou peuvent l'être} intransposables

proprement physique. Il s'agit de récapituler par quel procédé nous l'avons trouvée, quelle méthode nous devons suivre pour que ce monde ait une valeur. Aucun physicien ne peut faire abstraction de la valeur de sa science et de son monde scientifique. Mais nous voici devant un problème transphysique, celui des "valeurs".(1)

Eddington a résolu ce problème en faisant une minutieuse analyse du point de départ, et de l'objet formellement envisagé par le physicien. La détermination de l'objet de la physique lui permettra de résoudre le problème du rapport de cette science particulière avec les autres problèmes posés par notre expérience plus générale.

Suivons le dans cette délimitation.

(1) "Le problème du vrai et faux appartient au domaine de la signification et des valeurs". (SUN 61) "...c'est l'esprit qui crée les "valeurs". Tout le "clair et obscur" dans notre conception du monde physique provient de l'esprit de cette manière; on ne peut l'expliquer sans se référer aux caractéristiques de la conscience." MHP 246.

Chapitre III

Détermination de l'objet de la science exacte

Précisons tout d'abord ce que Eddington veut dire par science exacte. Généralement il identifie le domaine de la physique avec le domaine de la science exacte. (NMF 253) "...On est généralement d'accord, que la science physique se rapproche le plus du système complet de la science exacte que toutes les autres sciences envisagent comme un idéal". (SUN 77)

NPW 243

§ 1. Le point de départ matériel.

Nous introduisons ici une précision scolastique que l'on ne trouve pas explicitée chez Eddington. Il ne mentionne pas le point de ~~départ matériel~~ départ matériel de la physique. Et c'est peut-être une négligence qui a été responsable pour bien des malentendus chez ses lecteurs. Pourtant, avec un peu de bonne volonté nous pouvons trouver tous les éléments.

Pour situer le problème de façon nette, qu'il me soit permis de citer un auteur scolastique (1), qui a défini ce point de départ du physicien avec précision. Puis, ayant trouvé les éléments correspondants chez Eddington, nous essayerons de déduire d'eux cette définition à titre de conclusion. Si je coordonne les éléments sans faire mention de la synthèse qui m'a guidée, on pourrait m'accuser d'avoir dépassé l'intention d'Eddington. Je veux simplement montrer que le point de départ défini par le Prof. Renoult semble être impliqué dans la théorie d'Eddington.

(1) Cf Renoult, La Philosophie des sciences selon M. Maritain, Rev. Néo-sc. 1933, p. 98-106. Nous avons utilisé les trois contributions de Renoult (cf Bibliographie générale) comme arrière-fond de cette étude. Elles nous ont permis de présenter la philosophie des sciences d'Eddington de façon schématique.

Tout récemment, Renèirte écrivait: "Pour atteindre

à la connaissance physique vraiment objective du monde matériel, je n'ai strictement besoin que de... la connaissance d'une extériorité spatio-temporelle différenciée qualitativement, quelle que soit d'ailleurs la qualité qui est variable et dont les différences font que je ne suis pas devant un infini absolument homogène qui ne pourrait rien m'apprendre". (1)

Je crois que cette "extériorité" doit être comprise dans le sens de "extraneitas", expression scolastique. Cette extraneitas est donnée comme du temps et de l'espace, de l'étendue que nous définissons par référence à l'expérience immédiate. Ni temps, ni espace, peuvent être définis proprement. (2)

Cette donnée est antérieure à l'espace-temps de la physique, qui donnera une définition physique de leur grandeur. Cette donnée présumée n'est pas mentionnée chez Eddington. Il semble refuser d'espace et de temps avant d'avoir mesuré, ce sont pour lui dès l'abord des grandeurs physiques.

"Une étendue qui n'est pas relative à quelque chose de l'entourage n'a aucun sens". (MMP 153) Cette expression est évidemment ambiguë. L'espace est, pour Eddington, la relation définie entre des points donnés. Mais le caractère d'extériorité perçue est antérieur à la définition de la relation physiquement établie dans cette extériorité. Le physicien ne fabriquera pas l'espace, par les mesures il fabriquera des grandeurs physiques dans cette extériorité.

Evidemment, quand il discutera avec des philosophes sur le point épineux de l'espace, ils ne parleront peut-être

(1) art.cit., p. 104. - Pour les développements suivants, voir surtout, ~~l'introduction~~ le dialogue de KTG, p. 1-31, et MMP, chap. I, III, et p. 151 sq.; MN, Introd. p. 1-7.

(2) "Extériorité" ne signifie pas "extérieur au sujet connaissant", ce que voudrait dire les scolastiques par "partes extrinsecas" de l'objet. Temps et espace sont des données immédiates, qui ne peuvent être que décrites par référence à l'expérience. Il serait impossible d'expliquer à quelqu'un ce que c'est que de l'espace, s'il n'en avait l'expérience immédiate.

(1) *ENC*, 228. - "L'espace (du physicien est) une sorte d'abstraction des propriétés d'extension de la matière".
Ibid. p. 11.

pas de la même chose. Le philosophe devrait se borner à l' "extériorité", qui est déjà de l'espace, ou du temps, pour en chercher les conditions métaphysiques, tandis que le physicien devrait se borner à cette "extériorité" comme physiquement mesurable, pour en définir la grandeur physique. L' extériorité spatio-temporelle est ainsi le point de départ, l'objet matériel des deux sciences.

Est-ce une question de mots? En tout cas, cette ambiguïté prête à bien des confusions dans la discussion. Eddington, avant de rejeter l'espace préphysique, aurait du se demander si le mot espace ne pourrait pas désigner autre chose, et faire la concession aux philosophes: Oui, vous savez ce que c'est que l'espace, comme nous le savons tous, mais vous ne savez rien des grandeurs spatiales et de leur structure géométrique sans devenir physicien. Celles-ci ne sont pas définies dans la perception de l'extériorité.

Tout ceci n'est pas une critique des idées d'Eddington (telle critique nous réservons pour la fin de l'étude), nous faisons cette critique pour dégager ses idées. Il nous dit explicitement que le physicien part de données simples et indéfinissables: "Les premiers concepts simples sont nécessairement indéfinissables et ils dépassent l'intelligence humaine". Seulement, ce texte très net, est immédiatement précédé par "Le temps et l'espace - les termes qui nous sont familiers - sont des notions dérivées que nous n'introduirons que beaucoup plus tard dans la théorie". (1)
Le philosophe a donné un nom à ces premiers concepts simples, il les appelle de l'espace et du temps.

(1) HEP. p. 112, et 67; MTR 23 sq.

(2) HEP p. 114.

(3) ETO S. A la page 19: "...l'espace-temps perçu n'est autre que l'espace temps mesuré, objet de la géométrie naturelle".

Il faut encore remarquer qu'Eddington fait une distinction importante entre le temps comme donnée extérieure, et le temps immédiatement perçu dans la conscience que nous avons de notre existence comme un devenir. Ce devenir, nous l'attribuons au monde extérieur en tant que directement perçu par la conscience. Mais ce temps n'est pas le temps proprement physique, qui est un nombre-mesure obtenu ^{par un horloge} pour par une horloge. (1)

Précisément, ce temps de conscience est l'extériorité envisagée. Et Eddington se donnera de la peine pour montrer que c'est dans ce temps que le physicien effectue ses mesures temporelles. (2) Le temps physique est connu immédiatement, c.à.d. par la mesure, qui définit des relations physiques temporelles.

Evidemment, Eddington a toutes ces distinctions dans l'esprit. Il insiste sur le fait que nous établissons des relations entre des points donnés. Mais il ne ^{les} mentionne pas par leur nom conventionnel. Et cela prête à des discussions futiles.

Faisant le reproche au physicien classique d'être métaphysicien, il écrit: "Vous gardez de l'espace une notion qui dépasse vos mesures...", après avoir fait concéder: "Je n'ai aucune connaissance de l'espace en dehors de celle que me fournissent mes mesures...". (3) Il n'a aucune connaissance de la structure physique de l'espace avant d'avoir mesuré! Sans doute, il ne serait pas allé si loin si les métaphysiciens (nous parlons de personnages historiques) avaient été un peu plus modestes quant au contenu de leurs

propres concepts.

Tout ceci n'est donc qu'une critique de son vocabulaire, qui était nécessaire pour dégager ses idées, en des termes précis et reconnus.

(1) Eddington dirait qu'elle est perçue par la conscience. Cette remarque suppose les développements de la deuxième partie de cette thèse.

(2) Ceci n'est pas explicité chez Eddington, mais il réfère à Bertrand Russell. Voir O'Lennaire, La grandeur de l'espace, Rev. des Questions Scientifiques, 1929, p. 208-9.

(3) "Le dénombrement, voilà ce qui nous paraît être une opération absolue. Mais il ne semble que les autres opérations physiques ne doivent pas être mises sur le même plan". ETC etc. Cf. aussi, NRP 41.

§ 2. L'objet formel.

L'extériorité spatio-temporelle qualitativement différenciée peut être envisagée par le mathématicien (1), le mathématicien (2), et le physicien. Le physicien veut connaître la structure réelle de cette extériorité en tant que physiquement mesurable. Ce qu'on entend par physiquement mesurable, on ne peut que le montrer. Elle a un aspect qui n'est pas directement intuitionnée, et les moyens pour atteindre à cette connaissance sont donnés. La comparabilité des données quantitativement et qualitativement différenciées est la seule donnée exploitable. C'est par des comparaisons qu'il va reconstruire le monde, qu'il découvrir la structure soupçonnée, mais à présent physiquement indéfinie.

Nous pouvons tout d'abord envisager les données discrètes individuelles. Celles-ci se dénombrent. Le dénombrement est une opération absolue.⁽³⁾ Cette opération peut être effectuée directement, sans conditions intermédiaires. Ce n'est que par accident que nous devons employer des appareils.

Il n'insiste point sur ce fait. Le nombre est une grandeur absolue. Mais nous verrons plus loin que le sens de cet absolu sera sujet à des restrictions.

On s'attendrait à le voir introduire la notion de "grandeur" avec plus de circonspection. D'un coup, il va introduire la grandeur continue, sans commentaire. C'est une négligence regrettable, car plus loin il posera des problèmes qui seront doublement obscurs, concernant la signification transcendente (inhérente au monde extérieur) du continu et du discontinu; il nous sera impossible de rendre nos idées sur ce point. - Mais, disons qu'elle aussi

est immédiatement donnée, quelles que soient les implications épistémologiques, et que nous savons suffisamment de quoi il s'agit.

Quand Eddington parle de distance, par exemple, il entend toujours une distance définie: longueur, ou distance entre deux points, c'est la même chose. (Devrons nous corriger: une longueur est la distance définie entre deux points?) La longueur est la réponse à la question: combien de distance y a-t-il entre ces deux points donnés?

Pour répondre à cette question, nous devons effectuer une comparaison. Nous exécutons cette comparaison dans une certaine opération pratique, appelée "une expérience physique". Cette opération définit la grandeur d'une donnée en fonction d'une autre, en déterminant combien l'une est plus grande ou plus petite qu'une autre. En l'espèce, la longueur sera le résultat d'une comparaison établie entre deux distances données, dont une a été définie comme étalon. La grandeur en fonction de laquelle nous allons définir l'autre physiquement, est un objet matériel continu donné. Le résultat d'une telle opération est une grandeur physique.

Les deux points à remarquer sont: (a) nous n'arrivons à définir cette propriété appelée longueur, qu'au moyen d'un certain objet donné, d'un étalon, que nous prenons comme seul moyen de définition; (b) que la longueur est le résultat d'une comparaison avec cet étalon matériel donné. L'étalon n'est pas une grandeur idéale, de sorte que si nous faisons appel à autre chose, nous ne parlons plus de la longueur comme nous l'avons définie." Il est

évident que l'étalon de longueur adopté ne peut, quelle que soit sa nature, changer de longueur. Si l'on définit le mètre comme la longueur d'une certaine barre, cette barre ne peut jamais avoir une autre longueur qu'un mètre. Si nous affirmons que cette barre change de longueur, c'est que manifestement nous avons changé notre définition du mètre". (STG 5-6) Nous ne pouvons à aucun moment faire abstraction de l'étalon avec lequel nous avons construit la grandeur physique.

La propriété ainsi obtenue est pour ainsi dire "un article manufacturé - manufacturé par nos opérations". (MTR 1) Et cela vaut pour toutes les autres propriétés physiques. Elles ne sont pas les données présumées, ce sont les résultats obtenus par des mesures effectuées sur des données. Tout le sens formel du résultat résidera dans la façon dont il a été obtenu: son procédé de mesure est sa définition. "Une grandeur physique est définie par la série d'opérations et de calculs dont elle est le résultat... Nous ne devons pas demander au physicien quelle conception il rattache à la "longueur"; nous le regardons mesurer la longueur, et nous façonnons notre définition *après* les opérations qu'il effectue". (MTR 3-4)

Nous choisissons une grandeur donnée arbitrairement comme étalon de mesure, mais nous ne fabriquons pas arbitrairement. Nous sommes guidés par des conditions objectives. Nous sommes confiants que nos mesures sont greffées sur une "condition d'univers" (world-condition), elles se réfèrent à une condition ou une relation existant dans le monde

extérieur - une condition qui n'est pas fabriquée par nos opérations. Mais nos mesures ne définissent cette condition que pour autant qu'elle est exprimée dans les mesures. (MTR 2)

L'opération appelée expérience physique, était accompagnée de calculs, exprimants combien de fois l'étalon est contenu dans le résultat. (MTR 1-2) La mesure sera donc un certain nombre. Mais quelle est la signification profonde de ce nombre? Son unité est l'étalon choisi. Sa signification est donc purement relative, pour autant qu'il dépend de la grandeur de l'étalon choisi. A ce nombre ne correspondent pas des coupures objectives dans la grandeur obtenue.

Il que nous obtenons en utilisant le même étalon est-ce que l'on appelle "instrument". Une mesure est impossible sans un instrument. Mais la signification

d' "instrument" est ambiguë. En effet, nous mesurons des longueurs sans un étalon conventionnel, nous mesurons le poids directement dans la tension musculaire, et la température dans le sens du tact. A cela Eddington répond: qu'il n'y a aucune différence essentielle entre des mesures effectuées par ceux-ci, et celles faites au moyen d'instruments strictement matériels. "Dans les deux cas, tout ce que nous pouvons connaître du monde extérieur suit pour ainsi nous atteindre des voies matérielles; le corps de l'observateur peut être considéré comme une partie de l'équipement de son laboratoire, et, ^{ou} autant que nous pouvons nous en rendre compte, il paraît obéir aux mêmes lois que ce dernier." (ETG 40).

Seulement, les instruments strictement matériels ont l'avantage de nous donner les grandeurs déduites de tout

ce qu'y mêle notre psychologie. Ils dépassent nos sens en précision et résistance. Tout ce qu'ils rendent est contrôlable. Les éléments dus à une projection de l'esprit tel que la couleur, sont incontrôlables, subjectifs, et absolument inutiles en physiques. Nous connaissons leur homologues mesurables, et cela suffit. La physique doit rester objective, puisque nous cherchons la structure du monde extérieur comme il est en lui-même.

"Le point essentiel est celui-ci: bien que nous paraissions avoir des conceptions très définies des objets du monde extérieur, ces conceptions ne font pas partie du domaine de la science exacte et ne sont en aucune manière confirmées par elle. Avant que cette science puisse commencer à gratter le problème, il faut les remplacer par des quantités représentant les résultats de mesures physiques". (NKP 255)

Nous devons nous en rendre compte: cette thèse modifie radicalement notre idée de la connaissance physique. Elle n'est pas aussi intime ^{qu'}ne nous le pensions au début. C'est le nombre-mesure même qui/l'objet formel de la physique. La condition du monde n'est connue que pour autant qu'elle est traduisible en nombres-mesures. Dorénavant nous ne disposons que de lectures de graduations sur des instruments donnés. Les propriétés physiques seront différenciées par la nature de l'instrument. Ces instruments ne définissent pas la condition du monde extérieur de façon absolue, de sorte qu'ils établissent des coupures objectives différenciées, mais seulement une façon de définir cette condition sous-jacente.

(1) "Ensemble des connaissances dérivées d'opérations de mesure faites avec divers instruments, mais ceux-ci ne sont pas foncièrement différents. Il n'y a pas de raison de considérer comme indestructibles les cloisons élevées dans le domaine de la science par la pensée humaine à ses débuts". MAP 146.

-39-

Mais alors, est-ce que les grandeurs physiques sont des grandeurs réelles ? "Définie de cette façon, il ne peut être question si les opérations nous donnent la grandeur physique réelle... La quantité physique est le nombre-mesure d'une ~~condition~~ ^{état} d'univers exprimé dans un certain code; nous ne pouvons pas dire que ce code est vrai ou faux, ou que le nombre-mesure est réel ou irréel; ce que nous exigeons, c'est que le code soit le code accepté, et le nombre-mesure le nombre d'usage courant". (MTR 4). "Les nombres mesures peuvent être assignés selon n'importe quel code, la seule exigence étant que le même nombre-mesure exprime toujours la même condition d'univers et que de différentes conditions d'univers reçoivent de différents nombres-mesures. Ainsi deux grandeurs physiques ou plus, peuvent être des nombres-mesures de la même condition d'univers, mais exprimée en d'autres codes, e.g. parallaxe et distance; masse et énergie; grandeur stellaire et luminosité." (MTR 2) (1)

N'exagérons donc pas la signification de la distinction différentiation des grandeurs physiques introduites par la différence qualitative de nos instruments.

Reste à remarquer, que la donnée immédiate, sous-jacente à nos mesures, n'entre pas dans l'objet formel. Sa grandeur n'est connue que dans la mesure. Provisoirement, ce n'est plus que le nombre obtenu qui nous intéresse. Avec la grandeur non-mesurée nous ne savons rien faire. Mais celle-ci reste toujours un idéal à approcher. C'est affaire de préciser les instruments autant que possible.

Mais Eddington n'insiste pas beaucoup sur ce point

(1) cf NUP, p. 162-3.

~~fin~~

(2) NTR 4. et PP 30-1.

concernant le caractère toujours approximatif de nos mesures, de façon explicite. Il n'épuise pas cette idée à fond, il la suppose constamment. Cette négligence sera cause de malentendus. (1)

Mais ce qui est important, c'est que les grandeurs propres de la physique sont toujours réelles malgré leur caractère approximatif de la condition d'univers. Et cela de deux façons. D'abord, elles sont réellement approximatives de cette condition, quoiqu'elles ne l'expriment ^{pas} avec toute la précision objectives. Mais, ce n'est pas cette condition que nous étudions en physique directement. Les grandeurs que nous manipulons sont les grandeurs manufacturées, et quelle que soit leur valeur approximative, elles sont réellement ce que nous en avons fait. Si maintenant toute la superstructure que nous allons bâtir sur ces mesures sera un fidèle décalque de la structure réelle de la condition d'univers est une autre question ! Si le physicien devait attendre des mesures parfaites, la physique serait à jamais impossible. (2)

Le point essentiel de toute cette thèse est donc, que l'objet manipulé par le physicien est une grandeur fabriquée dans un certain procédé de mesure, et non son correspondant indéfinissable, et donc physiquement inconnu, dans l'univers absolu. Toute la philosophie des sciences de Eddington est basée sur cette précision de l'objet de la physique. En l'espèce, cela va lui permettre de répondre aux objections contre la relativité. ~~Enfin~~ C'est d'ailleurs pour savoir répondre à ces objections, qu'il l'a tellement précisé.

§ 3. Le contenu de l'objet formel.

Nous disions que cette définition lui permettra de répondre aux objections contre la relativité. Précisément parce que cette définition implique le point de vue de la relativité. De sorte, que toute cette thèse est parfaitement indépendante d'une certaine théorie physique, que l'on pose après avoir fait des observations proprement physiques. Peut-être que si la science se serait laissée guider par les philosophes, ou une certaine école de philosophes, la physique aurait été relativiste longtemps avant Einstein". (PP 309)

Serrons donc de plus près cet objet, pour voir comment nous pouvons en extraire le point de vue de la relativité, point de vue qui doit être indépendant de tout principe physique de la relativité.

Quel renseignement nous donne cet objet manufacturé sur le monde extérieur quant à sa structure fondamentale? "Le physicien ne serait pas généralement prêt de croire que la quantité obtenue est quelque chose dont la nature est inséparable du genre d'opérations qui l'ont fournie; il a la conviction que s'il pouvait devenir un dieu contemplant le monde extérieur, il verrait sa quantité physique constituant un trait distinct du tableau". (MUR 1)

L'article manufacturé est évidemment quelque chose dans le monde physique. Mais comment? C'est ici que le relativiste se séparera du physicien classique. (C'est au fond un problème philosophique, que le physicien présuppose).

La première thèse du physicien classique à envisager en rapport avec cette question est, que dans la nature il

Y a un absolu correspondant à la longueur. Eddington rejette cette thèse en montrant qu'une telle longueur n' a aucun sens. En effet, la longueur est, par définition, ce que nous obtenons, ce que nous manufacturons dans un certain procédé de mesure. Une telle longueur serait une longueur connue au delà d'un procédé de mesure. Mais toute la signification de longueur est dans ce procédé. "...je ne puis concevoir une "longueur" dans la nature, indépendante de la définition du procédé de sa mesure. Quand bien même elle existerait, elle ne doit pas être prise en considération en physique car elle dépasse l'expérience". (ETG 10) Evidemment, il doit y avoir un correspondant dans la nature, mais quel droit avons nous d'appeler ça longueur ?

La longueur correspondant au nombre-mesure serait une longueur absolue. Mais qu'est-ce que cela signifie ? "Il n' y a pas de longueur absolue; nous ne pouvons exprimer la longueur d'une chose que par rapport à celle de quelque autre chose". (NMP 151) Cet étalon, l'autre chose, se définit, et entre avec tout ce qu'il est dans la grandeur obtenue. Soit une certaine barre définie comme "un mètre". Dire par après que cet étalon a changé de longueur, et qu'il a donc dévié de la longueur absolue, montre que nous avons subrepticement changé notre idée de longueur. Nous sommes libre de parler d'une longueur absolue, si nous la définissons ainsi elle doit bien l'être. Mais ce ne sera celle dont il est question en physique. (ETG 10)

Serrons de plus près cette idée de longueur absolue. Ce que le physicien entend par cela est que ses mesures lui donnent directement un renseignement sur la structure

de l'univers considérée en elle-même indépendamment de ses mesures, et que la grandeur obtenue doit avoir une valeur universelle, quoiqu'approximative seulement. Et c'est cette thèse qui a mis le physicien classique en opposition avec la nouvelle théorie physique.

C'est ici qu'Eddington fait ressortir la signification de la critique einsteinienne. Attribuer à nos grandeurs physiques une valeur directement universelle, c'est faire illégitimement abstraction du procédé de mesure, qui a été effectué dans des circonstances physiques déterminées, qui entrent dans la définition. Or, les circonstances peuvent différer. Mesurer un objet par rapport auquel nous sommes en mouvement, et mesurer un objet par rapport auquel nous sommes immobiles, ce n'est pas la même chose. Ainsi, on peut mesurer la distance entre deux points avec une échelle dont la vitesse est la même que celle des deux points. Ceux-ci seront alors en contact avec deux divisions déterminées de la règle. La grandeur obtenue s'appellera "longueur propre". (ETG 14 & NHP 151 sq.) Mais pour mesurer la distance entre deux points donnés par rapport auxquels nous sommes en mouvement implique un élément qui n'était pas considéré pour l'objet par rapport auquel nous sommes immobiles. Nous avons du introduire la notion de simultanéité, et celle-ci doit être également définie pour qu'elle ait un sens physique. La longueur obtenue sera donc autre pour autant qu'elle a une autre définition. (ETG 18) On ne doit donc pas s'étonner si les résultats diffèrent.

C'est cela qu'on entend par la relativité des grandeurs

• 2016

(2) ETC 36.