

Bruce Wheaton, The Tiger and the Shark, empirical roots of wave particle dualism

In: Revue d'histoire des sciences. 1984, Tome 37 n°2. pp. 173-174.

Citer ce document / Cite this document :

Bruce Wheaton, The Tiger and the Shark, empirical roots of wave particle dualism. In: Revue d'histoire des sciences. 1984, Tome 37 n°2. pp. 173-174.

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rhs_0151-4105_1984_num_37_2_2016

Bruce WHEATON, *The Tiger and the Shark, empirical roots of wave-particle dualism*, Cambridge-London-New York, Cambridge University Press, 1983, 16 × 23 cm, xxiv-356 p., fig., bibliogr., index.

« C'est comme le combat d'un tigre et d'un requin : chacun domine dans son propre élément, mais ne peut rien dans l'autre » (J. J. Thomson, 1925).
 « Les physiciens chevauchent les ondes les lundi, mercredi, vendredi et les particules les mardi, jeudi, samedi » (W. H. Bragg, 1928).

Ce livre d'histoire de la physique, qui couvre la période 1896-1926, diffère beaucoup de ses émules en ceci qu'il met l'accent non pas sur les coups d'éclat de la théorie, mais sur les laborieux tâtonnements de l'expérience, plus ou moins guidée par les efforts d'adaptation des paradigmes existants. En bref, dans la terminologie de Kuhn, c'est une chronique de « science normale ».

Je ne chercherai pas à résumer un combat qui fut vécu un peu comme Fabrice vit la bataille de Waterloo. C'est une histoire au total fascinante, fort bien racontée par un auteur dont la formation initiale fut celle d'un physicien. En bref je dirai ceci : les « rayons cathodiques » de Plücker (1858) sont reconnus « matériels », et chargés négativement, par J. J. Thomson (1897). Les « rayons X » (Röntgen, 1895) exhibent des propriétés sélectives en directions, et plus tard en temps, finalement interprétables en termes de la théorie électromagnétique, alors que, par ailleurs, le fait qu'ils soient polarisables (Barkla, 1904), se propagent à la vitesse c (Marx, 1905), se diffractent et interfèrent (von Laue, 1912), imposent finalement leur rattachement aux ondes électromagnétiques. Cependant l'étude de la radio-activité (Becquerel, 1896) met en évidence (M. Curie, 1903) les trois radiations α , β , γ , la seconde analogue aux rayons cathodiques, et la troisième aux rayons X. Dorn prouve en 1900 que l'énergie des photoélectrons arrachés par les rayons X équivaut à celle de l'émission de ces rayons, mesurée par Wiechert en 1899. En 1907 W. H. Bragg en vient à prononcer que « l'on peut raisonnablement arguer que les rayons X et γ sont matériels ». Il n'avait bien sûr pas lu Einstein qui, en 1905, proposant le concept du *photon*, rendait compte (entre autres) des lois de l'effet photoélectrique...

C'est en Allemagne qu'on s'avisa d'abord de l'hypothèse quantique de Planck (1900) et d'Einstein (1905). Wien, suivi de Stark, trouvèrent là une explication valable du problème des rayons X, cependant que Sommerfeld, toujours attaché à ses analyses de Fourier, résistait encore, avant de devenir le thuriféraire que l'on sait. Wilson, en 1911, met en œuvre sa fameuse chambre à condensation, où se manifeste la similitude extrême des propriétés d'ionisation des rayons X ou γ , et β . Planck et Sommerfeld, chacun de son côté, « bricolent » des théories quantiques de l'effet photoélectrique. Mais, en 1913, Bohr propose sa célèbre théorie quantifiée de l'atome, provoquant un rush général des travaux de ce côté, y compris ceux de Sommerfeld. Cependant Einstein, en marge de ce courant, perfectionne en 1910 et 1916 sa théorie du photon.

De notables progrès dans l'outillage expérimental avaient permis de cerner différents aspects de l'effet photoélectrique, direction inverse. Millikan, à partir de 1906, porte de ce côté un effort de plus en plus prononcé, utilisant des photons soit X, soit ultraviolets, et obtient une excellente vérification de la formule d'Einstein. Rutherford, à partir de 1905, développe la technique de la

« spectroscopie magnétique » des rayons β à laquelle Danysz (Paris, 1911) apporte un perfectionnement décisif. Il devient dès lors possible d'associer dans une même expérience la spectroscopie X et la spectroscopie β , comme le fera Maurice de Broglie à partir de 1921. En 1913, Coolidge produit un tube cathodique de loin supérieur aux précédents, grâce auquel Duane et Hunt, en 1915, vérifient à quelques pour cent près la formule quantique de la fréquence limite des rayons X. La physique américaine était entrée en scène avec éclat. Pourtant et Millikan et Duane restaient réticents devant l'hypothèse quantique, que leurs travaux confirmaient si bien.

Maurice de Broglie, qui avait publié avec Langevin les *Actes* du Conseil Solvay de 1911, monta de toutes pièces un laboratoire de rayons X. A partir de 1921 il explore les niveaux d'énergie des atomes par la spectroscopie X et β combinée, et vérifie parfaitement la mécanique quantique. Chez Rutherford, Ellis étudie de manière analogue les rayons d'origine nucléaire. Louis de Broglie à cette même époque publie ses premiers travaux, en partie expérimentaux, en partie théoriques. L'idée centrale, longuement mûrie chez Maurice, et transmise par lui à Louis de Broglie, est que « les faits sont quantitativement descriptibles tantôt en termes ondulatoires, tantôt en termes particuliers ».

Là-dessus Compton (et aussi Deybe à Zürich) découvrent en 1922 le remarquable phénomène de la collision électron-photon, où l'impulsion-énergie du photon d'Einstein est clairement mesurée. Les plus récalcitrants doivent déposer les armes. Mais *quid* de l'évidente symétrie électron-photon dans ce phénomène ?

L'*onde matérielle* est proposée par Louis de Broglie en 1924. Les éléments clés de cette éclatante découverte ont été bien souvent exposés : le parallélisme des principes optique de Fermat, mécanique d'Euler-Maupertuis-Hamilton ; l'extension à la matière de l'équivalence einsteinienne entre impulsion-énergie et quadrifréquence ; le recours à la relativité et au concept de la vitesse de groupe ; l'assimilation des conditions de quanta aux phénomènes de résonance ondulatoire. Il est bon de rappeler aujourd'hui, en 1983, où d'aucuns laissent entendre que des mathématiques très sophistiquées sont un élément nécessaire à des travaux valables en physique théorique, qu'au contraire plusieurs des découvertes qui ont renouvelé notre vision de l'Univers ont été exprimées en mathématiques simples. Carnot expose son principe d'irréversibilité sans une seule formule, et Einstein, en 1905, sa théorie de la relativité en termes de formules toutes connues. Louis de Broglie soulève en 1924 « un coin du grand voile » avec des mathématiques extrêmement ingénieuses, mais somme toute simples. Et l'expérience lui donne raison : en 1927, Davisson et Germer, puis G. P. Thomson mettent en évidence la diffraction des électrons.

Le livre de Wheaton, qui est d'un bout à l'autre une chronique de « science normale », s'achève ainsi sur l'explosion d'artifice d'un « changement de paradigme ». Je ne puis que conseiller la lecture de ce beau livre, m'associant ainsi à la préface de T. S. Kuhn.

O. COSTA DE BEAUREGARD.

A.-L. LAVOISIER & P.-S. LAPLACE, *Memoir on Heat, Read to the Royal Academy of Sciences, June 28, 1783 by Messrs. Lavoisier & De La Place of the same Academy*, transl. with an Introduction and