

A l'occasion du 90e anniversaire de Louis de Broglie

In: Revue d'histoire des sciences. 1985, Tome 38 n°3-4. pp. 365-367.

Citer ce document / Cite this document :

COSTA DE BEAUREGARD O. A l'occasion du 90e anniversaire de Louis de Broglie. In: Revue d'histoire des sciences. 1985, Tome 38 n°3-4. pp. 365-367.

doi : 10.3406/rhs.1985.4013

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rhs_0151-4105_1985_num_38_3_4013

A l'occasion du 90^e anniversaire de Louis de Broglie

Ce volume réunit les *Actes* du colloque organisé à Pérouse, du 22 au 30 avril 1982, par la Fondation Louis-de-Broglie, en l'honneur du 90^e anniversaire de Louis de Broglie (1).

Le thème indiqué par le titre a été traité en des styles différents suivant les écoles ; je pense pouvoir regrouper les exposés de la manière suivante :

G. Lochak, dans un exposé introductif, prend la tête des partisans d'un « déterminisme caché ». Il résume les idées directrices de Louis de Broglie lors de sa fondation de la mécanique ondulatoire, celles auxquelles, après un long détour du côté de Copenhague, il est revenu à la fin de sa carrière scientifique. Au cœur de celles-ci figure son « postulat de la cohérence des phases » entre une horloge interne à la particule et l'onde qui la « pilote » (*la grande idée de sa vie*, disait-il à l'Académie des Sciences en 1972).

Lochak présente ensuite la « théorie de la mesure en mécanique quantique » selon Louis de Broglie. L'idée en est qu'un état initialement « préparé » est « analysé » par un appareil adapté à la mesure qu'on se propose de faire, et que les taux d'occupation des ondes correspondantes sont évalués par comptage des corpuscules sur ces ondes. En conséquence Louis de Broglie distingue des probabilités « prédites » (celles afférentes aux valeurs possibles de la grandeur mesurée) et des probabilités « présentes » (celles afférentes à la localisation d'un corpuscule, qui « sont déjà là », puisqu'il suffit, pour les révéler, de disposer un détecteur (plaque photographique ou autre)). Sans nullement contester la primauté de fait (ou le recours ultime) au « comptage des particules », je pense toutefois (et ai souvent écrit) que cette distinction radicale ne s'impose pas : des détecteurs tels que, par exemple, une plaque photographique (ou un simple écran éclairé) sont des analyseurs au sens de Louis de Broglie : ce sont des mosaïques de petits « pavés détecteurs », *opérant* une localisation de la particule dont on peut penser qu'elle ne préexiste pas dans l'onde. Mais ici je m'arrête, ne voulant pas provoquer une « querelle d'écoles ».

G. Lochak discute ensuite les « théorèmes d'impossibilité » de Von Neumann et de Bell dont la mathématique (bien sûr) est inattaquable. Ce qui est discutable, ce sont les postulats respectifs.

(1) *The Wave-particle dualism*, S. Diner, D. Fargue, G. Lochak and F. Selleri, eds., Dordrecht, D. Reidel Publ. Company, 1984, 16 × 24 cm, 566 p., fig.

Le tort de Von Neumann, selon Lochak, fut de vouloir imposer aux « variables cachées » une statistique quantique, alors que celui de Bell est de vouloir imposer aux résultats de mesure une statistique classique ? Je souscris *tout à fait* à cette manière de présenter les choses.

D. Fargue consacre son exposé au problème d'une recherche de la « bonne » équation non linéaire (onde « à bosse » de Louis de Broglie) pouvant décrire un « Soliton » (comme on dit aujourd'hui). Le modèle analogique est celui de la relativité générale, dont l'équation entraîne la loi du « guidage géodésique ».

G. Lochak, frais émoulu de Normale supérieure, étudie en d'autres termes ce même problème.

F. Fer discute de manière critique le problème de la mesure, étendant ainsi grandement les vues de Louis de Broglie. Prise à la lettre, sa critique n'est guère réfutable. Il reste que, tout intuitif que soit le maniement de la mécanique quantique, les physiciens savent *parfaitement* s'en servir, et avec un succès qui ne se dément pas.

S. Diner survole le problème de plus haut et de plus loin, son exposé étant moins technique.

Pearle propose une équation d'évolution non linéaire afin d'en déduire un processus de « réduction du vecteur d'état ». Boiteux propose un schéma de variables « vraiment cachées », basé sur une « théorie de jauge non locale ».

Selleri, Gozzini, Tarozzi, dans leurs exposés respectifs, discutent de schémas d'expériences utilisant des filtres d'onde, des détecteurs de particules, et éventuellement des multiplicateurs de particules, dans le but de « saisir », dans la même expérience, *et* l'onde, *et* la particule. A mon avis, toutes les expériences de ce genre doivent être formalisées selon le schéma de la seconde quantification, et *a priori* il y a tout lieu de penser qu'il y aura accord entre expérience et théorie — ce qui n'exclut *pas du tout* que le résultat (calculé et mesuré) soit éventuellement très « paradoxal ».

D. Aerts soutient la thèse osée que « la mécanique quantique ne sait pas décrire des systèmes séparés ». La partie constructive de son exposé est un exemple amusant de *système non local classique* satisfaisant aux inégalités de Bell. Mais, quant à la thèse elle-même, j'ai un point de vue tout à fait différent. Ce qui arrive en mécanique quantique est que, si deux systèmes interagissent, et sont donc décrits par *une* « fonction d'état », *un* hamiltonien, *une* équation d'évolution, alors ils exhibent les phénomènes de « non-séparabilité » sur lesquels le « paradoxe EPR » a attiré l'attention. Mais la mécanique quantique décrit le plus aisément du monde des systèmes séparés : soit simplement en écrivant autant d'équations *indépendantes* qu'il y a de tels systèmes... Reste, bien sûr, la question clé : *Y a-t-il ou non des systèmes séparés ?* La réponse, à la rigueur du terme, est presque certainement *non* — *dans le monde accessible à notre connaissance*.

Srinivas discute de l'interférence des probabilités variables cachées, théorème de Bell.

Suppes et Zanotti produisent une étude très axiomatique, conduite en calcul *classique* des probabilités, de la probabilité jointe, de la « causalité », du « déterminisme caché », incluant le théorème de Bell.

Un second groupe d'exposés très compétents porte sur des applications semi-classiques de la mécanique quantique, où la valeur de la constante de Planck n'intervient pas : Berry, Schulman, Aquilanti.

De très remarquables expériences de mécanique quantique sont présentées par Rauch et par Steyerl (interférences d'ondes neutroniques), par Aspect et par le groupe de Calane (non-séparabilité des polarisations mesurées sur des paires de photons issus d'une cascade atomique). Il s'agit là d'aspects spectaculaires et fort « paradoxaux » de la mécanique quantique.

Plusieurs discussions approfondies de l'interprétation de la mécanique quantique sont dues à Milonni, Accardi, Zurek. Milonni, aux formes d'analyses très pénétrantes, conclut que « ce n'est plus une inaptitude de la mécanique quantique à décrire certains éléments de la réalité qu'il faut affirmer, mais bel et bien l'inexistence de tels éléments de la réalité » ; peu avant, il avait noté l'éventualité que « les orientations des polariseurs de mesure (dans les expériences de cascades) *rétro-agissent* sur la source » — deux énoncés que j'approuve totalement ; cependant je conteste la précédente affirmation d'un conflit avec la théorie de la relativité ! Accardi discute de manière très pénétrante les *différences* (et les *analogies*) entre le calcul classique et le calcul ondulatoire des probabilités selon Born, y voyant, à juste titre, la source et la clé de l'originalité de la mécanique quantique. Je ne le suis pas, cependant, là où il pense que ce simple (mais fondamental) changement dans le statut probabiliste autorise à penser que *la* particule passe par *l'une* des deux ouvertures d'Young ! Le *formalisme* n'en dit pas tant ! Zurek, enfin, qui s'occupe d'expériences de détection d'ondes gravitationnelles au moyen d'oscillateurs élastiques décrits quantiquement, discute ce qu'on appelle aujourd'hui l'« effet chien de garde » : le gel d'une évolution naturelle causé par des mesures répétées.

Roos et Gudder proposent deux études très compétentes de mécanique quantique utilisant des espaces de Hilbert discrets : le principe de superposition pour l'un, un modèle de quarks pour l'autre. Bergia discute une extension du théorème de Bell ; et je « revisite » la « CPT-invariance ». J. Six propose une étude de la non-séparabilité dans la désintégration des « mésons K ».

La spéculation, enfin, est représentée par une étude de Noyes : une approche « numérologique » de la physique livrant des rapports par ailleurs observés ; et par un article de Rietdijk : « Sur le caractère quadridimensionnel des phénomènes microphysiques. »

Le long compte rendu précédent témoigne de l'intérêt que j'ai trouvé à relire (après les avoir entendus) les exposés de Pérouse. J'espère avoir rendu clair le grand intérêt d'ensemble du volume pour tous ceux qui s'intéressent aux problèmes d'intelligence profonde de la mécanique quantique en tant que physiciens, philosophes, ou historiens des sciences.