

REPONSE A L'EXEGESE DE L'AVOCAT DU DIABLE

par M. O. COSTA DE BEAUREGARD

Institut Henri Poincaré

11, rue Pierré et Marie Curie

75231 PARIS CEDEX 05

(manuscrit reçu le 1er Juin 1978)

*Résumé : L'intersection de nos problématiques est quasi vide. Un point de la proposition de M. Fargue mérite une considération particulière : le passage du niveau quantique au niveau macroscopique dans la (double) mesure.*

M. Fargue <sup>(1)</sup> présente une exégèse "orthodoxe" de la mécanique quantique, assortie de quelques remarques personnelles, à laquelle je n'ai rien à objecter, sinon qu'elle n'est pas une réponse à ce que j'ai écrit <sup>(2)</sup>.

1 - Nulle part je n'ai écrit que si l'on mesure sur le système 1 la grandeur  $A_1$  et qu'on trouve la valeur propre  $a_{1j}$ , cela implique que la grandeur "corrélée"  $A_2$  du système 2 prend la valeur associée  $a_{2j}$ . Je ne me prononce pas à ce sujet parce que, dans ma problématique, je ne pose pas cette question.

Ce que je suppose est qu'on mesure sur le système 1 une

grandeur  $A_1$  et sur le système 2 une autre grandeur  $B_2$  et je discute la corrélation de ces mesures sur l'exemple des polarisations linéaires de deux photons d'une cascade parcourant en sens opposés un même axe  $x$ , l'angle  $\alpha$  entre les polariseurs étant arbitraire.

C'est un autre problème, et je ne vois guère ce qui peut être opposé à mon analyse de ce problème, dans les termes où je l'aborde. C'est d'ailleurs ce que concède M. Fargue.

2 - Je ne postule rien sur les temps relatifs des deux mesures. Elles sont nécessairement dans l'ailleurs l'une de l'autre s'il s'agit de deux photons ; mais elles pourraient parfaitement définir un vecteur du genre temps s'il s'agissait de particules lourdes comme des protons (<sup>3</sup>) ; le "paradoxe" assumerait alors un autre aspect ("rétroaction" de la seconde mesure sur la première) -sans rien perdre de son aspect paradoxal.

Si je n'ai rien postulé sur les temps relatifs, c'est d'abord parce que je n'en avais pas besoin, mais ensuite et surtout parce que je tiens à être toujours explicitement relativiste (ainsi qu'il ressort de tout le contexte).

Tout comme la mécanique quantique, la relativité restreinte est une théorie qui, quant à l'essentiel de sa structure logico-mathématique, n'a jamais été prise en défaut. Je considère qu'en 1978 le formalisme de la mécanique quantique non-relativiste est à priori disqualifié pour toute discussion fondamentale des principes.

3 - Quant à savoir si le "paradoxe d'Einstein" mérite ou non ce titre (<sup>4</sup>), c'est une affaire de goût. Je pense que nous ne sommes pas encore dans l'après-Copernic de ce paradoxe là, et c'est bien ce que laisse entendre M. Fargue lui-même en écrivant que la description quantique complète d'une expérience réelle reste à faire. J'y reviendrai au n° 4.

Ma thèse (<sup>2</sup>) était que le "paradoxe d'Einstein" résulte de l'union de deux géniteurs aux réputations paradoxales l'une et l'autre notoires : 1) Symétrie passé-futur intrinsèque de la mathématique contre dissymétrie de fait de l'interprétation

(voir Loschmidt, Zermelo, et le calcul des probabilités lui-même à l'article "probabilité des causes") 2) Substitution par Born en 1926 (et déjà par Einstein en 1905 dans sa théorie du photon) du principe d'addition des amplitudes à celui des probabilités partielles (voir notamment la discussion des fentes d'Young, première née d'une nombreuse famille de "paradoxes").

Mais encore une fois, si M. Fargue ne voit plus rien de "paradoxal" (<sup>4</sup>) dans tout cela, je n'ai nulle intention d'argumenter contre lui.

4 - Un point fort névralgique est celui soulevé par M. Fargue dans sa section III.

M. Fargue dit que les expériences de corrélation de polarisations de photons ne comportent pas en réalité deux, mais une seule, mesure, celle-ci ayant lieu dans le compteur de coïncidences des photomultiplicateurs. Cela est discutable (je veux dire : "argumentable") parce que, comme le reconnaît explicitement M. Fargue, il y a passage du niveau quantique au niveau macroscopique dans chacun des deux photomultiplicateurs. Nous y revoilà ...

Pour mieux faire sentir la gravité du problème je vais idéalement modifier un peu le dispositif. Avec M. Fargue je postulerai que les polariseurs L et N sont des cristaux biréfringents, ce qui permettra d'afficher les quatre réponses possibles (notées dans mon article (1,1), (0,0), (1,0), (0,1)). Je postulerai que l'affichage, c'est-à-dire le passage au macroscopique, consiste en la détection photographique d'un photon sur la paire de plaques  $L_1$  et  $L_2$  associées à L et d'un photon sur la paire  $N_1$  et  $N_2$  associées à N, étant entendu que l'épreuve stochastique aura consisté en la transition d'un seul atome placé en C. Ainsi définie, la mesure idéale ne comporte aucune ambiguïté.

Alors, en quoi va consister la mesure unique considérée par M. Fargue ? Dans la solidarité des quatre plaques liées à un même bâti. Mais alors nous voilà lancés en pleine méta-physique (au sens où Aristote en faisait après avoir enseigné sa physique) car de deux choses l'une :

Ou bien l'on va esquisser la théorie quantique de cette mesure unique (en physique du solide). Des approximations drastiques seront inévitables, et elles équivaldront à des options métaphysiques.

Ou bien l'on va "baisser les bras" et entamer tout de suite la discussion métaphysique.

Or, comment "procédera" et comment "s'exprimera" notre expérimentateur idéal ? Il répètera  $N$  fois l'épreuve, collationnera et lira  $4N$  plaques, et dira: dans la  $p$ -ième épreuve je trouve le photon  $a$  en  $L_1$  (ou  $L_2$ ) et le photon  $b$  en  $N_1$  (ou  $N_2$ ). Autrement dit, il passera outre à l'interdit de M. Fargue.

Par où l'on voit que cette idéalisation qu'est toute théorie physique trace une frontière entre elle et la métaphysique (malgré l'intérêt de cette dernière, mais à cause de la nécessité de couper court aux discussions).

Ceci dit, j'accorde volontiers à M. Fargue que la physique de demain ira occuper un peu du territoire de la métaphysique d'aujourd'hui.

5 - Au total, je ne me rends pas aux arguments de M. Fargue parce que je considère que nous n'avons pas croisé le fer.

## REFERENCES

- (<sup>1</sup>) D. Fargue, Annales de la Fondation Louis de Broglie, 3, p. 87, 1978.
- (<sup>2</sup>) O. Costa de Beauregard, Annales de la Fondation Louis de Broglie, 2, p. 231, 1977.
- (<sup>3</sup>) M. Lamehi-Rachti et W. Mittig, Phys. Rev. D14, 2543, (1976).
- (<sup>4</sup>) Paradoxe : un énoncé suprenant mais peut-être vrai (les Dictionnaires).