

## En mémoire d'un précieux ami: Olivier Costa de Beauregard

Quelques souvenirs

GEORGES LOCHAK

Fondation Louis de Broglie  
23 rue Marsoulan 75012 Paris, France

C'est avec une tristesse, curieusement mêlée d'une certaine alacrité, que j'évoque la mémoire d'Olivier Costa. Je le nomme ainsi car je dirai indifféremment *Olivier*, comme je l'appelais familièrement de son vivant, ou *Costa*, abréviation dont tout le monde, y compris lui-même, usait en parlant de lui.

Ma *tristesse* se comprend aisément. Nous nous connaissions depuis plus de cinquante ans, nous étions proches l'un de l'autre et appartenions à la même école de pensée. Les idées qui nous unissaient l'emportaient de loin sur celles qui auraient pu nous séparer. Quant à ces dernières, dont je dirai quelques mots plus loin, nous n'en parlions presque jamais. Surtout que chacun de nous comprenait l'autre avec assez d'empathie pour pouvoir dire à sa place ce qu'il pensait.

L'*alacrité*, qui se mêle à ma tristesse, peut paraître paradoxale, mais elle est due au souvenir qu'il nous laisse, d'éternelle jeunesse et de vitalité. C'est ce souvenir que je voudrais d'abord illustrer par quelques anecdotes :

- Il n'avait pas d'âge, au point que personne n'y songeait, sinon peut-être (donc souvent !) quand on lui téléphonait et que, chaque fois, on s'étonnait de sa voix jeune, brève et énergique qui nous accueillait d'un « Allo ! Allo ! » sonore et bienveillant. Que de réflexions ai-je entendues à ce sujet, en fait, toujours la même : « La voix qu'il a !... C'est incroyable ! ».

- En 2003, les Annales lui ont offert un numéro jubilaire<sup>1</sup>[1]. Le prétexte était l'anniversaire de sa soutenance de thèse (1943). En réalité, cette date a été choisie par raccroc car les rédacteurs cherchaient un anniversaire pour le fêter, mais ils se sont trompés en sous-estimant fortement son âge. Les dates qu'ils cherchaient étaient largement dépassées. La thèse a été prise au hasard

---

<sup>1</sup>J'en avais fait l'article introductif, mais je ne l'ai pas relu pour conserver ma liberté d'écriture.

d'un chiffre « rond » qui ne l'était pas tant que ça : nous appartenons à une civilisation qui ne compte ni en base 12, ni en base soixante.

- Voici quelques années, il avait passé la nonantaine, ma femme et moi prenions un goûter chez les Costa à Bourron-Marlotte. Nos épouses étaient assises dans un petit canapé, devant une table basse, et nous leur faisons face dans deux fauteuils. Bien entendu, nous menions deux conversations séparées, car, de quoi pouvions-nous parler, Olivier et moi ? De physique, bien sûr, et de façon animée (je dirai plus loin de quoi il s'agissait, car je m'en souviens et le sujet en vaut la peine).

Soudain, Nicole, sa délicieuse épouse qui formait avec lui un couple si fusionnel qu'elle ne lui survécut que deux mois, Nicole, donc, interrompt sa conversation et dit à Michèle, ma femme, en riant un peu et à haute voix, car elle parlait pour nous quatre : « Regardez-les un peu, ces deux-là, tant qu'ils seront en vie l'un et l'autre, ils n'arrêteront pas ». Elle avait bien raison et je ne saurais dire combien de fois, depuis la disparition d'Olivier, j'ai pensé soudain à une chose que je ne lui avais pas dite, ou à une question que j'ai oublié de lui poser.

- Mais voici que, il y a cinq ans, je pense, j'ai bien cru que le jour fatal était arrivé. C'était en vacances, à un moment où nous nous téléphonions moins, quand j'appris soudain, par un ami commun, qu'il venait d'avoir une thrombose cérébrale.

Je téléphonai aussitôt à Saint-Jean-de-Luz, où ils résidaient l'été et où ils ont fini par s'installer. Nicole me répondit avec un calme qui tranchait avec la nouvelle, déjà vieille de quelques jours, m'a-t-elle appris. Il était sorti de « réa », son visage avait repris sa mobilité et sa symétrie. Il parlait à nouveau et... Nicole avait un message pour moi : c'était une question de physique. Je n'en revenais pas !

Un peu sur la pointe des pieds, je commence à répondre par son entremise (il se trouve que je savais le faire), mais Nicole m'interrompt : « Vous feriez peut-être mieux de l'appeler directement à l'hôpital ». Elle me rassura, je ne le dérangerai pas : « Il sera très content de vous parler ».

J'appelle, il me répond de son « Allo ! Allo ! ». Et que fait-on, en pareil cas ? On demande des nouvelles. Ce que je fis. Il m'a presque envoyé promener, comme agacé que je m'attarde à ces vécilles. Nous avons mieux à faire. A la fin de la conversation, il m'a dit être un peu dérangé par une séquelle de sa brève hémiplégie, une cheville qui n'allait pas bien. Mais un kinésithérapeute en eut bientôt raison.

Par la suite, il m'a dit, un jour : « J'ai quand même descendu une marche ».

Mais un mois ou deux après, nous nous sommes revus dans une petite réception à la Fondation. Il refusait les sièges qu'on lui proposait, écartait toute attention particulière, entretenait des conversations animées. Je me suis approché de lui en lui soufflant à l'oreille d'une voix amusée : « Alors, cette marche ? ». Il se tourna vers moi et répondit en souriant : « J'avais peut-être exagéré ».

- Pendant quelques années, il continua de réfléchir, de publier, de proposer des expériences jusqu'au printemps 2007 où il me dit un jour : « Je commence à être fatigué. Je crois que j'en ai assez de la physique. Je vais m'arrêter. » ; J'y ai vu un funeste présage. Il est mort deux semaines après. Nicole avait eu raison : notre conversation a cessé. Elle l'a suivi de peu, comme je l'ai dit.

\* \* \*

Je voudrais parler maintenant des principales qualités scientifiques de Costa.

1) **La liberté d'esprit.** Il avait ses principes personnels auxquels il tenait. Mais il était toujours prêt à les remettre en question devant un fait nouveau. Il lui arrivait de citer des faits en faveur de ses idées, mais sans jamais les solliciter pour leur donner plus de force.

2) **Le courage.** Il était prêt à céder devant un fait nouveau ou devant un argument, mais pas devant une opinion contraire à la sienne. Le nombre de contradicteurs, leurs titres et leurs manières ne l'intimidaient aucunement. La solitude et même la mise à l'index ne lui faisaient pas peur.

3) **La curiosité. Il n'avait pas, ou peu de préjugés** et il était toujours prêt à les abandonner. On le sentait émoustillé par le récit d'un fait nouveau ou d'une idée nouvelle. Il les examinait *a priori* et avec un esprit neuf, sans se référer à ses propres connaissances et ne cherchait pas tout de suite à les faire entrer dans une théorie connue. L'étonnement n'éveillait pas sa méfiance mais son intérêt. Ce n'est que dans un deuxième temps, lorsqu'il avait compris intuitivement le problème et qu'il commençait à prendre la chose nouvelle vraiment au sérieux, qu'il commençait à poser des questions et que son esprit critique s'exerçait.

J'ai pu éprouver ses qualités dans deux circonstances :

a) La première circonstance correspond à un cas personnel, ma *théorie du monopôle magnétique*. Beaucoup de gens, à qui je raconte ma théorie, restent cois et marquent une hostilité (c'est fou ce que les physiciens n'aiment pas qu'on sorte des sentiers battus). Ils cherchent tout de suite la faille, ou tentent de s'accaparer l'idée en l'accommodant à leur manière, ou encore affichent un dédain suspicieux qui évite de réfléchir.

Olivier, lui, a compris sur l'heure tous les aspects du problème. Il faut dire qu'il était armé pour cela. Il était un as en théorie de Dirac, en électromagnétisme, en relativité et sur les lois de symétrie. Il avait donc tous les ingrédients pour comprendre.

Hormis l'idée elle-même, il savait tout d'avance. Il connaissait (bien avant moi) les grandeurs angulaires et bilinéaires qui entraient dans la théorie : c'est l'avantage d'appartenir à la même école.

En outre, qualité rare, **il ignorait la jalousie et l'esprit de rivalité** et il s'intéressait aux idées d'autrui comme aux siennes propres.

Les deux seuls qui comprirent aussi vite et réagirent de même furent un Russe, **Léonid Urutskoïev** et un Allemand, **Harald Stumpf**. Ils sont les deux derniers à comprendre d'emblée tout ce que je leur dis. Mais hélas, ce n'est pas toujours réciproque ! Ils planent parfois sur des hauteurs qui ne sont pas les miennes : expérimentales pour l'un, théoriques pour l'autre.

b) Le second cas qui illustra les qualités de Costa était très antérieur au mien et je n'étais pas concerné à l'époque. C'est Costa qui m'y a rattaché. C'était le problème de *Kervran*, un médecin de condition modeste qui, des années durant, en observant la nature sous différents angles, est arrivé à la conclusion, que certains phénomènes biologiques pouvaient provoquer des transmutations nucléaires.

Costa, comme tous les physiciens l'auraient fait, je suppose, a d'abord trouvé que c'était absurde, au nom du préjugé largement répandu de la différence d'énergie entre le niveau nucléaire et le niveau biologique. Kervran ne se démonta pas et lui montra des quantités d'observations convergentes. Il avait publié plusieurs livres et possédait une réserve d'exemples troublants.

En voici un que j'ai retenu. Kervran était breton et connaissait des endroits de Bretagne, à l'intérieur des terres, où le massif granitique est dépourvu de roches calcaires, de tout débris de coquillage marin et de tout autre apport extérieur en calcium, il s'en est assuré. Or les oiseaux de basse-cour y pondent des œufs normaux : *d'où vient le calcium nécessaire aux coquilles ?*

Kervran a observé que les poules, dans ces endroits, picorent du *mica* et il pensa que c'était lié. Sans prétendre apporter une preuve, on peut remarquer que le mica contient du potassium :  $^{19}\text{K}$ , tandis que le calcium  $^{20}\text{Ca}$  a le numéro vingt. Ce sont donc des éléments immédiatement voisins dans le tableau de Mendeleïev. Comment ne pas se demander si la question de Kervran ne trouve pas sa réponse dans une transmutation par interaction faible, du type radioactivité bêta ou K-capture ?

Le problème reste ouvert, mais nous en avons parlé avec Olivier et nous avons tout de suite rapproché cette question de la capacité des monopôles magnétiques légers de provoquer des interactions faibles.

C'est l'un des nombreux sujets de discussion que nous pouvions avoir, tandis que d'autres fois, cela pouvait être l'algèbre des formes bilinéaires de spineurs ou les équations encore non interprétées auxquelles ces formes obéissent d'après l'équation de Dirac.

4) Revenons aux « **manières scientifiques** » de Costa. Il possédait, au plus haut point, la faculté de transformer l'argument d'un autre en un argument pour lui (le plus grand virtuose du siècle, en la matière, fut Einstein qui mettait sa marque avec tant de force qu'on finissait par oublier que l'argument n'était pas de lui, ce qui n'était pas grave, puisqu'en réalité, il démontrait autre chose).

5) **Notons enfin sa tendance à chercher un fait simple et évident qui prouve ce qu'il dit.** C'est ainsi qu'Olivier fit une catastrophe psychologique !

Longtemps, comme tous les physiciens, ou presque, il ne croyait pas à la parapsychologie, en particulier à la psychokinèse, transport d'une force par la pensée : c'était au mieux, pour lui, un sujet de plaisanterie. Mais voilà qu'un jour, il s'avisait d'une analogie possible entre la psychokinèse et le problème des états corrélés en mécanique quantique. En gros, le fait que la fonction d'onde d'un ensemble de deux particules semble « projeter » l'une d'elles dans un état, qui est corrélé à un état de l'autre dès que celui-ci est observé.

J'avoue que pour moi, une telle coïncidence n'est pas encourageante et qu'elle me paraît plutôt être un indice inquiétant pour l'objectivité de l'interprétation de la mécanique quantique !

Mais pour Costa, il en était autrement. Il considérait qu'un formalisme théorique ayant fait ses preuves, devait être poussé jusqu'au bout, tel qu'il est, avant de songer à le remplacer ou à le modifier. Donc, si la psychokinèse ressemble à un formalisme de mesure, il faut essayer de prouver qu'elle en est une réalisation expérimentale, et donc montrer qu'elle existe en tant que phénomène physique. Et il s'est lancé, avec son habituel enthousiasme, dans la vérification expérimentale de la parapsychologie.

Il faut dire que plusieurs physiciens de premier plan ont été approchés par des adeptes de la parapsychologie et ont été amenés à regarder de plus près les tentatives de voyance.

Ainsi, Einstein, à Paris, a été abordé par une voyante qui lui a déclaré qu'il avait une lettre dans sa poche : c'était vrai, mais il l'avait oublié. Mais elle était dissimulée et il était sûr de ne l'avoir montrée à personne. La voyante lui précisa qu'elle provenait de sa sœur, ce qui était vrai. Elle lui en révéla une

partie du contenu et c'était exact. Interrogé, Einstein se contenta de dire : « Je me refuse de comprendre ».

Louis de Broglie, à quinze ans, assistait à une soirée mondaine où une voyante était invitée (cela se faisait à l'époque). Elle s'isolait avec des personnes de l'assistance et leur disait la bonne aventure. Quand vint son tour, elle lui promit, en manifestant une grande émotion, un avenir d'exception : « Vous trouverez quelque chose d'important en *mécanique* », dit elle. Il n'a rien compris : à ce moment-là, le mot « mécanique » n'avait, pour lui et a fortiori pour la voyante, aucun autre sens que la mécanique automobile ou celle des chemins de fer. Cette coïncidence l'a laissé rêveur par la suite, au point qu'il a écrit ce souvenir sur un papier qu'il m'a donné par curiosité.

L'attitude de Costa fut différente : un phénomène étrange et incompris (et à vrai dire peu sûr !) lui parut susceptible de se rapporter à une grande théorie.

En notre époque de recherches sur la « téléportation », on ne devrait pas s'en offusquer !

Et surtout, à mon avis, *interdire de poser une question est proprement scandaleux*. On l'a fait à Pasteur avec la non-génération spontanée, à Mendeleïev avec la classification des éléments, à Einstein avec le photon, à Wegener avec la dérive des continents, et à d'autres !

Pour ma part, sans croire moi-même à l'idée de Costa, je lui ai rappelé la phrase de Voltaire :

*« Je ne suis pas d'accord avec ce que vous dites, mais je me battraï jusqu'à la mort pour que vous puissiez le dire. »*

\* \* \*

Je voudrais terminer par quelques mots sur un problème qui nous a beaucoup occupés ces dernières années : le potentiel électromagnétique, l'invariance de jauge et l'effet Aharonov-Bohm.

Il nous a toujours semblé que la question avait été réglée par Louis de Broglie dans sa thèse et qu'il fallait des esprits contournés pour y revenir avec tant d'insistance... et aussi faussement ! Notons d'abord que la formule de la longueur d'onde de de Broglie n'apparaît dans sa thèse que vers la fin, au delà de la page 100, dans le cas particulier non relativiste de la théorie cinétique des gaz et en l'absence de champ extérieur.

Pour de Broglie, la longueur d'onde était une grandeur assez particulière qui, en elle-même, n'avait pas de signification relativiste simple. Les grandeurs

fondamentales étaient, à ses yeux, la fréquence et la vitesse de phase. On me dira que la longueur d'onde est égale à leur rapport ! Certes, mais on m'accordera que de Broglie était au courant et qu'il avait peut-être ses raisons : pour lui, les évidences relativistes apparaissaient ailleurs.

Il faut remarquer que la vitesse de phase n'est définie qu'en relativité, ce qui est une raison pour être prudent avec la longueur d'onde, qui est introduite dans l'équation de Schrödinger par une sorte d'« a priori », alors que la vitesse de phase n'y est pas définie. On rencontre en outre, dans cette équation, qu'on trouve la vitesse de groupe d'une onde qui n'a pas de vitesse de phase !

Seule la relativité permet de sortir de ces paradoxes. Le résultat essentiel est ici **la forme générale du vecteur d'onde de de Broglie** [2] qui est donnée par :

$$\mathbf{k} = \frac{\mathbf{n}}{\lambda} = h^{-1} \{m_0 c \mathbf{u} - e \mathbf{A}\} \left( \mathbf{u} = \frac{\mathbf{v}}{c \sqrt{1 - \beta^2}} \right) \quad (1)$$

et non pas par la formule :

$$\mathbf{k} = \frac{\mathbf{n}}{\lambda} = h^{-1} m_0 c \mathbf{u} \text{ (ou : } \lambda = \frac{h}{mv} \text{)} \quad (2)$$

qu'on donne habituellement. La raison en est que la longueur d'onde de de Broglie découle de l'identification des principes de Fermat et de moindre action. Or le principe de moindre action, sous sa forme relativiste, n'est pas défini par une intégrale curviligne sur la quantité de mouvement, mais sur le *moment de Lagrange* [2] :

$$\delta \int \sum_{\mu=1}^{\mu=4} \{m_0 c \mathbf{u}_\mu - e \mathbf{A}_\mu\} dx^\mu = 0 \quad (3)$$

Il s'ensuit que seule la formule (1) est covariante relativiste et c'est pourquoi le potentiel vecteur de Lorentz  $A_\mu$  intervient dans le nombre d'onde (1). Ce qui n'est pas étonnant car on ne saurait définir la longueur d'une onde qui gouverne le mouvement de l'électron, *qui est porteur d'une charge électrique*, sans faire intervenir les grandeurs électromagnétiques.

La formule (2) n'est pas covariante relativiste car elle implique une identité sur le potentiel de Lorentz qui doit être identiquement nul sur tout l'espace :  $A_\mu \equiv 0$

Par là même, la formule (2) n'est évidemment pas invariante de jauge. Mais la formule relativiste (1) ne l'est pas davantage ! On voit aussitôt sur la formule (1) que, si l'on ajoute à  $A_\mu$  une grandeur quelconque, même une fonction

de gradient qui laisse les champs inchangés, le nombre d'onde (1) changera. **Donc, dans un phénomène d'interférences, les franges seront modifiées.**

Dans le cas particulier où l'on ajoute à  $A_\mu$  un champ de gradient, le champ électromagnétique ne changera pas et les forces non plus. **Les électrons ne seront donc pas déviés ; seuls seront déviés les angles de concordance de phase entre les ondes qui interfèrent. C'est l'effet Aharonov-Bohm [3].**

Il est clair qu'un phénomène d'interférence ne saurait être invariant de jauge, faute de quoi la longueur d'onde cesserait d'être définie. C'est ce que de Broglie commentait en disant :

**« Si la longueur d'onde était invariante de jauge, il n'y aurait pas de diffraction des électrons. »**

L'invariance de jauge n'est vérifiée que pour les phénomènes qui ne font intervenir que les champs. Dans les phénomènes qui font intervenir les potentiels, la jauge est déterminée par les conditions expérimentales.

C'est ce que Costa de Beauregard exprimait par une phrase qu'il affectionnait : **« Le phénomène est défini par la jauge adhérente à la source »**. Cela signifie, par exemple, que dans un phénomène comme celui des franges d'Young, le centre du système de franges est défini par le fait que les particules sont toutes émises avec la même vitesse.

En conclusion, on ne saurait trop insister sur le fait que la diffraction et les interférences des particules matérielles, découvertes par de Broglie, ne dépendent pas de l'impulsion des particules mais des moments de Lagrange.

**Contrairement à des idées répandues, les potentiels électromagnétiques et les moments de Lagrange sont des grandeurs physiques à part entière.**

La formule (1) est la seule vraie formule de l'onde de de Broglie, qu'on trouve dans sa thèse, sous une forme équivalente à (1), au CHAPITRE II : **Principe de Maupertuis et principe de Fermat.**

Les gens qui s'imaginent que cette longueur d'onde s'obtient en extrapolant quelque peu l'impulsion du photon d'Einstein sont pour le moins naïfs.

Ce sont ces problèmes que nous voulions tous deux préciser, Costa et moi. En particulier, c'est de cela que nous parlions pendant le goûter à Bourron-Marlotte que j'évoquais plus haut.

J'ajouterai seulement que Costa et moi avons proposé plusieurs expériences, séparément ou ensemble, mais que, malheureusement, les idées orthodoxes sur l'invariance de jauge sont si ancrées dans les esprits que nous n'avons jamais été écoutés, même pour faire une tentative.



Je me permets enfin de rapporter une confidence d'Olivier : il s'en voulait et en voulait à l'équipe de de Broglie, de n'avoir pas eu l'idée de l'effet Aharonov-Bohm, car ils avaient tout pour le trouver. C'est vrai, mais cela montre surtout, à mon avis, que pour atteindre un résultat, les connaissances et les qualités scientifiques ne suffisent pas : encore faut-il se trouver sur la bonne route au bon moment et c'est une question de chance.

### Références

- [1] O. Costa de Beauregard, *Prédiction d'un nouvel « effet A.B.C. »*, A.F.L.B. , **31** , p. 1, 2006
- [2] L. de Broglie, *Recherches sur la théorie des quanta* (Thèse de 1924), Masson, Annales de physique 10ème série, t. III, janvier-février 1925 ; 2ème édition, Masson, Paris, 1962 ; 3ème édition, Fondation Louis de Broglie, Paris 1992.
- [3] G. Lochak, *A new theory of the Aharonov-Bohm effect with a variant where the source of the potential is outside the electronic trajectories*, A.F.L.B., **27**, p. 529, 2002