

David BOHM, Jacob TERLETSKY, Asim BARUT

Quelques souvenirs personnels sur des amis disparus

Comme tout le monde, nous perdons, au fil des ans, des amis, des collaborateurs, des correspondants. Ainsi va la vie. Mais, quel que soit notre regret, nous ne faisons pas de rubriques nécrologiques avec bibliographies, dates et carrières. Ce ne sont pas les stèles qui font les souvenirs. Nous laissons à chacun l'initiative d'évoquer selon son coeur ceux qu'il a connus. C'est ainsi que je voudrais ici, sans m'astreindre à des précisions biographiques, rassembler une brassée de souvenirs sur trois de nos amis: David Bohm, Jacob Terletsky et Asim Barut, disparus ces dernières années. Physiciens renommés et personnages remarquables, je les ai connus à des degrés divers, ayant même collaboré avec Bohm et Terletsky, et étant devenu l'ami de ce dernier.

Nous fumes nombreux, à l'Institut Henri Poincaré, à bien connaître Bohm et Terletsky, car ils firent de longs séjours chez Louis de Broglie et furent membres de son séminaire, qui était, à l'époque, l'un des plus importants de Paris, puisqu'il rassemblait tous les mardis, en deux sessions annuelles, cinquante participants et plus [1], [2]. La première session, jusqu'à Pâques, s'ouvrait à des conférenciers qui venaient exposer leurs travaux récents; la seconde, jusqu'aux vacances, était consacrée à des exposés d'ensemble, sur un sujet qui changeait tous les ans. Les séminaires de la première session étaient polycopiés, ceux de la seconde formaient un ouvrage vendu en librairie. Beaucoup d'étrangers venaient, le temps d'un exposé, dont presque toutes les célébrités du siècle, comme Born, Dirac, Heisenberg, Pauli, Schrödinger, Sommerfeld... Mais d'autres firent de longs séjours, tels London, Tisza ou Watanabé, et les deux dont nous parlons, que l'on vit arriver à partir de 1954, pour un ou deux ans, personnages aussi dissemblables qu'attachants, qui impressionnèrent le jeune homme que j'étais.

C'est Vigier qui fit inviter Bohm et il n'eut pas de mal à convaincre de Broglie car Bohm avait publié deux articles retentissants sur l'interprétation de la mécanique quantique [3]. Les circonstances furent très curieuses. Sans nous étendre sur les détails, rappelons que de Broglie, depuis la fin de la guerre, s'interrogeait à nouveau sur ce problème, ayant l'intuition que la mécanique ondulatoire avait, selon sa propre expression, "*épuisé son pouvoir explicatif*". Il n'était pas encore prêt à revenir à ses anciennes idées sur la théorie de la double

solution mais, dès 1951, il était d'accord avec Einstein contre l'interprétation probabiliste.

C'est à ce moment que Bohm publia ses articles. Auteur de travaux appréciés sur les plasmas et sur la mécanique quantique, il était considéré comme un jeune physicien d'avenir et avait fait pendant plusieurs années, à l'Université de Princeton, un cours de mécanique quantique dans lequel il exposa les théories en vigueur. L'ouvrage, sorti en 1951, reste excellent [4]. Fait étonnant, Louis de Broglie suivit au même moment une démarche analogue. Après des années d'enseignement, il voulut se convaincre de la théorie orthodoxe, dont il commençait à douter, et en fit un exposé exhaustif dans son cours de l'Institut Henri Poincaré. Mais celui-ci ne fut publié que beaucoup plus tard, avec des notes critiques [5], car de Broglie se trouva en désaccord avec la théorie et avec son propre texte qu'il commença de critiquer en revenant à ses anciennes idées.

Bohm, bien qu'ayant publié son cours, était, lui aussi, insatisfait et travaillait à une interprétation causale de la mécanique quantique dans laquelle la particule, est présente à tout instant dans l'onde et suit les lignes de courant définies par l'équation de Schrödinger: c'est ce qu'il développa dans ses mémoires de 1952 [3]. Mais lorsqu'il montra son manuscrit à Einstein, celui-ci lui dit en substance: *“Je connais cela: c'est la théorie de l'onde-pilote que Louis de Broglie a présentée au Congrès Solvay de 1927!”* Bien entendu, il y avait chez Bohm des choses nouvelles, il publia quand même son mémoire en citant de Broglie et l'adressa à celui-ci, produisant sur lui un double effet: tout d'abord, il acheva de le convaincre de revenir à ses anciennes idées, mais, d'autre part, de Broglie marqua son désaccord parce que la théorie de l'onde-pilote n'était qu'une version *“bâtarde”* (le mot est de lui) de la théorie de la double solution, qu'il avait présentée au Congrès Solvay en espérant échapper aux difficultés mathématiques de la théorie, mais cette version avait le défaut majeur de faire guider un objet réel (la particule) par un élément subjectif (une amplitude de probabilité). De Broglie voulait bien revenir à ses anciennes idées, mais à la double solution, pas à l'onde-pilote. Cet important point de désaccord demeura entre lui et Bohm, mais ils avaient beaucoup à se dire et ce dernier fut excellemment accueilli.

Bohm m'impressionna beaucoup. Il m'apparut comme une brillante irruption de la jeune science américaine, qui était fort à la mode, dans le sanctuaire de la Sorbonne et de l'Institut Henri Poincaré. C'était un homme jeune (trente et quelques années), pas grand, mince, avec des cheveux d'un roux flamboyant, des taches de rousseur sur un visage maigre, un nez un peu aquilin et des yeux vifs d'une étonnante mobilité. Ses mains, osseuses et expressives, avaient toujours quelque chose à pétrir: de l'air, faute de mieux ou, plus souvent, une petite poignée de pièces de monnaie ou un crayon. Il réfléchissait à haute voix avec une surprenante agilité d'esprit, s'interrompant dans un moment de perplexité, pour repartir de plus belle en rempochant précipitamment ses pièces de monnaie pour griffonner des formules qu'il effaçait dans un nuage de craie, si c'était au tableau, ou avec l'autre bout de son crayon, muni d'une gomme, s'il écrivait sur un papier. Je le vois, expliquant un phénomène de

fluctuations qu'il mimait inconsciemment en écrasant alternativement, dans la main, quelques centimètres cubes d'air; ou bien, calculateur brillant mais trop rapide, il menait la chasse à la poursuite d'une insaisissable faute de calcul en réécrivant n fois les mêmes formules pour se convaincre que la faute n'était pas là, alors que, probablement, il la refaisait à chaque fois.

Malgré son ardeur et son intériorité, il était un homme charmant qui savait s'interrompre et écouter, y compris si l'on était plus jeune que lui, si bien que collaborer avec lui était passionnant. Il n'avait qu'un seul défaut grave: il ne disait pas un mot de français et tout se passait en américain, avec un accent épouvantable et un débit torrentueux. Comme j'étais à peu près aussi doué pour son idiome que lui pour le nôtre, les séances de travail étaient entrecoupées de mes demandes de traduction à Vigier.

Bohm nous a quittés pour partir en Israël, où il resta quelques années, je crois, après quoi il fut nommé à Londres, au Birkbeck College, jusqu'à la fin de sa carrière. Je ne l'ai revu que beaucoup plus tard. Il s'était arrondi et n'était plus roux. Dieu merci, il n'était pas devenu compassé, mais il était devenu bien calme. Il ne parlait toujours pas le français, mais ce n'est pas à Londres qu'on l'apprend. Il avait quelque peu versé dans la philosophie et croyait un peu trop, à mon gré, en une signification physique de l'espace de configuration, ce qui lui fit tirer, du paradoxe E. P. R., d'étranges conséquences. Mais il avait conservé une vertu qui n'est pas si fréquente chez les physiciens: il se demandait vraiment comment est fait le monde.

Au moins, avec Iakov Petrovitch - nom patronymique de Terletsky - je n'avais pas de problème linguistique. A l'accent près, son français était à peu près celui de Bohm, mais c'est moi qui parlais le russe. Nous nous sommes connus en 1957, à Moscou, alors que je passais un an à l'Institut de Physique Nucléaire de Douna. On imagine difficilement un personnage plus contrasté dans ses idées, ses activités, ses attitudes, son statut social et l'opinion que les gens avaient de lui. Fils d'universitaire, il avait l'allure d'un professeur d'ancien régime, distingué, mesuré, plutôt timide, parlant lentement, ne disant pas un mot plus haut que l'autre, brun, cheveux plaqués, petite moustache, lunettes à fine monture, à l'ancienne mode. Avec cela, marxiste convaincu. Mais il n'était suiviste dans aucun domaine et repensait chaque problème par lui-même, quoi qu'il en coûte, ignorant le qu'en dira-t-on; il l'ignorait sans superbe, avec une sorte de candeur distraite, comme le temps qu'il fait ou un rhume qu'on attrape.

Si je devais le caractériser d'un mot, je le classerais dans la catégorie répandue en Russie des "physiciens bricoleurs" et il faut prendre cela comme un compliment. Le côté bricoleur est très russe, en effet. C'est un pays où l'on invente des quantités de dispositifs divers, de mécanismes ingénieux et surprenants, souvent faits de bric et de broc et qui, même quand ils ne marchent pas, étonnent par leur intelligence. La Russie est un pays d'"ingénieurs" et l'on découvre souvent, derrière un personnage à l'esprit élevé et abstrait, un "ingénieur" inattendu, qui n'a pas toujours d'activité technique, mais une

certaine manière d'aborder les problèmes, pragmatique et libre d'esprit, utilisant les moyens du bord en partant du problème lui-même sans faire tout de suite appel aux grandes théories. Ces "ingénieurs" peuvent être, parfois, des bricoleurs de bas étage, mais il en est de géniaux. J'en connais un, en physique des lasers, qui est en fait un théoricien qui ne touche pas aux appareils, mais il faut un bataillon d'expérimentateurs pour réaliser - et avec quel succès! - toutes ses idées.

Terletsky était un peu de ce type. Il fut radio-amateur, chimiste amateur et féru de technique, sa carrière fut avant tout celle d'un théoricien parfaitement compétent mais qui avait cet aspect bricoleur, notamment par le fait qu'il ne reculait devant aucune hypothèse. Il commença par les statistiques, en trouvant une fonction de distribution quantique qui rejoignait celle de Wigner et c'est également sur les statistiques (qu'il ne quitta, du reste, jamais) qu'il fit sa thèse. Puis, il devint un grand théoricien des accélérateurs de particules. Il fut l'un des théoriciens du bétatron, l'un des premiers à étudier les fameuses "oscillations bétatroniques", question clé de la stabilité des accélérateurs à haute énergie; il fut le premier, je crois, à y introduire les calculs relativistes. Ces travaux lui ouvrirent plusieurs voies.

Tout d'abord, il inventa deux nouveaux accélérateurs. L'un fut un bétatron linéaire à onde magnétique progressive; l'autre était fondé sur la création d'un champ magnétique transitoire intense par écrasement rapide d'une enveloppe conductrice à l'aide d'un explosif. Je ne crois pas que ce dernier accélérateur ait jamais été construit, bien que tout le monde ait vanté son ingéniosité et son bas prix, mais le principe en a été vérifié expérimentalement et a abouti à des champs magnétiques de plusieurs dizaines de millions d'oersteds.

L'autre voie suivie par Terletsky fut la physique des rayons cosmiques et, en général, l'astrophysique. Sa connaissance des champs magnétiques intenses le conduisit à prévoir l'existence d'étoiles magnétiques en rotation rapide, ce qui fut confirmé par la découverte des pulsars. Imaginant aussi des champs électriques tournants, il y vit des sortes d'accélérateurs à rayons cosmiques et conçut un modèle qui lui permit de prévoir une composante ionique (effectivement observée par la suite) dans les rayons cosmiques primaires. Toujours dans le domaine cosmique, Terletsky fit la statistique des grands systèmes en interaction gravitationnelle, ce qui l'amena à la prévision de fluctuations géantes.

Enfin, la troisième voie fut celle de la relativité dont il était devenu expert et dont il étudia particulièrement les paradoxes: ce fut l'objet d'un livre traduit en plusieurs langues (comme le fut, par ailleurs, son manuel de physique statistique). Mais la partie la plus étrange et la plus originale de ses travaux, dans ce domaine, fut son introduction des tachyons, particules plus rapides que la lumière, théorie dont il fut l'initiateur en même temps que Tanaka et dont il s'attacha à montrer la cohérence logique en relativité. L'audace tranquille de Terletsky lui faisait envisager sans soucier des particules de masse propre négative ou imaginaire, prouvant avec patience que rien, dans la relativité, ne s'y opposait, que la causalité n'en serait pas violée et que ces hypothèses

permettraient de comprendre le spectre des rayons cosmiques et la structure spirale des galaxies. Ses travaux sur les tachyons, qui devaient être repris par de nombreux auteurs, furent élaborés en partie à Paris [6]. Mais s'il avait été invité par Louis de Broglie, c'était en raison de ses travaux sur la causalité en mécanique quantique.

Ce sont incontestablement ses convictions marxistes qui poussèrent Terletsky à rechercher une formulation déterministe de la mécanique quantique, encore que la majorité des physiciens marxistes ait fait très bon ménage avec les conceptions indéterministes de l'École de Copenhague: il y a toujours "des accommodements avec le ciel". Le mérite de Terletsky (dont on ne lui sut pas gré, nous le verrons) fut de ne pas se perdre dans la vacuité des commentaires philosophiques, à la mode en Russie à cette époque, qui était celle de la science "bourgeoise" et de la science "prolétarienne". Bien au contraire, pragmatique comme il l'était toujours, il pensa que, s'il ne voulait pas de la complémentarité de Bohr, entre les ondes et les corpuscules, il lui fallait trouver un moyen de les représenter ensemble et il eut, indépendamment de de Broglie, l'idée de *l'onde à bosse* qu'il appelait *solution du type particule* ; il comprit qu'il fallait pour cela des équations de champ non linéaires et il entreprit d'en construire des modèles et d'en rechercher les propriétés. C'est sur ce terrain qu'il rencontra Louis de Broglie et c'est pour cette raison qu'il passa un an à Paris.

Cela étant, parti pour une brillante carrière, Terletsky resta un personnage solitaire et tragique. Il connut, dans sa longue vie, bien des bouleversements: la révolution, dans son enfance, la guerre civile, la famine, la seconde guerre mondiale. Patriote et dévoué au régime, il prit part, au début de la guerre, à l'évacuation de l'Université de Moscou, où il était professeur, et appliqua ses talents scientifiques à des problèmes militaires. Après la guerre, il m'a raconté qu'il fut conseiller scientifique de Staline et adjoint de Béria pour la construction de la bombe atomique, car Béria ne fut pas seulement le terrible chef de la police que nous connaissons, il fut un organisateur et c'est lui qui dirigea la construction de la bombe. Je ne sais pas si Terletsky contribua à la construction de la bombe en tant que physicien: bien que n'étant pas physicien nucléaire, il pouvait le faire grâce à ses connaissances en physique statistique. Je crois qu'il joua surtout, auprès du gouvernement, un rôle de conseiller et d'homme de confiance. Je sais, notamment, que c'est lui qui recommanda d'engager un brillant jeune physicien: Andreï Sakharov.

Il faut souligner - je crois pouvoir l'affirmer car je l'ai bien connu - que sa fréquentation des allées du pouvoir ne lui procura pas de puissance. Sans doute en retira-t-il quelques avantages: si son appartement était modeste, en revanche il avait une voiture, privilège rare qu'il avait pu s'offrir, m'a-t-il dit, quand il reçut le Prix Lénine pour services rendus à l'état. Mais il faut dire qu'il avait déjà reçu, longtemps auparavant, d'autres grands prix, dont le Prix Lomonossov, et que ceux-là, il ne les devait qu'à ses mérites scientifiques. Surtout, il ne s'est jamais acquis de position prééminente dans l'université et encore moins dans l'académie, dont il n'était même pas membre. Sa carrière ne devait rien à l'influence du Parti et de l'Etat. Bien au contraire, sa position fut toujours modeste et même, dans la dernière partie de sa carrière, il quitta la

prestigieuse Université Lomonossov (l'Université de Moscou) pour l'Université de l'Amitié entre les Peuples (portant le nom nettement moins significatif, scientifiquement, de Patrice Lumumba...). J'ignore si c'était par dévouement ou sous la pression de ses adversaires de l'université, car il était solidement détesté pour deux raisons.

La première et principale raison était son hétérodoxie scientifique. Il était détesté dans le milieu des théoriciens de Moscou pour la même raison que Louis de Broglie l'était à Paris: parce qu'il avait renié les dogmes officiels de la mécanique quantique. C'est pourquoi, notamment, Sakharov le haïssait: on le voit dans ses Mémoires. Car Sakharov, dont on admire, à juste titre, le courage et l'indépendance d'esprit pour s'être éloigné du régime, était, en revanche, soudé à la communauté scientifique et ne tolérait pas le moindre écart "idéologique". Dans le domaine scientifique, c'est Terletsky qui l'emportait - et de loin - par la liberté d'esprit: et lui ne vitupérait pas contre ses adversaires, il se contentait de les désapprouver en conservant le ton calme et détaché qui était le sien, en toute chose.

Mais il y avait une autre cause à cette animosité, c'était une sourde opposition de l'Université au régime, qui ne pouvait s'exprimer que par des voies un peu biaisées. Ainsi, le déterminisme était étiqueté marxiste; avec de bonnes raisons générales mais, en l'occurrence, avec une parfaite mauvaise foi car, comme je l'ai dit, il y avait des marxistes des deux côtés. Toujours est-il que l'opposition au déterminisme exprimait à la fois une orthodoxie scientifique et une opposition au régime. Ainsi ai-je entendu, en 1957, dans un séminaire de physique, à Moscou, quelqu'un faire la remarque que la théorie du big-bang avait un côté créationniste: il déchaîna contre lui une véritable rage de tout l'amphithéâtre et se vit invectiver avec une violence qu'on ne pouvait comprendre que si l'on savait que ce malheureux participant avait seulement fourni à l'assistance l'occasion de couper une tête de l'hydre marxiste qu'à tort ou à raison, soudain, il représentait.

Tel fut donc cet homme solitaire, Terletsky, pourtant entouré d'une cohorte d'élèves dévoués et compétents. Quand je le vis pour la dernière fois, il y a peu d'années, son aspect n'avait guère changé, tout le monde l'entourait d'affection et de respect, mais je ne pouvais m'empêcher de penser que si son pas s'était quelque peu ralenti, ce n'était pas seulement par l'âge mais aussi à cause de son monde qui s'était effondré. Aussi bien parmi ses élèves que dans son propre entourage familial, les uns étaient passés du côté des réformes, d'autres se tournaient vers un retour à la vieille Russie et lui qui avait vu tant de choses ne savait plus que penser. Et pourtant, il savait: dix ans avant la chute du mur de Berlin, alors qu'il était en voyage en Italie, il m'adressa, à ma grande surprise, lui si secret d'ordinaire, une lettre dans laquelle il me disait la vérité sur son grand et malheureux pays.

Je serai moins disert au sujet de Barut, que j'ai moins connu personnellement. Pourtant, nous avons lié une amitié certaine, fondée sur une sympathie réciproque et un accord scientifique profond, mais le sort a voulu qu'elle fût de courte durée.

Asim Barut était turc. Il parlait et écrivait en un français parfait pratiquement sans accent et sans faute. Je ne sais même pas pourquoi. Certes sa femme est de langue française, mais les langues ne sont pas contagieuses et il a bien fallu qu'il apprenne. Je présume que son anglais était aussi bon, puisqu'il vivait aux États-Unis. Longtemps, je ne l'ai connu que par ses travaux et par ses lettres. Théoricien à la fois profond et brillant, d'une incroyable fécondité, il a écrit des centaines de mémoires, seul ou en collaboration. Une telle proximité éveille la suspicion mais tous les mémoires que j'ai pu lire étaient d'une remarquable qualité. Ils portaient essentiellement sur la mécanique quantique, l'électrodynamique classique ou quantique, et la théorie des particules, mais pour lui c'était aussi de l'électrodynamique car il défendait avec talent l'idée que les forces intra-particulaires étaient toutes des avatars de l'interaction électromagnétique.

Il était, si j'ose dire, d'une "hétérodoxie tranquille". A côté de travaux tout à fait raisonnables, j'entends par là des travaux qui portaient d'idées admissibles par tout le monde, il pouvait soutenir des points de vues complètement allogènes, qui "passaient". D'autres, avec les mêmes idées, seraient devenus des bêtes noires ou se seraient au moins marginalisés (pensez-donc: réduire à deux le nombre des sacro-saintes forces fondamentales!). Mais pas lui. Il avait la manière.

Nous ne nous sommes vus qu'une fois, à la Fondation des Treilles, en Provence, qui offrait son hospitalité à la Fondation Louis de Broglie pour organiser un colloque sur les fondements de la mécanique quantique. Nous avions invité Barut et c'est pendant cette semaine que nous avons vraiment sympathisé. J'ai été frappé par son intelligence simple et directe, et j'ai gardé en mémoire un petit épisode de ce colloque, qui m'a révélé un coin de son caractère. Le voici.

On parlait une fois de plus de l'inégalité de Bell, contre mon gré, je dois dire, car j'ai tant ferrailé contre elle, sans me faire entendre, que j'en suis las. Barut vint au tableau et exposa un petit modèle qui prouvait, à mon avis (et au sien, bien sûr), le peu de sens de cette inégalité, montrant qu'elle ne peut être que contredite par l'expérience car elle viole des lois statistiques certainement correctes de la mécanique quantique et que, de plus, elle ne représente en rien le problème général des paramètres cachés. Personne ne l'écoutait. Ceux qui n'étaient pas d'accord bavardaient entre eux et je les entendais échanger complaisamment des arguments qui n'avaient aucun rapport avec les siens. Barut paraissait ne rien remarquer. Alors j'explosai et je me mis en colère (en anglais, ce qui était pour moi un exploit) en leur faisant remarquer que, depuis le début du colloque, c'était la première fois qu'on disait quelque chose d'original sur l'inégalité de Bell et qu'ils avaient le droit de ne pas être d'accord, mais ils pouvaient au moins écouter pour ne pas répondre à côté comme ils étaient en train de le faire. Barut put terminer dans le silence, mais aussi dans l'indifférence. Le concert n'allait pas se laisser troubler pour si peu. Il n'y a, parfois, aucune différence entre une discussion scientifique et une discussion politique. J'en fis la remarque à Barut, à la sortie, mais il n'était, contrairement à moi, aucunement agacé et me répondit avec équanimité: "Oh,

vous savez, j'ai l'habitude, mais la vérité finira bien par se faire jour".

Références

- [1] J. L. Destouches, in *Louis de Broglie, sa conception du monde physique*, Gauthier-Villars, Paris (1973).
- [2] G. Lochak, *Louis de Broglie, un prince de la science*, Coll. "Figures de la Science", Flammarion, Paris (1992).
- [3] D. Bohm, *Phys. Rev.*, 85, 166; 180 (1952).
- [4] D. Bohm, *Quantum Theory*, Prentice-Hall, London (1951).
- [5] L. de Broglie, *Les incertitudes d'Heisenberg et l'interprétation probabiliste de la mécanique ondulatoire*, Gauthier-Villars, Paris (1982).
- [6] J. Terletsky, *Journal de Physique*, 21, N° 11, 771 (1960); 23, N° 11, 910, (1962).

Georges Lochak

*Fondation Louis de Broglie,
23, quai de Conti, 75006 Paris*