

Communication
de Monsieur le Professeur Jean-Louis Rivail



Séance hors les murs du 16 octobre 2009

Salle d'Honneur des Universités - Nancy



Louis de Broglie, un grand savant
dans les habits d'un prince

Louis de Broglie est une personnalité unique de la science, tant par ses origines familiales, que par sa contribution exceptionnelle à la physique du XX^{ème} siècle, mais aussi par l'importance des questions fondamentales et non résolues qu'il a posées et qui lui ont valu une certaine mise à l'écart de la communauté scientifique^[1].

La famille

Louis de Broglie est né à Dieppe le 15 août 1892 dans une famille prestigieuse dont l'histoire française commença en 1643 lorsque Francesco Maria Broglia, fils d'Amadeo Broglia, comte de Cortandone, traversa les Alpes à la suite de Mazarin. Son fils Victor Maurice (1647-1727), comte de Broglie, marquis de Senonche est fait maréchal de France par Louis XIV. A la génération suivante, François Marie (1671-1745) est également maréchal de France et fait 1^{er} duc de Broglie, avec autorisation de donner son nom au domaine familial, Chambrais en Normandie. Le deuxième duc, Victor François (1718-1804), battit les armées prussiennes de Ferdinand de Brunswick à Bergen en 1759. Il est, à son tour, fait maréchal de France par Louis XV et François 1^{er} d'Autriche lui confère le titre de Prince du Saint Empire pour lui-même et tous ceux qui portent son nom. Le troisième duc, Victor, mari d'Albertine de Staël, fille de M^{me}

de Staël et petite fille de Necker fut un grand homme d'état et le premier de la famille à entrer à l'Académie Française, suivi par son fils aîné, Albert de Broglie (1821-1901). Le père de Louis de Broglie, Victor (1846-1906) cinquième duc, brillant historien, député de la Mayenne, a mené une vie assez retirée. Côté maternel, Pauline d'Armaillé, descendait, elle aussi, d'une famille illustre dans laquelle on compte, entre autres, le maréchal de Ségur. Louis Victor Pierre Raymond est leur cinquième et dernier enfant. A sa naissance, une sœur aînée, Albertine a vingt ans de plus et elle est déjà mariée au marquis de Luppé, puis vient Maurice, né en 1875 qui, officier de marine, a lui aussi quitté le milieu familial. Un autre frère, Philippe est mort à 7 ans, et enfin une fille Pauline, la future comtesse de Pange qui a quatre ans de plus que le petit dernier.

La jeunesse

Le jeune prince grandit auprès de ses parents et de sa sœur, dont il restera toujours proche, entouré d'un grand nombre de domestiques. La vie se déroule dans l'hôtel particulier parisien et dans la propriété de Dieppe, bientôt remplacée par le château de Saint-Amadour, en Mayenne, dans la circonscription électorale de son père. En dehors des réceptions, la principale occupation est la lecture, à laquelle viennent s'ajouter des sorties dans la campagne lorsque la famille ne séjourne pas à Paris. A la mort du duc Albert, en 1901, le titre ducal revient au prince Victor et, à partir de ce moment, la famille fait de longs séjours au château de Broglie, une austère bâtisse chargée d'histoire où la duchesse reçoit tous les jours, ce qui n'est pas du goût du jeune Louis qui saisit toutes les occasions qui lui permettent d'échapper au protocole, avec la complicité de son valet de chambre Nicolas.

L'éducation des enfants est assurée par des précepteurs mais, lorsque le duc Victor meurt en 1906, Louis est inscrit au lycée Janson de Sailly où il passe le baccalauréat en 1908. Il s'inscrit alors à la Sorbonne où il prépare et obtient une licence d'histoire. Mais ensuite il se cherche, tâte du droit et finalement décide de préparer une licence de physique qu'il obtient en deux ans. Il avait été précédé dans ce choix par son frère Maurice qui, en 1898, avait demandé un congé à la marine pour créer un laboratoire privé dans l'hôtel particulier de ses beaux-parents, rue Lord-Byron. En outre, Maurice de Broglie avait été invité à participer au premier congrès Solvay qui s'est tenu en 1911 et qui réunissait tous les grands noms de la physique du moment. Il en assurait, avec Paul Langevin, les fonctions de secrétaire et son frère Louis était à la source même d'informations qui n'ont pas dû manquer d'enthousiasmer le jeune étudiant à la recherche d'une vocation.

En 1913, Louis de Broglie a 21 ans et doit faire son service militaire. A la demande du Général Ferrié, spécialiste de télégraphie sans fil, il est affecté aux transmissions et basé à la Tour Eiffel. Le Première Guerre mondiale fit que son séjour sous les drapeaux dura 6 ans qui ne furent pas de pure perte car il lui permit d'approfondir certains aspects de la physique.

L'entrée en physique

A son retour à la vie civile, Louis de Broglie entre en physique comme on entre en religion. Il quitte une vie mondaine dans laquelle il brillait par son humour et ses qualités de joueur d'échecs et de bridge. Il rompt aussi des fiançailles. Il faut reconnaître que l'époque était enthousiasmante pour quiconque s'intéressait à la physique. Les dernières années du XIX^{ème} siècle avaient vu se succéder des découvertes plus passionnantes les unes que les autres : rayons X, radioactivité, l'électron... Lors des tous derniers jours de ce siècle, le 14 décembre 1900, Max Planck proposait une théorie du rayonnement du corps noir dans laquelle il constatait que pour rendre compte correctement du phénomène, il est indispensable de postuler que l'énergie n'est pas distribuée de façon continue mais par quantités discrètes les «quanta». A la suite de ce travail, dès 1905 - la même année que la relativité - Einstein montre que ce résultat s'explique si l'on suppose que la lumière est constituée de grains : les photons, porteurs chacun d'une énergie proportionnelle à la fréquence de l'onde lumineuse, la constante de proportionnalité étant la constante dite de Planck, introduite par ce dernier pour caractériser les quanta. C'était une énorme révolution qui n'a pas été acceptée facilement car les preuves expérimentales du caractère ondulatoire de la lumière sont légion et prêtent difficilement à discussion. Il fallait donc donner à la lumière une double identité, onde et corpuscule, ce qui n'était pas facile à admettre.

Tout ceci avait de quoi passionner un esprit curieux et enthousiaste. Louis de Broglie a été tout particulièrement fasciné par les travaux d'Einstein et de Planck et a immédiatement adopté la théorie du photon, bien avant les physiciens patentés de son entourage. Il était, semble-t-il, convaincu que le monde physique est essentiellement discontinu, comme l'est la matière qui sous des apparences de continu est formée de molécules et d'atomes. Il fréquente assidûment le laboratoire de son frère, où il rencontre de jeunes physiciens déjà renommés comme Louis Leprince-Ringuet, Jean-Jacques Trillat... et se livre, solitaire, à des travaux théoriques. Pour donner un exemple de ses préoccupations du moment, citons un mémoire de 1922 relatif au photon où il écrit : «à chaque atome de lumière serait lié un état interne de polarisation droite ou gauche représenté par un vecteur axial ayant la direction de la vitesse de propagation»^[2]. C'est la première mention du spin du photon.

La mécanique ondulatoire

Louis de Broglie, a rapporté dans de nombreux écrits comment il a été amené à formuler l'équivalence ondes-corpuscules dans le cas des particules matérielles. Il est parti des deux expressions de l'énergie fournies par les théories qui venaient de voir le jour : la relation de Planck $E = h\nu$ où E est l'énergie, h la constante de Planck et ν le fréquence de l'onde lumineuse, et la célèbre relation d'Einstein $E = m_0 c^2$ où m_0 est la masse au repos d'un corps matériel et c la vitesse de la lumière. Sa première tentative fut de chercher à définir une fréquence propre ν_0 du corps matériel en égalant les deux expressions de l'énergie, mais il constata que, pour un corps en mouvement, si on se place dans un référentiel extérieur on voit le masse augmenter et la fréquence diminuer en vertu des lois de la relativité, de sorte que l'on arrive à une contradiction. Après avoir longtemps cherché, il s'aperçu que si ν_0 est la fréquence d'une onde étendue à tout l'espace, cette contradiction disparaît. Il donna à cette onde le nom d'*onde de phase* dont la vitesse de propagation de la phase ne saurait représenter la vitesse du mobile. Il choisit pour celle-ci la vitesse de propagation de l'énergie que la théorie des ondes appelle *vitesse de groupe* et, ce faisant, il aboutit à la célèbre relation entre la longueur d'onde de l'onde λ associée au mobile et p la quantité de mouvement de celui-ci, produit de la vitesse par la masse, qui prend l'expression simple $\lambda = h/p$. Cette relation qui porte son nom est la même que celle que l'on trouve dans le cas des photons. Louis de Broglie a ainsi réalisé un rêve de jeunesse : unifier l'optique, qui obéit au principe variationnel de Fermat, et la mécanique, qui obéit au principe variationnel de Maupertuis^[3]. Une nouvelle mécanique était née, plus générale que la mécanique de Newton, qui ne tarda pas à être appelée *Mécanique ondulatoire*. Dans le cas des particules matérielles, les longueurs d'onde sont généralement beaucoup trop petites pour donner lieu à des phénomènes observables de sorte que l'approximation que représente la mécanique de Newton convient tout à fait. Il n'en est plus de même lorsque la masse est très petite, condition remplie par les électrons pour lesquels la mécanique classique ne peut plus être appliquée.

Ce travail constitue le point fort du mémoire de thèse soumis en 1924^[4], dans lequel Louis de Broglie développe à la suite un certain nombre de conséquences de sa découverte en analysant, à l'aide de l'approche nouvelle qu'il propose, un certain nombre de phénomènes, pas toujours expliqués jusqu'alors. Les membres du jury : Paul Langevin, Jean Perrin et Elie Cartan étaient perplexes, mais Langevin fit cependant un rapport favorable. Il avait demandé un second exemplaire dactylographié pour le soumettre à Einstein. On ne sait pas si un avis d'Einstein serait parvenu à Langevin avant la soutenance. La première trace écrite de son avis, très positif, se trouve dans une lettre à Langevin, écrite près d'un mois après la soutenance. Dans une autre lettre, il écrira la sentence

célèbre : *Le travail de de Broglie m'a fait grande impression. Il a soulevé un coin du grand voile.*

La communauté scientifique restait, elle, très sceptique. Même Maurice de Broglie déclarait qu'il ne croirait aux ondes que lorsqu'on en aurait apporté une preuve expérimentale. La preuve, Louis savait qu'elle se trouverait dans des phénomènes de diffraction des électrons. Il tenta de convaincre Alexandre Dauvillier qui travaillait dans le laboratoire de son frère, de réaliser une telle expérience. Mais celui-ci, qui essayait d'inventer la télévision avec un procédé de balayage mécanique (qu'il était facile de deviner voué à l'échec), déclina l'offre. La diffraction des électrons fut mise en évidence en 1927 par Davisson et Germer ainsi que par Thomson. La nouvelle mécanique avait trouvé ses lettres de noblesse et le jury Nobel couronna Louis de Broglie en 1929. Mais avant cela, revenons sur les cinq années qui ont suivi sa thèse et au cours desquelles il s'est passé beaucoup de choses

Mécanique quantique contre mécanique ondulatoire

Malgré les réticences de beaucoup, la théorie des quanta suscita l'espoir de voir certaines énigmes résolues. Les spectres électroniques des atomes, formés de raies très distinctes, constituaient une de ces énigmes dont Henri Poincaré avait dit qu'ils lui faisaient penser à des phénomènes de résonance. Le spectre du plus simple des atomes, l'hydrogène, avait fait l'objet d'une étude détaillée et Rydberg avait montré que l'inverse de la longueur d'onde des raies obéissait à une loi simple qui, à une constante multiplicative près, s'obtenait en faisant la différence de l'inverse du carré de deux nombres entiers. La théorie des photons permettait de relier les fréquences lumineuses émises à l'énergie mise en jeu pour les produire. Développant le modèle planétaire de l'atome à l'aide des concepts de la mécanique classique, Bohr en 1913 avait trouvé que l'émission ou l'absorption de lumière pouvait s'expliquer par le saut de l'électron d'une orbite à une autre à condition que l'on suppose qu'il existe des orbites stables, dont le rayon était choisi empiriquement pour que la loi de Rydberg soit vérifiée et qui ont la propriété qu'un électron sur une telle orbite échappe aux lois de l'électrodynamique qui voudrait qu'il perde de l'énergie en rayonnant. Louis de Broglie, dans sa thèse, montrera, plus tard, que ces orbites sont celles dont la longueur de la circonférence correspond à un nombre entier de fois la longueur d'onde associée à l'électron dans son mouvement, qui se trouve être le nombre entier de la loi de Rydberg. Mais avant que ce résultat soit connu les physiciens avaient accumulé les informations expérimentales sur les spectres atomiques et les théoriciens cherchaient à comprendre les variations d'énergie et les intensités des raies spectrales correspondantes. Au début de 1925, Werner Heisenberg décidait de les rassembler dans des tableaux où les numéros des lignes et des

colonnes représentaient les numéros des niveaux initial et final de la transition énergétique. Il fit de même pour d'autres quantités calculées dans le cadre du modèle semi-classique de Bohr et mit au point des règles de calcul. Montrant ses résultats à Max Born, celui-ci fit remarquer que ces tableaux étaient des matrices, objets mathématiques nouveaux à l'époque, dont il connaissait l'algèbre, ce qui leur permit, en collaboration avec Pascual Jordan, de déduire un certain nombre de propriétés dont le fameux principe d'incertitude. Ils donnèrent à ce formalisme le nom de *Mécanique quantique* qui, sous sa forme initiale, était étroitement liée au modèle atomique de Bohr.

De son côté, Schrödinger, partant de la relation de Louis de Broglie et de la théorie des ondes obtenait, en février 1926, une équation qui donne l'énergie et l'évolution dans le temps des systèmes, ainsi qu'une *fonction d'onde* dont il montra que le carré de son module représente une densité de probabilité de présence de la particule. C'était ce qui manquait à la mécanique quantique pour devenir une théorie à part entière et le traitement de l'atome d'hydrogène qui s'ensuivit se révéla très différent de celui de Bohr et exempt de toute hypothèse *ad hoc*.

La Conférence Solvay de 1927 réunissait ces nouveaux venus de la science avec la plupart des participants des conférences précédentes. Louis de Broglie y présenta ses travaux et ses réflexions sur un ton mesuré, en ne cachant pas les interrogations que suscitait chez lui ce paradoxe de la double nature de la matière. Heisenberg, qui parlait après lui, adopta au contraire un ton triomphal annonçant, sans citer de Broglie, que la mécanique quantique répondait désormais à toutes les questions que l'on se posait et que l'incertitude était une propriété fondamentale de la nature. Il s'ensuivit une discussion qui opposa L. de Broglie, A. Einstein, E. Schrödinger aux tenants de «l'interprétation de Copenhague» réunis autour de N. Bohr. La question était : comment se fait-il qu'une particule que l'on dit délocalisée puisse laisser la trace précise de sa trajectoire dans une chambre de Wilson ou un impact ponctuel sur un écran ? A cette question le réponse est (toujours de nos jours) : principe de complémentarité. La particule est à la fois onde et corpuscule et le système formé par la particule en interaction avec un détecteur est différent de celui formé par la particule seule.

Louis de Broglie, qui n'avait pas réussi à convaincre du bien fondé des questions qu'il se posait, rentra de Bruxelles avec un sentiment de défaite et resta environ cinq années sans produire de nouveaux travaux, malgré la consécration que représentait le Prix Nobel en décembre 1929. La Faculté des Sciences de Paris l'invita à y enseigner et il pris ses quartiers à l'Institut Henri Poincaré où il créa, dès 1931 un séminaire qui, pendant quarante ans, réunira le mardi à 15

heures, tout ce que la physique théorique française et internationale a compté de grands noms. En 1933 il devient titulaire de la chaire de théories physiques et, la même année, il est élu à l'Académie des sciences, dont il deviendra secrétaire perpétuel en 1942, fonctions qu'il occupera pendant trente trois ans. Le 12 octobre 1944, deux mois après la libération de Paris, il est élu à l'Académie Française, où il aurait dû être reçu par Paul Valéry, mais celui-ci, malade, dût être remplacé et c'est à Maurice de Broglie que revint la charge de recevoir son propre frère, fait unique dans l'histoire de l'institution.

Sa notoriété est grande dans les milieux scientifiques internationaux comme en témoigne le livre jubilaire publié à l'occasion de son soixantième anniversaire et dans lequel on trouve les contributions de presque tous les plus grands noms de la science du moment et en particulier Einstein qui donna trois contributions^[5].

Après l'éclipse due au choc du congrès Solvay, il avait repris des travaux, essentiellement théoriques. En 1928, Paul Adrien Dirac avait établi l'équivalent de l'équation de Schrödinger dans la cadre relativiste. L'équation de Dirac permet d'expliquer le spin et introduit la question de l'antimatière. Louis de Broglie s'y est beaucoup intéressé et a produit des travaux remarquables sur le photon ainsi que sur l'électron.

Le retour aux questions fondamentales

Les premières années 1950 marquent un tournant dans l'œuvre de Louis de Broglie. Alors que jusqu'en 1951 il avait toujours admis l'interprétation orthodoxe de la Mécanique quantique, il y notait de nombreuses incohérences et rejetait son caractère abstrait. C'est ce qu'il écrira en 1961 : *«Depuis environ dix ans, je me suis à nouveau demandé si l'interprétation actuellement admise de la Mécanique ondulatoire était vraiment définitive et si, derrière ses succès certains et sa rigueur apparente, elle ne nous dissimulait pas la véritable nature profonde de la coexistence des ondes et des corpuscules. Il ne s'agit pas, bien entendu, de contester la valeur statistique des formalismes élégants et précis avec lesquels jonglent les théoriciens de la Physique quantique contemporaine, mais de se demander si ces formalismes atteignent bien le fond des choses et si l'interprétation qu'on en propose a bien un caractère définitif.[...] Ainsi je fus amené à reprendre les conceptions que j'avais développées, il y a trente ans : j'ai d'ailleurs été conduit à y apporter un certain nombre de modifications et d'adjonctions qui me paraissent maintenant indispensables»*^[6].

Sa détermination à réexaminer les fondements de la théorie se trouva renforcée en 1952 lorsqu'il reçut le texte d'un jeune physicien de Princeton : David Bohm qui reprenait - sans le savoir avant qu'Einstein le lui fasse remarquer - la

théorie de l'onde pilote. Mais cette théorie, vieille de vingt cinq ans, Louis de Broglie était en train de l'abandonner en remarquant que l'onde solution de l'équation de Schrödinger qui a une signification probabiliste ne peut guider la particule dans son déplacement. Par analogie avec la relativité générale dont les équations, non linéaires, admettent des singularités qui permettent de localiser le mobile, il se mit en quête d'équations plus générales que celles, linéaires, de la mécanique ondulatoire. Cette recherche désignée sous le nom de *théorie de la double solution* occupera les trente dernières années de sa carrière.

Le rôle des analogies dans le développement de la pensée scientifique de Louis de Broglie est tout à fait capital. Dans la leçon inaugurale de son cours de 1948 il disait : *«Les analogies ont souvent une portée très profonde et peuvent servir utilement de guide aux théoriciens pour édifier des idées nouvelles. Est-il besoin de rappeler le rôle que l'analogie des forces d'inertie et des forces de gravitation a joué dans la genèse de la théorie de la relativité généralisée ou celle du principe de Fermat et du principe de Maupertuis dans la genèse de la mécanique ondulatoire ?»*^[7]. Mais toutes les analogies ne sont pas pertinentes et la méthode qu'il a mise au point à l'occasion de la création de la mécanique ondulatoire consiste à les soumettre au test de la relativité.

L'analogie entre l'entropie et l'action de Maupertuis, déjà soulignée par Helmholtz, et qui sont deux invariants relativistes, attira son attention. Voici ce qu'il en disait : *«Les analogies entre l'entropie et l'action, entre la température et la fréquence, n'ont pas jusqu'ici conduit à des progrès de nos conceptions théoriques : elles existent cependant et peut-être un jour joueront-elles un grand rôle dans le développement de la physique théorique»*^[7]. Cette remarque est à l'origine d'une recherche visant à unifier les trois grands principes extrémaux de la physique : le principe de Carnot (extremum de l'entropie) et ceux de Fermat et de Maupertuis. Il y voyait le couronnement de ses efforts et G. Lochak qui a été à cette époque un de ses proches collaborateurs rapporte à ce propos : *«De Broglie ne m'a jamais produit une aussi forte impression qu'à l'époque où il élaborait cette théorie. Je le voyais tel qu'il devait être dans sa jeunesse et je l'observais avec un intérêt d'anthropologue. Lui que j'avais connu comme un maître sûr de lui, dominant tous les sujets, était dans un état de confusion créatrice, d'où émergeaient peu à peu des brides d'idées claires. Il devinait les résultats qu'il ne savait pas démontrer, tirait à lui des fils invisibles provenant des diverses branches de la physique, qu'il essayait de rapprocher, allait chercher dans l'histoire des sciences des tentatives abandonnées, des lois oubliées, des analogies dont nous n'avions jamais entendu parler et dont nous apprenions avec surprise qu'elles portaient des noms illustres comme ceux d'Helmholtz ou de Boltzmann»*^[8]. Il choisit d'en faire l'objet de son dernier cours à l'Institut Henri Poincaré en 1961-1962 sous le titre

provocateur de *La Thermodynamique de la particule isolée (thermodynamique cachée des particules)* qu'il publiera en 1964^[9].

Louis de Broglie, qui avait accepté, à la mort de son frère en 1960, le titre de duc de Broglie, et la même année fut promu Grand Croix de la Légion d'Honneur par le Général de Gaulle, prend sa retraite de l'Enseignement supérieur en 1962. A partir de cette date son activité se situe entièrement dans la cadre de l'Académie de Sciences où il fonde un nouveau séminaire et son activité reste intense, à tel point que, dans l'ouvrage collectif publié à l'occasion de son quatre-vingtième anniversaire, en 1972, il écrira : «*Le travail que j'ai pu accomplir avec [mes collaborateurs] et celui que j'ai poursuivi personnellement m'ont permis d'exécuter une très importante mise au point et je considère les dix dernières années comme ayant été, au point de vue intellectuel, parmi les plus belles de ma vie*»^[10]. Remarquons la modestie de l'expression «*très importante mise au point*» qui émane de quelqu'un qui a cherché à poser les bases d'une *nouvelle microphysique*. Ces efforts n'ont pas donné à ce jour les résultats escomptés en conduisant en particulier à la prévision d'effets observables expérimentalement. Ils n'en sont pas moins importants cependant car ils auront sans aucun doute balisé le terrain pour les générations futures. En tous cas, l'intense activité de recherche qui se développe actuellement en vue de la mise au point d'une théorie unitaire qui vise à faire la synthèse de la Mécanique quantique et de la Relativité généralisée montre que les questions qu'il posait ne sont pas sans fondement.

C'est à l'occasion de cet anniversaire que Georges Lochak et quelques autres de ses proches lui proposèrent de créer une *Fondation Louis-de-Broglie* dont le but est de poursuivre des recherches en microphysique dans la voie qui fut la sienne. La Fondation vit le jour l'année suivante, à l'occasion du cinquantenaire de la Mécanique ondulatoire et son premier président fut Louis Néel. Il légua à la fondation la propriété qu'il avait acquise à Saint-Germain en Laye avec le montant du Prix Nobel.

En 1975, sentant venir les effets de l'âge, il démissionna de ses fonctions de Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences et sa dernière apparition publique fut à l'automne de la même année, lors de la séance inaugurale de la Fondation qui eut lieu au Conservatoire des Arts et Métiers et où il prononça le discours d'ouverture. Durant les dernières années de sa vie, il mena une existence retirée dans sa demeure de Neuilly avant que deux opérations chirurgicales ne viennent altérer son état physique puis sa mémoire et le fasse entrer dans «le silence des grands âges». Il mourut le 19 mars 1987, dans sa quatre-vingt-quinzième année. On s'aperçut alors que les pouvoirs publics, les organismes de recherche et l'Université l'avaient oublié.

Le paradoxe Louis de Broglie

Dès la Conférence Solvay de 1927, Louis de Broglie, qui avait soulevé les questions épistémologiques que pose la dualité onde-corpuscule, s'est trouvé marginalisé en compagnie d'Einstein, Schrödinger et, dans une certaine mesure Dirac par les tenants de l'interprétation de Copenhague. Mais alors que l'on pardonna à ses trois compagnons leurs idées fixes, leurs bizarreries voire leurs excentricités et que l'on respecta leurs découvertes, les physiciens ont tenu Louis de Broglie à l'écart. Il convient de remarquer que Einstein, choqué par le caractère non déterministe de l'interprétation de Copenhague, a cherché, sans succès, à la prendre en défaut alors que Louis de Broglie a considéré celle-ci comme la manifestation d'une théorie incomplète et ses efforts ont visé à dépasser son état actuel. Ceci n'a pas intéressé ses contemporains qui ont accepté sans discuter la Mécanique quantique de Copenhague, trop occupés à en cueillir les fruits qu'ils utilisent sans se poser de questions et en oubliant qu'elle serait restée un cadre formel dénué de tout pouvoir de prédiction sans l'apport de la Mécanique ondulatoire et, à sa suite, des équation de Schrödinger et de Dirac.

Il s'agit bien là d'un paradoxe difficile à comprendre. On peut tenter quelques explications. Il pourrait s'agir tout d'abord d'un problème de communication qui, dans notre monde moderne est aussi important en science qu'en politique. Le terme même de Mécanique ondulatoire est beaucoup moins attrayant que celui de Mécanique quantique, aussi bien en français que dans les principales langues scientifiques. Par ailleurs l'usage d'un ton modeste et l'honnêteté qui consiste à souligner les limites de ce que l'on présente se révèlent être une mauvaise politique à une époque où il est souvent d'usage de claironner l'importance de ce que l'on dit, en passant habilement sous silence les points faibles. Enfin, le refus, très aristocratique, de descendre dans l'arène, surtout quand il s'agit d'y défendre ses propres idées, a certainement facilité la tâche de ceux que les questions posées dérangeaient. Mais le plus troublant est qu'en France Louis de Broglie semble encore plus mal traité qu'à l'étranger. Heureusement pour lui, il a toujours eu quelques fidèles avec qui il a pu collaborer et qui, aujourd'hui encore, veillent à maintenir la flamme qu'il a allumée.

Le paradoxe Louis de Broglie peut se comprendre en remarquant que le dialogue ne pouvait être que difficile entre lui qui travaillait *pour l'avenir*, selon la devise de sa famille, et d'autres qui étaient englués dans le présent.

Il s'agit là d'un phénomène général dont il était bien conscient lui qui écrivait : *«L'histoire des sciences montre que les progrès de la science ont été constamment entravés par l'influence tyrannique de certaines conceptions que l'on avait fini par considérer comme des dogmes. Pour cette raison, il convient de soumettre*

périodiquement à un examen très approfondi les principes que l'on avait fini par admettre sans les discuter^[11].



Discussion

M. Burgard rassure M. Rivail, en indiquant qu'à Ancemont, en Meuse, entre Saint-Mihiel et Verdun, les élèves du collège éponyme, qu'il a eu l'occasion d'interroger, connaissent bien la vie et l'œuvre du grand physicien qu'a été Louis de Broglie. M. Rivail s'en réjouit mais indique que la Société française de physique ne le connaît pas...



Bibliographie

- [1] On trouvera un exposé très complet et très accessible de la vie et l'œuvre de Louis de Broglie dans : Georges Lochak, *Louis de Broglie, un prince de la science*, Flammarion, coll. «Champs», Paris, 1992.
 - [2] L. de Broglie, «Rayonnement noir et quanta de lumière» *Journal de physique* T. III, série VI, 422 (1922).
 - [3] J.-L. Rivail «Maupertuis et le principe de moindre action» *Mémoires de l'Académie de Stanislas*, 8^{ème} série, Tome XVIII (2003-2004), p. 237
 - [4] L. de Broglie «Recherches sur la théorie des quanta» *Annales de physique*, 10^{ème} série, t. III (1925).
 - [5] A. George (sous la direction de), *Louis de Broglie physicien et penseur*, Albin-Michel, Paris, 1953
 - [6] Texte écrit pendant l'été 1961 et publié dans L. de Broglie *Certitudes et incertitudes de la Science*, Albin-Michel, Paris, 1966, p.22
 - [7] Cité par G. Lochak, (*op.cit.*) p.184.
 - [8] G. Lochak, (*op.cit.*) p.226.
 - [9] L. de Broglie, *La Thermodynamique de la particule isolée (thermodynamique cachée des particules)*, Gauthier-Villars, Paris, 1964. Louis de Broglie a donné un résumé détaillé de l'évolution de sa pensée jusqu'à la thermodynamique cachée des particules dans L. de Broglie *Certitudes et incertitudes de la Science* (*op.cit.*) pp.127 à 151
 - [10] *L. de Broglie : sa conception du monde physique* (ouvrage collectif), Gauthier-Villars, Paris, 1973.
 - [11] L. de Broglie, avec une contribution de J.P. Vigié, *La physique quantique restera-t-elle indéterministe ?* Gauthier-Villars, Paris, 1953.
- On pourra lire également de Georges Lochak *Voyage au centre de la Science au XX^{ème} siècle. Sur les traces de Louis de Broglie*, Hermann, Paris, 2008