

Un entretien avec Louis de Broglie, (29 Novembre 1968)

F. KUBLI

Bäulistraße 26, CH-8049 Zurich

L'interview qui suit avait été précédée par un échange de lettres avec Louis de Broglie, et fut suivie d'une correspondance et d'entretiens qui ont finalement abouti à la rédaction d'une thèse présentée au Polytechnicum ETH à Zurich. L'interview eut lieu à Neuilly, dans le bureau de Louis de Broglie, qui présentait des textes et des livres de sa bibliothèque au cours de ses explications.

L. de Broglie: ... Je me suis occupé avec M. Dauvillier de la classification des raies de rayons X qui était alors assez mal débrouillée. J'ai publié un assez grand nombre des choses à ce moment-là. Puis, en même temps, je me remettait à travailler sur les particules et les ondes. Et j'ai publié alors un article (Journal de Physique 1922) qui était peut-être premier. Ensuite, j'ai publié quelques petites choses mais qui ne sont pas très importantes, et puis trois notes aux Comptes Rendus qui sont de l'automne 1923, dans lesquelles j'ai posé les premiers principes de la mécanique ondulatoire.

Et puis voici ma thèse, qui a été rééditée à l'occasion de mon 70ème anniversaire. Vous verrez que l'idée essentielle de ma thèse – je suis très étonné de ne jamais la voir citée – c'est que la fréquence de l'horloge et la fréquence de l'onde ne se transforment pas de la même façon. C'était mon point de départ, parce que j'avais beaucoup étudié la théorie de la relativité. Après la guerre de 1914-1918, à partir de 1919, j'ai suivi des cours très bien faits au Collège de France par M. Langevin. Je les ai là-haut, dans la maison, mais ça ne vaut pas la peine de les apporter, parce que ce sont de simples notes de cours, – mais ça m'avait conduit à étudier de très près toutes les transformations, surtout de la théorie

de la relativité restreinte. J'avais fait aussi de la relativité généralisée, mais j'en ai fait moins. J'étais très imprégné de la relativité restreinte, et c'est la relativité restreinte qui m'a conduit à ma thèse, ce qu'on ne dit jamais. Ceci est un article que j'ai publié en 1926 un peu après ma thèse, dont je me suis servi récemment, dans lequel j'ai montré qu'une formule classique en optique géométrique, qu'on appelle la formule de Bouguer, est exactement la même chose que la formule

$$\lambda = h/p$$

Quant à l'article de Schrödinger, j'en ai eu connaissance au commencement de 1926, je l'ai eu avant qu'il ne soit publié, parce que il m'a envoyé des preprints à l'avance. Alors très vite, naturellement, j'ai réfléchi dessus, et j'ai fait un article en français, qui a paru dans le Journal de Physique. C'est ma première réaction après le travail de Schrödinger. J'essayais d'analyser le travail de mon point de vue. Il y a deux choses qui sont intéressantes. La première chose c'est que je dis tout de suite qu'il y a une chose qui ne me plaît pas, c'est qu'il supprime le corpuscule. Et j'en donne une raison: je dis que cela ne me plaît pas, parce que, pour lui, le corpuscule c'est l'ensemble des ondes. Or, lorsqu'on a un train d'ondes lumineuses qui arrive sur un atome, le train d'onde, on le savait très bien, peut avoir des dimensions jusqu'à l'ordre du mètre, l'atome a des dimensions de l'ordre de 10^{-8} cm. Quand le photon se localise, qu'est-ce qui se passe, si c'est tout le train d'ondes qui était le photon, comment peut-on imaginer que le photon se localise dans ce tout petit espace, s'il n'est pas déjà localisé quelque part? Je le dis dès le premier article.

Et puis, une autre chose que j'ai dite plusieurs fois, c'est que je ne comprenais pas l'espace de configuration. Je le dis à la fin de cet article. Schrödinger prend un espace de configuration, et je ne comprends pas comment. Ce n'est plus une propagation d'ondes. Un espace de configuration, ça n'existe pas. C'est peut-être une représentation mathématique correcte, mais ce n'est plus la représentation d'un phénomène physique. Plus tard, j'ai ajouté une autre critique qui n'est pas là, mais qui est la suivante: Si dans la théorie, à la suite de l'interprétation de Copenhague, on dit que les particules ne sont pas localisées, je me demande comment on peut former un espace avec les coordonnées des particules? J'ai beaucoup travaillé là-dessus et je travaille encore, pour chercher une interprétation conforme au point de vue que je développe maintenant.

Au début, je me suis même demandé si c'était vrai. Ensuite, je n'ai pas eu le moindre doute que c'était vrai en ce sens qu'avec l'espace de configuration on peut calculer des quantités de choses, on peut calculer la théorie de l'hydrogène, la théorie de l'hélium, qui est très belle, on a fait ce qu'on appelle aujourd'hui la chimie quantique, c'est-à-dire les applications à la chimie, et il n'y a aucun doute que ce formalisme est exact. Il ne s'agit donc pas de le mettre en doute, mais il s'agit de savoir si l'on ne peut pas l'interpréter autrement qu'en disant que les choses se passent dans un espace de configuration. C'est ce que j'ai fait dans les dernières années, et ce que je fais encore. Tout cela se rattache à ceci.

Ceci est un livre que j'ai écrit avec mon frère. Il a été aussi publié en allemand.

F. K.: Oui, je l'ai vu à la bibliothèque à Zurich.

L. de Broglie: J'ai fait ce livre au moment où je travaillais encore avec mon frère. Je commençais à moins travailler avec lui parce que je me suis spécialisé dans la mécanique ondulatoire. Ce doit être entre ma thèse, qui date de 1924, et 1926, que nous avons eu l'idée de faire ensemble un livre sur la physique des rayons X. Mon frère était surtout un expérimentateur. Il n'aimait pas beaucoup la théorie, il ne l'avait pas beaucoup étudiée. Alors nous nous sommes partagés le travail. Il était entendu que je prenais les chapitres théoriques et que lui il prenait les chapitres expérimentaux. Cela se voit très bien quand on connaît nos deux styles qui ne sont pas tout à fait les mêmes. Ceci a fait que le livre a été écrit lentement parce que, quand on fait un livre à deux, il y a toujours des tiraillements et il faut s'attendre. Finalement il est daté de 1928, mais je suis convaincu qu'il a été composé vers 1926. On a l'habitude de dater de l'année qui n'est pas encore commencée, alors ça a très bien pu être que le texte a été établi vers la fin de l'année 1926. Alors il y a quelque chose que j'ai relu récemment et qui m'a beaucoup étonné: Dans la considération générale de l'entrée qui est ceci, vous pouvez le lire – c'est donc à peu près de 1926 – à la page suivante qui est curieuse, parce que en somme je prévois le laser.

F. K.: C'est le chapitre 1, page ?

L. de Broglie: Je peux vous montrer l'endroit exact où c'est. Je dis que dans une source il semble que les atomes peuvent émettre des ondes ...des photons qui sont en phase. J'ai écrit ceci qui est assez curieux... c'est la prévision du laser. Je dois vous dire que je l'avais à peu près oublié.

Je l'avais relu il y a un an ou deux, et je me suis dit... Naturellement je me suis beaucoup occupé de la théorie du laser dans les dernières années, mais ce n'est pas la même chose! Cela, c'est écrit à une époque très ancienne. Dans le reste, je ne crois pas qu'il y aura des choses qui vous intéresseraient particulièrement. Mon frère avait fait des choses expérimentales sur les rayons X et moi je m'étais occupé surtout de la classification des raies que j'avais faite avec M. Dauvillier et qui, à ce moment-là, n'était pas encore très bien établie.

En 1927, j'avais essayé de faire une théorie où on conserve l'onde et le corpuscule avec la théorie du guidage du corpuscule par l'onde. En 1927, c'est après Schrödinger 26 et même probablement un peu après Davison et Germer. Un peu avant le Congrès Solvay. Au Congrès Solvay M. Pauli m'avait dit: "J'ai bien lu votre article dans le Journal de Physique, c'est très intéressant, mais ce n'est pas vrai!" (Rire) Et aujourd'hui, je me demande ... La théorie était très difficile à développer, je m'en rends bien compte aujourd'hui. J'étais arrêté tout de suite par des difficultés de toute espèce et je n'ai pas continué – pour différentes raisons. D'abord à ce moment-là, j'étais gêné par des circonstances tout à fait étrangères à la science. Ma mère est tombée malade, je m'en suis occupé, etc., ça m'a empêché de travailler. Ensuite en 28, on m'a nommé professeur à la Sorbonne. Je n'avais jamais enseigné, j'avais fait des cours libres, et alors j'étais obligé, à partir de ce moment-là, d'enseigner, et je me suis dit: Enseigner ce que je fais, ça ne tient pas mathématiquement il y a tous les travaux maintenant de Schrödinger, de Dirac etc. c'est ça qu'il faut que j'expose. Et je me suis mis à les exposer. Petit à petit, je n'ai plus continué dans la voie où j'étais. J'avais peut-être tort, mais c'était dû un peu aux circonstances qui m'ont pris, qui m'ont obligé de m'occuper beaucoup d'enseignement, à partir de ce moment-là.

Si vous voulez me poser des questions supplémentaires?

F. K.: Vous avez dit que vous avez encore des notes que vous avez prises aux cours de Langevin.

L. de Broglie: Oui, ça je peux vous les montrer, elles sont en haut, mais je crois que ça ne vous intéressera pas beaucoup, parce que c'était un cours que je prenais...ce n'est pas très bien écrit.

F. K.: Cela ne fait rien, d'autre part on cherche ces cours, parce qu'on ne peut avoir que des notes manuscrites, et on a peu trouvé jusqu'ici.

L. de Broglie: M. Langevin avait, je ne sais pas, s'il faut dire un défaut ou une qualité, c'est qu'il était extrêmement scrupuleux. Chaque fois qu'il avait fait un cours il disait: je n'en suis pas content, il faut que je recommence.

F. K.: C'est un manque!

L. de Broglie: Oui, oui, – seulement mes cours, je veux bien vous les montrer, mais ce sont des notes pas très bien prises, et je ne sais pas si ça vous intéressera beaucoup. Je ne crois pas qu'avec des notes comme celles que j'ai prises on puisse très facilement reconstituer un cours correct. Cependant j'ai eu une surprise. Vous savez qu'il y a eu une très grande discussion au sujet des formules de transformation relativiste dans la thermodynamique. Je crois que la théorie donnée par Planck et v. Laue est exacte, et j'ai beaucoup étudié ça de près depuis quelques années. Mais enfin il y a eu des auteurs très importants qui l'ont contesté. Eh bien, j'ai constaté que M. Langevin dans son cours, ce que j'avais oublié, avait donné la théorie de Planck- Laue! Moi, je la connaissais par le livre de Laue.

F. K.: Ce qui m'intéresse c'est ce que vous avez dit dans une autre interview, que vous ne saviez pas à l'époque que le principe de Fermat est une conséquence des équations des ondes par passage à la limite!

L. de Broglie: Oui – Je ne connaissais peut-être pas la démonstration. Je savais bien qu'on pouvait déduire l'équation de l'optique géométrique de l'équation des ondes, mais, je ne sais pas si j'avais très présent en l'esprit la démonstration – qu'ensuite j'ai donnée dans une quantité de mes livres. Il est probable que je ne connaissais pas, ou que je ne l'ai connu qu'à l'époque de Schrödinger ou à peu près à ce moment-là.

F. K.: Et je crois que cette démonstration est très importante parce Schrödinger l'a reprise.

L. de Broglie: Oui, c'est cela, c'est cela. Bien sûr. Et puis il y avait une autre chose que je ne connaissait pas... ceci, n'est-ce pas:

F. K.: Le Courant-Hilbert!

L. de Broglie: Alors ça je l'ai tout de suite acheté après les travaux de Schrödinger, mais je ne le connaissais pas. La théorie des valeurs et des fonctions propres a été donnée dans un livre de Poincaré, le livre sur

la propagation de la chaleur. Alors là-dedans je l'ai trouvée, mais pas sous le titre de fonctions propres et de valeurs propres, je ne sais plus comment il les appelle, il y a quelque part une chose qui est équivalente à ça – il ne les donne pas du tout sous une forme générale, mais sous une forme appliquée à des problèmes... – J'ai relu ce livre depuis, et je me suis dit: Mais au fond c'est la théorie des fonctions et des valeurs propres – mais ce n'était pas entré dans l'enseignement français sous une forme générale, les mathématiciens le connaissaient, mais ne l'exposaient pas comme dans le Courant-Hilbert.

F. K.: Et puis, en ce qui concerne la théorie de Hamilton, dans le livre de Jacobi que vous avez étudié, Jacobi n'a pas mentionné les relations entre le principe de moindre action et les équations des ondes.

L. de Broglie: Non, je ne crois pas, parce qu'il y avait beaucoup d'astronomie, j'ai lu le livre de Jacobi.

F. K.: Cela a été repris seulement par Debye et Sommerfeld.

L. de Broglie: C'est ça! D'autre part dans un livre de Poincaré on trouvait la théorie cinétique des gaz dans un livre qui s'appelle "Leçons sur les hypothèses cosmogoniques". Dedans il y avait M. du Ligondès, qui avait essayé d'appliquer la théorie cinétique des gaz à des problèmes d'astronomie. Poincaré saisit cette occasion pour rappeler la théorie cinétique des gaz.

F. K.: Croyez vous que ça a eu une certaine influence sur vous?

L. de Broglie: J'avais certainement lu ce livre-là, mais j'avais étudié la théorie cinétique des gaz de beaucoup d'autres façons, J'avais assisté aux conférences de Lorentz de 1912, également. Je connaissais certainement le livre de Boltzmann, qui avait été traduit en français par M. Brillouin le père, et j'ai connu le livre de Jeans un peu plus tard peut-être.

F. K.: Et le livre de Planck?

L. de Broglie: Ah oui, oui, le livre de Planck, bien sûr, mais Planck avait fait la théorie du rayonnement noir, il n'a pas fait la théorie cinétique. Il en parle, naturellement. Ah, oui, le livre sur le rayonnement noir je l'avais lu certainement avant la guerre de 14. Egalement sa thermodynamique, mais qui est tout à fait classique. Et alors, qu'est-ce qu'il y avait encore dans cet ordre d'idées – ah, oui: le livre de Gibbs, aussi, que j'avais lu.

F. K.: Cela se voit aussi dans votre thèse –

L. de Broglie: Oui oui. Le livre de Gibbs, qui est un peu plus difficile à lire que le livre de Boltzmann parce qu’il est moins physique, mais enfin il était assez intéressant aussi. Et puis M. Langevin a fait des conférences sur la théorie cinétique des gaz, cela il l’a publié par extraordinaire, je peux vous le montrer. Ah, voilà les articles de Paul Langevin. Ce sont des notes qu’il avait faites surtout dans les Comptes Rendus et les fameux articles sur le magnétisme... Il y a là-dedans, quelque part, la conférence qu’il avait faite, dans “La physique depuis vingt ans” C’est là-dedans qu’il y a une conférence, un peu de vulgarisation, devant la société de physique sur la thermodynamique statistique. Voilà, je l’avais lu également en 1912. C’est le chapitre qui est intitulé “La physique du discontinu”. Encore un autre souvenir parfaitement daté, celui-là, parce qu’il ne peut pas être plus tard que 1912, je vais vous dire pourquoi. Dans cette dernière année, que j’ai passée à travailler, c’était donc au printemps 1912, Henri Poincaré a fait une conférence, devant une société privée, sur la théorie cinétique de gaz. Et j’y étais. Et c’est la seule fois que je l’ai vu! Et c’est certainement avant juillet 1912, parce qu’il est mort en juillet 1912, ça doit être au mois de mars 1912.

F. K.: J’ai parlé avec M. Fierz, et il m’a conseillé de chercher un article de Henri Poincaré qui aurait pu vous guider...

L. de Broglie: Ah, voyons. Il a publié, vers la fin de sa vie, un article sur les quanta.

F. K.: Mais c’est une chose qui a été faite aussi par Ehrenfest, qui a aussi prouvé que la loi de Wien exige les quanta.

L. de Broglie: Peut-être, oui.

F. K.: Mais je ne crois pas que c’est une idée nouvelle sur les quanta.

L. de Broglie: Je ne crois pas. Dans les dernières pensées de Henri Poincaré il y a un article là-dessus. Il l’a fait vers la fin de sa vie après le Congrès Solvay 1911, auquel il avait assisté, et il a montré que si l’équilibre du rayonnement est conservé, c’est incompatible avec la physique continue et qu’il fallait introduire un élément de discontinuité. Mais ça n’a pas apporté quelque chose de très décisif, ça devait étonner à cette époque-là, où on croyait qu’on pouvait peut-être continuer à avoir une physique continue.

F. K.: Mais tout de même, quand vous étiez jeune, ça a pu vous guider un peu...

L. de Broglie: Oui, ça a dû m'intéresser, certainement, parce que j'ai lu tous les livres de Poincaré, à ce moment-là. Celui-là a paru après sa mort. Les dernières pensées, ce sont des choses posthumes.

F. K.: Croyez-vous que le manque de connaissance du livre du Courant-Hilbert et de ce que nous avons dit de l'optique géométrique a pu vous gêner?

L. de Broglie: Cela m'a peut-être gêné, oui, évidemment. J'ai bien vu la relation entre le principe de Fermat et le principe de Maupertuis, parce que le principe de Fermat est un principe d'optique et le principe de Maupertuis est un principe de mécanique, par conséquent qui rentre dans la théorie d'Hamilton-Jacobi, mais je n'ai peut-être pas fait les choses assez profondément pour le voir.

F. K.: D'autre part, l'équation de Schrödinger se passe dans un espace fictif et ...

L. de Broglie: Oui, on peut d'abord la prendre dans un espace physique pour une particule, mais l'espace fictif, ça ne m'avait jamais satisfait, et j'ai fait là-dessus de grands travaux. En particulier un de mes élèves, M. Andrade e Silva a fait une thèse de doctorat pour montrer comment on peut interpréter cela avec nos idées, c'est à dire que tout se passe dans un espace physique et c'est seulement une certaine représentation dans l'espace de configuration. C'est relativement facile, relativement seulement, dans le cas de particules qui sont de nature différentes. Ce qui est plus difficile, c'est quand les particules sont de la même nature, pour retrouver la statistique de Bose-Einstein et la statistique de Fermi-Dirac. Mais nous y travaillons encore, je me suis remis à travailler ça avec lui.

F. K.: Je crois que l'idée de la double solution était déjà dans votre esprit avant les travaux de Schrödinger ?

L. de Broglie: Ah oui, j'ai fait quelques petites notes dans lesquelles j'avais développé cette idée. Après les travaux de Bohm j'ai publié un livre qui est intitulé: "La physique quantique restera-t-elle indéterministe"? Alors là, j'avais fait une série de choses un peu avec Jean-Pierre Vigier, et j'ai republié là-dedans les quelques notes aux Comptes

Rendus que j'avais faites entre ma thèse et l'article de 27. En voilà un, par exemple, qui est daté de 26. Là, j'essayais pour le cas de la lumière – en somme, c'était la théorie de la double solution, la théorie du guidage que je donnais là-dedans, mais sous une forme un peu restreinte, parce que je l'appliquais aux quanta de lumière, mais on voit déjà que c'est la même idée..

F. K.: Mais croyez vous que, avant les travaux de Schrödinger, vous avez déjà pensé à une idée de guidage? Dans la thèse ce n'est pas dit explicitement...

L. de Broglie: Eh oui, si vous regardez ma thèse, vous voyez – non, ce n'est pas explicitement dit, mais j'avais l'idée que la particule se déplaçait en restant en phase avec son onde, qui indique bien qu'il y a une trajectoire qui est fixée par l'onde. Je ne l'ai pas dit peut-être sous la forme de guidage, mais vous voyez ici, dans un travail plus ancien, je l'ai dit (Nov 24, C.R. 179) – même celle-ci, qui est un peu antérieure, et dedans je le dis....c'est au moment de ma thèse. J'ai passé ma thèse en novembre 24, seulement ça n'est pas dans ma thèse, parce qu'elle était déjà imprimée. Et là, vous voyez, ce que je dis donne un peu les idées du guidage...

F. K.: Et l'idée de Schrödinger de superposer les ondes pour former un corpuscule qui est le train d'ondes?

L. de Broglie: Je suis tout à fait d'accord, mais à la condition de dire que ce qui existe c'est le train d'ondes, ce ne sont pas les ondes individuelles. Cela me paraît presque évident au point de vue physique. Si vous considérez une corde vibrante, elle peut vibrer avec les harmoniques; mais si vous l'excitez n'importe comment, elle va avoir un mouvement très compliqué. Du reste, ce qui existe c'est la superposition: si vous pouvez la photographier, vous ne voyez pas les composantes. Les composantes sont un artifice mathématique. Vous pouvez les isoler par un procédé, par exemple si vous fixez certains points de la corde, mais alors la corde ne se trouve plus dans son état initial. Pour moi, dans une superposition, les composantes n'existent pas. Ce qu'on fait en somme, quand on mesure une quantité exacte, M. Andrade e Silva l'a beaucoup étudié aussi, en physique quantique, on isole une composante, mais elle n'existait pas avant. Et c'est justement cela qui caractérise la notion de mesure dans l'interprétation de la double solution.

F. K.: Mais le train d'ondes et le corpuscule, est-ce que ce sont deux choses différentes, bien que liées, ou est-ce que c'est la même chose?

L. de Broglie: D'abord j'avais parlé de la théorie de l'onde pilote. J'ai pris une onde et puis un corpuscule qui était astreint à suivre cette onde comme si c'était une loi qu'on lui imposait. Mais je suis arrivé assez vite à l'idée, déjà au moment de mon article de 27, où j'avais tout trouvé, que le corpuscule était incorporé dans l'onde, que c'est un point de grande intensité de l'onde, et que c'est pour ça qu'il est toujours en phase avec son onde, parce qu'il en fait partie. – Et alors cette idée-là m'a paru être l'idée la meilleure; la première, l'onde pilote, est, si vous voulez, une manière de dire les choses plus simplement à des gens qui veulent voir les choses en gros. Mais l'idée profonde, pour moi, c'était l'idée que le corpuscule, c'était un point, une espèce de point singulier, une région singulière dans l'onde.

F. K.: C'est une singularité du groupe d'ondes? Est-ce avant la thèse ou après?

L. de Broglie: Là, voyez, j'ai bien l'idée que c'est une singularité dans le groupe d'ondes. C'est dans les C.R. du 17. Nov. 24. J'ai passé ma thèse le 25 Novembre 1924!

F. K.: Cela me semble très intéressant, parce que l'idée d'une singularité est différente des idées de Schrödinger.

L. de Broglie: Ah, oui justement.

F. K.: Dans vos livres que vous venez de publier, l'idée de singularité est liée avec la masse propre des photons – vous corrigez les équations de Maxwell –

L. de Broglie: Ah oui, les équations d'onde du photon? Pour que cela marche bien, il faut prendre une petite masse. Mais cela se trouve déjà dans ma thèse, l'idée d'une petite masse du photon.

F. K.: Et dans la thèse, avez-vous déjà pensé à une connexion avec les singularités?

L. de Broglie: Je ne sais pas, ça je n'oserais pas l'affirmer – qu'il y avait une connexion – en tous les cas, la connexion avec la variation de la masse est tout récente, c'est de la thermodynamique, c'est postérieur à 1960. J'ai eu l'idée que je développe là, qu'on doit considérer que la masse propre est variable et que c'est ça qui donne un guidage particulier dans le cas où il y a une superposition d'ondes. Quand on n'a pas une

onde monochromatique, on a une variation de la masse qui fait que la particule suit la trajectoire du guidage. Cela marche très bien, et ça va avec la théorie de Planck-Laue, dans sa forme relativiste, c'en est une sorte de conséquence.

F. K.: Mais cette idée d'une masse propre du photon relie le photon en quelque sorte avec l'électron et...

L. de Broglie: c'est ça, c'est ça, parce que, j'ai été guidé vers la mécanique ondulatoire par la théorie des quanta de lumière d'Einstein. Je suis donc parti des photons et des ondes électromagnétiques. Mon idée a été que ce qui est vrai pour les photons et les ondes électromagnétiques, doit être vrai pour l'électron et les autres particules. Alors, dans un cas, il manquait la particule: dans le cas de la lumière, depuis Fresnel, on ne voyait plus que l'onde, on ne voyait plus la particule, et on est arrivé à faire la synthèse entre les deux. Dans le cas de l'électron, c'est le contraire, on a la particule, mais pas l'onde, il faut introduire l'onde, voilà l'idée que j'ai eue à ce moment-là.

F. K.: Mais l'idée d'une masse propre du photon – je ne crois pas que quelqu'un d'autre a eu l'idée d'une masse propre...

L. de Broglie: Non. Cependant, beaucoup plus récemment, en 1950, M. Schrödinger a fait un article en disant qu'il n'y a aucune contradiction entre l'introduction d'une masse propre du photon et la théorie du rayonnement noir. Et cela, je l'avait vu, je crois que je peux vous le montrer également, je l'avais discuté dans tous mes livres sur la lumière, et encore récemment, en 1949, j'avais discuté toute la question de la masse propre, et j'avais montré qu'il n'y avait aucune contradiction avec la loi de Planck. Parce qu'on pourrait croire qu'il y a une contradiction. Et alors, MM. Schrödinger et Bass, dans l'intervalle (entre la première édition de mon livre et la seconde) ont publié un article où ils ont dit la même chose. (Proc. Roy. Soc. (A) N 1182, vol 232.) Il n'ont pas lu ce que j'avais écrit. J'ai écrit à Schrödinger, et il m'a dit: Oui, nous sommes parfaitement d'accord. Et qu'il ne savait pas que je l'avais déjà dit. Je dis dans "Mécanique ondulatoire du photon et théorie quantique des champs" (1949) exactement la même chose. Ici, je dis que l'on peut tirer une espèce d'objection du rayonnement noir. Je le discute et j'arrive à la conclusion qu'il n'y a pas d'objection, qu'on peut la lever. Et alors ici, j'ai mis à la deuxième édition (1957) une note qui n'était pas dans la première, dans laquelle je dis que Schrödinger avait examiné cette question en même temps que moi.

F. K.: Mais au moment de votre thèse, qu'est-ce qui vous a guidé, je pense si l'on admet une masse propre ...

L. de Broglie: L'idée de la masse propre du photon vient d'abord de ce que, quand on donne une masse propre nulle au photon, on part de la formule

$$W = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (= h\nu)$$

et on fait tendre à la fois m_0 vers 0, β vers 1 ($v = c$) en disant qu'à la limite ça s'annule. On s'arrange pour que le quotient ait la valeur $h\nu$. J'ai toujours trouvé ça artificiel, je me suis dit: Mathématiquement c'est bien, mais physiquement ça ne doit pas être vrai – qu'on fasse tendre à la fois la masse propre vers 0. Alors je me suis dit: pourquoi on ne prendrait pas une masse propre très petite, on aurait tous les avantages de la masse propre, qui resterait, bien que la masse propre soit très petite. L'objection c'est que la vitesse de la lumière va dépendre de la fréquence. Mais si la masse propre est petite, cela doit dépendre extrêmement peu, c'est une question dont je me suis plusieurs fois occupé parce qu'il y a la question de la non-dispersion dans le vide. Ainsi, les astronomes voient une étoile qui est occultée: elle réapparaît. Quand elle réapparaît, si les radiations violettes allaient plus vite que les radiations rouges, l'étoile paraîtrait violette avant d'être rouge. Mais cet effet n'existe pas pour les étoiles, et j'ai vérifié cela, depuis longtemps, même peut-être au moment de ma thèse, en tous cas depuis, certainement, j'avais parlé avec des astronomes. Alors cela implique que la masse propre est inférieure à 10^{-45} g. Et, d'autre part, des considérations que j'avais développées avec Mme Tonnelat, notamment, conduisaient à se demander si cette masse propre ne serait pas – mais ceci est beaucoup plus hypothétique – reliée au rayon de l'univers. Alors le calcul montrerait qu'elle est égale à 10^{-65} g. Enfin, de toute façon, je crois qu'il est essentiel de dire qu'elle doit être inférieure à 10^{-45} g. Si c'était au-dessus, on le saurait. Alors il y avait quelques autres objections: On me disait que la vitesse de la lumière c'est l'invariant de la théorie de la relativité et il faut qu'il y ait une valeur bien définie de la vitesse de la lumière. Mais ce n'est pas vrai, il faut qu'il y ait une vitesse limite bien définie, mais rien n'empêche une particule de masse extrêmement petite d'avoir une vitesse qui n'est pas tout à fait celle-ci. Et naturellement tous les raisonnements qu'on fera sur les signaux lumineux resteront vrais au moins sur des distances de l'ordre du rayon de l'univers.

F. K.: Alors c'est avant tout le procédé mathématique, le passage à la limite qui...

L. de Broglie: C'est ça, c'est ça. J'en ai parlé dans ma thèse, je ne sais pas ce que j'ai dit exactement, mais j'ai explicitement dit pourquoi je prenais la masse propre non nulle. Et alors dans ce cas-là, ce qu'il y a d'ailleurs d'amusant et qui m'a beaucoup amusé dans ma thèse, c'est que si on refait la théorie du changement de fréquence par réflexion sur un miroir mobile, ça va tout seul au point de vue mécanique comme au point de vue électromagnétique, les deux cas se raccordent absolument. Mais quand on prend une masse propre nulle on ne peut plus le faire qu'au point de vue électromagnétique, on ne peut plus le faire au point de vue mécanique.

F. K.: Cela ne va pas avec une masse strictement nulle?

L. de Broglie: Ah, non, parce qu'il faut un petit glissement, justement, de $h\nu$.

F. K.: J'ai cru que Schrödinger, dans un article de 1922, avait prouvé que la réflexion au miroir mobile...

L. de Broglie: Ah oui, si on fait une théorie purement ondulatoire, ça va, mais je retrouve le même résultat par les procédés de conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement. En somme, pour retrouver le même résultat, par ce procédé-là, il faut une masse propre non nulle.

F. K.: Ceci est très intéressant, parce que, en théorie quantique des champs on doit revenir à ces calculs de limite et je crois qu'on admet une très petite masse pour éviter certaines difficultés...

L. de Broglie: Oui, il y a des auteurs, même de ceux qui ne sont pas du tout de mon avis avec mon interprétation, qui reviennent à l'idée qu'il pourrait avoir une petite masse propre.

F. K.: Seulement pour éviter ces calculs de passage à la limite?

L. de Broglie: Oui, bien sûr.

F. K.: Alors c'est le point de départ pour admettre que cette masse existe?

L. de Broglie: Oui, je crois, c'est d'abord à cause de ce passage à la limite que j'ai toujours trouvé un peu bizarre et pas très agréable, et aussi parce que j'ai fait, dans ma thèse, toute une série de calculs par des procédés purement mécaniques donnant le même résultat en théorie de la relativité que par un procédé ondulatoire, et qui montrent que les deux cas se correspondent exactement. Vous avez vu aussi dans ma thèse, à la fin, que j'ai été le premier à trouver la statistique de Bose-Einstein – seulement sous une forme qui n'était pas suffisamment claire, peut-être, pour qu'on voie que c'était quelque chose de nouveau, mais je l'ai donné avant Bose!

F. K.: Je crois que vous avez, en somme, refait l'idée du point de masse qu'on utilise aussi pour les calculs statistiques du gaz parfait.

L. de Broglie: Oui, c'est ça. Dans l'article que j'avais fait en 22 sur le rayonnement noir j'avais aussi introduit une masse propre, mais après j'ai fait le passage à la limite. Mais dans mes notes de 1923 j'ai utilisé la masse propre non nulle.

F. K.: Et c'est avant la thèse et c'est toujours pour les raisons que vous m'avez indiqué?

L. de Broglie: Oui, c'est ça.

F. K.: Cela me semble très important, parce que ça...

L. de Broglie: Oui, ça vous montre la marche...

F. K.: Le cheminement de votre pensée.

L. de Broglie: Oui, oui. – J'ai fait beaucoup d'autres travaux alors, qui ne sont pas très connus. J'ai fait tout un livre sur l'optique électronique dans laquelle j'ai donné toute une théorie qu'on expose assez peu, je crois, la théorie de ce qu'on appelle les fonctions iconales. Dans le cas de l'optique électronique c'est plus compliqué que dans le cas d'optique ordinaire parce que, là, dans l'optique ordinaire, il y a cinq aberrations et je crois qu'il y en a sept dans l'optique électronique. Or j'ai commencé aussi par des discussions sur les idées générales de la mécanique ondulatoire, et en particulier j'ai trouvé des raisons pour supposer que les potentiels sont des grandeurs physiques, ce qui va avec la masse propre non nulle. Et au début j'ai donné quelques exemples, enfin quelques raisons, pour admettre ceci. Alors, j'ai démontré une formule qui montre qu'en général

on donne une formule qui est inexacte à 50% près – qui n'est pas mal – je me suis dit que je dois me tromper, tous les autres auteurs la donnent. M. Dupouy, qui est un spécialiste d'optique électronique la donne dans son petit livre d'optique électronique. Et puis un jour je reçois une lettre d'un très ancien élève, qui habite à Grenoble, et il avait fait un petit livre sur l'optique électronique dans lequel se trouve un article où il disait que cette formule qu'on retrouve partout est inexacte à 50%. Je lui ai dit: Mais je l'ai dit dans mon livre! (Rire)

F. K.: Alors, en ce qui concerne les singularités, connaissez - vous l'article de Mie de 1912?

L. de Broglie: Ah, oui, bien sûr. J'ai même fait un cours là-dessus dans lequel j'essayais de voir ce qu'il y avait dans l'article de Mie – Je n'ai pas publié ce cours, parce que j'ai fait 2 ou 3 cours là au moment où je commençais à enseigner, mais je n'étais pas assez sûr pour les publier. Mais j'ai un peu étudié l'article de Mie.

F. K.: Est-ce vous avez étudié cet article déjà avant votre thèse?

L. de Broglie: L'article de Mie – voyons – ah, je ne peux pas vous dire si je l'avais étudié – de quand est-il?

F. K.: de 1912.

L. de Broglie: 1912? je ne suis pas sûr de l'avoir lu.

F. K.: Vous citez aussi dans votre thèse un article de Bateman...

L. de Broglie: Attendez – ce n'est pas un article, c'est un livre – je l'ai peut-être ici – où est-ce que je l'ai cité?

F. K.: Il a écrit un livre sur les...

L. de Broglie: Je suis sûr que je l'ai lu – mais je ne me rapelle plus l'avoir cité.

F. K.: Il est cité dans votre thèse, mais c'est un article –

L. de Broglie: Oui, oui, c'est un vieil article dans lequel il avait considéré des solutions à singularités, je crois.

F. K.: Oui, je crois aussi.

L. de Broglie: Où est-ce que j'ai ce livre – c'est un livre qui n'est pas très gros – il y a très longtemps que je ne l'ai pas regardé. Je ne sais pas où le trouver –

F. K.: J'ai un petit livre à la maison (Electrical and Optical Wave-Motion) qui a été publié chez Dover aussi – sur ces modèles de l'électron, je crois, et là, il parle de singularités.

L. de Broglie: Ah, de qui?

F. K.: De Bateman.

L. de Broglie: Mais ça doit être ça! C'est celui-là! C'est presque sûrement celui-là, oui.

F. K.: Je crois qu'il construit un modèle du photon sur des considérations électromagnétiques, et il parle de singularités.

L. de Broglie: Oui, oui, j'avais étudié ça, mais je ne suis pas arrivé à faire un accord avec mes idées tout en me disant: il y a peut être une relation, mais je n'ai pas été très sûr de l'avoir vue...

F. K.: Vous avez établi, dans votre thèse, un lien mathématique entre les deux principes de Fermat et de Maupertuis. Est-ce que les idées vont déjà vers la double solution?

L. de Broglie: Ah, je pense qu'elles allaient déjà vers la double solution, puisque, en même temps, dans ma thèse, j'ai été un peu gêné parce que j'avais l'impression que les gens étaient tout à fait sceptiques sur ce que je faisais. Alors je n'ai pas voulu être trop affirmatif et j'étais obligé de mettre les choses qui me paraissaient les plus certaines. Les autres, je les ai mises dans les Comptes Rendus. Mais, vous savez comment ça c'est passé: je commençais à montrer ma thèse à mon frère. Mon frère était un expérimentateur et il a dit, oui, c'est bien, seulement c'est très théorique, vous devriez faire toute une partie expérimentale là-dessus. Alors je lui ai dit: Mais je ne peux pas, je ne suis pas expérimentateur, je ne vais pouvoir que reproduire ce que d'autres gens ont déjà fait. Finalement j'ai publié l'article comme ça. Ce qui vous montre qu'il y avait déjà des réticences. Ensuite, j'ai été voir M. Langevin. M. Langevin a beaucoup développé la théorie électromagnétique, mais il ne croyait pas aux photons, au moins à ce moment-là. Plus tard, il les a mis. Il a dit: "Oh, les photons, vous savez, on ne sait pas trop si ça existe,

etc.” Je voyais qu’il n’était pas très emballé pour ma thèse. Et il a été embarrassé, parce que je lui demandais de la juger, et c’est là où il a pris l’avis de Einstein, comme je l’ai raconté dans ma note sur Einstein – et Einstein lui a répondu: “Oui, c’est très intéressant.” Alors, Langevin a dit: “Si la thèse plaît beaucoup à Einstein, ça veut dire qu’il peut avoir raison.” Cela veut dire que je n’avançais pas sur un terrain très assuré, à ce moment-là. J’étais encore très jeune et c’était la première fois que je faisais quelque chose d’important. J’avais fait des petits articles. Et alors, évidemment, je n’ai peut-être pas tout dit dans ma thèse de ce que j’aurais pu dire.

F. K.: Mais cette onde de phase est déjà considérée en quelque sorte comme une onde électromagnétique?

L. de Broglie: Oui, mais dans l’onde de phase, voyez-vous, il y a le mot “de phase” qui est curieux – je mettais “de phase” parce que je me disais: l’amplitude qu’on considère habituellement n’est pas exacte, il doit y avoir le corpuscule quelque part. Une amplitude constante, par exemple dans une onde électromagnétique plane, elle ne contient pas le corpuscule, alors ce qui est vrai, c’est la phase, l’amplitude... : c’est pour ça que j’ai pris une onde de phase. Et dans la théorie du guidage c’est la phase qui guide – l’amplitude ne donne finalement par son carré que la probabilité de présence – d’après la loi de continuité. Et alors, évidemment, j’employais un langage un peu bizarre, qui a été abondonné par moi-même ensuite, je ne l’ai plus appelée une onde de phase, ce qui venait de ce que je me disais: je veux affirmer que la phase est exacte, je ne peux pas affirmer que l’amplitude telle qu’on la constitue habituellement soit exacte.

F. K.: Alors l’idée de Rayleigh; je crois que Thomson déjà parle de “pulses” dans les rayons X ... et...

L. de Broglie: Ah, oui. Ce n’est pas tout à fait la même chose –

F. K.: Cela c’est autre chose?

L. de Broglie: Il me semble – je n’ai pas beaucoup étudié cette théorie, mais je crois que je n’y ai pas attaché beaucoup d’importance parce que je ne savais pas, enfin – je ne crois pas que c’est une bonne voie.

F. K.: Alors les ondes de phase étaient une chose différente des ondes électromagnétiques ordinaires?

L. de Broglie: Ah, mais l'onde de phase pour moi existe pour l'électron, ça ce n'est pas l'onde électromagnétique. L'onde de phase pour le photon pourrait être l'onde électromagnétique, mais pour l'électron ce n'est certainement pas une onde électromagnétique, c'est une généralisation. C'est le point de vue que j'ai encore. J'ai encore l'idée que l'onde électromagnétique est bien l'onde qui correspond au photon, mais c'est une onde qui n'a pas les mêmes caractères que l'onde qui correspond à l'électron.

F. K.: Le livre de Sommerfeld: "Atombau und Spektrallinien" a influencé beaucoup de physiciens. Léon Brillouin en parle...

L. de Broglie: Naturellement, mais ça, je l'ai connu de très bonne heure parce que mon frère s'y intéressait beaucoup, à cause des rayons X. Alors je l'avais beaucoup regardé, avec lui ou tout seul, et j'avais beaucoup appris de choses dans le livre de Sommerfeld.

F. K.: Le dualisme onde/corpuscule – aujourd'hui on le regarde avec les yeux de l'école de Copenhague...

L. de Broglie: Oui, bien sûr.

F. K.: Mais pour vous, au moment de votre thèse, comme aujourd'hui encore, cette dualité est autre chose?

L. de Broglie: Oui, je crois que dans l'idée de Einstein c'était autre chose, au moment où il a fait ses articles, on le voyait très bien.

F. K.: Alors vous êtes de l'avis qu'on pouvait établir là une réalité physique...

L. de Broglie: Oui, bien sûr.

F. K.: Beaucoup de physiciens parlent de l'isolement des théoriciens en France à ce moment là.

L. de Broglie: D'abord, oui, on n'était pas très nombreux en France, en théorie, mais ensuite j'ai pourtant suivi les séminaires de Langevin pendant plusieurs années après la guerre de 14. Il y avait tout de même une trentaine de personnes qui y assistaient. Il y avait Léon Brillouin, qui était l'adjoint de Langevin au Collège de France, et puis il y en avait beaucoup d'autres, j'en vois même quelques-uns encore de temps

en temps. Il y avait des mathématiciens, comme Georges Darmois, qui a fait des choses qui m'ont guidé, dont j'ai parlé à un certain endroit, parce qu'il a étudié en relativité généralisée les solutions à singularités. Dans l'idée de Einstein, elles ont représenté la matière –

F. K.: C'était avant votre thèse?

L. de Broglie: C'était après, en 1927. Darmois a fait un article dans le Mémorial des Sciences Mathématiques où il avait résumé des conférences qu'il avait faites aux Etats-Unis sur la théorie de la relativité généralisée, et alors il avait l'idée que les singularités sont emprisonnées dans des géodésiques. Il y a un tube de géodésiques, et au centre, on ne sait pas très bien ce qui se passe, mais on sait qu'il y a quelque chose comme une singularité. Alors ça c'est exactement l'idée de la double solution, nous avons des lignes de guidage, il y a un endroit qui emprisonne quelque chose, on ne sait pas très bien ce qui se passe, mais où vient une grande amplitude. Alors j'ai montré dans certains de mes exposés, j'avais beaucoup insisté là-dessus, sur le rapport qu'il y avait, qui avait aussi été précisé par M. Lichnerowicz.

F. K.: Est-ce que vous avez discuté votre idée avec M. Darmois?

L. de Broglie: Avec M. Darmois? Non, parce que M. Darmois était professeur en province, il venait au séminaire de Langevin, mais on ne le voyait pas beaucoup. Je n'ai pas eu l'occasion de lui parler, mais j'en ai parlé avec Léon Brillouin etc. et avec Langevin lui-même. Je dois dire que tout de même je travaillais assez isolé, ceci est certain, pas tout à fait, mais enfin assez.

F. K.: Est-ce que M. Brillouin a soutenu votre thèse?

L. de Broglie: M. Brillouin reconnaissait l'intérêt de ma thèse, et il a surtout développé le côté mathématique, mais j'avais beaucoup profité de certains livres de M. Brillouin, notamment d'un livre qu'il a publié sur la théorie des quanta, dans lequel il avait montré le rapport justement de la thermodynamique avec la théorie des quanta, et j' ai beaucoup lu ce livre, il m'a beaucoup instruit.

F. K.: C'est de Marcel Brillouin?

L. de Broglie: Non, c'est le fils. Marcel Brillouin, le père, avait une idée que j'ai citée quelque part, qui a une vague ressemblance. Il se

demandait si dans l'atome il n'y avait pas un point qui décrit quelque chose, et si ce n'était pas une question un peu de résonance, si vous voulez, c'est un peu l'idée, mais c'était très vague, il avait un article là-dessus, mais très vague.

F. K.: Vous le citez – je crois aussi que Max Jammer dans son livre (The Conceptual Development of Quantum Mechanics) en parle – mais c'est une ressemblance assez vague...

L. de Broglie: Oui. Je crois même que je l'ai cité pour faire plaisir à Léon Brillouin, (rire) qui m'a dit: Mon père a fait quelque chose de pareil. Donc j'ai dit oui, il y a une certaine ressemblance, et je vais le citer.

F. K.: Au moment où M. Brillouin vous a dit: Mon père a fait quelque chose de pareil – alors vous aviez déjà développé vos idées –

L. de Broglie: Oui, je crois que c'est après mon idée. Peut-être M. Brillouin-le-père m'avait envoyé son article que je ne connaissais pas, où je pouvais voir qu'en effet il y avait une ressemblance – mais c'est très vague.

F. K.: Mais alors on ne peut pas parler de “précurseur”?

L. de Broglie: Je ne crois pas vraiment qu'on ne peut pas dire qu'il est précurseur. Il y a une vague analogie.

F. K.: Alors on ne peut pas dire que M. Brillouin vous a guidé!

L. de Broglie: Ah, non, je n'ai pas du tout travaillé avec lui.

F. K.: Et M. Léon Brillouin qui a été en Allemagne – aurait-il pu vous aider?

L. de Broglie: M. Léon Brillouin avait été en Allemagne en 1912 chez Sommerfeld – je ne le connaissais pas à ce moment-là – je l'ai connu pendant la guerre parce qu'il était aussi dans le service de la télégraphie militaire comme moi, mais il n'était pas avec moi, il était dans un autre service. Alors je l'ai vu, là, mais très peu. Je l'ai surtout vu après la guerre quand j'ai suivi des cours et les réunions chez Langevin, je crois qu'il était adjoint de Langevin, il était son assistant. Il était jeune à ce moment-là, alors il était toujours là, et je l'ai vu davantage. Puis j'étais

avec lui à l'institut Henri Poincaré parce que quand on a créé l'I.H.P. on a fait une chaire et une maîtrise de conférence de physique théorique. Et comme M. Léon Brillouin était dans l'enseignement avant moi, et qu'il est d'ailleurs un peu plus âgé que moi, il a reçu la chaire et j'ai eu la maîtrise de conférence. Cela a duré à peu près deux ans. Et puis M. Brillouin le père a été mis à la retraite au Collège de France et alors son fils est venu me dire: "Écoutez, je voudrais remplacer mon père au Collège de France, pour la raison suivante, que mon père est habitué de venir dans son cabinet au Collège de France, et si c'est un nouveau professeur, il sera très ennuyé, alors si c'est moi, ça ne me gênerait pas du tout." Alors je lui ai dit: "Eh bien, écoutez, allez au Collège de France, moi je reste à l'Institut Henri Poincaré." C'est comme ça que je suis resté à l'Institut Henri Poincaré. J'aurais mieux fait d'aller au Collège de France, parce que c'était mieux. Surtout à la fin de ma carrière à l'Institut Henri Poincaré, j'étais débordé par le nombre des étudiants, le nombre des thèses, etc., ce qui a créé le malaise, parce que avec la multiplicité des choses. D'autre part lui, il ne devait plus s'occuper des élèves ...

F. K.: Croyez-vous que M. Léon Brillouin aurait pu vous donner quelque conseils?

L. de Broglie: Je ne crois pas – non – il était plutôt orienté vers le formalisme mathématique – surtout au sens physicien – tout en restant physicien, mais enfin – vous avez lu son livre sur la théorie des quanta – il était très bien, mais ce n'étaient pas du tout les questions de la mécanique ondulatoire, simplement le formalisme de la quantification sous la forme de Bohr-Sommerfeld, c'était avant les théories de ma thèse.

F. K.: Mais cet isolement vous a handicapé tout de même, comparé avec les travaux qui ont été fait à Göttingen ou à Copenhague.

L. de Broglie: Je ne crois pas. L'isolement – j'y ai beaucoup réfléchi – a des avantages et des inconvénients. Il a l'inconvénient qu'on ne connaît pas assez de choses, il y a des choses que vous échappent. Il a l'avantage qu'on peut être beaucoup plus original, parce qu'on n'est pas guidé par l'idée de se dire, ce que je pense là ne plairait pas à tout le monde.

F. K.: Peut-être votre idée avait besoin d'un certain isolement, parce que c'est un changement très fondamental.

L. de Broglie: Oui, ça dépend des caractères aussi. Il y a des gens qui aiment choisir des idées, il y en a d'autres qui aiment plus la réflexion personnelle.

L. de Broglie: Je peux vous montrer le livre de Léon Brillouin.

F. K.: Le livre de Brillouin que vous citez dans votre thèse?

L. de Broglie: C'est là, il est de 22. C'était un exposé très bien fait, d'ailleurs, très clair, c'était un exposé de la théorie de Bohr, de la théorie des quanta telle qu'elle existait avant ma thèse. Cela s'arrêtait avec la théorie de Sommerfeld. Il a fait un très beau livre sur le calcul tensoriel et ses applications à la physique, mais c'était plutôt des mathématiques, si vous voulez.

F. K.: Je crois vous avoir demandé l'essentiel. Alors, en résumé, si on veut comprendre le cheminement de votre pensée, il faut avant tout regarder les idées de la double solution.

L. de Broglie: Oui, bien sûr.

F. K.: Dans une interview avec L. Brillouin qu'ont faite les Américains sur votre thèse, il a parlé de vos idées de la double solution, mais on l'a supprimé, suggérant que ça n'était pas intéressant...

L. de Broglie: Oui –

F. K.: C'est quelque chose qui m'a surpris. Il parle aussi d'un souvenir – que vous étiez un jour devant un tableau avec des particules élémentaires – des raies alpha et beta, qui sont déviées dans un champ magnétique dans des sens différents, et il dit que vous disiez: il faut avoir quelque chose de commun entre ces particules – et que cela c'était le point de départ. Est-ce que c'est une idée juste?

L. de Broglie: C'est possible peut-être que j'ai fait un tel exposé, parce que j'ai fait des exposés chez Langevin, auxquels il a assisté. Je ne m'en souviens plus exactement.

F. K.: Il parle aussi de l'idée du Nadelstrahlung.

L. de Broglie: Je me demande encore s'il n'y a pas quelque chose de vrai dans le Nadelstrahlung – non pas sous la forme d'une droite isolée, mais d'un train d'onde qui serait émis dans un petit cône..

F. K.: Mais cette idée du Nadelstrahlung est aussi la ligne que vous suiviez?

L. de Broglie: Je ne suis pas sûr de l'idée du Nadelstrahlung, mais il y a quelque chose qui pourrait être introduit dans ma théorie... c'est une chose que je n'ose pas dire encore à l'heure actuelle ... j'en ai parlé souvent parce que j'ai des élèves avec lesquels j'échange des idées sur les hypothèses que j'ai, et alors là je suis libre de dire ce que je veux, mais je ne l'ai jamais écrit. Il y a quelques raisons de penser que cela peut être comme cela, parce que, si ce n'est pas comme cela, il y a une objection qui a été faite depuis longtemps. Vous avez une étoile dans laquelle il y a une émission d'une onde, alors cette onde va devenir sphérique de plus en plus grande, et puis elle va atteindre la terre, alors le photon pourrait se manifester à cet endroit-là, mais il y aura une intensité à peu près nulle. Alors, on dit: C'est la probabilité – ce n'est pas le train d'onde, ce n'est que de la probabilité. Mais on peut se demander s'il n'y a pas un processus qui n'est pas contenu dans la théorie linéaire habituelle de la propagation de la lumière, et qui serait justement comme ceci. Ce qui serait isotrope, ce serait l'ensemble d'un très grand nombre d'émissions, mais pas une émission déterminée. C'est possible.

F. K.: Peut-être ces notes que vous avez prises aux cours de Langevin, vous ne pensez pas que cela aurait un intérêt?

L. de Broglie: Je ne crois pas que cela vous intéresserait beaucoup – parce que ce sont des notes prises que j'ai écrites rapidement – mais j'étais surpris moi-même d'y trouver des démonstrations de thermodynamique relativistes mais enfin, c'est très classique, il n'y a absolument rien de très original dans ce cours. Il était très clair, il était très bien. Ses élèves ont essayé de lui faire rédiger ces cours, mais il n'ont jamais pu. Il disait toujours: Je vais y réfléchir encore...

F. K.: Mais c'est bien dommage, parce que ces séminaires sont très importants pour la physique théorique en France.

L. de Broglie: Bien sûr. Il était à peu près le seul à connaître la physique quantique et la relativité –

F. K.: Mais malheureusement, il n'a pas gardé ses manuscrits –

L. de Broglie: Je ne crois pas. Ce seraient ses enfants qui l'auraient. Mais ils l'auraient publié.

F. K.: Ce serait très intéressant si vous pouviez donner vos rédactions des cours!

L. de Broglie: Ecoutez, je le reverrai un peu pour voir, mais je crois que c'est un peu informe, on écrit en vitesse, il y a des phrases sautées, des choses comme ça...

F. K.: Mais cela donnerait du moins quelque chose. sinon, il ne reste rien.

L. de Broglie: je vais regarder. Il y a plusieurs cahiers... il y a même les dates, quand je l'ai noté – entre 1919 et 1925, par là, à peu près, je continuais même un petit peu après ma thèse. La seule restriction que je fais, c'est que ce n'était pas une rédaction.

L'interview se termine ici. Les idées principales ont été discutées ultérieurement dans plusieurs lettres. Des passages de l'interview ont été citées dans la thèse de l'interviewer F.K. (1970).

Références

- [1] Kubli, F. (1970): *Louis de Broglie und die Entdeckung der Materiewellen*. Archive for History of Exact Sciences **7**,26.
- [2] Kubli, F. (1973): *La thèse de 1924*. Dans: *Louis de Broglie, sa conception du monde physique*, Gauthier-Villars, Paris
- [3] Kubli, F. (1975): *A propos du 50ème anniversaire de la mécanique ondulatoire*. Rev. Hist. Sci. **28** 97.