

Sur le style de recherche de Louis de Broglie

Michel Paty

▶ **To cite this version:**

Michel Paty. Sur le style de recherche de Louis de Broglie. Louis de Broglie tel que nous l'avons connu, Fondation Louis de Broglie, CNAM, p. 163-166, 1998. halshs-00170813

HAL Id: halshs-00170813
https://shs.hal.science/halshs-00170813

Submitted on 10 Sep 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

in : *Louis de Broglie tel que nous l'avons connu,* Fondation Louis de Broglie, CNAM, Paris, 1988, p. 163-166.

Sur le style de recherche de Louis de Broglie

par

Michel PATY

S'il fallait résumer de facon lapidaire le thème principal de l'oeuvre de Louis de Broglie en théorie physique, il pourrait, je crois, tenir en ces quelques mots : une méditation sur la dualité onde-corpuscule dans un cadre de pensée relativiste. Ce problème occupe ses premiers travaux, puis ses premières tentatives de dépasser l'interprétation abstraite de la mécanique quantique, et après son retour à une position critique de l'interprétation de Copenhague, il préside à ses efforts en direction d'une théorie causale de la "mécanique ondulatoire", ou théorie de la double solution. Mais, même durant la période où il fit sienne, de 1927 à 1952, la position de l'école de Copenhague, la mécanique quantique qu'il professait était essentiellement une théorie de la dualité onde-corpuscule, qui se satisfaisait d'une interprétation probabiliste pour une fonction d'onde à la signification physique abstraite.

Bien entendu le double caractère ondulatoire et corpusculaire de la matière et du rayonnement était accepté par tous les physiciens des quanta; mais il existait de grandes différences entre les uns et les autres quant à la profondeur - c'est-à-dire à la portée physique - des notions d'onde et de particule et au statut de leur dualité. La manière dont Louis de Broglie comprenait ces notions nous fournit un indicateur significatif sur sa pensée physique, son "style" et sa méthodologie propres de chercheur. C'est à cet aspect que je cantonnerai les brèves remarques qui suivent.

Décrivant ses essais, de 1915 à 1927, relatifs à l'onde-pilote et à la double solution, de Broglie exprime de la manière la plus nette ce qui caractérise son projet, en contraste avec celui de Born, Bohm, Heisenberg, Pauli, Dirac, qui, par leurs critiques au Conseil Solvay de 1927, parvinrent à le persuader d'y renoncer, pour 25 ans : leur interprétation « conservait à la fois les idées d'onde et de corpuscule, mais en ne leur laissant plus qu'une sorte d'existence fantomatique, et ne cherchant aucunement à les réunir, comme je le tentais, *dans le cadre d'une représentation spatio-temporelle claire* »[1]. Tel est bien le programme qui sous-tend les recherches les plus significatives de Louis de Broglie, tant en ce qui concerne la généralisation

[1] Louis de Broglie, *Le dualisme des ondes et des corpuscules dans l'oeuvre d'Albert Einstein, in* Broglie, Louis de, *Nouvelles perspectives en microphysique,* Albin Michel, Paris, 1956 (souligné par moi, M.P.).

de la dualité onde-corpuscule effectuée dans ses travaux de 1923 et dans sa thèse, que pour ce qui est de ses recherches ultérieures en vue de résoudre cette dualité selon l'exigence de causalité.

Un autre élément de comparaison nous est offert par Einstein : la dualité, qu'il avait décelée pour la lumière puis, plus tard, retrouvée et appliquée pour la matière dans le cas des gaz mono-atomiques, lui était apparue comme un fait nécessaire, en raison des résultats sur les propriétés du rayonnement et des gaz de matière considérés de manière statistique. Et l'on sait que, si le fait s'imposait, il en estimait la formulation insatisfaisante et s'orientait, quant à lui, vers une recherche en termes de champs, dont la particule ne serait qu'une conséquence : la dualité apparente serait dépassée dans un principe théorique supérieur, qui transformerait les concepts d'onde et de corpuscule, trop classiques.

Pour de Broglie, le cadre spatio-temporel est premier, et les notions d'onde et de corpuscule s'imposent dans ce cadre : son programme est de les concilier et de les unifier. Son travail de 1923 en pose d'emblée l'expression, comme une hypothèse sur une propriété générale de la matière susceptible de rendre compte des orbites stables des électrons, du gaz atomique et du rayonnement du corps noir. C'est, je crois, la manière dont est formulée l'hypothèse qui est caractéristique de son programme et de son style, dont nous retrouvons la marque dans ses recherches ultérieures.

Comme c'est la représentation spatio-temporelle qui est première dans sa pensée physique, la théorie de la Relativité (restreinte) se trouve dès le début au centre de sa méditation. Il est très symbolique à cet égard que son élaboration des ondes de matière aît lieu dans le contexte du vif débat sur la Relativité restreinte qu'elle contribue à conclure, avec d'autres travaux importants témoignant comme elle pour une Relativité mise en pratique et non plus en question[2]. Soit dit en passant, ce lien des quanta à la Relativité est un lien d'origine, déjà souligné en 1909 (sinon même avant) par Einstein, qui formula une hypothèse sur le champ à points singuliers dont de Broglie laisse voir l'influence qu'elle eût sur sa propre pensée de la particule dans son onde. Mais Einstein raisonnait rarement en termes de modèle (et, plus tard, s'il s'intéressa aux tentatives de Louis de Broglie, il ne fut jamais tenté par la voie de l'onde pilote, de la double solution, des variables cachées, car son cheminement était autre, orienté dans la voie des principes).

Il semble que, dans l'hypothèse de Louis de Broglie, il y ait une part qui relève du modèle : l'électron dans son onde - et les paramètres sont ajustés en fonction de la cohérence du modèle, de son comportement relativiste, aboutissant aux relations que l'on sait. Ce modèle théorique de la généralisation de la dualité onde-corpuscule aux eléments de matière est l'oeuvre d'un physicien théoricien un peu phénoménologue, dans une tradition dont Langevin était un illustre - et, en France, rare - exemple.

Mais il y a, me semble-t-il, un autre aspect, plus formaliste, dans la démarche de ces premiers travaux de Louis de Broglie. Nous le décelons dans la part que son hypothèse doit à la forme des équations de Hamilton-Jacobi, suggérant une analogie entre le mouvement des particules et l'optique géométrique (et la Relativité restreinte fournit la symétrisation qui permet d'obtenir les relations

---

[2] Michel Paty, The scientific reception of relativity, *in* Glick, Thomas (ed.), *The Comparative reception of relativity*, Reidel, Dordrecht, 1987, p. 113-167.

cherchées). De la similitude de forme mathématique, de Broglie infère une identité de phénomènes et d'objets. A cet égard, il est peut-être aussi l'héritier de cette autre tradition, alors plus vivace dans le contexte scientifique français, des physico-mathématiciens : c'est la forme mathématique du problème qui guide son raisonnement. Cette double tendance me paraît caractéristique du style propre de Louis de Broglie.

En fait, la représentation qui fait image, de la particule dans son onde de vibration avec laquelle elle est constamment en phase, est plus complexe qu'il n'y paraît. Les hypothèses adoptées comportent peut-être plus d'ambiguïté qu'il n'en est montré (notamment sur la vitesse de phase et la vitesse de groupe[3]), et leurs implications souterraines, comme les relations d'indétermination, ne seront explicitées qu'après. En sorte que l'on peut se demander si l'image - et, avec elle, l'exigence apparemment simple qui la porte, de représentation spatio-temporelle - ne fait pas illusion, en réalité, puisqu'elle implique des conséquences qui ne sont pas descriptibles dans ces termes immédiats.

Mais de Broglie est cohérent avec lui-même, puisque c'est en des termes semblables qu'il se propose ensuite de résoudre ces implications elles-mêmes. « Je suis de nouveau porté à croire », écrit-il à Einstein en 1954, « qu'il faut rechercher des images spatio-temporelles précises du dualisme onde-corpuscule permettant de justifier le succès des lois statistiques de la mécanique quantique »[4]. Et c'est encore, dans cette voie, par des hypothèses du type de la modélisation où entrent un certain nombre d'éléments arbitraires, qu'il pose les linéaments d'une construction théorique. C'est en raison du nombre des éléments arbitraires qu'Einstein avait renoncé à toute approche « constructiviste »
, privilégiant la recherche d'un principe fondamental qui restreindrait d'emblée les possibilités laissées libres. Pour de Broglie, la démarche première demeurait la recherche d'une représentation spatio-temporelle, d'une « image intelligible de ce dualisme », et des principes du genre invoqués par Einstein[5] (généraux et de formulation abstraite) seraient accueillis volontiers, mais au titre de régulation plutôt que de fondation.

---

[3] Pour une discussion, cf. p. ex. Harvey R. Brown and Roberto A. de Martins, « De Broglie's relativistic phase waves and phase groups », preprint CLE-Campinas (Brésil), n° 5.

[4] Louis de Broglie, Lettre à Einstein du 8 mars 1954.

[5] Cf. les lettres échangées par Einstein et de Broglie en 1954.