

## DE BROGLIE (1892 – 1975)

### **Onde et particule**

Louis de Broglie est un physicien tout à fait hors du commun. Hors du commun d'abord par sa formation: famille illustre depuis longtemps au service de l'État, précepteurs privés, brillante licence d'histoire... Et à dix-neuf ans, quand son frère physicien, revient, en 1911, du premier congrès Soivay, il fait la découverte éblouie de la science, celle de Planck et d'Einstein. Aussitôt inscrit à la faculté des sciences, Louis de Broglie termine sa licence de physique juste avant la guerre de 1914, qu'il fait dans les transmissions : compte tenu de l'état de la radio à l'époque, c'est presque de la physique expérimentale... En plus de ses travaux sur les rayons X dans le laboratoire privé de son frère Maurice, voilà toute la formation scientifique de Louis de Broglie... Mais il a trouvé son sujet; il réfléchit à la contradiction sur laquelle bute la physique au sujet de la lumière: est-ce une onde, comme l'a amplement montré le XIX<sup>ème</sup> siècle, de Young à Maxwell? Est-ce un faisceau de particules, comme semblent l'exiger les explications de Planck et d'Einstein au sujet du corps noir, de l'effet photoélectrique et de l'effet Compton?

En novembre 1924, Louis de Broglie présente sa solution, et cela - nouvelle originalité - dans sa thèse en Sorbonne...

Cette solution tout à fait étrange, il en racontera maintes fois la gestation. Voici ce qu'il en dit en 1937 dans son ouvrage de vulgarisation *La Physique nouvelle et les quanta* : « Il fallait bon gré malgré admettre que l'image des ondes et l'image des corpuscules devaient être tour à tour utilisées pour la description complète des propriétés des radiations, et la relation entre fréquence et énergie qu'Einstein avait mise à la base de la théorie des photons indiquait clairement que cette dualité d'aspect des rayonnements était intimement liée à l'existence même des quanta.

Dès lors, on pouvait très légitimement se demander si cette étrange dualité des ondes et des corpuscules, dont la lumière fournit un si remarquable et déconcertant exemple, ne traduisait pas dans le plan des phénomènes la nature pro- fonde et cachée du quantum d'action, et si l'on ne devait pas s'attendre à retrouver une dualité du même ordre partout où la constante de Planck manifestait sa présence. Mais alors une question se posait pour ainsi dire d'elle même : puisque l'existence des états stationnaires pour les atomes démontre l'intervention du quantum d'action dans les propriétés de l'électron, ne doit-on pas supposer que l'électron présente une dualité d'aspect analogue à celle de la lumière?... » En d'autres termes, comme Louis de Broglie le dit lui-même ailleurs, le modèle de Bohr - incarnation de la théorie quantique de la matière - assigne aux électrons des états définis par des nombres entiers. Or la seule manifestation, en physique classique, de nombres nécessaire- ment entiers, se rencontre à propos des ondes : interférences, ondes stationnaires... autant de phénomènes dont l'explication fait intervenir des nombres entiers. [...]

Pour l'instant, les réactions à cette théorie sont en général assez réticentes, évidemment en grande partie parce que son auteur est un inconnu complet, sans maître et sans laboratoire, un « franc-tireur de la science », comme il était normal de l'être en 1624, en 1724 à la rigueur, mais pas en 1924 ... Malgré cela, Langevin s'enthousiasme. Il envoie à Einstein le travail de Louis de Broglie, et Einstein ne s'y trompe pas : « Il a soulevé un coin du grand voile... », commente-t-il aussitôt.

Et l'année suivante, quand le jeune W. Elsasser interprète - à la lumière de la théorie de Louis de Broglie - comme "diffraction d'électrons" un phénomène constaté dès 1928 par Davisson à New York, Einstein lui écrit : « Jeune homme, vous êtes assis sur une mine d'or! ». Cet or ne brillera de tous ses feux qu'en 1927, quand le même Davisson, associé cette fois à Germer, réalisera une expérience indubitable de diffraction d'électrons, en même temps d'ailleurs que G.F. Thomson (le fils de J.J.). Et comme celui-ci partagera à ce propos un prix Nobel avec Davisson, il aura eu ce prix pour avoir montré que l'électron était une onde, trente ans après que son père l'a eu pour avoir montré que c'était une particule... Ainsi, en 1927, l'hypothèse farfelue de Louis de Broglie connaît une confirmation éclatante - et cela lui vaudra dès 1929 le prix Nobel.

Sans entrer dans les détails, disons que de Broglie était frappé de l'irruption de nombres entiers (autant dire des quanta !) dans les lois du mouvement des électrons au sein des atomes, telles que Bohr les avait formulées. A la fin de l'été 1923, les idées de de Broglie, selon sa propre expression, se "cristallisent brusquement dans son esprit". Trois notes sont publiées dans les comptes-rendus de l'académie des Sciences. Il jette un pont qui, à cent ans de distance, lui permet de rejoindre son "ancêtre adoptif" Fresnel et de fonder la nouvelle mécanique ondulatoire. Son idée majeure et audacieuse est d'étendre à la matière la double nature attribuée à la lumière qui ainsi cesse d'être un bizarre cas particulier de la physique. [...] Il propose d'associer à tout mouvement d'un corpuscule la propagation d'une onde. Et il donne la formule qui permet de calculer la longueur d'onde associée (dans laquelle intervient la fameuse constante universelle de Plank). Dans sa deuxième note, de Broglie esquisse également une théorie des phénomènes de d'interférence et de diffraction compatible avec l'existence des photons. "L'association" ondes – corpuscules se révèle donc extrêmement fructueuse et rend compte de phénomènes alors inexpliqués. De plus, elle trouve une éclatante confirmation en 1927 : une expérience montre en effet que les électrons, ces particules élémentaires, se comportent aussi bizarrement que la lumière, on peut constater leur diffraction !

*Les cahiers de Science et Vie ; "Fresnel ; qu'est ce que la lumière ? "*