
Membres de l'Académie des sciences depuis sa création : Louis de Broglie

Quanta de lumière, diffraction et interférences

Note publiée dans les Comptes rendus T.177 (1923) 548-560



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences



OPTIQUE. — *Quanta de lumière, diffraction et interférences.*
Note de M. **LOUIS DE BROGLIE**, transmise par M. Jean Perrin.

1. Dans une Note récente ⁽¹⁾, nous avons montré qu'un observateur, pour décrire le mouvement d'un mobile de vitesse βc ($\beta < 1$), doit lui associer une onde sinusoïdale *non matérielle* se propageant dans la même direction avec une vitesse $\frac{c}{\beta} = \frac{c^2}{v}$; la fréquence de cette onde est égale à l'énergie totale, par rapport à l'observateur, du mobile considéré, divisée par la constante h de Planck. On peut du reste considérer la vitesse βc comme la « vitesse de groupe » d'ondes ayant des vitesses $\frac{c}{\beta}$ et des fréquences $\frac{m_0 c^2}{h\sqrt{1-\beta^2}}$.

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 507. J'ai fait dans cette Note une restriction inutile : on retrouve les conditions de Bohr même dans le cas des vitesses variables très élevées.

correspondant à des valeurs de β voisines mais légèrement différentes. Laissant de côté la signification physique de cette onde (ce sera la tâche difficile d'un électromagnétisme élargi de l'expliquer), nous rappelons que le mobile a même phase interne que la portion de l'onde située au même point; nous l'appellerons donc « l'onde de phase ».

Les atomes de lumière dont nous admettons l'existence ne se propagent pas toujours en ligne droite, comme le prouvent les phénomènes de diffraction. Il semble donc *nécessaire* de modifier le principe de l'inertie. Nous proposons de mettre à la base de la dynamique du point matériel libre le postulat suivant : « En chaque point de sa trajectoire, un mobile libre suit d'un mouvement uniforme le *rayon* de son onde de phase, c'est-à-dire (dans un milieu isotrope) la normale aux surfaces d'égal phase ». En général, le mobile suivra donc la trajectoire rectiligne fixée par le principe de Fermat appliqué à l'onde de phase, qui se confond ici avec le principe de moindre action appliqué au mobile sous la forme maupertuisienne. Mais si le mobile doit traverser une ouverture dont les dimensions sont petites par rapport à la longueur d'onde de l'onde de phase, sa trajectoire se courbera en général comme le rayon de l'onde diffractée. La conservation de l'énergie est sauve, mais non celle de la quantité de mouvement, à moins qu'il ne se transmette une pression aux atomes matériels formant le bord de l'ouverture.

Le nouveau principe mis à la base de la dynamique expliquerait la diffraction des atomes de lumière, *si petit que soit leur nombre*. De plus un mobile quelconque pourrait dans certains cas se diffracter. Un flot d'électrons traversant une ouverture assez petite présenterait des phénomènes de diffraction. C'est de ce côté qu'il faudra peut-être chercher des confirmations expérimentales de nos idées.

Nous concevons donc l'onde de phase comme guidant les déplacements de l'énergie, et c'est ce qui peut permettre la synthèse des ondulations et des quanta. La théorie des ondes allait trop loin en niant la structure discontinue de l'énergie radiante et pas assez loin en renonçant à intervenir dans la dynamique. *La nouvelle dynamique du point matériel libre est à l'ancienne dynamique (y compris celle d'Einstein) ce que l'optique ondulatoire est à l'optique géométrique*. En y réfléchissant on verra que la synthèse proposée paraît le couronnement logique du développement comparé de la dynamique et de l'optique depuis le xvii^e siècle.

II. Arrivons maintenant à l'explication des franges d'interférences. Nous admettrons qu'un atome matériel a une probabilité d'absorber ou d'émettre un atome de lumière déterminée par la résultante de l'un des vec-

teurs des ondes de phase se croisant sur lui ; naturellement l'émission n'est possible que si l'atome est excité et l'absorption que si un atome de lumière se trouve à proximité. L'hypothèse précédente est au fond tout à fait analogue à celle qu'admet la théorie électromagnétique quand elle lie l'intensité de la lumière *décelable* (c'est-à-dire capable d'agir photoélectriquement sur l'œil, la plaque photographique ou le bolomètre) à l'intensité du vecteur électrique résultant.

Une cause quelconque ayant déclenché l'émission d'un quantum de lumière dans une source « ponctuelle », son onde de phase, en passant sur les atomes voisins, déclenchera d'autres émissions de quanta dont nous supposerons la vibration interne en phase avec l'onde elle-même. Tous les atomes lumineux émis auraient donc ainsi même onde de phase que le premier ; nous dirons qu'ils sont couplés en onde (1). L'onde de phase unique transporte donc avec elle une foule de petits morceaux d'énergie qui glissent d'ailleurs un peu à sa surface comme il résulte de notre dernière Note.

Étudions l'expérience des trous d'Young : quelques atomes de lumière traverseront les trous et se diffractent en suivant le rayon de la portion d'onde de phase qui les entoure. Dans l'espace situé derrière la paroi, leur capacité d'agir photoélectriquement variera en chaque point suivant l'état d'interférence des ondes de phase qui ont traversé en se diffractant les deux trous. Il y aura donc des franges brillantes et obscures telles que les prévoient les théories ondulatoires et *cela si faible que soit l'intensité de la lumière incidente*.

Ce système d'explication, qui emprunte l'essentiel à la théorie des ondes en introduisant les quanta, doit se généraliser pour toutes les franges d'interférence et de diffraction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'une aldéhyde à odeur de verveine, le méthoéthyl-1-benzène-éthanal-4*. Note (1) de M. L. BERT, transmise par M. A. Haller.

L'aldéhyde cuménacétique (méthoéthyl-1-benzène-éthanal-4) n'a pas été préparée jusqu'ici.

(1) Ce sont probablement de tels atomes couplés en onde qui interviennent dans la formule des fluctuations du rayonnement noir. Voir *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 811.

(2) Séance du 17 septembre 1923.