



Considérons une onde plane qui arrive sur un dioptre plan (surface de séparation entre deux milieux d'indice n_1 et n_2 , voir figure ci-dessus) sous un angle d'incidence i_1 avec la normale au dioptre. Les points A, I, B' du dioptre émettent des ondelettes sphériques aux moments où les points A, M, B de l'onde plane touche le dioptre. Ces ondelettes sont donc émises à des instants différents tels que $t_A < t_I < t_{B'}$. A $t_{B'}$ l'ondelette émise par B' est représentée par une sphère de rayon nul, tandis que l'ondelette sphérique émise par A a déjà cheminé pendant un temps $(t_{B'} - t_A)$ et possède déjà un certain rayon R_A . Ces ondelettes admettent pour enveloppe un plan normal au plan de figure et tangent aux sphères tracées. Les rayons lumineux sont les perpendiculaires à ce plan d'onde et représentent l'ensemble des rayons réfractés faisant un angle i_2 avec la normale au dioptre.

Le chemin optique parcouru par la lumière quand elle va de B à B' est égal à la distance qui serait parcourue par la lumière pendant le même temps $t = t_{B'} - t_B = t_{B'} - t_A$ ($t_B = t_A$) si elle cheminait dans le vide (la vitesse de la lumière dans le vide est notée c , et v_1 et v_2 sont respectivement les vitesses de la lumière dans les milieux 1 et 2). Le temps mis par la lumière pour parcourir BB' est $t = BB'/v_1$ et le chemin optique correspondant est $\ell(\text{opt}) = (c/v_1)BB'$. L'ondelette issue de A doit parcourir le même chemin optique qui sera donné par $\ell(\text{opt}) = (c/v_2)AA'' = R_A$. En utilisant sur la figure ci-dessus des relations trigonométriques simples, on a :

$$\begin{aligned} \ell(\text{opt}) &= (c/v_1)BB' = (c/v_2)AA'', & BB' &= AB' \sin(i_1), & AA'' &= AB' \sin(i_2) \\ \ell(\text{opt}) &= (c/v_1)AB' \sin(i_1) = (c/v_2)AB' \sin(i_2), & n_1 \sin(i_1) &= n_2 \sin(i_2) \end{aligned}$$

en définissant l'indice de réfraction d'un milieu i par $n_i = c/v_i$ ($i=1, 2$). On retrouve bien à l'aide du principe de Huyghens les lois de la réfraction. De plus, dans la figure ci-dessus les rayons réfractés se rapprochent de la normale au dioptre ce qui correspond par exemple au passage de l'air dans le verre et $\sin(i_1) > \sin(i_2)$ donc $n_1(\text{air}) < n_2(\text{verre})$ et $v_1(\text{air}) > v_2(\text{verre})$

Ainsi suivant la théorie ondulatoire de Huyghens, la vitesse de la lumière est nécessairement plus petite dans le verre que dans l'air, dans les milieux à fort indice de réfraction que dans les corps à faible indice.

Nous aboutissons ainsi à une contradiction flagrante entre les deux théories que seule l'expérience cruciale de Foucault (1850) permettra de trancher en faveur de la théorie ondulatoire de la lumière

Cependant, à cause surtout de la très grande autorité de Newton dans le monde scientifique de l'époque, la théorie corpusculaire restera prévalente pendant tout le XVIII^e siècle.