



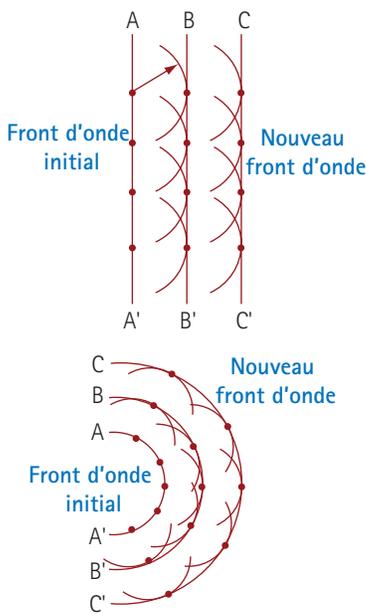
Christiaan Huygens

1629-1695

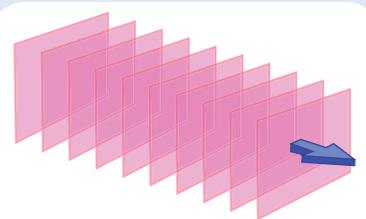
Dans son étude de la lumière, Christiaan Huygens développe une théorie ondulatoire à l'aide de laquelle il explique les phénomènes de réflexion et de réfraction. Cette théorie suppose que la vitesse de la lumière est plus faible dans un milieu dense. Elle vient donc en contradiction avec la théorie corpusculaire de Newton, selon laquelle la vitesse de la lumière est plus grande dans un milieu plus dense.

Christiaan Huygens

De la lumière



Chaque point d'un front d'onde est une source de lumière et le nouveau front d'onde est constitué de la surface tangente aux ondelettes sphériques.



Lorsque la source est très éloignée, les fronts d'onde sont des plans parallèles, tous perpendiculaires à la direction de la propagation de la lumière.

En 1678, Huygens émet l'hypothèse que la lumière est un mouvement ondulatoire plutôt qu'un faisceau de particules. Il ignorait la nature exacte de cette onde, mais son modèle permettait d'expliquer correctement divers aspects de la propagation de la lumière. Le principe de Huygens est le suivant :

Tous les points d'un front d'onde peuvent être considérés comme des sources ponctuelles d'ondes sphériques secondaires (ondelettes) se propageant de façon radiale à des vitesses caractéristiques de la propagation des ondes dans le milieu considéré. Après un temps t , la nouvelle position du front d'onde est la surface tangente aux ondelettes sphériques.

Dans les figures à gauche, sont représentées les coupes d'un front d'onde plan et d'un front d'onde sphérique selon la description de Huygens. Seuls quelques points des fronts d'onde sont représentés pour faciliter la lecture des illustrations. Les ondes se propagent de la gauche vers la droite et le rayon des arcs de cercle centrés aux points du front d'onde représentent le produit de la vitesse de la lumière par l'unité de temps. La théorie

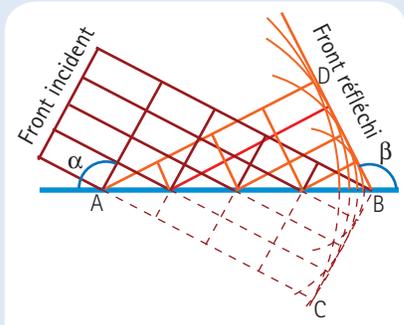
ondulatoire de Huygens lui permet d'expliquer plusieurs phénomènes optiques.

Réflexion

Lorsque la lumière provient d'une source très éloignée, comme le Soleil, les ondes sphériques donnent une onde plane, c'est-à-dire que les fronts d'onde sont des plans parallèles, perpendiculaires à la direction de la propagation de la lumière. L'onde plane se propage selon des rayons lumineux perpendiculaires à l'onde plane (voir la figure en bas de la page à gauche).

Si les rayons de l'onde plane frappent une surface réfléchissante (figure en haut de la page suivante), chacun des points du front d'onde en contact avec la surface agit comme source de lumière pour constituer un autre front d'onde. Lorsque l'onde arrive en B, les ondelettes émises à partir des points situés entre A et B parviennent en des points de demi-sphères dont l'enveloppe commune forme le front d'onde réfléchi.

Puisque le plan d'onde réfléchi forme avec la surface réfléchissante AB un angle égal à celui que forme le plan d'onde incident avec la surface réfléchissante, la théorie ondulatoire explique le phénomène de la réflexion.



La vitesse de la lumière ne change pas et le rayon AD est égal au rayon AC. Il en est de même pour tous les rayons partant des points entre A et B. L'enveloppe de ces sphères définit le front d'onde réfléchi.

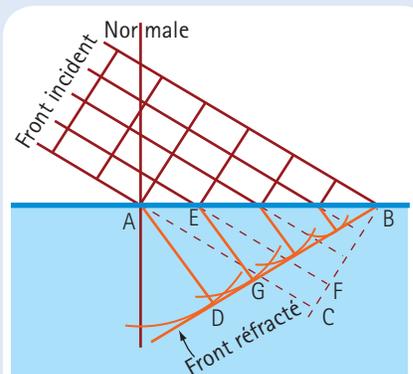
Réfraction

La théorie ondulatoire permet également à Huygens d'expliquer le phénomène de la réfraction. Mais, contrairement à la théorie corpusculaire soutenue par Newton, la théorie ondulatoire suppose que la vitesse de propagation est moindre dans un milieu plus dense.

Dans la figure ci-dessous, en traversant le plan AB, la vitesse de la lumière diminue. Si le rayon qui frappe la surface en A n'était pas réfracté, il parviendrait en D dans le temps que prend le rayon réfracté pour parcourir la distance AD.

Par conséquent, le rapport des rayons des sphères doit être égal au rapport des vitesses, soit :

$$\frac{\overline{AC}}{\overline{AD}} = \frac{\overline{EF}}{\overline{EG}} = \dots = \frac{v_1}{v_2}$$



La vitesse de la lumière est plus faible dans le milieu plus dense et le rapport des rayons doit être égal à celui des vitesses.

Dans la figure à droite, selon la construction de Huygens, le rapport des rayons des cercles représentant les sphères de propagation est égal au rapport des vitesses des deux milieux. On a donc

$$\frac{\overline{AC}}{\overline{AD}} = \frac{v_1}{v_2}$$

Les tangentes aux cercles se rencontrent au point B à l'intersection des deux milieux, qui est le prolongement des diamètres. Par les rapports des côtés dans les triangles ABC et ABD, on a :

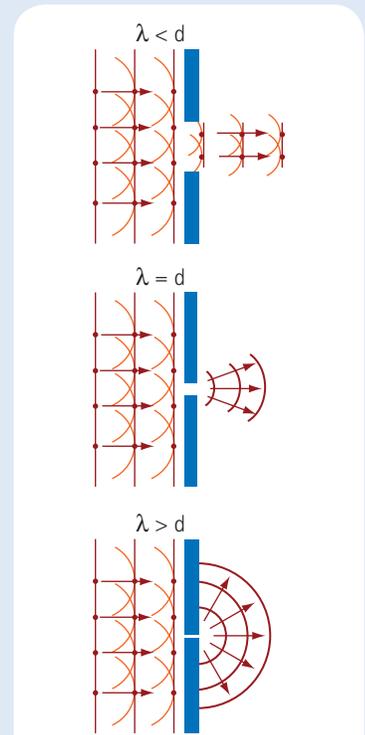
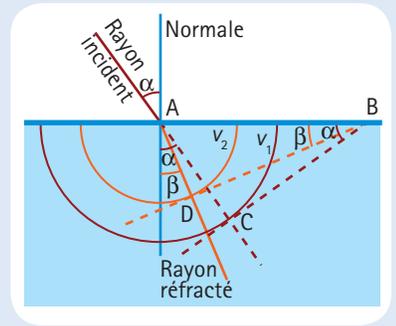
$$\frac{\overline{AC}}{\overline{AD}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\overline{AC}/\overline{AB}}{\overline{AD}/\overline{AB}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Diffraction

Si un front d'onde, figure ci-contre, rencontre un obstacle comportant une ouverture circulaire de diamètre d beaucoup plus grand que la longueur d'onde, le front d'onde qui émerge de l'ouverture continue à se déplacer en ligne droite. Il y a peu de diffraction, sauf quelques effets faibles sur les bords que l'on néglige en optique géométrique.

Lorsque le diamètre de l'ouverture est égal à la longueur d'onde, la diffraction devient plus perceptible. Lorsque le diamètre de l'ouverture est beaucoup plus petit que la longueur d'onde, l'ouverture se comporte comme un émetteur ponctuel d'ondes sphériques et la diffraction devient importante. Le front d'onde n'est plus plat, il est sphérique, ce qui explique le phénomène de diffraction.

La théorie ondulatoire permet d'expliquer les phénomènes de réflexion et de réfraction de la lumière en considérant que la vitesse de la lumière est plus faible dans un milieu plus dense. Par sa théorie corpusculaire, Newton explique aussi ces phénomènes, mais en supposant que la vitesse de la lumière est plus grande dans un milieu plus dense. Il devient important de pouvoir calculer la vitesse de la lumière dans différents milieux pour adopter la meilleure théorie.



La diffraction ne peut s'expliquer par la théorie corpusculaire, car les corpuscules se déplacent en ligne droite. À l'époque, la théorie corpusculaire a quand même été adoptée par la plupart des scientifiques à cause de la notoriété de Newton.