

### CHAPITRE III.

## LA THÉORIE DE L'ÉMISSION ET L'OPTIQUE DE NEWTON

---

Les résultats précédemment obtenus faisaient ressortir la fécondité des méthodes employées et engageaient les savants du XVIII<sup>e</sup> siècle à poursuivre leurs recherches dans cette voie. Le XVIII<sup>e</sup> siècle (1680-1780) est le siècle de Newton et de Huygens ; tous les deux s'occupent de la mécanique, de l'optique et de la dynamique et tous les savants à cette époque avaient l'impression qu'il ne fallait que quelques efforts de plus et qu'à la fin, l'ensemble de la nature inanimée se révélerait comme une machine en parfait fonctionnement.

La plupart des travaux de *Newton* (1642-1727) et ses recherches expérimentales ont un caractère mathématique. Il ne se propose pas de trouver des faits nouveaux : Il cherche la cause de ceux qui existent, et lorsqu'il embrasse de son œil le domaine de la science, « ce n'est pas au loin qu'il regarde, c'est en haut et en bas. C'est en donnant cette direction à ses recherches que Newton a mérité de servir éternellement de modèle » (1).

1. J. C. POGGENDORFF, *Histoire de la Physique*, trad. MM. E. Bibart et G. de la Quesnerie, Paris, Dunod, 1883, p. 407.

Newton nous dit lui-même que la théorie naturelle consiste en trois choses : trouver et déterminer d'abord les phénomènes, puis leurs lois, puis enfin les forces qui les produisent.

Que ce soit en physique ou en mathématiques, pour les recherches des questions difficiles, il emploie toujours la méthode analytique avant de recourir à la méthode synthétique. C'est la première de ces méthodes qu'il employa dans les deux premiers livres de son *Traité d'Optique*. Et voici comment il l'appliqua : Il fit des expériences et des observations et en tira par induction des conclusions générales en n'admettant aucune objection contre ces conclusions qui ne fût basée sur quelque expérience ou d'autres vérités certaines. « Car, pour les hypothèses, il ne faut y avoir  
« aucun égard dans la philosophie expérimentale et  
« quoique les raisonnements fondés par induction sur  
« des expériences et des observations n'établissent pas  
« démonstrativement des conclusions générales, c'est  
« pourtant la meilleure manière de raisonner que puisse  
« admettre la nature des choses, et elle doit être re-  
« connue pour d'autant mieux fondée que l'induction  
« est plus générale. Et s'il n'y a aucune objection de  
« la part des phénomènes, on peut tirer une conclusion  
« générale. Mais si dans la suite il se présente quelque  
« exception de la part des phénomènes, il faut alors  
« que la conclusion soit limitée par telles ou telles  
« exceptions qui se présentent » (1).

Dans cette sorte d'analyse, on peut passer du com-

1. NEWTON, *Traité de l'Optique*, trad. Coste. Amsterdam, 1720, p. 580.

posé au simple, des mouvements aux forces qui leur donnent naissance et, en général, des effets à leurs causes ; et des causes particulières à des causes plus générales jusqu'à ce qu'on parvienne enfin aux plus générales. C'est la méthode analytique que Newton employa pour découvrir et prouver les différences originaires des rayons de lumière par rapport à la réfrangibilité, à la réflexibilité et à la couleur ; leurs accès de facile réflexion et de facile transmission, et les propriétés des corps tant opaques que transparents d'où dépendent leurs réflexions et leurs couleurs. Ces découvertes une fois vérifiées, on peut s'en servir par la méthode synthétique comme de principes pour expliquer les phénomènes qui en découlent.

On sait que ce savant fut le fondateur de la cosmographie et, avec Leibniz, le créateur du calcul infinitésimal. Les lois de Newton sont à la base du mouvement des astres. Avant lui, Descartes prétendait que toutes les choses doivent être rattachées les unes aux autres par une nécessité géométrique et que c'est la seule méthode qui existe pour se les représenter. Newton est loin de ces pensées. La nature est, à son avis, un ensemble complexe aux multiples faces qu'on peut aborder de différents côtés. La construction de l'univers ne peut se faire par une seule déduction. Il voit clairement le rôle des mathématiques qui n'est pas un rôle créateur. Leur rôle n'est essentiel que lorsqu'il s'agit de faire état d'une donnée pour en découvrir d'autres par l'expérience. La géométrie n'est pas une fin que l'expérimentateur propose à ses recherches, une expression définitive donnant prise sur la vérité

absolue. C'est un moyen de persuader les incrédules par un langage plus clair que les faits, aussi les mathématiques ne sont pas une fin, mais elles sont un moyen au service de la physique (1).

Comme on le voit, Newton fait des mesures et cherche à faire entrer ces mesures dans un ordre mathématique. En d'autres termes, il cherche à rattacher toutes ces mesures aux variations d'une même fonction. Une fois qu'on aura trouvé la fonction mathématique on sera arrivé au but que se propose la science : retrouver par l'expérience l'ordre naturel qui est dissimulé derrière l'expérience, mais qui s'y trouve inclus, car, s'il ne s'y trouvait pas inclus, nous serions bien incapables de l'y retrouver. *L'hypotheses non fingo* dirigée directement contre le cartésianisme ne signifie pas : « Il n'y a pas d'ordre dans la nature, il « signifie, « au contraire, qu'il y a un ordre dans la nature, mais « c'est l'expérience qui peut nous le révéler » (2). Les admirateurs de son génie attribuaient une valeur définitive à des hypothèses qui, dans son esprit étaient seulement les plus commodes et que sa modestie était fort loin de présenter comme donnant le dernier mot de la recherche.

La notion de « point matériel » constitue la notion fondamentale de la dynamique. C'est une portion très petite de matière caractérisée par une masse ou coefficient d'inertie. Soumis à aucune action extérieure et au repos à l'instant initial, le point reste au repos. S'il

1. L. BLOCH, *op. cit.*, p. 340.

2. Abel REY, *Questions de philosophie des sciences*, Cours professé à la Faculté des Lettres de Paris (1929-30), fascicule III, p. 100.

est en mouvement, il conserve son mouvement rectiligne uniforme ; c'est là le principe de l'inertie. Si au contraire le point matériel est soumis à une force, sa vitesse ne reste pas constante et la vitesse de sa vitesse, autrement dit son accélération, est constamment proportionnelle à sa masse. Le produit de son accélération par la masse a donc la même valeur pour tous les points matériels en un point donné de l'espace. Ce produit représente la force qui règne en ce point.

On passe ensuite de cette dynamique du point matériel où l'on suppose que les dimensions des corps en mouvement sont négligeables, à la dynamique des systèmes en considérant que, conformément à l'hypothèse atomique, tous les corps matériels sont constitués par des particules insécables et sont par suite des systèmes de points matériels.

Tout naturellement viennent ensuite la mécanique des corps solides et celle des fluides. « On voit donc à quel point la dynamique de Newton est imprégnée de l'esprit de la théorie atomique et ceci explique que Newton devait être naturellement enclin à se figurer la lumière comme formée de points matériels et chercher dans l'application à ces points matériels des lois de sa dynamique, l'explication des phénomènes lumineux » (1).

Quand la lumière se propage librement d'un point à un autre, sa propagation rectiligne n'est qu'une transposition immédiate du principe de l'inertie. Dans l'hy-

1. LOUIS DE BROGLIE, *Ondes et Corpuscules*, Paris, Hermann, 1930, pp. 4 et 5.

pothèse corpusculaire, chaque élément de lumière assimilable à un point matériel devra, en absence de toute action extérieure, décrire une trajectoire rectiligne d'un mouvement uniforme. Cette trajectoire constitue un rayon de lumière et un ensemble de corpuscules de même direction forme un pinceau de lumière. La réflexion de la lumière est comparée par Newton au choc élastique du point matériel contre un obstacle. La trajectoire rectiligne avant et après le choc et les lois de la dynamique montrent l'égalité des angles faits par ces deux parties de trajectoire avec la normale à l'obstacle au point d'impact.

Newton accepte l'idée que la lumière est due à un transport de particules matérielles, mais impondérables, émises par les sources. Ces particules sont de matières différentes qui correspondent aux différentes couleurs, elles se propagent avec une vitesse énorme, constante, particulière à chaque couleur, comme le feraient des projectiles dans un milieu sans frottement. A la rencontre d'un nouveau milieu, les particules se partagent en deux groupes : les unes rebondissent à sa surface et reviennent dans le premier milieu, les autres pénètrent dans le second milieu pour s'y propager avec une vitesse différente et dans une autre direction. Les chocs de ces particules frappent les yeux et donnent la sensation de la lumière.

On voit que ces hypothèses donnent une conception matérielle du rayon lumineux, puisque chaque rayon est constitué par une file de petits corpuscules qui se suivent, mais qui ne sont pas tous dans le même état de mouvement. Comparant la lumière à un corps

matériel et remarquant qu'une particule de matière en mouvement rapide tend comme elle à se propager d'une manière rectiligne, Newton pensait tout naturellement que la lumière consistait en un jet de particules lancées par une source lumineuse et que l'énergie lumineuse est concentrée sur de petites particules et n'est pas diffusée dans tout l'espace traversé par la lumière. Cependant, c'est un fait d'observation courante que les rayons lumineux peuvent être brusquement déviés par réflexion ou par réfraction et l'on sait que dans ces deux cas les rayons ne sont que partiellement réfléchis ou réfractés.

Dans son livre, *Traité d'Optique*, qui parut en 1717, Newton développe sa théorie de la transmission de la lumière et des influences qu'elle subit de la part des corps qu'elle rencontre. Dans ce livre il a réuni et coordonné tous les travaux qu'il avait accomplis sur la lumière jusqu'au moment où le livre parut. Le premier livre de son *Optique* traite de la réflexion, de la réfraction et de la dispersion. Avant Newton on savait qu'en faisant traverser un prisme par un faisceau de lumière blanche on obtenait, en interceptant le faisceau émergeant au moyen d'un écran, une tache allongée et aux bords irisés. La lumière semble s'être dispersée. Newton vers 1666 ne vit pas seulement dans ce phénomène, comme ses prédécesseurs, un amusement inutile et un spectacle pour les yeux. On avait cru tout d'abord que c'est le verre qui communique son éclat aux rayons lumineux. Newton le premier émit l'hypothèse que c'est la lumière blanche elle-même qui se décompose, qu'elle consiste en un nombre infini de

rayons colorés de différentes réfrangibilités et au même degré de réfrangibilité correspond toujours une seule et même couleur. Il attribue la coloration de chaque corps à ce qu'il ne réfléchit que les rayons d'une certaine espèce et absorbe tous les autres. Il admettait que tous les corps, même les plus opaques, se laissent pénétrer par la lumière jusqu'à une profondeur quelquefois infiniment petite.

Malgré l'hypothèse admise par Newton que les particules lumineuses sont soumises à certaines forces à la surface d'un miroir ou d'un liquide, une objection se présente aux yeux du savant : si la lumière est formée de particules, les forces qui se manifestent à la surface de séparation des deux milieux doivent traiter tous ces corpuscules de la même façon. Si donc un corpuscule est réfracté, tous les autres doivent l'être également, ce qui ne laisse rien pour la réflexion. Newton essaya de lever cette objection en attribuant à la surface de séparation des périodes alternées de transmission et de réflexion. « La raison pour laquelle les surfaces des « corps transparents épais réfléchissent une partie de « la lumière qui tombe sur ces corps et rompent le reste, « est que quelques rayons, au moment de leur incidence, « se trouvent dans des accès de facile réflexion tandis « que les autres sont dans des accès de facile transmis- « sion » (1). Par exemple, si un corpuscule frappe la surface d'un liquide à un instant déterminé, il est admis à pénétrer, mais peu après, les portes étant refermées, le corpuscule suivant est renvoyé pour former de la lu-

1. NEWTON, *op. cit.*, p. 389.



mière réfléchi. Comme on le voit, Newton, par cette conception, abandonnait l'uniformité de la nature et remplaçait le déterminisme par les probabilités. Il est bien probable qu'il n'était pas satisfait de son explication qui était loin d'être parfaite.

Mais la théorie corpusculaire se heurtait à bien d'autres difficultés plus graves. Si on fait une étude minutieuse et détaillée de la propagation de la lumière on s'aperçoit qu'en dépit de l'apparence, cette propagation ne se fait pas en ligne droite. Un objet de grandes dimensions projette une ombre bien définie. Par contre, un très petit objet, par exemple un fil très fin ou un cheveu, ne projette pas d'ombre semblable. Aucune partie de l'écran devant lequel il est placé ne demeure obscure, ce qui prouve que la lumière réussit à s'infléchir autour de ce fil. De plus, non seulement nous n'avons pas d'ombre bien définie, mais nous observons des bandes parallèles alternativement lumineuses et sombres connues sous le nom de « franges de diffraction ». Une expérience du même genre consiste à faire tomber un faisceau de lumière sur un grand trou circulaire percé dans un écran; nous aurons sur un autre écran placé derrière le premier une tache circulaire tout à fait différente de ce qu'on a en utilisant un trou très petit fait avec une épingle. Dans ce second cas, l'écran porte dans l'axe du trou une tache assez grande, formée de cercles alternativement lumineux et sombres qui sont « des anneaux de diffraction ». « Toute la lumière « qui est à une distance du centre plus grande que le « rayon du trou d'épingle s'est en quelque sorte inflé-  
« chie autour des bords du trou. Newton regardait ces

« phénomènes comme une preuve que ces corpuscules lumineux étaient attirés par la matière solide » (1).

Des expériences précédentes il résulte que la lumière ne se propage pas en ligne droite et que par conséquent les rayons lumineux n'existent pas, il est donc impossible d'en isoler un.

Dans la première partie du second livre de l'*Optique*, Newton fait des observations concernant les réflexions, réfractions et couleurs des corps minces transparents. Il s'agit des anneaux colorés qui se produisent lorsque la lumière doit traverser des lames minces. Ses premières observations portèrent sur des couples de prismes accolés et pressés l'un contre l'autre, mais qui, n'étant pas parfaitement dressés, ne s'appliquaient pas exactement l'un sur l'autre, en sorte qu'il restait un peu d'air emprisonné entre les deux. Il remarque que « en pressant fortement les deux verres l'un contre l'autre, la tache transparente devient de plus en plus large, parce que les parties de verre, mutuellement pressées, sont réduites par cette pression à céder en dedans » (2). Ensuite il prend une lentille de faible courbure en contact avec une surface plane de verre. Entre la lentille et la surface il a ainsi une lame mince d'air dont l'épaisseur augmente graduellement à partir du point de contact. Il obtient ainsi, avec une lumière monochromatique une série d'anneaux alternativement brillants et obscurs, correspondant aux différentes épaisseurs de la lame d'air, qui produisent alternative-

1. James JEANS, *Mystérieux Univers*, trad. par M. Billaudel et J. Rossignol. Paris, Hermann, 1931, p. 39.

2. NEWTON, *op. cit.*, p. 255.

ment des concordances et des discordances. Newton trouva que les anneaux produits par le violet étaient plus petits que ceux produits par le rouge, et que les anneaux produits par les autres couleurs étaient compris entre ces extrêmes. Par suite, lorsqu'on emploie la lumière blanche, les « anneaux de Newton » apparaissent sous la forme d'une succession de bandes circulaires colorées. Un bien plus grand nombre d'anneaux sont visibles à la lumière monochromatique qu'à la lumière blanche, parce que les anneaux diversement colorés, lorsque la lame est parvenue à une certaine épaisseur, empiètent les uns sur les autres et recomposent de la lumière blanche. Newton, malgré l'imperfection des moyens dont il disposait, mesura les diamètres de ses anneaux avec une exactitude remarquable; il détermina aussi, d'après la distance focale et l'indice de réfraction de sa lentille, le diamètre de la sphère dont cette lentille formait une partie. Il trouva que les carrés des diamètres de ses anneaux étaient en progression arithmétique, et que par conséquent les épaisseurs de la lame d'air correspondant aux diamètres des anneaux étaient aussi en progression arithmétique. Il détermina les épaisseurs absolues des lames d'air pour lesquelles les anneaux apparaissaient. En employant les rayons les plus lumineux du spectre, c'est-à-dire les rayons qui sont entre le jaune et l'orangé, il trouva que l'épaisseur correspondante au premier anneau brillant était de  $\frac{1}{178000}$  de pouce (0,0001427 de millimètre).

Pour expliquer les anneaux, Newton supposait que les particules lumineuses ont des accès de facile trans-