

PREMIÈRE PARTIE

LES THÉORIES ANCIENNES DES PREMIÈRES RECHERCHES SUR LA NATURE DE LA LUMIÈRE À LA THÉORIE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

CHAPITRE I.

LES PREMIÈRES RECHERCHES SUR LA NATURE DE LA LUMIÈRE DANS L'ANTIQUITÉ ET AU XVI^e SIÈCLE

De tout temps la lumière a été l'objet de l'admiration des hommes. Peu d'agents physiques, en effet, peuvent influencer aussi profondément qu'elle sur leur état matériel et moral. On ne peut pas vivre sans elle, on ne peut mourir sans la regretter.

Parmi les phénomènes offerts par la nature, la première, elle éveilla la curiosité scientifique et le problème qu'elle suscite n'est pas de maigre importance. Qu'est-ce que la lumière ? De quoi est-elle faite ? Par quelles forces est-elle créée ? Comment traverse-t-elle les cieux pour nous parvenir ? Ces diverses questions se sont imposées à l'attention des plus grands penseurs de l'antiquité jusqu'à nos jours, et si elles n'ont pas été

résolues, du moins leur étude a provoqué de très grandes découvertes et ouvert des horizons nouveaux à la pensée scientifique.

Le phénomène de la vue est, bien entendu, en liaison étroite avec les questions relatives à la lumière : cet ensemble a été placé par les Grecs dans la philosophie et ceci n'a rien qui puisse surprendre à cause du caractère spéculatif de cette étude.

Il serait curieux évidemment de décrire les hypothèses des Pythagoriciens, de Platon et de ses disciples, d'Aristote et des Péripatéticiens à ce sujet, mais cela ne présente pour la Physique aucun intérêt, leurs idées étant très vagues et puériles. Nous signalerons toutefois que les anciens attribuaient à la lumière une structure corpusculaire et cette conception est liée à l'idée générale d'une structure atomique de la matière.

La lumière serait aussi une substance pas essentiellement différente de la matière mais bien distincte ; elle en serait une forme subtile. Ces deux formes auraient des propriétés communes et, entre autres, le caractère atomique (1). A côté de cette idée nous noterons que l'hypothèse de l'émission a été soupçonnée par Empédocle au v^e siècle avant J.-C., et que l'hypothèse des ondulations remonte à Aristote.

Nous commencerons donc notre étude au xvi^e siècle. Car ce n'est que dans ce siècle et surtout à sa fin, avec Galilée que commença un véritable travail scientifique concernant la lumière.

Pendant tout le xvi^e siècle tous les savants préten-

1. Cf. LUCRÈCE, *De natura rerum*, livre I. et II.

daient que la loi qui régnait dans la nature était le principe de causalité. Ils croyaient que tout phénomène a une cause et que dans les mêmes conditions la même cause est suivie du même effet. Les phénomènes se présentaient à eux par un mouvement ou par un ensemble de mouvements. L'ensemble des causes matérielles des phénomènes constituaient donc la théorie physique. La dynamique et la cinématique étaient confondues, ainsi que la mécanique avec la physique. Et l'idée de force, dans l'acceptation dynamique du mot, n'avait pas encore été mise en relief. L'étude de la physique pendant ce siècle fut plutôt une étude des œuvres d'Aristote qu'un travail de recherches.

CHAPITRE II.

LA NAISSANCE DES RECHERCHES ET DES THÉORIES SCIENTIFIQUES SUR LA LUMIÈRE

§ 1. — Les idées de Galilée.

Ce n'est qu'à la fin du xvi^e et au $xvii^e$ siècle, avec l'apparition de *Galilée* (1564-1642) que les sciences physiques s'engagèrent dans une voie différente. Il se produisit une véritable naissance de l'esprit scientifique. Les savants commencèrent l'étude directe de la nature ; la construction de la physique se fit par l'observation de la vie et par des expériences de laboratoire. Ils méditaient ensuite pour coordonner les faits acquis afin d'en dégager les lois qui régissent les phénomènes ; l'analyse mathématique enfin généralisait et permettait de conclure.

C'est alors que le désir d'obtenir des résultats quantitatifs se substitue à la vague notion de qualitatif, en même temps que l'on cherche les rapports intimes entre les phénomènes. Le mécanisme, pour assurer la valeur objective de ses théories, avait recours à l'expérience parce que celle-ci vérifiait une ou plusieurs déductions particulières de la théorie qui passait alors d'une hypothèse à une réalité expérimentale. Les expériences de Galilée font naître les propositions fonda-

mentales qui forment la base de la dynamique. La notion de force et celle d'accélération se précisent alors si bien que cette époque marque le début d'une seconde période dans toutes les branches de la physique et surtout dans l'optique.

Galilée, dans ses *Discours et démonstrations mathématiques touchant deux sciences nouvelles* (1638), explique très nettement que la lumière suppose le mouvement d'un milieu. L'idée de Galilée est que les effets physiques ont toujours des causes cinétiques. Il lui suffit d'avoir mis en évidence la nécessité d'une vitesse de propagation caractéristique de la lumière. Il a même indiqué que cette vitesse est certainement bien supérieure à celle du son (1). Il faut cependant remarquer que dans ses ouvrages l'expérience est rarement invoquée. Quoique dans son esprit elle règne en souveraine et doive prononcer en dernier ressort, la théorie tout entière est construite sans elle. « Les lois de la nature sont, dit-il, les plus simples qu'il se puisse ; il n'est pas possible de nager mieux que les poissons, ou de voler mieux que les oiseaux. Elevons donc notre pensée jusqu'à la règle la plus parfaite et la plus simple : nous formerons la plus vraisemblable des hypothèses. Suivons-en curieusement les conséquences ; que les mathématiques les transforment sans scrupule en théorèmes élégants, nous ne risquons rien. La géométrie a étudié déjà bien des courbes inconnues à la nature, et dont les propriétés ne sont pas moins admirables : c'est à elle seule aussi

1. Sur ce sujet, cf. L. BLOCH : *La Philosophie de Newton*, Paris, Alcan, 1908, p. 564.

« qu'appartiendront nos résultats, si l'expérience ne « les confirme pas » (1).

Cette bonne foi envers soi-même est la principale caractéristique de la méthode de ce savant. On s'est étonné qu'il suivit courageusement les doctrines de principes douteux, en objectant que l'étude directe de la nature devait les vérifier tout d'abord ainsi que le demande la véritable philosophie naturelle. Nous avons vu plus haut comment il expose sa méthode sans pourtant en faire comprendre toute la portée.

Après Galilée, *Isaac Vossius* (1618-1689), dans son ouvrage sur la *Nature de la Lumière*, en 1662, pose en fait que la lumière n'est pas un corps. Bien qu'immatérielle, la lumière est pourtant quelque chose de réel, au même titre que le son. Même dans le vide, il faut considérer que la lumière existe encore, mais elle parcourt le vide d'une manière invisible et instantanée et ne redevient visible que dans les corps solides (2).

§ 2. — La théorie de Descartes.

Avec *Descartes* (1596-1650) nous voyons apparaître les théories optiques. Il commence d'abord par déclarer dans sa *Dioptrique* qu'il n'est pas nécessaire de dire quelle est la nature de la lumière, et il pense qu'il suffit de se servir de comparaisons qui aident à la concevoir. L'une d'elles est celle du bâton, par l'intermédiaire duquel un aveugle sent les objets qui l'environ-

1. Cité par Joseph BERTRAND : *Fondateurs de l'astronomie moderne*. Paris. Hetzel, p. 261.

2. Cf. L. BLOCH, *op. cit.*, p. 565.

ment. « La lumière, écrit Descartes, n'est autre chose
« dans le corps lumineux qu'un certain mouvement ou
« une action fort prompte et fort vive, qui passe vers
« nos yeux par l'entremise de l'air et d'autres corps
« transparents de même façon que le mouvement ou
« la résistance des corps, que rencontre cet aveugle,
« passe vers sa main par l'entremise de son bâton » (1).
Il résultait pour Descartes de l'incompressibilité sup-
posée du bâton que l'action doit passer instantanément
d'un bout à l'autre de celui-ci ; aussi la vitesse de la
lumière était-elle pour lui nécessairement infinie. Des-
cartes fait encore un effort pour donner une explication
des couleurs: « Nous pouvons, dit-il, avec un bâton nous
« rendre compte, dans une certaine mesure, de la na-
« ture des objets touchés, pareillement les couleurs ne
« sont autre chose dans les corps colorés que les di-
« verses façons dont ces corps transmettent le mou-
« vement à nos yeux » (2). Dans son livre sur les *Mé-
téo*res Descartes cherche à pénétrer davantage dans le
détail de l'explication des couleurs, en parlant des
petites boules de la matière subtile, qui roulent de
diverses façons dans les pores des corps terrestres, fai-
sant naître ainsi des différences dans nos sensations de
couleurs. Et il insiste avec force sur ce qu'il n'est pas
besoin de supposer qu'il passe quelque chose de maté-
riel depuis les objets jusqu'à l'œil, pour faire voir la
lumière et les couleurs. Il ne considère pas la lumière
comme un mouvement qui se propage par ondes suc-

1. DESCARTES : *Œuvres complètes*, par A. Tannery : Dioptrique, 1^{er} dis-
cours. Paris, Cerf., 1902, t. VI, p. 84.

2. DESCARTES : *Ibid.*, p. 85.

cessives, mais comme une pression transmise instantanément par l'intermédiaire d'un autre élément.

Ces conceptions conduisent Descartes à la découverte de la loi de la réfraction. Avant lui *Willebrord Snellius* (1591-1626) avait déjà trouvé la loi de la réfraction mais il ne publia pas sa découverte. Cette loi a été publiée pour la première fois par Isaac Vossius dans son *De Lucis natura et Proprietate*, 1662. Elle est purement expérimentale et Snellius démontre que les rapports des chemins parcourus dans les deux milieux pendant le même temps est constant ; mais ces chemins se comportent comme les cosécantes des angles d'incidence et de réfraction. Descartes probablement a connu la loi de Snellius mais il n'en fait pas mention. Le mérite d'avoir le premier exprimé la loi lui reste tout entier. Car au lieu de dire que les cosécantes sont dans un rapport constant, comme le dit Snellius, il dit que le sinus des mêmes angles sont dans un rapport constant. Dans sa *Dioptrique*, il rappelle d'abord la loi de la réflexion qu'il essaie de démontrer par une voie toute théorique. Il prend l'exemple d'une balle lancée obliquement contre une surface polie. Il suppose que lorsqu'une particule tombe sur un plan dans une direction oblique, sa vitesse se décompose en deux, l'une parallèle à la surface, l'autre perpendiculaire ; de ces composantes il résulte pour la particule un mouvement tel qu'elle s'éloigne de la surface, en faisant un angle égal à celui sous lequel elle est tombée. Pour expliquer la réfraction, Descartes admet que le milieu transparent laisse pénétrer les particules lumineuses et a simplement la propriété de modifier la

composante verticale de leur vitesse. Il ajoute cependant encore l'hypothèse que les milieux pondérables opposent d'autant moins de résistance qu'ils sont plus denses, de même qu'une balle perd moins en vitesse lorsqu'elle est lancée contre un corps solide que lorsqu'elle rebondit sur un corps mou. Alors, Descartes arrive, par une décomposition de forces semblables à la précédente, à la loi que dans un seul et même milieu le sinus des angles considérés est dans un rapport constant.

Descartes présente la réflexion et la réfraction de la lumière non pas comme des faits d'expérience sur lesquels un doute pourrait subsister quant à la parfaite exactitude des lois, mais comme des conséquences nécessaires d'une hypothèse *a priori* sur la nature de la lumière. « Descartes s'est contenté de construire « l'optique sur une base purement géométrique. La « propagation rectiligne des rayons et les déviations « qu'ils subissent en changeant de milieu étaient les « seuls phénomènes qu'on eût étudiés distinctement. « Sur cette base on avait édifié la *Dioptrique* et la *Ca-* « *toptrique*. Les lois géométriques qui président à ces « sciences étaient considérées par Descartes comme « immuables. La découverte de la dispersion, faite par « Newton moins de 30 ans après la mort de Descartes « suffit à renverser cette conception dogmatique » (1). Après ses expériences il conclut qu'il y a une différence de vitesse de la lumière dans les divers milieux allant d'autant plus vite que le milieu est plus dense.

1. L. BLOCH, *op. cit.*, p. 383.

Dans la démonstration de Descartes il y a une contradiction avec ses vues sur la propagation instantanée. Il importe d'ailleurs de remarquer les contradictions de Descartes dans ses explications ; il y a eu peu de rigueur dans son esprit, il abonde en comparaisons. Pourtant c'est lui qui a donné la voie à Newton aussi bien qu'à Huygens en montrant l'usage que l'on pourrait faire des mathématiques en Physique. Il a montré ce que devait être la physique théorique. « Sa théorie de la physique, qui est centrale, « a été la claire et systématique détermination de toute l'orientation et de tout l'esprit de la science moderne » (1).

§ 3. — Le principe de Fermat et la découverte de Rømer.

L'optique géométrique s'enrichit par différentes découvertes. A l'époque de Descartes, *Fermat* (1608-1665) s'occupait beaucoup de l'optique et pour déterminer la vitesse de la lumière il propose la même expérience que Galilée avait proposée avant lui. Deux observateurs étaient placés à une certaine distance, le premier envoyait un rayon de lumière au second qui le lui renvoyait immédiatement ; du temps écoulé entre le départ et l'arrivée de la lumière pour le premier observateur devait se déduire la vitesse cherchée. Ce même savant pose son principe que la lumière, pour aller d'un point à un autre, met le temps le plus court possible.

Descartes et Fermat discutent au sujet de la réflexion ;

1. Abel REY, *La théorie de la Physique chez les physiciens contemporains*, 3^e éd., Paris, Alcan, 1930, p. 312.

la principale objection de Fermat était : « Il semble y
« avoir une particulière disconvenance en ce que le
« mouvement d'une balle est plus ou moins violent, à
« mesure qu'elle est poussée par des forces différentes,
« là où la lumière pénètre en un instant les corps dia-
« phanes, et semble n'avoir rien de successif » (1).

Descartes répond que l'action de la lumière peut bien être plus ou moins forte et que la lumière, tout en étant instantanée, suit le même chemin que le mouvement successif d'une balle. La discussion se précise au sujet de la réfraction, l'opposition provenant surtout de ce que Descartes s'appuie sur l'axiome : « La nature agit toujours par les lignes les plus courtes », alors que le principe de Fermat est le suivant : « La nature agit par les moyens ou par les voies les plus faciles et les plus promptes » (2). Dans une lettre qu'il envoie à M. D. en 1664, Fermat dit que l'opinion de Descartes sur les proportions des réfractions est très véritable, mais la démonstration qu'il donne est très fautive et pleine de paralogismes pour les raisons suivantes :

1^o Descartes fonde sa démonstration sur une comparaison, et la géométrie ne se pique guère de ces figures, les comparaisons y étant encore plus odieuses que dans le commerce du monde.

2^o Descartes suppose que le mouvement de la lumière qui se fait dans l'air et dans les corps rares, est plus lent que celui qui se fait dans l'eau et les autres corps denses, ce qui semble choquer le sens commun,

1. FERMAT, *Œuvres de Fermat*, par Tannery, t. II, p. 113.

2. DESCARTES, *Lettres*, éd. Ch. Angot, t. III, p. 176.

et enfin parce qu'il prétend que l'une des directions ou des déterminations du mouvement d'une balle subsiste tout entière après la rencontre du second milieu. Fermat dit que la vitesse de la lumière dans l'air est plus grande que dans l'eau, il en donne l'explication, et il trouve les lois de réfraction en se basant sur son principe de moindre action, de même qu'il démontre que le chemin suivi par la lumière réfractée correspond bien au temps minimum (1).

En 1676, *Olof Rømer* (1644-1710), astronome danois qui travaillait alors à l'observatoire de Paris, reprenant les idées de Galilée, prétend que la lumière ne se propage pas instantanément comme le disait Descartes. Rømer a constaté le premier l'existence d'une vitesse finie de propagation de la lumière. Il fut amené à cette conclusion en essayant d'interpréter les observations faites par Cassini sur un des satellites de Jupiter. Il constata que le temps qui sépare deux éclipses consécutives du satellite de Jupiter subit des variations périodiques en relation étroite avec le mouvement de la terre sur son orbite. Il parut tout à fait improbable à Rømer que la Terre pût jouer un rôle dans la durée séparant deux éclipses du satellite de Jupiter, et il a attribué ces variations au temps mis par la lumière pour parvenir de Jupiter jusqu'à nous. Il put ainsi, par le calcul, donner une valeur approximative de la vitesse de propagation de la lumière et trouva 327.000 kilomètres par seconde.

1. DESCARTES, *Ibid.*, p. 259.