de la respiration, est décomposé par les plantes sous l'influence de la lumière.

Les végétaux absorbent l'acide carbonique, s'assimilent le carbone et mettent l'oxygène en liberté. C'est ainsi que cet élément consommé par la combustion et la respiration peut servir à de nouveaux usages.

Il fut un temps où l'atmosphère était plus riche en acide carbonique qu'elle ne l'est aujourd'hui. Lorsque les masses fluides incandescentes qui constituaient notre planète se furent progressivement refroidies, lorsque les vapeurs d'eau condensées eurent formé l'Océan, la plus grande partie du carbone se trouvait dans l'atmosphère, où il était combiné avec l'oxygène à l'état d'acide carbonique. L'air, à cette époque, contenait des quantités de ce gaz beaucoup plus considérables qu'aujourd'hui. Lorsqu'enfin la terre se fut assez refroidie pour que la végétation pût s'y développer, des plantes gigantesques germèrent, sous l'influence de la lumière et du soleil, dans le sol encore chaud ; une flore luxuriante apparut; le carbone de l'acide carbonique atmosphérique se transforma en bois; cette combinaison gazeuse diminua peu à peu, pendant le cours des siècles. Bientôt la surface terrestre subit des révolutions qui eurent pour effet d'enfouir sous le sable et sous le limon argileux des régions considérables, avec les forêts qui les recouvraient; les bois de ces forêts se transformèrent en charbon de terre. Une nouvelle végétation se forma sur les terrains nouveaux, absorba à son tour, sous l'influence de la lumière, l'acide carbonique de l'atmosphère et fut, elle aussi, enfouie dans le sol par une nouvelle révolution. C'est ainsi que le carbone, répandu dans l'air, à l'état de composé volatil, s'accumula dans les profondeurs de la terre; c'est ainsi que l'atmosphère, grâce à l'action chimique de la lumière, s'enrichit de plus en plus d'oxygène, jusqu'au point de permettre l'existence de l'homme. Il apparut alors sur le globe, que de nombreuses révolutions successives avaient conduit à la fin de son développement.

Les effets chimiques de la lumière ont donc joué dans l'histoire de la terre, et jouent encore, dans l'économie de la nature, un rôle considérable.

CHAPITRE IX

RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE.

Réfraction simple. — Déviation. — Indice de réfraction. — Réfraction dans le verre plan, les prismes et les lentilles. — Production d'images par des lentilles.

Nous avons vu, page 43, qu'un rayon lumineux, en franchissant la limite de séparation de deux milieux transparents d'inégale densité, éprouve un changement de direction qu'on appelle *réfraction*.

Une pièce de monnaie *a* est cachée à la vue de l'œil placé en *o* par les bords du vase opaque au fond duquel elle est placée. Que l'on verse de l'eau dans ce vase, la pièce devient aussitôt visible, par l'effet de la réfraction qu'éprouvent les rayons lumineux passant de l'air dans l'eau. (Voir fig. 27.)

On appelle *déviation* l'angle que font les rayons, avant et après la réfraction.

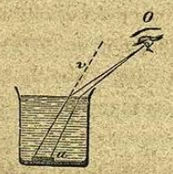

Fig. 27. — Effet de la réfraction.

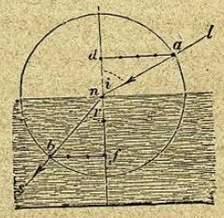

Fig. 28. — Réfraction

Cette déviation est d'autant plus grande que les rayons tombent plus obliquement sur la surface de l'eau.

Imaginons une perpendiculaire élevée au point n où le rayon $l\,n$ rencontre la surface réfringente (fig. 28). Cette perpendiculaire s'appelle aussi *normale*. L'angle i que le rayon incident fait avec la normale est l'*angle d'incidence;* l'angle r est l'*angle de réfraction*. Il existe un rapport déterminé entre l'angle d'incidence et l'angle de réfraction. Si l'on décrit un cercle ayant le point n pour centre et que des points a et b on abaisse des perpendiculaires $a\,d$ et $b\,f$ sur la normale, $a\,d$ sera pour les mathématiciens le sinus de l'angle i, $b\,f$ le sinus de r. La connaissance de ce terme nous permettra d'exprimer exactement la grandeur de la réfraction, en formulant la règle suivante :

Le sinus de l'angle d'incidence est dans un rapport constant avec le sinus de l'angle de réfraction.

Ce rapport est de 4 à 3, pour le passage de la lumière de l'air dans l'eau, c'est-à-dire que le sinus $b\,f$ est égal aux 3/4 du sinus $a\,d$, ou que le sinus $a\,d$ est 4/3 de fois aussi grand que le sinus $b\,f$. La lumière, en entrant dans le verre, se réfracte plus fortement. Le rapport des sinus des deux angles est dans ce cas celui de 3 à 2. C'est là ce que l'on entend quand on parle d'*indice de réfraction*.

Lorsqu'un rayon lumineux $n\,l$ tombe sur une plaque de verre (fig. 29), il se réfracte, il prend la direction $n\,n'$, et l'angle de réfraction dans le verre, en n, est égal aux 2/3 de l'angle d'incidence.

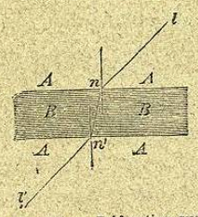

Fig. 29. — Réfraction sur un verre, surfaces planes parallèles.

Le rayon en sortant du verre se réfracte une seconde fois; mais l'angle de réfraction dans l'air, en n', est égal aux 3/2 de l'angle de réfraction dans le verre, et comme l'angle en n est égal à l'angle en n', l'angle de sortie de $n'\,l'$ est égal à l'angle d'incidence de $n\,l$, c'est-à-dire que le rayon, après avoir subi cette double réfraction, reprend une direction parallèle à sa direction primitive. Aussi les objets regardés à travers une vitre ne sont-ils pas sensiblement déplacés.

Il en est tout autrement lorsqu'on regarde à travers un prisme à section triangulaire. L'œil étant en o, l'objet a, regardé à travers un prisme triangulaire, paraîtra en a'. Le rayon incident subit en

effet sur la première face du prisme une déviation dans la direction $d\,c$; puis en se réfractant sur la seconde face, il est dévié encore une fois, dans la direction $o\,c$; les effets de ces deux réfractions s'ajoutent l'un à l'autre.

Fig. 30. — Réfraction sur un prisme à section triangulaire. Déplacement des objets.

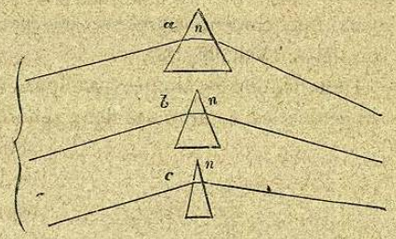

Fig. 31. — La réfraction augmente lorsque l'angle de réfringence augmente.

Plus est grand l'angle n, des deux faces du prisme de verre que traverse le rayon, plus cette déviation est grande. Ainsi la déviation produite par le prisme b est plus grande que la déviation du prisme c, et le prisme a dévie plus que le prisme b, parce que l'angle de réfringence n, en b, est plus grand que l'angle en c, et l'angle en a plus grand que l'angle en b.

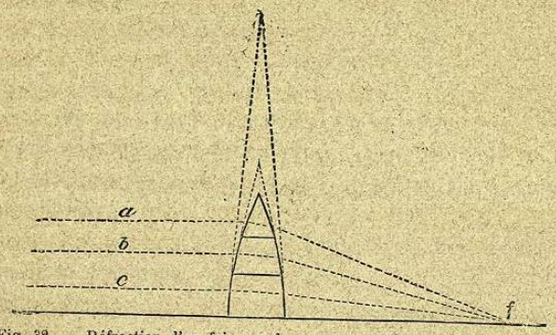

Fig. 32. — Réfraction d'un faisceau de rayons parallèles sur un assemblage de fragments de prisme de verre.

Imaginons une masse de verre (fig. 32) formée de fragments de prismes d'angles différents et rencontrée par un faisceau de rayons parallèles; le rayon a sera plus fortement réfracté que le rayon b;

ce dernier le sera plus que le rayon *c* tombant sur le prisme dont l'angle de réfringence est le plus aigu ; et tous les rayons se réuniront en un point *f*.

Si l'on remplace les prismes par une masse de verre compacte symétrique, cette *lentille* (c'est le nom que lui donnent les opticiens) fera converger vers un seul point tous les rayons incidents parallèles. (Voir fig. 33).

Toute lentille est limitée par deux surfaces sphériques. La ligne qui réunit les centres des deux sphères est l'*axe* de la lentille ; le point F (fig. 33), où convergent les rayons incidents parallèles, est le *foyer ;* la distance du foyer à la lentille est la distance focale. L'effet de la réfraction sur une lentille de verre n'est pas seulement de faire converger tous les rayons incidents parallèles ; tous les rayons issus d'un point unique possèdent la même propriété. Le point de convergence s'appelle l'*image*.

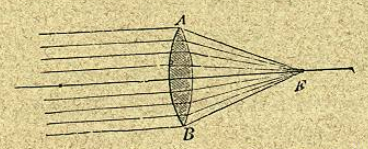

Fig. 33. — Réfraction d'un faisceau de rayons parallèles sur une lentille de verre.

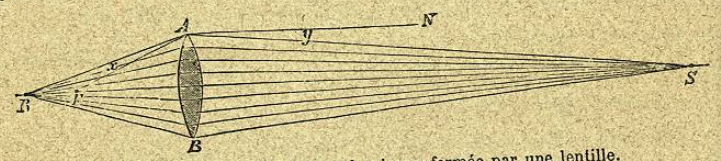

Fig. 34. — Image d'un point lumineux formée par une lentille.

Je suppose qu'un point lumineux S, émette un cône de rayons sur la lentille. Ces rayons, après la réfraction, se réunissent en R. Au fur et à mesure que S s'approche, R se recule. Quand S parvient à la distance focale, R se trouve à pareille distance de la lentille.

Lorsque le point lumineux est remplacé par un objet, soit la flèche A B, chaque point de cette flèche émet sur la lentille un cône de rayons; tous les rayons d'un seul et même cône se réunis-

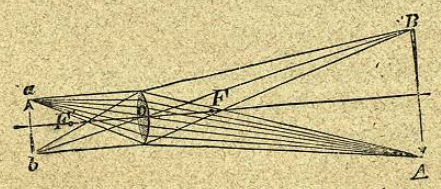

Fig. 35. — Image renversée d'un objet lumineux formée par une lentille.

sent en un même point, les rayons partant de A en *a*, les rayons partant de B en *b*, de telle sorte qu'il se forme en *a b* une image raccourcie, mais renversée de la flèche.

Lorsque la flèche se rapproche de la lentille, l'image recule et grandit. A B, par exemple, sera l'image agrandie de *a b*.

Mais si la flèche s'éloigne, l'image se rapproche et va diminuant. L'image produite par une lentille est donc plus grande ou plus petite que l'objet, selon qu'il est plus ou moins rapproché.