

naît trois verres de couleur, l'un rouge, l'autre jaune, le troisième bleu ; il plaçait successivement ces trois verres devant l'objectif d'une chambre noire et faisait ainsi trois épreuves de l'objet à reproduire. la première ne donnait de cet objet que les parties rouges ou contenant du rouge, dans la proportion où elles en contenaient ; la seconde ne donnait que les parties jaunes, la troisième, rien que les parties bleues. Tirons maintenant trois positifs de ces trois épreuves, et tirons ces positifs en les tenant, le premier en rouge, le second en jaune et le troisième en bleu : si nous les superposons, les trois couleurs composantes fondamentales se trouvent superposées, dans la proportion où elles interviennent pour former la couleur à reproduire, et nous aurons sensiblement la couleur de l'objet photographié.

Je dis sensiblement et non exactement : en effet, pour que la reproduction fût exacte, il faudrait que les pigments qui servent à tirer les trois positifs monochromes eussent rigoureusement les mêmes teintes que les trois verres de couleur qui ont servi à faire les trois négatifs, et cette condition est impossible à réaliser rigoureusement, aussi n'obtient-on de la sorte qu'un à peu près des couleurs de l'objet.

Cette méthode, néanmoins, est très élégante, en tant que solution indirecte de la question ; mais on voit combien elle est indirecte et ce qu'elle contient d'arbitraire, tant dans le choix des verres colorés que dans le choix des trois encres de couleur qui servent à tirer l'épreuve positive.

\*\*\*

Les choses en étaient là quand, dans la séance du 2 février 1891, M. Gabriel Lippmann, membre de l'Institut et professeur à la Sorbonne, présenta à ses collègues de l'Académie des sciences une photographie du spectre solaire, obtenue en une seule pose, sur une seule plaque, fixée d'une manière inaltérable, et reproduisant d'une façon merveilleuse les couleurs simples que l'on observe dans la lumière décomposée par un prisme.

Cette fois le problème était résolu, la vraie solution était donnée.

Qu'avait donc fait le savant académicien ? à quelle branche de sciences avait-il demandé le principe de sa belle expérience ? A la physique mathématique.

Voici quel était le mode opératoire employé par M. Lippmann.

Une glace photographique, sensible à la lumière, est préparée à la manière ordinaire, à la condition d'être *transparente et sans grains* : cette glace est exposée au foyer de la chambre noire, la couche sensible tournée du côté opposé à l'objectif, et cette couche sensible est adossée à un miroir. On fait l'exposition sans autre artifice, on développe, on lave, on fixe comme à l'ordinaire, et quand la glace est sèche, on voit apparaître, avec un éclat indescriptible, les couleurs de l'objet que l'on voulait photographier.

Quo s'est-il donc passé ? Comment ce miroir adossé à la plaque a-t-il suffi, sans qu'on employât aucune substance chimique spéciale, à modifier les propriétés de cette plaque et à la rendre capable de restituer les couleurs ?

C'est ce que je vais essayer d'expliquer dans ces lignes ; mais, pour cela, il est nécessaire de reprendre quelques notions, familières à beaucoup mais que l'on oublie vite, une fois ses études faites : ce sont les notions fondamentales de l'optique moderne, les idées admises

aujourd'hui sur la constitution de la lumière.

\*\*\*

On sait maintenant, à l'on plus doute, grâce aux immortels travaux d'un savant français, Augustin Fresnel, que la lumière, tout comme le son, est le résultat d'un mouvement vibratoire. Ainsi, de même que le son, pour se transmettre à distance, exige la participation de l'air au mouvement vibratoire du corps sonore, de même la lumière exige l'interposition d'un milieu vibrant auquel on a donné le nom d'*éther*. Cet *éther* remplit même les intervalles interplanétaires ; il remplit aussi les corps transparents à travers lesquels se transmet la lumière ; il y analogie complète entre la vibration sonore et la vibration lumineuse : la seule différence est dans leur vitesse de propagation respective ; car, tandis que le son parcourt modestement trois cent trente mètres par seconde, la lumière se propage avec la vitesse effrayante de trois cent mille kilomètres pendant le même temps. Retenons cette donnée qui nous sera utile tout à l'heure.

Cela posé, qu'est-ce qu'un mouvement vibratoire ? Nous en avons un exemple très net dans les ondes circulaires qui prennent naissance sur l'eau d'un bassin dans lequel on a jeté un caillou : le point où la pierre est tombée devient le centre d'une série de cercles où l'eau est alternativement soulevée et abaissée, et dont les diamètres vont en grandissant. Ces cercles ont l'air de se transporter du centre du bassin à son bord, mais ce n'est là qu'une apparence. Jetez, en effet, un allumette sur l'eau ; vous la voyez se soulever et s'abaisser alternativement au passage des ondes qui la rencontrent, mais elle reste en place et n'est pas transportée du centre vers les bords. L'espace dans lequel se transmet le mouvement pendant une seconde s'appelle la *vitesse* du mouvement vibratoire ; l'intervalle entre deux ondes, entre deux cercles consécutifs, s'appelle la *longueur d'onde* de ce mouvement.

La propagation de la lumière est tout à fait analogue à la propagation des ondes sur un bassin, à cette seule différence que la lumière parcourt trois cent mille kilomètres par seconde, au lieu de quelques centimètres que parcourt une onde à la surface de l'eau, et que, inversement, la distance entre deux ondes consécutives, la *longueur d'onde* lumineuse, pour l'appeler par son nom, est extrêmement petite : cinq dix millièmes de millimètre pour la couleur jaune.

J'ai dit pour la lumière jaune : c'est que, en effet, la longueur d'onde n'est pas la même pour les couleurs différentes, et c'est précisément cela qui les différencie ; elles se propagent bien toutes avec la même vitesse énorme ; mais, tandis que le violet a une longueur d'onde de quatre dix millièmes de millimètre, celle du jaune est de cinq dix millièmes, celle du rouge est de six. Ces couleurs correspondent aussi à des nombres de vibration différents : la molécule vibrante d'éther qui donne naissance à du rouge exécute quatre cent quatre-vingt-dix-sept trillions de vibrations en une seconde ; le violet en exécute sept cent vingt-huit trillions pendant le même temps.

Les couleurs simples constituent donc une gamme de couleurs comme les notes musicales constituent une gamme de sons ; chacune correspond à un nombre de vibrations spécial et est plus ou moins aiguë, suivant que ce nombre est plus ou moins grand.

Voilà, dans ses grands traits, la théorie que Fresnel a donnée des phénomènes

lumineux, la théorie ondulatoire de la lumière. Voyons quelles en sont les conséquences.

Considérons un mouvement vibratoire quelconque, causé par le mouvement d'un point vibrant dans un milieu élastique, par exemple les ondes dont nous parlions tout à l'heure et qui prennent naissance quand on ébranle, par un choc, un point de la surface d'une eau tranquille : si le bassin est extrêmement vaste, les ondes se transmettent jusqu'à l'infini, toujours suivant la même loi et avec la même vitesse de propagation ; mais qu'arrive-t-il si ces ondes viennent rencontrer un obstacle fixe, un mur par exemple ?

Elles sont renvoyées sur leurs pas avec une vitesse égale et contraire à celle qu'elles possédaient en arrivant à l'obstacle, et nous aurons un second système d'ondes, des ondes réfléchies, qui parcourent maintenant la surface du bassin, cheminant en sens inverse des ondes directes qui continuent à se propager comme auparavant.

Si on un point de la surface liquide, deux ondes, l'une directe, l'autre réfléchie, viennent à se rencontrer, la molécule liquide située en ce point va se trouver sollicitée par deux vitesses égales et contraires : elle ne bougera donc pas et restera en repos ; ce qui se passe dans le cas des ondes liquide arrive également dans le cas des ondes sonores par un mur ou des ondes lumineuses réfléchies par un miroir. Nous arrivons donc à cette conclusion qui peut, de prime abord, surprendre l'esprit : c'est que du son ajouté à du son peut produire du silence, et que de la lumière ajoutée à de la lumière peut produire de l'obscurité.

C'est ce qu'on désigne sous le nom de *phénomène des interférences*.

\*\*\*

Or, ce phénomène des interférences, à son tour trouve, une application merveilleuse dans ce qu'on appelle les *couleurs des lames minces*.

Tout le monde connaît les admirables couleurs des ailes de papillon, de la nacre, des bulles de savon, elles sont dues à des phénomènes d'interférences, et nous allons en expliquer la formation.

Considérons une lame transparente et mince, dont les deux faces soient parallèles (fig. 1), une lame de verre AA, par exemple, et supposons qu'un rayon lumineux SI vienne frapper cette lame en un point I : à ce point il se partage en deux parties ; l'une IR se réfléchit sur la face supérieure de la lame fonctionnant comme un miroir ; l'autre IJ pénètre dans la lame en changeant de direction, en subissant, comme disent les physiciens, une *réfraction*. Mais ce rayon réfracté rencontre à son tour la seconde face de la lame ; il s'y réfléchit suivant JK, et, arrivé en K, sort suivant la direction KR' parallèle à IR. Le rayon primitif SI a donc donné naissance à deux rayons réfléchis parallèles, IR et KR', qui pourront être reçus dans l'œil de l'observateur.

Mais ces deux rayons n'ont pas parcouru rigoureusement le même chemin, tandis que le premier a parcouru la route SIR, le second a fait en outre le trajet IJK dans l'intérieur de la lame transparente ; ils ont, en un mot, une différence de marche IJK. Or le calcul montre que si cette différence de marche est égale à une demi-longueur d'onde de la lumière incidente, ces deux rayons sont dans les conditions nécessaires pour interférer, c'est à-dire pour se détruire l'un par l'autre, pour pro-