

Mais ce n'est qu'après avoir recueilli un grand nombre d'observations précises, faites à des températures très-basses, que l'on parviendra à la connaissance complète d'une loi aussi importante. Jusqu'à cette époque, il sera prudent de considérer les résultats obtenus, comme dépendans des *températures normales* des plaines au-dessus desquelles le décroissement a été observé.

R A P P O R T

(SUR un Mémoire de M. Malus) fait à la
première Classe de l'Institut.

Par M. LAPLACE.

LA Classe nous ayant chargés, M. Haüy et moi, d'examiner un Mémoire de M. Malus, sur divers phénomènes de la double réfraction de la lumière, nous allons lui en rendre compte. En passant de l'air dans un milieu transparent non cristallisé, les rayons de lumière se réfractent de manière que les sinus de réfraction et d'incidence sont constamment dans le même rapport; mais lorsqu'ils traversent la plupart des cristaux diaphanes, ils présentent un singulier phénomène, qui fut d'abord observé dans le cristal d'Islande, où il est très-sensible.

Un rayon tombant perpendiculairement sur une des faces naturelles de ce cristal, est divisé en deux parties: l'une traverse le cristal sans changer sa direction; l'autre s'en écarte dans un plan parallèle au plan perpendiculaire à la face, et passant par l'axe du cristal, c'est-à-dire, par la ligne qui joint les sommets de ses deux angles solides obtus. Nous nommerons *section principale* d'une face naturelle ou artificielle, tout plan mené d'une manière semblable. Cette division du rayon

lumineux a généralement lieu, relativement à une face quelconque, et quel que soit l'angle d'incidence. Une partie suit la loi de la réfraction ordinaire : l'autre partie suit une loi de réfraction extraordinaire, reconnue par Huyghens, et qui, considérée comme un résultat de l'expérience, peut être mise au rang des plus belles découvertes de ce rare génie. Il y fut conduit par la manière dont il envisageait la propagation de la lumière qu'il supposait formée par les ondulations d'un fluide éthéré. Cette hypothèse, sujette à de grandes difficultés, est sans doute la cause pour laquelle Newton et la plupart des physiciens qui l'ont suivi, ne paraissent pas avoir justement apprécié la loi qu'Huyghens y avait attachée. Ainsi cette loi a éprouvé le même sort que les belles lois de Kepler, qui furent pendant long-tems méconnues, pour avoir été associées à des idées systématiques, dont malheureusement ce grand homme a rempli tous ses ouvrages. Huyghens avait représenté par une construction géométrique, la réfraction extraordinaire de la lumière dans le cristal d'Islande; M. Malus a traduit cette construction en analyse. La formule très-simple à laquelle il est parvenu, renferme deux constantes indéterminées, dont une est le rapport du sinus de réfraction au sinus d'incidence, dans la réfraction ordinaire du cristal; en sorte que sa double réfraction ne dépend que de deux constantes, comme la réfraction simple ne dépend que d'une seule; et pour rendre l'analogie plus frappante, nous observerons que si l'on fait passer par l'axe du cristal, une

face artificielle, et si l'on conçoit un plan perpendiculaire à cet axe, tous les rayons incidens sur la surface et situés dans ce plan, se diviseront en deux autres qui seront réfractés suivant la loi ordinaire; mais le rapport des sinus de réfraction et d'incidence sera différent pour chaque espèce de rayons: ces deux rapports sont les constantes dont nous venons de parler. M. Malus les a déterminées plus exactement que ne l'avait fait Huyghens; en substituant ensuite leurs valeurs dans la formule, et comparant ses résultats à ceux d'un grand nombre d'expériences très-précises, et relatives aux faces naturelles et artificielles du cristal, il a trouvé entre eux un accord parfait, et qui ne laisse aucun doute sur la vérité de la loi découverte par Huyghens. Nous devons à l'excellent physicien, M. Wolaston, la justice d'observer qu'ayant fait, par un moyen fort ingénieux, diverses expériences sur la double réfraction du cristal d'Islande, il les a trouvées conformes à cette loi remarquable. L'analogie et des expériences directes sur le cristal de roche, ont fait voir à M. Malus, qu'elle s'étend encore à ce cristal; et il est extrêmement vraisemblable qu'elle a lieu pour tous les cristaux qui réfractent doublement la lumière; seulement, les constantes dont cette loi dépend, varient suivant la nature du cristal.

Voici maintenant un phénomène que présente la lumière, après avoir subi une double réfraction. Si l'on place à une distance quelconque, au-dessous d'un cristal d'Islande, un second cristal de la même substance, et disposé de manière que les sections principales

des deux cristaux soient parallèles; le rayon réfracté, soit ordinairement, soit extraordinairement par le premier, le sera de la même manière par le second; mais si l'on fait tourner l'un des cristaux, de manière que leurs sections principales soient perpendiculaires entre elles, alors le rayon réfracté ordinairement par le premier cristal, le sera extraordinairement par le second, et réciproquement: dans les positions intermédiaires, chaque rayon émergent du premier cristal, se divise en deux autres, à son entrée dans le second cristal. Lorsqu'on eut fait remarquer ce phénomène à Huyghens, il convint, avec la candeur qui caractérise un ami sincère de la vérité, qu'il était inexplicable par ses hypothèses; ce qui montre combien il est essentiel de les séparer, comme nous l'avons fait, de la loi de la réfraction extraordinaire, que ce grand géomètre en avait déduite. Ce phénomène indique avec évidence, que la lumière, en traversant le cristal d'Islande, reçoit deux modifications diverses, en vertu desquelles une partie est réfractée ordinairement, et l'autre partie est réfractée extraordinairement; mais ces modifications ne sont point absolues, elles sont relatives à la position des rayons par rapport au cristal; puisqu'un rayon rompu ordinairement par un cristal, est rompu extraordinairement par un autre, si leurs sections principales sont perpendiculaires entre elles. On peut se former une idée assez juste de ces modifications, en supposant avec Newton, dans chaque rayon de lumière, deux côtés opposés, originairement doués d'une

propriété qui le rend *extraordinaire*, lorsqu'il est tourné de manière que leurs plans soient perpendiculaires à l'axe du cristal, et qui le rend *ordinaire*, lorsque ces plans sont parallèles au même axe. A son entrée dans le cristal d'Islande, un trait de lumière est divisé, par l'action du cristal, en deux rayons qui prennent respectivement les deux positions précédentes; et chaque rayon, à son émergence, prend, sans se diviser, la direction qui convient à la position de ses côtés. Voilà ce que l'on peut imaginer de plus satisfaisant pour se représenter ces phénomènes, jusqu'à ce que leur comparaison ait fait découvrir la loi des forces dont ils dépendent.

Quoi qu'il en soit de ces modifications singulières, imprimées aux rayons de lumière par le cristal d'Islande, M. Malus a reconnu qu'elles sont non-seulement analogues dans les cristaux divers, mais encore parfaitement identiques. Ainsi, en substituant à l'un des deux cristaux d'Islande, dont nous avons parlé ci-dessus, un cristal de roche ayant comme lui sa section principale parallèle à celle de l'autre cristal; le rayon réfracté d'une manière par le premier cristal, le sera encore de la même manière par le second; et l'expérience a fait voir à M. Malus que cela est généralement vrai pour deux cristaux quelconques de nature différente, qui réfractent doublement la lumière. Le moyen le plus simple de s'en assurer, est d'observer la lumière d'une bougie à travers deux prismes formés de ces cristaux: si l'on fait tourner les prismes l'un sur l'autre, on voit les quatre images

qu'ils formaient d'abord, se réduire à deux, quand les sections principales des deux faces qui se touchent, sont parallèles.

A ce fait remarquable, M. Malus ajoute un autre fait plus remarquable encore, et qui consiste en ce que sous un certain angle, la lumière réfléchie par la surface d'un corps diaphane, est exactement modifiée, comme si elle était rompue ordinairement par un cristal dont l'axe serait dans le plan d'incidence et de réflexion. Il est facile de s'en convaincre, en regardant à travers un prisme de cristal d'Islande, l'image d'une bougie ou du soleil, réfléchie par l'eau sous un angle d'environ 53 degrés. On aperçoit d'abord deux images qui conservent à peu près la même intensité, lorsqu'on fait tourner le prisme; mais au-delà d'une certaine limite, une des images s'affaiblit très-sensiblement, et finit par s'éteindre, quand, par ce mouvement du prisme, le rayon réfléchi se trouve dans la section principale de la face prismatique qui le reçoit. L'angle de réflexion, nécessaire pour la disparition de l'image, varie avec la nature de la substance réfléchissante. M. Malus l'a mesuré avec soin, pour diverses substances: il l'a trouvé de 52° 45' pour l'eau, et de 54° 35' pour le verre. Mais il est fort singulier que ce phénomène n'ait point lieu, du moins sensiblement, dans la réflexion des images, par les miroirs métalliques. M. Malus a observé que cette réflexion et la réfraction des substances non cristallisées, ne modifient point, d'une manière sensible, la lumière, et n'altèrent point les modifications qu'elle a reçues. Pour analyser plus particulièrement le phénomène

mène que nous venons d'exposer, M. Malus a voulu connaître directement ce que devient un rayon *extraordinaire*, lorsqu'il tombe sur la surface d'un corps diaphane, sous l'angle qui convient à la production du phénomène. Il était naturel de penser qu'aucune partie de ce rayon n'est alors réfléchie, mais qu'il est entièrement absorbé par le corps; puisque sous cet angle, la surface ne réfléchit que les rayons *ordinaires*. L'expérience a confirmé ce résultat. M. Malus a disposé la section principale d'un cristal d'Islande, dans le plan vertical d'incidence d'un rayon de lumière; ensuite, après avoir divisé ce rayon, à l'aide de la double réfraction, il a reçu les deux faisceaux partiels, sur la surface de l'eau, et sous l'angle de 52° 45'; une partie du rayon *ordinaire* a été réfléchie; mais aucune partie du rayon *extraordinaire* ne l'a été; tout le rayon a pénétré dans le liquide. En disposant ensuite la section principale du cristal, dans un plan perpendiculaire à celui d'incidence, une partie du rayon *extraordinaire* a été réfléchie, tandis que le rayon *ordinaire* a été totalement absorbé (1). Nous avons répété plusieurs des expériences par lesquelles M. Malus établit

(1) Depuis la lecture de ce rapport, M. Malus a reconnu par l'expérience, le fait suivant que l'on peut facilement ramener à la théorie des forces attractives et répulsives à des distances insensibles, et qui montre que les phénomènes de la double réfraction dépendent de semblables forces. Une partie d'un rayon lumineux qui a pénétré dans un milieu diaphane, est réfléchie à la surface par laquelle il sort; et cette réflexion, sous un certain angle, le change

tout ce qu'il avance, et nous pouvons en garantir l'exactitude. Son Mémoire nous paraît donc mériter l'approbation de la Classe, soit par l'intérêt que présente son objet, l'un des plus délicats et des plus curieux de la physique, soit par la nouveauté des faits, soit par la précision des expériences, soit enfin par l'excellente méthode qui guide son auteur; et nous concluons à ce que ce Mémoire soit imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers*.

en rayon *ordinaire*, comme la réflexion à la surface d'entrée sous l'angle convenable pour cet objet; le sinus du premier angle est à celui du second, dans le rapport des sinus de réfraction et d'incidence dans ce milieu. Ainsi, en supposant les surfaces d'entrée et de sortie, parallèles, et l'angle d'incidence à la première surface, tel que le rayon réfléchi devienne un rayon *ordinaire*; le rayon réfléchi par la seconde surface, sera pareillement un rayon *ordinaire*. On doit observer que les angles d'incidence, de réfraction et de réflexion, sont ceux que le rayon forme avec la perpendiculaire à la surface. (*Note de M. Laplace*).

ANALYSE

DU NADELERTZ (1) DE SIBÉRIE.

Par M. JOHN.

CETTE mine est regardée, en Russie, comme une mine de *nickel aurifère*. Dans l'ouvrage de M. Reuss, dans les *Ephémérides* de M. le baron de Moll, on l'a classée parmi les *chromifères*; mais l'analyse de M. John a prouvé que c'est une mine de bismuth.

Caractères extérieurs suivant M. Karsten.

Couleur. Gris d'acier, quelquefois d'un rouge de cuivre pâle ou recouvert d'un enduit jaune et vert.

Forme extérieure. Disséminé et cristallisé en prismes à six pans, allongés, accumulés en forme d'aiguilles: ces cristaux sont quelquefois recourbés, articulés, toujours implantés, et se croisant souvent.

Surface. Striée longitudinalement.

Éclat. On l'observe rarement à cause de l'enduit: lorsque celui-ci manque, l'éclat extérieur est peu brillant; intérieurement il est toujours d'un brillant métallique.

(1) Ce mot signifie *mine en aiguilles*.