

*NOTE sur le nitrate de soude découvert  
dans le district de Tarapaca au Pérou;*

Par M. MARIANO DE RIVERO.

Jusqu'à présent aucun ouvrage de minéralogie n'a fait mention du nitrate de soude natif, on vient d'en découvrir une immense quantité au Pérou, dans le district de Tarapaca, à peu de distance des frontières du Chili. Il forme une couche de plusieurs pieds d'épaisseur, qui dans plusieurs endroits paraît à la surface du sol, et qui occupe une étendue de plus de quarante lieues. Le sel y est tantôt en efflorescence, tantôt cristallisé, et le plus-souvent confusément mélangé avec de l'argile et du sable : sa saveur est fraîche et amère, il est diliquescent et il se comporte au feu comme le nitrate de potasse : il contient un peu de sulfate de soude. Lorsqu'il se trouve cristallisé, il a, selon M. Haüy, la forme d'un rhomboëdre, dans lequel le rapport des diagonales de la section transversale est celui de 3 à 4, l'angle obtus de cette section est de  $102^{\text{d}} 38'$  et l'angle obtus de la section principale est de  $110^{\text{d}} 38'$ .

Le gîte de cette matière minérale est éloigné de trois journées de marche de la Conception, port du Chili, et d'Iquiqui, autre port situé dans la partie méridionale du Pérou. On a déjà apporté dans ces ports plus de 60 mille quintaux de sel purifié par dissolution et cristallisation : c'est - là que les négocians d'Europe pourront aller en acheter.

Cette découverte procurera de grands avantages à l'industrie, principalement en ce qui concerne la fabrication de l'acide nitrique, du salpêtre, etc.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DE PHYSIQUE;

PAR M. L'ABBÉ HAÜY,

*Chanoine honoraire de l'Église métropolitaine de Paris, Membre de la Légion-d'Honneur, Chevalier de l'Ordre de Saint-Michel de Bavière, de l'Académie royale des Sciences, Professeur de Minéralogie au Jardin du Roi et à la Faculté des Sciences de l'Université royale, de la Société royale de Londres, de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Petersbourg, des Académies royales des Sciences de Berlin, de Lisbonne et de Munich, etc.*

Extrait par M. TREMERY, Ingénieur au Corps royal des Mines.

Nous nous sommes attachés, dans le temps, à donner des analyses de la Physique de M. l'abbé Haüy, et à faire connaître les services qu'il avait rendus en publiant sur cette science un Traité bien supérieur à tous ceux que nous avons alors. Mais les deux premières éditions de cet excellent ouvrage ont été si rapidement épuisées, que depuis très-long-temps les étudiants, et les professeurs eux-mêmes, sollicitaient vivement l'auteur d'en préparer une troisième. M. l'abbé Haüy s'est enfin rendu à leurs désirs. L'idée de faire une chose utile à l'enseignement, lui a donné la force de supporter, quoique dans un âge avancé, toutes les fatigues d'un travail assidu, dans lequel il a partagé ses momens entre la physique et cette branche de l'histoire naturelle qui doit tant à ses grandes conceptions. Ce savant si justement re-

commandable s'est encore acquis de nouveaux droits à la reconnaissance de la société, en préparant à la fois le manuscrit de la troisième édition de sa Physique et celui de son dernier Traité de Cristallographie, en même temps qu'il s'occupait de compléter ce bel ouvrage, que les minéralogistes attendent avec impatience (1).

M. l'abbé Haüy a suivi, dans la distribution des matières qui appartiennent à la physique, le même ordre que dans ses deux premières éditions. Ainsi, son ouvrage est partagé en huit sections, dans lesquelles il traite successivement des propriétés les plus générales des corps, de l'attraction, du calorique, de l'eau, de l'air, de l'électricité, du magnétisme et de la lumière.

Nous pensons que l'auteur a très-bien fait de s'en tenir à cet ordre, qui nous paraît le plus naturel, et dans lequel les objets qui doivent fixer successivement l'attention du lecteur se présentent, comme d'eux-mêmes, à son esprit.

On pourrait, sans doute, suivre une marche différente. L'essentiel est de bien remplir le cadre qu'on s'est tracé, et que le style soit clair, simple et précis, sans être cependant privé de cette élégance qui s'allie si bien au langage des sciences.

Nous ajouterons qu'on doit, sans être diffus, s'attacher, d'une part, à entrer dans tous les détails susceptibles d'intéresser, et d'une autre part, à donner ces développemens si nécessaires, qui ont l'avantage de remplir les vides

(1) Le Traité de Cristallographie, qui forme un ouvrage à part, est à la veille de paraître. Quant à la seconde édition de la Minéralogie de M. l'abbé Haüy, elle est presque entièrement terminée, et elle pourra très-prochainement être livrée à l'impression.

que laisseraient des explications trop vagues, et de prévenir les difficultés qui pourraient se présenter. Il faut sur-tout éviter soigneusement de s'appesantir sur certains objets aux dépens des autres. Il en est d'un ouvrage littéraire comme d'un édifice, dont toutes les parties sont assujetties au plan général que l'architecte a conçu.

Mais, ce qui n'est pas le moins important, l'ouvrage doit être riche par l'exposition des phénomènes que la nature nous offre. C'est la connaissance de ces phénomènes qui fait la science, bien plus que les explications, souvent éphémères, que nous en donnons. Cependant il est essentiel que l'auteur fasse un choix parmi tous les faits qui se rapportent à son sujet, qu'il les examine avec attention, et qu'il les interroge, en quelque sorte, pour savoir quelle vérité chacun d'eux peut mettre en évidence. Il cherchera ensuite à découvrir les rapports par lesquels des phénomènes qui d'abord semblaient épars, se lient dans une même théorie, de manière qu'ils paraissent tous dériver d'un fait unique, qui devient comme le premier anneau d'une chaîne, bien délicate sans doute, mais dont une main exercée peut habilement se servir pour pénétrer dans les profondeurs de la science.

On nous objectera peut-être que, pour former un tel ensemble, il faudrait puiser dans un grand nombre de sources, et choisir dans les productions de bien des auteurs ce que chacune offrirait de plus parfait, de même que le peintre ou le sculpteur ne peut trouver que dans beaucoup de modèles réunis cette perfection rare qu'il ambitionne de donner à ses ouvrages.

Il est vrai que l'auteur dont le but sera de satisfaire à tant de conditions, rencontrera de nombreuses difficultés qui l'arrêteront à chaque instant. Mais avouons que ces difficultés peuvent être vaincues par un homme de génie ; certainement elles ne sont point insurmontables : M. l'abbé Haüy nous en a fourni la preuve plus d'une fois, et tout récemment encore dans la troisième édition de sa Physique.

Si l'on considère qu'un intervalle de quinze ans sépare cette édition de la précédente, on se formera une juste idée de l'étendue du travail auquel l'auteur a dû nécessairement se livrer pour mettre son *Traité* au niveau des connaissances actuelles. Nous pouvons assurer que, sous ce rapport comme sous tous les autres, l'ouvrage ne laisse rien à désirer. Cependant la physique a fait les progrès les plus marqués pendant ce laps de temps, et elle s'est enrichie d'un grand nombre de faits nouveaux. M. l'abbé Haüy, en exposant les découvertes qui ont agrandi le domaine de cette science, a eu soin de citer les auteurs, de faire ressortir le mérite de leurs recherches, et de donner à chacun ce qui lui appartient. M. l'abbé Haüy, qui de son côté a si puissamment servi la physique, aurait eu souvent occasion de se nommer lui-même ; mais ce savant, dont la modestie égale le talent, a cherché à ne paraître qu'un simple narrateur, lorsque avec une si grande supériorité, il aurait pu se montrer comme auteur.

Nous serions entraînés dans des détails beaucoup trop longs, si nous voulions parler de tous les objets qui sont traités dans l'ouvrage de M. l'abbé Haüy. Nous renverrons aux extraits

que nous avons déjà publiés dans le *Journal des Mines* (1), pour les parties de la physique qui n'étaient pas susceptibles d'être changées ou modifiées ; et, pour les autres, nous mettrons nos soins à faire connaître les nombreuses additions que renferme la nouvelle édition que nous annonçons.

L'auteur, à l'article de l'attraction, a indiqué les expériences ingénieuses dans lesquelles Cavendish est parvenu à mesurer les effets de l'attraction mutuelle que deux corps d'un volume peu considérable exercent l'un sur l'autre, et qui ne nous paraît nulle que parce que nous en jugeons d'après le rapport de nos sens (2).

À l'article du calorique, il a exposé une nouvelle théorie, à l'aide de laquelle le docteur Wells a ramené toutes les circonstances du phénomène de la rosée à une explication non moins heureuse que satisfaisante. Des expériences du physicien anglais on tire cette conséquence, que c'est du rayonnement du calorique que dépend l'abaissement de température des corps au-dessous de celle de l'air environnant, et par une suite nécessaire l'aptitude plus ou moins grande qu'ils ont à se charger de rosée, suivant qu'ils ont été plus ou moins refroidis. Il est à remarquer que, dans cette théorie, le refroidissement dont il s'agit, au lieu d'être occasionné par la

(1) Voyez le n<sup>o</sup>. 85, page 64 ; et le n<sup>o</sup>. 117, page 525.

(2) Ces expériences, faites avec la balance de torsion, ont de plus conduit à ce résultat, que la densité moyenne du globe terrestre est 5,5, l'unité représentant celle de l'eau.

rosée, comme on l'avait d'abord pensé, en est, au contraire, la véritable cause (1).

Dans ce même article, M. l'abbé Haüy a rendu raison de cette expérience curieuse de Leslie, dans laquelle l'eau se congèle en quelques instans par l'effet d'une évaporation accélérée. Il a rapporté les résultats des nouvelles recherches entreprises par MM. Gay-Lussac, Dulong et Petit, tant sur la dilatation des gaz et des vapeurs, que sur celle du mercure (2). Il a fait connaître les expériences de ces deux derniers physiciens, et celles de M. de La Roche, qui ont servi à compléter la loi de Newton sur le refroidissement des corps (3). Il s'est en-

(1) D'après cette théorie, on explique sans aucune difficulté comment certains corps placés dans des circonstances particulières peuvent, pendant une nuit calme, perdre une très-grande quantité de calorique lorsqu'ils sont exposés à l'aspect d'un ciel serein. C'est ainsi qu'en Angleterre le docteur Wells est parvenu, même en été, à refroidir de l'eau au point de faire congeler ce liquide.

(2) Pour ce qui concerne les gaz et les vapeurs, les expériences de ces savans ont prouvé, 1°. que tous les gaz se dilatent uniformément, dans l'intervalle de 0° à 100° du thermomètre centigrade; 2°. que la dilatation due à un même accroissement de température est exactement la même, soit pour tous les gaz, soit pour toutes les vapeurs, soit enfin pour tous les mélanges de gaz et de vapeurs; 3°. que cette dilatation commune est de 0,00575 pour chaque degré du thermomètre, le volume du gaz à 0° étant pris pour l'unité; 4°. que la même uniformité se soutient dans les températures les plus élevées.

Les expériences faites sur le mercure, suivant une méthode qui repose uniquement sur la condition d'équilibre des fluides de densités différentes dans les branches d'un syphon renversé, ont conduit à ce résultat, que la dilatation absolue du mercure, entre 0° et 100°, est de  $\frac{1}{1000}$  pour chaque degré centésimal, tandis que la dilatation apparente dans le verre, n'est que de  $\frac{1}{6340}$ .

(3) Cette loi, que l'on peut représenter par une logarith-

core attaché à décrire le thermomètre métallique de MM. Bréguet, et il a développé la théorie de cet instrument remarquable par son ingénieuse construction et par son extrême sensibilité (1).

mique, reproduite dans la propagation de la chaleur par l'intermède des corps solides, a fourni à M. Biot l'occasion de faire une application heureuse de l'analyse mathématique à la physique. (Voyez *Journal des Mines*, n°. 99, p. 233.)

(1) La pièce principale du thermomètre de MM. Bréguet est une espèce de spirale composée de trois lames très-minces de métaux différemment dilatables; savoir, l'argent, l'or et le platine. (Ces métaux sont rangés ici dans l'ordre de leurs dilatabilité, à partir de la plus grande.) Les lames dont il s'agit sont soudées ensemble par pression, à une haute température, et réduites, par le laminage, à une épaisseur qui n'excède pas  $\frac{1}{10}$  de millimètre. Ce système est ensuite roulé en spire, et fixé dans cet état par un recuit modéré. On le suspend alors par le haut à un support solide, et l'on attache à son extrémité inférieure une aiguille horizontale, dont la direction passe constamment par l'axe même de la spirale. Cette aiguille, qui sert d'index, parcourt, dans un sens ou dans l'autre, les divisions d'un cercle gradué.

La construction de ce thermomètre est fondée sur le résultat suivant de l'expérience. Si, dit M. l'abbé Haüy, deux lames minces de métaux inégalement dilatables sont juxtaposées et fortement soudées ensemble, si de plus elles ont la même longueur, et qu'elles soient fixement assujetties par leurs extrémités, lorsque la température vient à changer, l'une des lames s'allongeant ou se raccourcissant plus que l'autre, force le système à prendre, dans un sens ou dans l'autre, un certain degré de courbure, qui sera d'autant plus grand, que le changement de température sera lui-même plus considérable. Dans le cas où le système de lames est courbé, comme dans le thermomètre dont il s'agit ici, les plus légers changemens de température deviennent sensibles par les mouvemens de l'index, à cause des variations qui surviennent aussitôt dans la courbure et le diamètre des spires qui sont très-multipliées.

On voit qu'à la rigueur il suffirait, pour former la spirale, d'employer deux métaux inégalement dilatables; mais alors elle pourrait éprouver des espèces de déchiremens par des

Dans l'article suivant, l'auteur a expliqué les phénomènes qui dépendent de l'action capillaire, de manière à rendre accessible à tous ses lecteurs la belle et savante théorie du célèbre Laplace (1).

changemens brusques de température. Les auteurs ont remédié à cet inconvénient, en interposant entre les deux métaux extrêmes, l'argent et le platine, un troisième métal d'une dilatabilité moyenne, qui est l'or.

Si l'on compare les mouvemens de l'index du thermomètre métallique aux variations de température observées avec un bon thermomètre à mercure, on en déduira facilement la marche du premier de ces instrumens. Nous ajouterons que le thermomètre métallique, ayant très-peu de masse et étant presque tout en surface, peut être employé avec avantage pour reconnaître les plus petites variations de température. Si, par exemple, on le place sous le récipient d'une machine pneumatique, et qu'on fasse le vide le plus promptement possible, on voit à l'instant l'index marcher vers le froid, et marquer un abaissement de température considérable. Mais l'équilibre de température se rétablissant bientôt, l'instrument revient, en peu de temps, à son état primitif. Alors laissez rentrer l'air sous le récipient, et le mouvement de l'index, qui se fera en sens contraire, vous indiquera une grande élévation de température, qui sera aussi subite que l'avait été d'abord l'abaissement.

(1) Cette théorie comprend tous les phénomènes capillaires sans exception, et conduit à des résultats, dont l'un des plus remarquables se montre dans cette expérience intéressante, faite par M. l'abbé Haüy sur deux petits corps, qui, suspendus dans un même liquide, ont offert un nouvel exemple d'une répulsion changée en attraction par la diminution de la distance, lorsque l'un des deux corps est susceptible d'être mouillé par le liquide, et l'autre de nature à ne pas se laisser mouiller.

Nous rappellerons ici que, d'après les observations de M. Leliot sur l'écoulement des fluides, la même cause qui produit les phénomènes capillaires a une influence marquée sur les mouvemens des liquides dans les vases qui les renferment. (Voyez *Annales des Mines*, vol. V, page 205.)

En faisant ensuite l'exposé des propriétés de l'air, il est entré dans de nouveaux développemens sur la formation des brouillards, des nuages, de la neige et de la pluie; et, à cette occasion, il a fait connaître les observations intéressantes que nous devons à Saussure sur la vapeur vésiculaire (1).

M. l'abbé Haüy, après avoir considéré les effets ordinaires du mouvement vibratoire, a placé des détails, qui seront appréciés des savans, sur les beaux phénomènes dont la découverte appartient à Chladni.

Il a exposé, avec une clarté et une méthode admirables, les expériences relatives aux surfaces vibrantes; et il s'est attaché à faire voir comment ces mêmes expériences, si remarquables sous le rapport de la physique, ont conduit le docteur Savart à perfectionner la construction des instrumens à cordes, et à donner à leurs effets un surcroît d'agrément. L'auteur, qui a fait une étude approfondie de l'art musical, était plus à portée qu'aucun autre physi-

(1) Cette vapeur est formée d'une multitude de petites sphères creuses, d'une couleur blanche, que l'on a désignées sous le nom de *vésicules*. Les brouillards et les nuages ne sont autre chose que des assemblages de ces vésicules. C'est ce dont Saussure s'est assuré, en observant immédiatement un nuage sur une haute montagne. Il saisissait le moment où l'agitation de l'air chassait quelque particule du nuage au foyer d'une lentille placée près de son œil, et à l'aide du grossissement produit par cette lentille, la particule se montrait sous la forme d'une petite sphère blanche. En examinant même à l'œil nu un nuage ou un brouillard suffisamment éclairé, il voyait les particules dont il était composé, flotter et voltiger dans l'air avec une légèreté qui prouvait qu'elles étaient creuses.

cien de traiter à fond un sujet aussi délicat et d'y mettre la dernière main.

Les théories de l'électricité et du magnétisme qu'une parfaite ressemblance place naturellement à côté l'une de l'autre, offrent aussi de nouveaux et de nombreux développemens.

En exposant la première de ces théories, M. l'abbé Haüy a fait connaître une propriété particulière qu'ont plusieurs minéraux de s'électriser par une simple pression des doigts (1). Arrivé à la distribution du fluide électrique sur la surface des corps, il a eu soin d'insister sur les résultats théoriques auxquels M. Poisson est parvenu à l'aide d'une savante analyse. Après avoir indiqué la loi suivant laquelle les corps isolans perdent peu à peu leur électricité, il a donné le détail des expériences qui l'ont conduit à diviser les corps naturels en trois classes, relativement à cette force désignée sous le nom de *force coercitive* (2). A l'article de l'électricité naturelle,

(1) La chaux carbonatée transparente, dite *spath d'Islande*, manifeste cette propriété au plus haut degré. Voyez (*Annales des Mines*, vol. II, page 59) un mémoire de M. l'abbé Haüy, sur l'électricité produite dans les minéraux à l'aide de la pression. Voyez aussi (*Annales des Mines*, vol. III, page 209) un autre mémoire du même savant, sur l'électricité des minéraux, et (page 217) un tableau du règne minéral considéré sous le rapport de l'électricité produite par le frottement.

(2) La résistance qu'un corps isolant oppose au mouvement du fluide électrique dans son intérieur, a été comparée au frottement, et on l'a nommée *force coercitive*. Depuis les corps qui isolent le mieux, jusqu'à ceux qui transmettent l'électricité avec la plus grande facilité, cette force varie par une gradation non interrompue. Cependant, M. l'abbé Haüy, en suivant de près cette gradation, a reconnu que ses différens

il a parlé de la grêle, dont la formation n'a plus rien qui embarrasse depuis que Volta l'a rangée parmi les effets de l'électricité (1). Les mi-

termes tendaient vers certaines limites, d'où on pouvait déduire des caractères distinctifs entre les corps des trois classes suivantes.

La première comprend les corps qui possèdent à un haut degré ce que l'auteur appelle la *faculté conservatrice de l'électricité*, c'est-à-dire qui, dans le premier instant, ne cèdent à un corps conducteur avec lequel on les met en contact, qu'une quantité ou légère ou même insensible de leur fluide, et ne le perdent ensuite qu'au bout d'un temps considérable, lors même qu'on les laisse en communication avec les corps environnans. Tels sont le spath d'Islande et la topaze incolore.

Dans la seconde classe sont rangés les corps qui jouissent à un degré moyen de la faculté conservatrice. Ce sont ceux qui cèdent, dans le cas dont nous avons parlé, une quantité notable de leur *fluide excédant*, et ne perdent le reste que lentement, mais en moins de temps que ceux de la première classe, toujours dans l'hypothèse où ils seraient en communication avec les corps environnans. Tels sont le succin et la cire d'Espagne.

Les corps qui appartiennent à la troisième classe sont ceux qui possèdent à un faible degré la faculté conservatrice, ou qui cèdent, dès le premier contact, une partie plus ou moins considérable de leur fluide, et ne conservent le reste que pendant peu de temps. Tels sont le cristal de roche et le verre.

(1) Supposons deux nuages dans des états contraires d'électricité, placés l'un au-dessus de l'autre à une distance convenable, les molécules aqueuses situées à la surface du nuage supérieur, congelées par l'effet du refroidissement que ce nuage a subi, composent, par leur réunion, des particules de neige et quelquefois de glace dont la même surface est bientôt couverte, et qui sont comme les noyaux des grains de grêle dont la formation aura lieu dans les instans suivans. Ceux de ces noyaux qui sont en contact avec la partie du nuage supérieur tournée vers la terre et qui participent à son électricité, sont bientôt repoussés vers le nuage inférieur, qui, après les avoir attirés jusqu'au contact, les repousse à son tour. Rien ne rappelle mieux cette expérience électrique, dans laquelle

néraux cristallisés, qui s'électrisent par la chaleur, ont, entre les mains de l'auteur, dévoilé des faits curieux sur la vertu polaire qui se développe dans ces corps suivant que leur température s'élève ou s'abaisse (1). L'article con-

on voit des globules de moelle de sureau s'agiter entre deux disques métalliques, dont l'un est électrisé vitreusement et l'autre résineusement. Toute la différence entre les deux résultats consiste en ce que les grains de grêle, tandis qu'ils bondissent d'un nuage à l'autre, rencontrent sur leur passage des globules de vapeurs vésiculaires, disséminés dans le même espace, qui, aussitôt qu'ils les ont touchés, passent à l'état de congélation, dont ils sont très-voisins, et s'incorporent avec eux, par une succession de couches, qui font croître leur volume et leur poids jusqu'au terme où la force prépondérante de la pesanteur les précipite vers la terre.

On entend souvent, aux approches de la grêle et même long-temps avant sa chute, un bruit qui paraît venir de l'endroit où se forme l'orage, et qui est semblable à celui que feraient entendre de petits corps durs, qui, agités par un mouvement rapide, se heurteraient les uns contre les autres. On ne peut expliquer ce bruit qu'en le supposant produit par les chocs qui résultent de la rencontre mutuelle des grains de grêle tandis qu'ils s'élancent d'un nuage vers l'autre. Volta semble hésiter en citant ce fait, qui lui paraît avoir besoin d'être confirmé, et qui, dans le cas où il l'aurait été, serait décisif en faveur de sa théorie. Les nombreux témoignages qui depuis en ont garanti l'existence, ne permettent plus aujourd'hui de le révoquer en doute.

(1) On connaît les phénomènes électriques que présentent les cristaux de diverses substances, à l'aide de l'élévation que l'on a fait subir à leur température. Mais la vertu polaire que ces corps sont susceptibles d'acquiescer et de manifester, ne s'arrête pas au terme que les expériences ordinaires paraissent indiquer lorsqu'ensuite on les laisse refroidir; et il existe, dans l'abaissement de leur température, un autre terme, où la même vertu reparaît avec des caractères qui la distinguent de la première. Voici comment la circonstance d'un froid rigoureux a conduit M. l'abbé Haüy à faire cette intéressante découverte, en soumettant à ses

sacré à l'électricité galvanique présente également toutes les découvertes qui ont été faites

expériences des cristaux de zinc oxidé de Limbourg, aux environs d'Aix-la-Chapelle, et des morceaux de la variété aciculaire du même minéral que l'on trouve dans le Brisgaw.

Nous avons déjà annoncé, dit l'auteur, que ce minéral n'avait pas besoin d'être chauffé pour donner des signes de la vertu électrique, et nous avons même observé qu'il la manifestait encore par un froid de 6<sup>d</sup> au-dessous du zéro du thermomètre de Réaumur. C'est à l'occasion de celui qui a régné pendant l'hiver de 1819, que nous avons repris nos expériences. Le 16 janvier, ayant placé un petit morceau du minéral dont il s'agit, sur une fenêtre où était un thermomètre qui indiquait onze degrés au-dessous du zéro, et l'y ayant laissé pendant quelques instans, nous remarquâmes qu'il agissait encore très-sensiblement sur l'aiguille non isolée. Nous déterminâmes ses pôles, et l'ayant porté dans une chambre où le thermomètre marquait quatre degrés au-dessus du zéro, nous continuâmes de le soumettre à l'expérience, et nous vîmes son action polaire s'affaiblir progressivement, et finir par devenir nulle. Nous l'approchâmes par degrés d'une cheminée où l'on avait allumé du feu, jusqu'à ce qu'il n'en fût plus éloigné que d'environ un mètre. Bientôt les actions de ses pôles se renouvelèrent, mais en sens inverse de celui qui avait eu lieu dans l'expérience précédente.

M. l'abbé Haüy a vérifié ces résultats sur des cristaux d'une espèce différente, et en particulier sur ceux qui appartiennent à la tourmaline. En prenant ceux-ci pour exemples, il s'est attaché à réunir sous un même point de vue tout ce qui se passe à leur égard, dans l'intervalle compris entre les deux limites de température au-delà desquelles l'action électrique disparaît sans retour. Il a donné le nom d'*électricité ordinaire* à celle qui est produite par la chaleur, et il a appelé *électricité extraordinaire* celle qui naît pendant l'abaissement de la température. Cela posé, si l'on part du terme où l'excès de la chaleur fait disparaître, dans la tourmaline, les effets de l'électricité ordinaire, et qu'on laisse ce minéral se refroidir, il donnera bientôt des signes de cette même électricité. Les actions de ses pôles, faibles dans les premiers momens, augmenteront en énergie jusqu'à un certain terme, passé lequel

dans cette branche, encore nouvelle, de la physique (1).

Dans l'exposé que M. l'abbé Haüy a fait des phénomènes magnétiques, il a donné un moyen simple de rendre sensibles les plus petites attractions exercées sur une aiguille aimantée (2). Il a cité une observation récente du capitaine Parry, qui semble indiquer que les deux centres d'ac-

elles s'affaibliront graduellement, et finiront par s'évanouir. Mais un peu au-delà de ce dernier terme, les premiers effets de l'électricité extraordinaire se montreront alors; c'est-à-dire que la tourmaline reprendra ses pôles, avec cette différence que leurs positions seront renversées, en sorte que celui dans lequel résidait l'électricité vitrée manifestera l'électricité résineuse, et réciproquement. Leurs actions seront d'abord croissantes, comme dans le premier cas, et ensuite décroîtront jusqu'à devenir nulles.

(1) M. l'abbé Haüy a donné une description de l'appareil connu sous le nom d'*appareil à cuivre double*. Cette espèce de pile, dont on attribue l'invention à M. Accum, savant anglais, a été accueillie avec empressement par les physiiciens, aussitôt qu'elle a paru. L'avantage qu'elle a d'offrir de grandes surfaces au développement des deux fluides électriques, la rend susceptible d'agir avec une grande énergie, même lorsque le nombre de couples métalliques employées à sa construction est peu considérable. Il a encore cité les piles dont Zamboni a conçu l'idée. Ces piles sont composées de disques de papier doré ou argenté sur une de ses faces, et recouvert sur l'autre d'une couche d'oxide de manganèse pulvérisé.

(2) Il peut arriver que l'action du magnétisme naturel, pour maintenir une aiguille aimantée dans sa direction, l'emporte sur l'attraction de quelques particules de fer renfermées dans un corps que l'on présente à cette aiguille. Mais il est facile de mettre celle-ci en équilibre, et de la disposer à obéir aux plus petites forces, en se servant d'un barreau aimanté, placé près de l'aiguille de la manière que l'auteur a déjà indiquée dans ce recueil. Voyez (*Annales des Mines*, t. II, page 329), un mémoire sur la vertu magnétique, considérée comme moyen de reconnaître la présence du fer dans les minéraux.

tion magnétique du globe terrestre sont situés à une grande distance l'un de l'autre. Cet article est terminé par un précis très-bien fait des expériences si singulières, qui ont prouvé une action réciproque entre les fluides électrique et magnétique (1). D'abord, l'auteur a décrit, avec le détail convenable, les découvertes importantes de M. OErsted; puis il a fait connaître celles de MM. Ampère et Arago sur le même objet, et ensuite il a exposé les résultats des recherches qui ont conduit à représenter d'une manière géométrique les effets des attractions et répulsions qu'on observe dans les nouvelles expériences, en attendant que les progrès de la science les aient fait rentrer sous les lois connues de l'électricité et du magnétisme (2).

Dans la dernière partie de son ouvrage, l'auteur a développé, avec sa supériorité ordinaire, la plus délicate et la plus difficile de toutes les théories; savoir, celle qui concerne la Lumière.

(1) Les nouveaux phénomènes qu'ont offerts les expériences faites en Danemarck, se réduisent, suivant l'auteur, aux trois suivans: le premier dépend de l'influence qu'exerce l'action électrique de la pile sur une aiguille aimantée, pour la détourner de sa direction naturelle; le second consiste dans la propriété qu'a le fluide de la pile de décomposer, dans certaines circonstances, le fluide magnétique, et de faire naître l'action polaire dans une aiguille ou un barreau de fer; le troisième enfin dérive des actions mutuelles de deux fils métalliques traversés par deux courans d'électricité galvanique. Cette électricité produit seule le phénomène dont il s'agit, tandis que les deux autres ont lieu en vertu du concours de l'électricité et du magnétisme.

(2) Voyez (*Annales des Mines*, t. V, page 535) un mémoire sur les expériences électro-magnétiques de MM. OErsted, Ampère et Arago, relatives à l'identité de l'aimant avec l'électricité.

Cette théorie a été remaniée avec le plus grand soin et considérablement augmentée.

M. l'abbé Haüy a puisé dans un excellent mémoire de M. Monge l'explication de cette illusion d'optique que les marins ont désignée sous le nom de *mirage* (1). Il a fait connaître les belles dé-

(1) Les marins ont observé que, dans des temps très-calmes, un navire vu dans le lointain et à l'horizon offre quelquefois, outre l'image ordinaire qui est droite, une seconde image dont la position est renversée. Ils ont donné à ce phénomène le nom de mirage, que l'on a appliqué, par extension, à un autre phénomène qui a lieu, dans certaines circonstances, à la surface de la terre, et embrasse alors un champ beaucoup plus étendu. L'illusion dont il s'agit est une des plus remarquables. M. Monge en a trouvé la véritable cause dans les réfractions, qui obligent les rayons lumineux à se courber entièrement, et à se relever lorsqu'ils pénètrent les couches d'air très-dilatées, situées près d'un sol aride et sablonneux, que l'ardeur du soleil chauffe fortement. Le mirage, dont M. Wollaston a reproduit artificiellement les effets à l'aide d'expériences ingénieuses, est d'une observation journalière en Egypte : là, toutes les circonstances nécessaires à la production de ce phénomène se trouvent naturellement réunies. Le terrain de la Basse-Egypte est une vaste plaine de niveau, qui se prolonge jusqu'aux limites de l'horizon. Le soir et le matin, l'aspect du pays est tel qu'il doit être, mais lorsque la surface du sol s'est échauffée par la présence du soleil, le terrain paraît terminé, à une lieue environ, par une inondation générale; les villages qu'elle environne sont comme des îles situées au milieu d'un grand lac, et sous chacun d'eux on voit son image renversée; de même que si la lumière rencontrait, en avant, une surface d'eau réfléchissante. A mesure qu'on approche d'un village qui semble placé dans l'inondation, le bord de l'eau apparente s'éloigne, le lac imaginaire se rétrécit, il finit par disparaître, et le phénomène se reproduit aussitôt pour un autre village plus éloigné. Ainsi tout concourt, comme le fait remarquer M. Monge, à compléter une illusion, qui devient quelquefois cruelle, sur-tout dans le désert, parce qu'elle vous présente vainement l'image de l'eau dans le temps même où vous pouvez en avoir le plus grand besoin.

couvertes de M. Malus sur la *double réfraction* (1); les savantes recherches de M. Laplace sur le même sujet; les résultats des expériences qui ont conduit M. Biot à distinguer deux espèces de double réfraction, l'une *attractive* et l'autre *répulsive* (2). Il a donné une analyse du travail de M. Fresnel sur la *diffraction de la lumière*, et en même temps il s'est attaché à prouver que, dans l'état actuel de la science, le système de l'émission doit encore avoir la préférence sur celui des ondulations.

On pense bien que les phénomènes surprenans

(1) C'est ce savant qui a reconnu, le premier, que les phénomènes que présentent deux rhomboïdes de chaux carbonatée dont on combine les actions, loin d'être particuliers à ce minéral, s'étendaient à tous les corps doués de la double réfraction. Il n'est pas nécessaire, pour les observer, d'associer deux cristaux de même espèce. Ainsi, l'un pourrait appartenir au plomb carbonaté ou à la baryte sulfatée, et l'autre au quartz ou au zircon. Ces substances se comportent entre elles comme deux rhomboïdes calcaires.

(2) Lorsqu'un rayon de lumière qui traverse un rhomboïde de chaux carbonatée est situé dans le plan de la coupe principale, le *rayon extraordinaire* qui en provient se rejette plus que le *rayon ordinaire* vers l'angle aigu de cette coupe, en faisant un angle plus ouvert avec la perpendiculaire menée du point d'incidence sur la surface réfringente. M. Biot, ayant comparé les positions des deux rayons relativement à la même perpendiculaire dans les diverses substances minérales, douées de la double réfraction, a découvert que tantôt elles s'assimilent à celles qu'on observe dans le spath d'Islande, et tantôt ont lieu en sens inverse; en sorte que le *rayon extraordinaire* s'écarte moins de la perpendiculaire que le *rayon ordinaire*. M. Biot a donné le nom d'*attractive* à cette dernière espèce de réfraction; et, parmi les corps qui la subissent, il cite le quartz et la baryte sulfatée; la première espèce est celle qu'il appelle *répulsive*, et que lui ont offerte, entre autres substances, l'émeraude dite béryl et la tourmaline.

de la *lumière polarisée* doivent occuper dans l'ouvrage une étendue proportionnée à leur importance. Aussi l'auteur a pris un soin particulier à exposer les recherches si bien dirigées, que MM. Malus, Biot et Arago ont entreprises sur un sujet que Newton semblait avoir épuisé, et il n'a rien négligé pour mettre dans tout leur jour les importantes découvertes de ces habiles physiciens (1).

(1) L'observation des nouveaux phénomènes que nous offre la lumière, a conduit les physiciens à supposer, avec Newton, que les molécules lumineuses ont des espèces de pôles. Dans certaines circonstances, ces molécules s'arrangent de manière que leurs pôles homologues sont tournés vers les mêmes côtés de l'espace. C'est à cet arrangement que M. Malus a donné le nom de *polarisation*, en assimilant la force qui sollicite les molécules de la lumière à celle d'un aimant qui tournerait dans la même direction tous les pôles d'une série d'aiguilles magnétiques. Les corps doués de la double réfraction ont la propriété de polariser les rayons de la lumière. La réflexion partielle à la surface d'un corps, sous un certain degré d'obliquité, produit aussi une semblable modification.

Lorsque des rayons de lumière directe traversent un premier rhomboïde A de chaux carbonatée, chacun d'eux se divise toujours en deux; en un *rayon ordinaire*, et en un *rayon extraordinaire*. Mais telle est la modification que la lumière reçoit des milieux qui la réfractent doublement, que si les rayons ordinaires et extraordinaires sortis du rhomboïde A de chaux carbonatée, sont reçus sur un second rhomboïde B de la même substance, dont la section principale soit parallèle ou perpendiculaire à celle du rhomboïde A, tous ces rayons resteront simples en pénétrant dans le second milieu. Maintenant, un fait bien remarquable, découvert par M. Malus, consiste en ce qu'on peut au rhomboïde A substituer une glace non étamée, et remplacer les rayons ordinaires que ce rhomboïde transmet, par ceux qui se réfléchiront sur cette glace, sous une inclinaison de 35<sup>d</sup> environ. Ces derniers rayons, polarisés par cette réflexion, arriveront au rhomboïde B, doués des mêmes propriétés physiques que s'ils avaient subi la ré-

Après avoir fait connaître, autant qu'il nous a été possible, ce que la troisième édition de la Physique de M. l'abbé Haüy nous a présenté de plus remarquable sous le rapport des nouvelles connaissances, nous ne devons pas omettre d'ajouter que cette dernière édition aura encore sur les précédentes l'avantage précieux d'offrir des détails qui mettront les lecteurs à portée de répéter la plupart des expériences. L'auteur a rendu un véritable service à ceux qui cultivent la physique par goût, en décrivant une suite de petits appareils qu'ils pourront exécuter eux-mêmes, ou se procurer à un modique prix. Ces machines, d'une ingénieuse construction, leur serviront à s'initier dans l'art du physicien; elles leur fourniront les moyens d'amener à leur gré les faits dont ils auront lu les descriptions, et sur lesquels s'appuient nos théories (1). Il est

fraction ordinaire en traversant le rhomboïde A. Dans cette expérience, le plan de réflexion faisant l'office de la section principale du rhomboïde A, les rayons dont il s'agit ne se diviseront pas dans le rhomboïde B, si la section principale de ce rhomboïde est parallèle ou perpendiculaire au plan de réflexion; mais, dans le premier cas, ils subiront la réfraction ordinaire, et dans le second cas la réfraction extraordinaire. M. Malus a encore produit d'autres effets non moins curieux de lumière polarisée, en se servant seulement de deux glaces disposées d'une manière convenable, et sans faire intervenir aucun corps à double réfraction.

(1) L'usage de ces machines s'applique sur-tout aux trois branches de la physique, où il semblait être d'une plus grande utilité; savoir, l'électricité, le magnétisme et la lumière. Les deux qui font la fonction d'électroscopes se distinguent par des qualités qui leur sont propres, et à l'aide desquelles leur vertu échappe, pendant un temps considérable, à l'influence de l'air environnant. Une disposition particulière de l'appareil magnétique soustrait l'aiguille à la force qui la dirige, et la

presque inutile de dire que ces mêmes appareils ont été imaginés par M. l'abbé Haüy. L'invention d'instrumens aussi simples appartenait, comme de droit, à ce savant, qui semble avoir choisi pour lui cette devise familière de la nature : *Economie et simplicité dans les moyens, richesse et variété inépuisables dans les effets.*

Nous ne pouvons, à cette occasion, nous empêcher de rappeler que M. l'abbé Haüy, auquel les physiciens et les minéralogistes doivent les recherches les plus exactes, n'a cependant fait usage que des machines les plus ordinaires. Souvent nous l'avons vu, faute d'instrumens convenables, créer, avec une rare sagacité, des moyens d'observations aussi simples qu'ingénieux; nous l'avons encore vu, dans ses momens de loisir, prendre plaisir à se faire artiste et construire lui-même ses appareils. Ici, nos regards se portent d'eux-mêmes en arrière; notre sujet nous offre un rapprochement trop remarquable pour n'être pas facilement saisi: la plupart de nos lecteurs auront, sans doute, déjà nommé Newton. C'est, en effet, cet illustre géomètre qui le premier nous a tracé la route et fait voir que, sans un grand étalage d'appareils, on pouvait surprendre à la nature une partie de ses secrets. Jamais on ne se lassera d'admirer cette précision avec laquelle Newton a fait ces expériences si belles, si fécondes en vérités importantes, qui ont changé la face de l'optique; elles portent

rend docile à l'attraction de quelques molécules de fer. Un instrument très-simple, destiné aux expériences sur la lumière polarisée, mettra l'étudiant à portée de satisfaire sa curiosité, par l'observation de ces phénomènes si intéressans, qu'on ne peut qu'énoncer et décrire dans un cours.

visiblement l'empreinte de son génie: c'est encore aujourd'hui une véritable gloire pour nous, lorsqu'en les répétant nous retrouvons les résultats de ce grand physicien. Cependant, quelle différence entre les machines dont il a pu faire usage, et celles que nous employons maintenant! Il n'avait pas ces instrumens d'une construction si parfaite que nous devons à l'habileté de nos artistes: un simple trou pratiqué au volet d'une chambre obscure lui tenait lieu d'héliostat (1); mais cet art d'interroger la nature, qu'il possédait au plus haut degré, lui a suggéré les moyens de triompher de tous les obstacles.

L'auteur, dans l'Introduction à sa Physique, avoue avec cette candeur qui sied si bien au génie et qui lui donne un nouvel éclat, qu'il a employé tous ses efforts, qu'il a mis tout son zèle, pour ne laisser apercevoir que le moins possible que les nombreuses augmentations qu'il publie aujourd'hui, étaient le résultat de recherches et de travaux entrepris à une époque où le déclin de l'âge, et les infirmités qui en ont été la suite, semblaient l'avertir qu'il n'était plus le même. Mais nous avons trouvé, et nous le disons avec une vive satisfaction, que le dernier ouvrage de M. l'abbé Haüy ne le cède en rien pour le style, la clarté, la méthode et la force

(1) L'héliostat est une machine dont les physiciens se servent avec avantage, pour diriger et fixer à volonté un rayon solaire dans l'intérieur d'une chambre obscure. Cette machine, inventée par S'Gravesende, est composée de deux pièces principales: d'un miroir plan métallique, et d'une horloge, qui fait marcher ce miroir de telle sorte que, malgré le mouvement du soleil, le rayon solaire réfléchi conserve toujours la même direction pendant la durée des expériences.

du raisonnement, aux autres écrits sortis de la plume de ce célèbre savant.

Ces détails, que nous aimons à donner, amènent ici cette réflexion : si, d'un côté, la nature s'est montrée avare d'hommes d'un vrai mérite ; d'un autre côté, elle nous a plus d'une fois donné la preuve qu'elle avait pris soin de les soustraire, autant que possible, à la rigueur de ses lois. Elle a permis, non sans regrets, que le temps pût atténuer leurs forces physiques ; mais elle lui a refusé la puissance d'affaiblir en rien les facultés de leur esprit : il semble qu'elle n'ait pas voulu laisser vieillir le génie dont les productions doivent passer à la postérité.

Nous ne terminerons pas cet extrait sans faire connaître que notre but, en le publiant, a été bien plus de rappeler les progrès de la science, et de rendre hommage à un grand maître que tant d'élèves révèrent, que de recommander à nos lecteurs un ouvrage que les savans français et étrangers se sont déjà empressés d'accueillir, et que les Universités ont adopté pour leurs écoles, en le plaçant au premier rang des livres classiques. Nous nous plaçons à le répéter, le nom de l'auteur est au-dessus de tous les éloges que nous pourrions ajouter. Annoncer au public un nouveau travail de M. l'abbé Haüy, c'est assez lui faire entendre qu'un nouveau monument vient d'être élevé aux sciences.

---

*Notice sur le traitement des minerais argentifères (1).*

---

PLUSIEURS auteurs ont décrit la nature du minerai argentifère, son grillage et son traitement dans le magnifique établissement d'almagamation de Freyberg, en Saxe. Ils ont fait voir que le minerai traité avec avantage par ce procédé ne doit contenir que 4 onces d'argent par quintal, et qu'il doit renfermer suffisamment de pyrites (fer sulfuré), pour que pendant son grillage l'acide sulfurique qui se forme dans cette opération, décompose le sel muriatique, et que son acide (hydrochlorique) puisse se porter sur l'argent et se combiner avec lui.

Comme tous les minerais argentifères ne sont pas accompagnés de fer sulfuré, qu'on n'est pas même toujours à portée de se procurer cette substance à peu de frais, qui est nécessaire au grillage du minerai argentifère qu'on veut traiter par l'amalgamation ; outre que cette pyrite augmente toujours la masse à amalgamer, M. Lampadius, à qui aucun objet d'utilité publique n'est indifférent, a proposé au Gouvernement saxon une méthode pour arriver au même but sans employer du fer sulfuré. Sa proposition a été accueillie et ses expériences ont été autorisées par l'Administration générale des Mines.

Ce chimiste rend compte du résultat des travaux qu'il a entrepris à ce sujet, dans son livre imprimé à Weimar en 1816. M. Schreiber a eu occasion de voir cet ouvrage à Pezey dans le dernier voyage qu'il a fait en Savoie. L'ouvrage dont

(1) Cette notice est extraite d'une lettre que M. Schreiber a adressée à M. Hassenfratz vers la fin de 1820.