

N° D'ORDRE
204

H. F. n. f. 167. (VI, 5.)
THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES,

PAR M. A. DES CLOIZEAUX,

Répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures,
Membre de la Société philomathique.

I^{re} THÈSE DE MINÉRALOGIE. — De l'emploi des propriétés optiques biréfringentes en minéralogie.

II^e THÈSE DE CHIMIE. — Propositions données par la Faculté.

SOUTENUES LE JEUDI 28 MAI 1857 DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN.

MM. DESPRETZ, *Président.*
DELAFOSSE, } *Examineurs.*
DESAINS, }

PARIS,

IMPRIMÉ PAR E. THUNOT ET C^{ie},

26, RUE RACINE, 26.

—
1857.

ACADÉMIE DE PARIS.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

<i>Doyen.</i>	MILNE EDWARDS, Professeur.	Zoologie, Anatomie, Physiologie.
<i>Professeurs honoraires.</i>	Le baron THÉNARD.	
	BIOT.	
	PONCELET.	
<i>Professeurs.</i>	DUMAS	Chimie.
	DESPRETZ	Physique.
	DELAFOSSÉ	Minéralogie.
	BALARD	Chimie.
	LEFÈBRE DE FOURCY	Calcul différentiel et intégral.
	CHASLES	Géométrie supérieure.
	LE VERRIER	Astronomie physique.
	DUHAMEL	Algèbre supérieure.
	CAUCHY	Astronomie mathématique et Mécanique céleste.
	GEOFFROY SAINT-HILAIRE	Anatomie, Physiologie comparée, Zoologie.
	LAMÉ	Calcul des probabilités, Physique mathématique.
	DELAUNAY	Mécanique physique.
	PAYER	Botanique.
	C. BERNARD	Physiologie générale.
	P. DESAINS	Physique.
	N	Géologie.
N	Mécanique.	
<i>Agrégés.</i>	BERTRAND	} Sciences mathématiques.
	J. VIEILLE	
	MASSON	} Sciences physiques.
	PÉLIGOT	
<i>Secrétaire.</i>	DUCHARTRE	Sciences naturelles.
	E. PREZ-REYNIER.	

THÈSE

DE MINÉRALOGIE.

DE L'EMPLOI

DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES BIRÉFRINGENTES

EN MINÉRALOGIE.

M. Brewster a établi depuis longtemps que les corps cristallisés biréfringents peuvent se partager en deux catégories distinctes. Dans l'une se trouvent les cristaux à un seul axe de double réfraction ; ils appartiennent soit au système du prisme quarré, soit au système rhomboédrique, et leur axe optique coïncide toujours avec l'axe cristallographique principal ; dans l'autre viennent se ranger tous les cristaux qui possèdent deux axes de double réfraction, et qui appartiennent à l'un des trois systèmes cristallographiques, du prisme rhomboïdal droit, du prisme rhomboïdal oblique, et du prisme oblique non symétrique.

On est convenu d'appliquer spécialement le nom de *bissectrice*, ou *ligne moyenne*, à la bissectrice de l'angle aigu que forment entre eux les axes optiques réels ou intérieurs des cristaux à deux axes. La position de cette ligne reste le plus généralement constante pour tous les échantillons d'un même groupe minéralogique, tandis que, comme chacun le sait, l'écartement de leurs axes, et même le plan dans lequel ils se trouvent, peut être différent.

L'axe unique des cristaux de la première catégorie

et la bissectrice des cristaux de la seconde coïncident avec l'une des trois directions que Fresnel a nommées axes d'élasticité optique ; si la coïncidence a lieu avec l'axe de plus *petite* élasticité, on peut, pour abrégér, dire que le cristal est *attractif* ou *positif*. Si la coïncidence a lieu avec l'axe de plus *grande* élasticité, le cristal sera *répulsif* ou *négalif*.

Les recherches, qui font l'objet de ce mémoire, ont pour but de montrer que la détermination précise du caractère optique de l'axe unique des cristaux à un axe, ou de la bissectrice des cristaux à deux axes, peut fournir à la minéralogie un élément précieux pour assurer la réunion ou la séparation de certaines espèces, lorsque l'étude cristallographique et chimique laisse cette réunion ou cette séparation incertaine : elles confirment aussi ce fait, déjà annoncé par M. de Sénarmont (1), que des corps chimiquement et géométriquement isomorphes peuvent très-bien offrir des propriétés optiques opposées. Il en résulte, pour l'espèce minéralogique, une définition un peu différente de celle qui était adoptée jusqu'ici, de sorte qu'un certain nombre d'espèces anciennes devront désormais être considérées comme formant plutôt des groupes ou familles.

La véritable espèce simple ne doit en effet comprendre, selon moi, que les individus dont tous les caractères chimiques, cristallographiques et optiques sont semblables : le groupe ou la famille se composera, au contraire, des individus ayant la même forme cristalline, mais dont la composition chimique offre des variations soumises aux lois de l'isomorphisme, et dont

(1) Recherches sur les propriétés optiques biréfringentes des corps isomorphes (*Annales de chimie et de physique*, t. XXXIII, p. 591.)

les propriétés optiques biréfringentes peuvent se manifester avec des signes contraires.

Ces définitions restreignent nécessairement beaucoup le nombre des espèces naturelles, et il ne saurait en être autrement ; car la nature ne s'astreint pas aux précautions que nous avons l'habitude de prendre dans nos laboratoires, et les minéraux sont soumis, pendant leur formation, à une foule d'influences que nous sommes loin de connaître exactement. Ces influences doivent certainement produire des composés hybrides dont nous ne savons presque jamais distinguer les éléments parasites. La synthèse seule pourrait fournir le produit simple dégagé de toutes ses parties hétérogènes, et les travaux, entrepris depuis quelques années dans cette voie, nous ont déjà enrichis de données précieuses ; mais en général, lorsqu'on prend les minéraux tout formés, on ne parvient guère à les ranger qu'en groupes, dans lesquels l'isomorphisme, tel que l'a défini M. Mitscherlich, joue le principal rôle. C'est ainsi que nous avons le groupe des *grenats*, celui des *pyroxènes*, celui des *amphiboles*, celui des *micas*, celui des *topazes*, celui des *tourmalines*, celui des *apophyllites*, celui des *orthoses*, etc.

Les différences que présentent entre eux les divers membres d'un même groupe peuvent être de plusieurs sortes ; ainsi, tandis que dans le *diopside* et l'*augite*, c'est surtout la composition chimique qui éprouve les plus grandes variations, les individus du groupe *mica* offrent à la fois des compositions et des propriétés optiques dissemblables ; et pour les *apophyllites*, c'est seulement le caractère optique qui jusqu'ici ne s'est pas montré constant. Des recherches ultérieures rattacheront sans doute cette inconstance à des différences dans la constitution chimique de ces corps.

On sait que depuis longtemps le docteur Brewster, sir John Herschel et M. Biot ont signalé plusieurs particularités dans les propriétés optiques de l'apophyllite; la plus remarquable, découverte par Herschel, consiste en ce que l'axe cristallographique coïncide tantôt avec l'axe de plus *petite* élasticité, tantôt avec l'axe de plus *grande* élasticité optique.

L'expérience prouve que cette transformation des propriétés optiques ne s'effectue pas sans que la constitution intime de la substance soit profondément modifiée; en effet, les cristaux *positifs* d'apophyllite en tête desquels on doit placer les échantillons d'Utoë, désignés par Herschel sous le nom de *leucocyclite*, font voir au microscope polarisant d'Amici, avec la lumière blanche, un fond blanc coupé par une croix et par trois ou quatre anneaux d'un noir presque parfait; les cristaux *negatifs* montrent au contraire une croix grisâtre traversant un champ violet, dans lequel aucun anneau n'est visible à cause de leur trop grande dilatation. Les cristaux *positifs* ont donc un pouvoir biréfringent suffisant pour polariser tous les rayons dont se compose la lumière blanche, tandis que dans les cristaux *negatifs*, dont le pouvoir biréfringent est beaucoup plus faible, tous les rayons autres que les rayons violets traversent la substance sans y éprouver de double réfraction et viennent s'éteindre dans l'analyseur, en conservant leur polarisation primitive.

Les cristaux *positifs*, qui produisent le phénomène le plus net, sont, comme je viens de le dire, les échantillons d'Utoë; les échantillons *negatifs*, où l'effet est le plus tranché, sont des lames assez grandes de provenance inconnue, dont M. Soleil père possédait autrefois une certaine quantité, et de très-petits cristaux tapisant un calcaire plus ou moins compacte de Cziclowa,

en Bannat ; mais entre ces types extrêmes, il existe une foule de variétés mélangées, où les caractères optiques sont souvent difficiles à saisir, et l'on rencontre même assez fréquemment des apophyllites sans aucune action régulière sur la lumière polarisée.

On sait du reste, par les expériences de MM. Brewster et Biot, que ce minéral n'offre presque jamais une structure homogène, et que ses cristaux se composent généralement de lames emboîtées les unes dans les autres. Cependant, dans les cristaux *negatifs* du Bannat, toutes les lames coupées perpendiculairement à l'axe, m'ont offert une double réfraction de même sens et de même intensité ; et si l'on couche un de ces cristaux sur une des faces du prisme, de manière à ce que son axe soit à 45° du plan primitif de polarisation, on établit très-facilement une compensation qui produit des hyperboles colorées, en faisant passer au-dessus du cristal une lame prismatique de quartz dont l'axe soit parallèle à l'axe de l'apophyllite.

Dans certains échantillons de l'île de Skye, j'ai au contraire trouvé à un bout des lames *positives* montrant une croix noire très-nette, et à l'autre bout, des lames paraissant encore *positives*, mais n'ayant plus qu'un pouvoir biréfringent si faible, que la croix noire était à peine visible. Sur ces derniers cristaux comme sur ceux de Férøe, qui présentent le plus nettement le phénomène attribué par M. Biot à la polarisation lamellaire, la compensation par la lame de quartz est à peu près impossible.

Ces variations dans les propriétés optiques des divers individus du groupe *apophyllite*, ont été reproduites et naturellement expliquées par les curieuses expériences de M. de Sénarmont, décrites dans le mémoire que j'ai cité plus haut. En faisant cristalliser ensemble de l'hyposulfate de strontiane, sel à un axe *negatif*, et de

l'hyposulfate de plomb, sel à un axe *positif*, M. de Sénarmont a obtenu des échantillons tantôt *négatifs*, tantôt *positifs*, suivant que l'un des deux sels composants prédominait; d'autres cristallisations montraient au microscope d'Amici un champ violacé coupé d'une croix noire, dans lequel l'affaiblissement du pouvoir biréfringent ne permettait plus d'apercevoir que le premier anneau. Dans certains mélanges des deux sels à propriétés optiques contraires, la double réfraction était donc annulée; ou plutôt, ces mélanges se comportaient pour une extrémité du spectre, comme l'hyposulfate de plomb, en réfractant le rayon ordinaire moins que le rayon extraordinaire; et pour l'extrémité opposée, comme l'hyposulfate de strontiane, en réfractant le rayon ordinaire plus que le rayon extraordinaire; ils n'avaient pas de double réfraction pour les rayons intermédiaires du spectre, les rayons ordinaire et extraordinaire demeurant réunis.

Selon toute probabilité, ces mélanges en proportions variables de deux corps chimiquement et cristallographiquement isomorphes, existent dans l'apophyllite; seulement jusqu'ici, l'élément à double réfraction *positive* s'est seul montré isolé dans les cristaux d'Utoë et de Fassa, tandis que l'élément à double réfraction *negative* nous est encore inconnu.

Le groupe des *micas*, sur les propriétés optiques desquels M. de Sénarmont a également publié des observations pleines d'intérêt dans les *Annales de chimie et de physique*, tome XXXIV, p. 171, ne nous offre plus, comme celui des apophyllites, des individus jouissant tantôt d'une double réfraction positive, tantôt d'une double réfraction négative; ici la ligne moyenne est toujours l'axe de plus grande élasticité, c'est-à-dire que tous les *micas* sont *négatifs*, ce qui permet immédiatement

de distinguer ces minéraux d'avec les *chlorites*, par exemple, dont la très-grande majorité est positive.

Mais en admettant, avec M. de Sénarmont, que la forme primitive commune à toutes les variétés de mica, est un prisme rhomboïdal droit très-voisin de 120° , le plan des axes coïncide, tantôt avec la *grande* diagonale, tantôt avec la *petite* diagonale de la base de ce prisme. Dans l'un et l'autre cas, l'écartement des deux axes optiques est excessivement variable, et il est même quelquefois complètement nul, comme on l'observe dans certains cristaux de la Somma et des États-Unis.

L'inconstance de ce caractère s'explique très-simplement par la supposition que les deux termes extrêmes de chaque série peuvent se mélanger en toutes proportions; ces deux termes étant les variétés de mica où l'on a observé, dans deux directions rectangulaires, un écartement maximum de 70° environ. Dans ces combinaisons de corps géométriquement et chimiquement isomorphes, il se fait un échange mutuel de propriétés optiques, et quand le mélange est en proportions optiquement équivalentes, ces propriétés peuvent complètement être annulées l'une par l'autre. M. de Sénarmont a produit des phénomènes tout à fait du même genre, en combinant en proportions variables du sel de Seignette potassique, dont les axes s'ouvrent dans un plan parallèle à la *petite* diagonale, avec du sel de Seignette ammoniacal dont les axes s'ouvrent au contraire dans un plan parallèle à la *grande* diagonale de la base (1).

Il serait sans doute excessivement intéressant de pouvoir comparer entre elles les compositions des divers micas dont les axes optiques sont situés dans deux plans se coupant à angle droit; malheureusement nous man-

(1) Voyez le mémoire sur les propriétés optiques biréfringentes des corps isomorphes, p. 429.

quons encore des éléments nécessaires pour établir cette comparaison ; car si nous possédons un grand nombre d'analyses de micas, nous n'avons en général que fort peu de renseignements sur les propriétés optiques des échantillons analysés, puisque jusqu'ici on s'est contenté d'indiquer s'ils étaient à un ou à deux axes plus ou moins écartés.

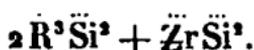
Parmi les observations nouvelles que j'ai faites sur une nombreuse série de minéraux, les unes viennent, comme je l'ai dit, confirmer les différences signalées par M. de Sénarmont, entre les propriétés optiques biréfringentes de corps chimiquement et géométriquement isomorphes ; les autres permettent de séparer ou de réunir d'une manière non équivoque certains minéraux dont la classification était restée jusqu'à présent fort incertaine.

Le procédé le plus simple et le plus commode pour effectuer ces observations, consiste dans l'emploi du microscope polarisant d'Amici ; on lui adjoint, pour les corps à un seul axe, une lame très-mince de mica dont le plan des axes est placé à 45° du plan primitif de polarisation ; et pour les corps à deux axes, les lames de quartz légèrement prismatiques recommandées par M. Biot. On peut ainsi reconnaître la nature et le signe des propriétés biréfringentes sur des fragments excessivement ténus, ce qui permet l'examen d'une foule de minéraux rares ou peu transparents.

L'exemple le plus remarquable de deux corps presque identiques, ayant des propriétés optiques opposées, m'a été offert par l'*eudialyte* du Groënland et par l'*eukolite* de Norwége. M. Damour a publié récemment (1)

(1) Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. XLIII, p. 197.

des analyses comparatives de ces deux minéraux, d'où il résulte que si leur composition n'est pas exactement la même, on y rencontre de telles ressemblances, qu'on peut à juste titre les ranger dans le même groupe chimique. Les éléments dominants sont en effet, pour l'un comme pour l'autre, la *silice*, la *zircone*, l'*oxyde ferreux*, la *chaux* et la *soude*; et la seule différence, c'est que l'*eukolite* contient environ 2 pour 100 d'*oxyde de cérium* et 1 pour 100 d'*oxyde de lanthane*, qui manquent complètement dans l'*eudialyte*. La formule chimique qui exprime le rapport des quantités d'oxygène des divers éléments est la même pour les deux corps, et elle peut s'écrire :



La forme cristalline de l'*eukolite* doit aussi être regardée comme excessivement voisine de celle de l'*eudialyte*. On sait que ce dernier minéral appartient au système rhomboédrique; les faces observées par MM. Lévy et Miller se composent d'un rhomboèdre aigu de $73^{\circ} 30'$ qu'on prend généralement pour la forme primitive; d'un second rhomboèdre a^2 , de même sens que le précédent, mais dont l'angle au sommet est égal à $126^{\circ} 25'$; du rhomboèdre b^1 tangent aux arêtes culminantes du primitif; du rhomboèdre inverse e^1 ; des deux prismes hexagonaux e^2 et d^1 situés, le premier sur les angles, le second sur les arêtes latérales du rhomboèdre fondamental; du scalénoèdre métastatique d^2 ; et enfin, de la base a^1 , normale à l'axe vertical. Les clivages qu'on a cités dans l'*eudialyte* se font, distinctement suivant la base, moins distinctement suivant les faces du rhomboèdre a^2 , et d'une manière moins distincte encore, parallèlement aux faces du rhomboèdre primitif et à celles du prisme hexagonal d^1 .

Ce dernier clivage était pourtant assez net, sur les échantillons analysés par M. Damour, et qui lui avaient été envoyés par M. Forchhammer.

L'*eukolite* ne s'est présentée jusqu'ici qu'en petites masses cristallines dont quelques-unes se séparent facilement en prismes d'environ 120° et 60° terminés par une base perpendiculaire aux faces verticales. En examinant un grand nombre de ces fragments qui m'avaient été remis par M. Sœman, j'en ai rencontré un qui portait, sur l'angle solide obtus du prisme de 120° , une face inclinée sur les deux faces verticales adjacentes, d'environ 117° , nombre très-voisin de l'incidence du rhomboèdre a^2 sur le prisme d^1 de l'*eudialyte*.

Malgré ce rapprochement, les mesures prises sur les fragments d'*eukolite* ne me paraissaient pas susceptibles d'une assez grande précision, pour permettre de conclure avec certitude si leur forme était un prisme rhomboïdal droit, voisin de 120° , ou un prisme hexagonal régulier. Pour lever mes doutes à cet égard, j'ai eu recours aux caractères optiques; en amincissant suffisamment un fragment d'*eukolite* parallèlement à sa base, j'ai pu reconnaître que cette substance se comportait comme un cristal à un seul axe *négatif*; dès lors sa forme ne pouvait plus être rapportée qu'au rhomboèdre, et d'après ce que j'ai dit plus haut, cette forme était presque identique à celle de l'*eudialyte*. Il devenait donc intéressant de comparer les propriétés optiques biréfringentes de ce dernier minéral, à celles de l'*eukolite*: c'est ce que j'ai fait en usant convenablement un rhomboèdre basé d'*eudialyte*; mais au lieu de trouver dans cette substance un axe *négatif*, j'ai reconnu avec étonnement un axe *positif*. Voici donc deux minéraux géométriquement semblables, à peu près identiques dans leur composition, mais dans l'un desquels l'axe optique

coïncide avec l'axe de plus *grande* élasticité, tandis que dans l'autre, il coïncide avec l'axe de plus *petite* élasticité.

Cette opposition des caractères biréfringents est encore plus remarquable ici que dans les apophyllites, et dans les combinaisons d'hyposulfate de strontiane et d'hyposulfate de plomb réalisées par M. de Sénarmont; car d'une part, l'*eudialyte* et l'*eukolite* offrent toutes deux une couleur rouge qui ne diffère que par la nuance; et comme des lames même très-minces ne possèdent qu'une transparence assez imparfaite, ces lames ne laissent à peu près passer que les rayons rouges de l'une des extrémités du spectre; d'autre part, l'hyposulfate de strontiane et l'hyposulfate de plomb sont chimiquement isomorphes, mais avec des éléments différents, tandis que d'après les analyses de M. Damour, les deux minéraux en question contiennent essentiellement les mêmes principes constituants. Suivant les définitions que j'ai données au commencement de mon mémoire, on pourrait donc conserver le nom d'*eudialyte* au groupe minéralogique qui comprendrait l'ancienne *eudialyte positive* du Groënland, et l'*eudialyte négative*, ou *eukolite* de Norwége.

Un autre exemple du même genre va nous être fourni par un minéral appartenant à un groupe naturel, qui a offert jusqu'à présent une très-grande incertitude sur la nature des substances qu'on doit lui rapporter. Ce minéral est la *pennine*, connue d'abord sous le nom de *mica triangulaire* de Binnen, décrite plus tard sous celui de *pennine*, par MM. Fröbel et Schweitzer, et enfin examinée de nouveau, il y a quelques années par M. Mari-gnac et par moi (1).

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3^e série, t. X, p. 427.

Les quatre localités connues jusqu'ici pour la *pennine*, sont : les vallées de Zermatt et de Binn en Valais, celle d'Ala en Piémont, et celle de Pfitsch en Tyrol.

La *pennine* se présente toujours en rhomboédres aigus d'environ $65^{\circ} 28'$ plus ou moins fortement tronqués par une base perpendiculaire à l'axe principal; cette troncature est quelquefois assez profonde pour réduire les cristaux à l'état de tables à bases hexagonales, dont les pans sont alternativement inclinés sur chacune des bases, de $103^{\circ} 45'$ et $76^{\circ} 15'$ (1).

On rencontre assez fréquemment une hémitropie composée de deux individus tabulaires, opposés base à base, et disposés de telle façon que les douze plans du solide résultant déterminent par leur rencontre trois angles rentrants et trois angles saillants de $152^{\circ} 30'$.

Un clivage très-facile permet de diviser la *pennine* en lames minces perpendiculaires à l'axe; ces lames se laissent souvent briser suivant les trois côtés d'un triangle équilatéral, parallèles aux faces du rhomboèdre. La grosseur des cristaux varie depuis quelques millimètres jusqu'à plusieurs centimètres; ils jouissent au plus haut

(1) Les premiers échantillons de Zermatt que j'avais examinés étaient des cristaux *negatifs* sur lesquels j'avais trouvé très-approximativement, pour l'angle au sommet du rhomboèdre, $63^{\circ} 15'$, et pour l'inclinaison de ce rhomboèdre sur la base, $100^{\circ} 30'$; les nouvelles mesures que je donne ici ont été prises, au goniomètre de réflexion, sur de très-petits cristaux *positifs*, à faces miroitantes et suffisamment unies, rapportés dernièrement par M. Hugard, de la même localité, et sur des lames vertes d'Ala, également *positives*; ces mesures sembleraient faire croire que les cristaux *positifs* et les cristaux *negatifs* n'offrent pas exactement les mêmes incidences; cependant, en présence de l'inégalité des faces de la plupart des cristaux de Zermatt sur lesquels j'avais opéré autrefois, je n'oserais pas affirmer si cette différence est aussi grande que l'indiquent mes nouvelles et mes anciennes mesures.

degré du dichroïsme ; ce phénomène est surtout visible sur les très-petits cristaux qui offrent une transparence complète, et qui sont d'un beau vert-émeraude, ou d'un vert bleuâtre, lorsque la lumière les traverse normalement à leur base, tandis qu'ils sont rouge-hyacinthe quand elle les traverse normalement à leur axe.

Les lames minces de *pennine*, examinées à l'aide du microscope polarisant, présentent les particularités suivantes : si l'on emploie un faisceau de rayons parallèles, on voit que ce faisceau est dépolarisé dans tous les azimuths, comme cela doit avoir lieu à travers un corps *uniaxe*, mais qu'en même temps une grande partie en est absorbée par le minéral : la cause principale de cette absorption paraît être la structure particulière de la *pennine*, dont les lames ressemblent à un *lacis* de fibres tordues et serrées les unes contre les autres. Si le faisceau employé se compose de rayons convergents, on voit en général apparaître une croix noire plus ou moins nette, au milieu d'un champ bleu ou vert jaunâtre : quant aux anneaux, on ne peut jamais les apercevoir, à cause de leur très-grande dilatation.

Le pouvoir biréfringent de la *pennine* étant très-faible, ce n'est qu'à l'aide d'une lame de mica excessivement mince qu'on parvient à déterminer avec quel axe d'élasticité coïncide son axe de double réfraction ; on reconnaît ainsi que les lames à fond bleu extraites, soit des petits cristaux transparents, soit de la majorité des grandes tables vert bleuâtre de Zermatt ou du Tyrol, soit encore des cristaux à base triangulaire de Binnén, possèdent un axe *négalif*, tandis que les lames à fond verdâtre, provenant de Zermatt et surtout d'Ala, ont un axe *positif* ; quelques lames de cette dernière localité paraissent complètement neutres et ne laissent pas du tout passer la lumière polarisée. Pour les petits

cristaux transparents, le sens de la double réfraction se vérifie facilement, en plaçant horizontalement l'axe d'un de ces cristaux à 45° du plan primitif de polarisation, et cherchant à établir la compensation à l'aide d'une lame prismatique de quartz ; cette compensation ayant lieu lorsque l'axe du quartz est parallèle à l'axe de la pennine, on en conclut que celle-ci est de signe contraire au quartz, ou négative.

Lorsqu'on promène une lame de pennine ou qu'on la fait tourner dans son propre plan, les branches de la croix noire paraissent souvent se diviser ; mais cette division n'a rien de constant, et elle n'est sans doute due, comme celle des apophyllites, qu'à des irrégularités dans la structure du minéral. La chaleur ne m'a paru produire aucun effet appréciable sur les dislocations des branches de la croix noire.

Les analyses de la pennine publiées par MM. Schweitzer, Marignac et moi, n'ont porté jusqu'ici que sur des échantillons de Binnen et de Zermatt, dont les propriétés biréfringentes sont en général de même sens ; il serait intéressant de leur comparer la composition des cristaux d'Ala, qui offrent tantôt des propriétés biréfringentes opposées, tantôt une neutralisation complète de ces propriétés, et qui par conséquent, doivent être des combinaisons en proportions variables de corps géométriquement et chimiquement isomorphes, mais optiquement dissemblables.

Les divers échantillons de pennine présentent donc exactement les mêmes phénomènes que les apophyllites, et ils offrent la réalisation des diverses combinaisons que M. de Sénarmont s'était proposé d'obtenir en faisant cristalliser ensemble l'hyposulfate de strontiane et l'hyposulfate de plomb.

Si maintenant nous cherchons à distinguer, au moyen

des propriétés biréfringentes, les divers minéraux rangés dans la grande famille des *chlorites*, nous trouvons qu'à côté de la *pennine*, vient se placer la *Leuchtenbergite*.

Les minéralogistes ne sont pas encore bien d'accord sur la composition et la forme de ce minéral, qui a été principalement trouvé dans l'Oural; M. Breithaupt le regarde comme une espèce à part; d'autres en font un pseudomorphe du *talc*; d'autres enfin le réunissent à l'ancienne *chlorite*. Suivant M. Kenngott, la composition admise jusqu'à présent devrait être modifiée, car ce savant a reconnu, dans l'intérieur des lames de *Leuchtenbergite*, de petits grenats dont la présence n'a pas été remarquée par les chimistes auxquels on doit son analyse. Quant à la forme que lui assigne M. Kenngott, ce serait un prisme rhomboïdal oblique d'environ 120° , dont la base ferait, avec les pans du prisme, des angles de 95° et 87° . Les échantillons qui existent dans les collections de Paris sont tous trop altérés à la surface pour permettre de prendre leurs mesures autrement qu'au goniomètre d'application; j'y ai reconnu de cette manière un prisme hexagonal de 120° , avec une base qui m'a toujours paru normale aux faces verticales. Du reste, cette altération n'est que superficielle, car si l'on clive un cristal parallèlement à sa base, on peut en extraire des lames transparentes où l'on reconnaît immédiatement un seul axe *positif* de double réfraction. Lorsque ces lames sont suffisamment épaisses, on aperçoit même les trois premiers anneaux; leur pouvoir biréfringent est donc plus considérable que celui de la *pennine*. L'apparence uniaxe de la *Leuchtenbergite* prouve que sa forme dérive d'un rhomboèdre comme celle de la *pennine*, ou bien qu'elle appartient, comme celle des *micas* à un axe, à un prisme rhomboïdal droit susceptible de modifications hémimétriques; mais

la première hypothèse me paraît la seule admissible, car la composition de la *pennine* est si voisine de celle de la *Leuchtenbergite*, telle que l'ont établie les analyses de M. Hermann, qu'on doit regarder ces deux minéraux comme faisant partie d'un même groupe, dont le type *négatif* serait la *pennine négative* de Zermatt, caractérisée par sa couleur vert bleuâtre et par la présence d'environ 4 pour 100 d'oxyde ferreux, et dont le type *positif* serait la *Leuchtenbergite* blanche, presque complètement exempte d'oxyde de fer.

M. Delesse a analysé, sous le nom de *chlorite* blanche de Mauléon, de petites lames hexagonales, presque toujours formées de lamelles groupées en roses, qui doivent trouver leur place ici : leur constitution chimique est en effet identique à celle de la *Leuchtenbergite*, sauf que le fer a complètement disparu ; les caractères optiques sont aussi exactement les mêmes, puisque, sous le microscope polarisant, la *chlorite* de Mauléon se comporte également comme un cristal à un axe *positif*.

Viennent maintenant les nombreuses variétés de *clinocllore*.

M. Blake a décrit sous ce nom un minéral de Pensylvanie très-voisin de ce qu'on nommait autrefois *chlorite hexagonale*, et qui se présente généralement en grandes lames triangulaires. Ces lames possèdent deux axes de double réfraction, dont le plan est généralement parallèle à un de leurs côtés, ainsi que M. de Sénarmont l'a déjà fait remarquer dans les *Annales des Mines*. Les axes n'étant pas également inclinés autour d'une ligne perpendiculaire au plan des lames, suivant lequel la substance se divise à la manière d'un *mica*, on en a conclu que la forme primitive du *clinocllore* est un prisme rhomboïdal oblique. Cette conclusion a été pleinement confirmée par l'examen que M. de

Kokscharow a fait des formes cristallines du minéral désigné précédemment sous le nom de *chlorite* d'Achmatowsk, et qui est identique au *clinochlore* de Pennsylvanie. Les nombreuses modifications, décrites par M. de Kokscharow, se rapportent en effet d'une manière très-simple à un prisme rhomboïdal oblique de $125^{\circ} 37'$. dans lequel la base fait, avec les faces verticales, un angle de $113^{\circ} 57'$. Cette base offre la propriété remarquable d'avoir ses angles plans égaux à 120° et à 60° , d'où il résulte que toutes les modifications placées, soit sur ses arêtes, soit sur ses angles aigus, déterminent dans son plan des lignes qui se rencontrent sous des angles de 120° ou de 60° . Outre le clivage principal qui se fait parallèlement à la base du prisme, le *clinochlore* en lames minces se laisse souvent diviser comme les micas, dans des directions parallèles aux côtés de cette base et à sa diagonale *inclinée*, ce qui produit, dans ces directions, soit des hexagones réguliers, soit des triangles équilatéraux. Le plan des axes optiques étant, comme je l'ai dit plus haut, généralement parallèle à un côté de ces triangles ou de ces hexagones, coïncide nécessairement avec la diagonale *inclinée* de la base : M. Blake a pourtant indiqué ce plan comme étant perpendiculaire à un côté des lames triangulaires du *clinochlore* d'Amérique ; mais cette position tient sans doute à ce que le *clinochlore*, comme certains micas, possède encore d'autres indices de clivage dans le sens de la diagonale horizontale de la base, et dans celui de la double troncature g^2 , située sur les arêtes latérales aiguës du prisme rhomboïdal.

Or, dans le cas particulier où la base d'un prisme rhomboïdal a des angles de 120° et de 60° , les traces de la modification g^2 déterminent des triangles équilatéraux ou des hexagones réguliers dont un des côtés, se confon-

dant avec la diagonale *horizontale*, est nécessairement perpendiculaire à la diagonale *inclivée* de cette base.

Le pouvoir biréfringent du *clinocllore* est assez fort pour permettre de voir dans tous les échantillons les deux systèmes d'anneaux non symétriques; il est donc facile de constater que l'écartement des axes varie avec les localités d'où proviennent ces échantillons, mais que la ligne moyenne coïncide toujours avec l'axe de plus *petite* élasticité. Le plus grand écartement qui a été observé dans le *clinocllore* d'Amérique, est d'environ 86° d'après Beer; dans le *clinocllore* d'Achmatowsk, les axes sont plus rapprochés, et ils mesurent un angle voisin de 48°. M. de Kokscharow a déjà réuni au *clinocllore*, la *chlorite* de Schwarzenstein, analysée par Kobell; voici les diverses variétés dont j'ai pu me procurer des échantillons, et qui s'y rapportent également :

1° La *chlorite hexagonale* d'Ala qui se trouve avec le diopside et les grenats rouges, sous forme de prismes plus ou moins contournés et composés de lames empilées d'un vert plus ou moins pâle : ces échantillons sont souvent dichroïtes; nous les avons décrits et analysés, M. Marignac et moi, dans les *Annales de chimie et de physique*, 3° série, t. X. Leur composition est identique à celle du *clinocllore* d'Achmatowsk, et l'écartement de leurs axes optiques est presque le même.

2° La *chlorite hexagonale* de Pfitsch, de Pfunders et de Zillerthal en Tyrol. Cette variété se présente presque toujours en dodécaèdres bipyramidés à base hexagonale, dont toutes les faces ont généralement la même inclinaison sur cette base. Vues dans un faisceau polarisé de rayons parallèles, les lames extraites de ces cristaux montrent un assemblage de six parties triangulaires plus ou moins régulières; elles appartiennent donc à des mâcles semblables à celles qui ont été dé-

crites par M. de Kokscharow pour les cristaux d'Achmatowsk : ces mâcles se composent de trois individus complètement enchevêtrés les uns dans les autres à la manière des *cymophanes* de l'Oural ; les plans d'assemblage sont presque exactement perpendiculaires à la base commune, qui se trouve ainsi divisée en six triangles équilatéraux, dont tous les sommets sont réunis au centre, et dont un des côtés coïncide avec les côtés de l'hexagone. Lorsque la pyramide résultante n'offre aucun angle rentrant, toutes ses faces appartiennent à une modification située sur les angles solides aigus de la forme primitive ; dans les cristaux d'Achmatowsk, cette modification a pour symbole $e^{1/4}$, et son inclinaison sur la base est égale à $108^{\circ} 14'$. Les cristaux de Pfitsch, de Pfunders et de Zillerthal m'ont toujours offert des incidences plus fortes, qui m'ont conduit à admettre les divers symboles $e^{4/9}$, $e^{6/11}$, $e^{3/5}$, $e^{8/11}$ correspondant aux nombres :

$$pe^{4/9} = 120^{\circ} 21';$$

$$pe^{6/11} = 125^{\circ} 42';$$

$$pe^{3/5} = 128^{\circ} 35';$$

$$pe^{8/11} = 133^{\circ} 46'.$$

Les modifications $e^{3/5}$ et $e^{8/11}$ sont les plus habituelles, et ce sont elles qui m'ont fourni les mesures les plus nettes ; ces mesures sont du reste à peu près impossibles à prendre avec une grande exactitude, à cause des stries et des inégalités que présentent les faces des dodécaèdres. Les deux pyramides qui composent ces dodécaèdres m'ont paru tantôt exclusivement formées par une seule modification, tantôt par une face $e^{3/5}$ à la pyramide supérieure, et par une face $e^{8/11}$ à la pyramide inférieure.

Malgré les mâcles des cristaux du Tyrol, on y reconnaît facilement les deux axes du *clinohore* avec une ligne moyenne *positive*, et l'on peut même s'assurer

que le plan des axes y est encore parallèle à la diagonale *inclinte* de la base primitive.

5. On a désigné sous le nom de *tabergite* de grandes lames vertes que Werner appelait *talc bleu* de Taberg en Wermeland ; ces lames, dont la composition ne diffère de celle de la *pennine* que par un peu plus de silice et un peu moins de magnésie, offrent tous les caractères biréfringents du *clinocllore* ; on doit donc les rattacher à cette dernière espèce.

Parmi les échantillons en lames vertes dont on ne connaît pas la composition, mais que leurs caractères extérieurs et leurs propriétés optiques biréfringentes doivent faire réunir au *clinocllore*, je citerai encore :

De petites lames arrondies d'un vert bleuâtre, à deux axes écartés *positifs*, de Marienberg ;

Des lames hexagonales d'un vert pâle, parfaitement transparentes, à deux axes *positifs* écartés, sans localité ;

Des lames d'un vert émeraude un peu contournées à deux axes écartés : pouvoir biréfringent faible ; de Sibérie ?

De petites lames vertes implantées sur une sorte de *métaxite* fibreuse à deux axes *positifs* rapprochés : pouvoir biréfringent très-faible ; du Tyrol ;

De grandes lames hexagonales vertes, accompagnées d'asbeste fibreuse dure, à deux axes *positifs* voisins : pouvoir biréfringent faible ; localité inconnue ;

Tous ces échantillons font partie de la collection de l'École des mines : les deux derniers pourraient peut-être appartenir au groupe des *pennines positives* ;

Des lames vertes à deux axes *positifs* peu écartés, offrant de très-beaux anneaux, d'Arendal ? collection du Muséum ;

Des lames d'un beau vert à deux axes *positifs* très-écartés, étiquetés « *talc laminaire* » et possédant un pouvoir biréfringent assez fort, sans localité ; collection du Muséum.

Enfin des lames vertes transparentes qui se trouvent à Pfunders en Tyrol, avec une sorte de chlorite bacillaire entremêlée de longs prismes contournés de tourmaline noire ; ces lames ont tous les caractères du *clinocllore*, leurs axes sont écartés, et les anneaux dissymétriques qu'elles montrent dans la lumière polarisée sont très-nets.

4° On rencontre avec le minerai de fer oxydulé de Traverselle, des lames grossièrement hexagonales, ayant jusqu'à 3 et même 6 centimètres de côté ; ces lames sont plus onctueuses au toucher que le *clinocllore* ordinaire, et leur poudre rappelle tout à fait celle du minéral nommé vulgairement *craie de Briançon*. M. Marignac en a publié trois analyses (1), sous le nom de *chlorite de Traverselle* ; et comme il a trouvé des quantités un peu variables de silice, d'oxyde ferreux et d'eau, il en a conclu que cette substance ne constituait pas une espèce définie, mais qu'elle était probablement un mélange de *chlorite* et de *talc* ; cette conclusion paraît confirmée d'une manière bien remarquable par les propriétés optiques ; en effet, en examinant attentivement des lames provenant de l'échantillon analysé par M. Marignac, j'ai vu qu'elles se composent : d'une enveloppe extérieure d'un vert clair, transparente, possédant deux axes optiques excessivement rapprochés, dont la bissectrice est *positive*, et d'un centre translucide, vert noirâtre, à deux axes nettement séparés, avec une bissectrice *negative* : la disposition des branches d'hyperbole qui résultent de la dislocation de la croix noire, lorsqu'on fait tourner la lame dans son plan, semblerait indiquer que la *chlorite* de Traverselle appartient plutôt au prisme rhomboïdal oblique qu'au prisme rhomboïdal droit : cepen-

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. XIV, p. 60.

dant, il est impossible d'affirmer si l'on doit adopter une forme plutôt que l'autre. En admettant le prisme rhomboïdal oblique, on pourra considérer l'enveloppe extérieure des lames comme un mélange de *clinochlore positif* et de quelque substance *talqueuse négative*, dans lequel le premier élément dominerait, tandis que le centre ne contiendrait presque qu'une sorte de *talc* en prisme légèrement oblique.

Un fait digne de remarque, et qui prouve que le mélange ou la combinaison est bien intime, c'est que dans l'une comme dans l'autre partie, le plan des axes optiques a exactement la même direction; cette direction est *normale* aux côtés de l'hexagone qui forme le contour tant intérieur qu'extérieur; d'où il suit d'une part, que les lames de Traverselle ne forment pas des cristaux simples, mais qu'elles sont le résultat d'une macle semblable à celle que j'ai décrite pour le *clinochlore* du Tyrol; et d'autre part, que les axes sont situés dans un plan *parallèle* à h^1 ou à la *grande diagonale* de la base primitive de 120° . Quoiqu'on ne puisse tirer de ce fait aucune induction bien concluante, il est bon de noter que l'orientation des axes optiques est précisément la même dans le *talc* pur, considéré comme cristallisant en prisme rhomboïdal droit voisin de 120° ; cette circonstance viendrait à l'appui de l'opinion admise par quelques minéralogistes, que le *talc* appartient en réalité au système du prisme rhomboïdal oblique; malheureusement les anneaux colorés visibles dans ce minéral n'ont jamais une netteté suffisante pour infirmer ou pour confirmer cette opinion.

Outre les échantillons analysés par M. Marignac, on trouve encore avec le fer oxydulé de Traverselle des amas assez irréguliers de grandes lames d'un beau vert nacré, dont la forme est indéterminable, et qui se rap-

prochent assez, par leurs caractères extérieurs, du *clinoclone* de Sibérie ; au chalumeau, elles se comportent comme ce minéral, et vues dans des rayons parallèles de lumière polarisée, elles paraissent parfaitement homogènes ; mais, tandis que le plus grand nombre de ces lames possède deux axes optiques peu écartés et légèrement dissymétriques par rapport à leur plan, avec une bissectrice *positive*, d'autres lames d'un vert émeraude, intercalées au milieu des premières, font voir au microscope des branches d'hyperbole encore plus rapprochées, dont la bissectrice est *negative*.

La localité de Traverselle fournit aussi des échantillons sur lesquels sont réunis de nombreux petits cristaux de dolomie, quelques dodécaèdres de fer oxydulé, et un grand nombre de lames hexagonales d'un vert tendre, d'un éclat argenté, que leur aspect particulier a fait souvent désigner sous le nom de *mica chlorite* ou de *talc chlorite*. Ces lames, généralement opaques au centre, ne sont transparentes que sur les bords ; leur pouvoir biréfringent est très-faible, et c'est avec quelque difficulté qu'on parvient à constater que leurs parties transparentes possèdent un seul axe, ou deux axes très-rapprochés, de double réfraction *positive* : chauffées dans le tube, elles dégagent beaucoup d'eau ; au chalumeau, elles blanchissent, s'exfolient et fondent difficilement sur les bords en émail blanc ; tous leurs caractères les rapprochent donc des lames analysées par M. Marignac.

Enfin j'ai rencontré dans la collection du Muséum, un morceau indiqué comme venant de Taberg, qui se compose de grandes lames enchevêtrées dans tous les sens, où l'on trouve à la fois une grande quantité de lames vert bleuâtre, offrant des branches d'hyperbole excessivement rapprochées, et une double réfraction

positive, avec d'autres lames d'un vert jaunâtre, à deux axes *négatifs* beaucoup plus séparés. La coexistence de deux substances possédant des caractères optiques biréfringents opposés, et des caractères extérieurs semblables ne paraît donc pas un fait borné à une seule localité; et il est probable qu'on le retrouvera encore, en examinant attentivement toutes les substances talqueuses ou chloriteuses disséminées dans une foule de roches: ce fait semble établir qu'outre le *clinocllore positif*, à deux axes écartés et dissymétriques, il existe quelque minéral analogue au *talc* par ses propriétés, ayant comme lui une ligne moyenne *negative* et deux axes assez rapprochés, mais cristallisant, comme le *clinocllore*, en prisme rhomboïdal oblique: seulement, ce minéral ne s'est pas encore rencontré à l'état complètement isolé, et nous ne connaissons que les produits de ses combinaisons cristallines avec le *clinocllore*.

Cette supposition paraît du reste légitimée par la composition singulière que présente un échantillon appartenant à la collection de l'École des mines, et indiqué comme provenant de Brosso en Piémont; cet échantillon est formé de grandes lames parfaitement hexagonales, d'un beau vert uniforme dans toute leur étendue, empâtées dans une matière stéatiteuse blanche, et offrant extérieurement la plus grande ressemblance avec les lames qui accompagnent le fer oxydulé de Traverselle: vues dans la lumière polarisée, les lames hexagonales de Brosso paraissent être, comme celles de Traverselle, le résultat de l'accolement de six portions triangulaires, dans chacune desquelles le plan des axes est dirigé perpendiculairement au côté du triangle qui se trouve sur le contour hexagonal; ces axes, dont la bissectrice est *negative*.

sont d'ailleurs excessivement rapprochés, et par la rotation de la lame dans son plan, on peut obtenir une croix noire traversant des anneaux presque exactement circulaires; le pouvoir biréfringent de la substance est assez considérable pour permettre de voir très-nettement les quatre ou cinq premiers anneaux. M. Damour, ayant bien voulu, sur ma demande, faire l'analyse des lames de Brosso, y a trouvé :

Silice (par différence).	55,67
Alumine.	20,57
Magnésie.	29,49
Oxyde ferreux.	6,57
Eau.	10,10

ce qui donne pour les quantités d'oxygène de la silice et des bases les rapports assez simples :

$$12 : 6 : 9 : 6$$

Les rapports trouvés par M. Marignac dans la *chlorite talqueuse* de Traverselle, qui se compose, comme je l'ai dit précédemment, d'un centre *négatif*, entièrement semblable aux lames de Brosso, et d'un contour *positif*, sont :

$$\begin{array}{ll} 21 : 6 : 14 : 8 & \text{pour une analyse,} \\ 24 : 6 : 16 : 8 & \text{pour une autre analyse (1).} \end{array}$$

A l'exception de la magnésie, dont la quantité est presque identique dans les échantillons de Traverselle, et dans celui de Brosso, les proportions de tous les autres éléments sont notablement différentes; mais c'est surtout l'alumine qui offre les plus grandes variations, puisqu'au lieu de 20 p. 100 environ trouvés par M. Damour, les analyses de M. Marignac n'en accusent que 11 à 12 p. 100. L'analyse de M. Damour ne se

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. XIV, p. 60.

rapporte pas mieux aux diverses analyses de la *pennine* ou du *clinocllore* d'Ala et de Slatoust que l'on doit à M. Marignac; de sorte que l'on est conduit à se demander si la *chlorite* de Brosso, optiquement homogène, ne doit pas être considérée comme une espèce à part, susceptible de s'allier avec le *clinocllore* ou quelque autre matière analogue, pour former des composés, tantôt optiquement *positifs*, tantôt optiquement *négatifs*; il est impossible de répondre affirmativement à cette question, d'après les résultats de l'analyse d'un seul échantillon, et je dois me borner à signaler ces faits à l'attention des minéralogistes.

5° La *Kämmerérite* de Sibérie, qu'on trouve en lames hexagonales violettes, sur un fer chromé, est la seule variété dont j'aie pu me procurer des échantillons bien caractérisés; ces lames sont si molles et se divisent si facilement, qu'il m'a été impossible de m'assurer si leur forme appartient réellement au système rhomboédrique, comme l'a publié M. Kokscharow; tout ce que j'ai pu constater, c'est qu'elles ont un pouvoir biréfringent très-faible, et qu'elles paraissent posséder deux axes optiques assez écartés, dont la bissectrice est *positive*, comme celle du *clinocllore*. La composition assez variable des échantillons de *Kämmerérite* de diverses localités, porterait à croire que ce minéral n'est pas homogène, et que, comme la *chlorite* de Traverselle, c'est un *clinocllore* imparfait. Des cristaux mieux caractérisés que ceux que j'ai examinés, permettraient sans doute de s'assurer, si, comme l'a annoncé autrefois M. Nordenskiöld, la *Kämmerérite* possède réellement un seul axe de double réfraction; dans ce cas, elle devrait être rangée avec la *Leuchtenbergite*, dans le groupe des *pennines positives*.

M. de Kobell a donné le nom de *ripidolite* à des lames

d'un vert sombre, toujours groupées en éventail ou en boules contournées, qu'on rencontre sur des cristaux d'adulaire et de quartz, au St-Gothard, à Rauris dans les Grisons, et à Zillertal en Tyrol. Ces lames, quoiqu'assez transparentes, lorsqu'elles sont très-minces, ont un pouvoir biréfringent si faible, qu'il est généralement impossible de constater aucun de leurs caractères optiques; un seul échantillon appartenant à la collection de l'École des mines, m'a permis de faire cette observation. Cet échantillon se compose d'une masse cristalline de quartz, sur laquelle sont groupées de grandes lames hexagonales d'un vert foncé, translucides, et bordées tout autour par une bande étroite, opaque, de fer hydroxydé brun; ces lames, chauffées dans un tube fermé, dégagent une petite quantité d'eau; au chalumeau elles fondent sur les bords en émail noir très-magnétique; leur pouvoir biréfringent est très-faible; cependant on parvient à reconnaître qu'elles ont une double réfraction *positive*. et qu'elles possèdent deux axes assez écartés; seulement on ne saurait dire si les axes sont ou non symétriquement disposés par rapport à la face de clivage, et si par conséquent la forme primitive des lames est droite ou oblique: ces lames tiennent donc encore au *clinocllore* par leurs propriétés optiques, mais elles s'en éloignent par la faiblesse de leur réfraction, et par la manière dont elles se comportent au chalumeau: d'après une ancienne étiquette de la collection de M. de Drée, leur localité serait le Pusterthal en Tyrol.

La composition de la *ripidolite*, telle qu'elle résulte des analyses de Varrentrapp et de de Kobell, paraît assez uniforme, et la grande quantité de fer qu'elle renferme la rapproche complètement de la *chlorite écailleuse* analysée par M. Marignac: on sait que cette

chlorite écaillée forme des nids et des filons assez considérables dans la vallée du Bourg-d'Oisans, à la montagne des Sept-Lacs entre Allevard et Allemont, dans les granites qui entourent la mer de glace de Chamouni, et dans beaucoup d'autres points des Alpes; elle enveloppe très-souvent une foule de minéraux, tels que la chrichtonite, l'anatase, la chaux fluatée rose, le quartz, etc., etc. C'est donc une substance assez répandue pour qu'on puisse la regarder comme formant une espèce à part, à laquelle on pourrait conserver le nom de *ripidolite*, afin d'éviter toute confusion avec celui de *chlorite*. Le nom de *chlorite* avait été en effet appliqué jusqu'ici à une multitude de substances diverses et mal connues, dont la plupart peuvent maintenant être rangées dans les trois groupes : *pennine*, *clinochlore* et *ripidolite*, auxquels il faudra peut-être ajouter un groupe formé par les *chlorites talqueuses* de Brosso, de Traverselle, etc.

L'ancienne famille des *zéolites* renferme plusieurs espèces qu'il n'est pas toujours facile de distinguer par leurs caractères physiques ou chimiques; l'examen optique permet de faire immédiatement cette distinction; ainsi, la *mésotype*, la *Thomsonite*, la *scolésite*, et la *mésolite* offrent souvent une grande ressemblance extérieure; mais dans la *mésotype*, le plan des axes optiques est parallèle à la modification g^1 et la ligne moyenne, *positive*, est parallèle à l'arête $\frac{m}{m}$; dans la *Thomsonite*, la bissectrice est encore *positive*, seulement le plan des axes est parallèle à la base, et leur bissectrice est normale au plan du clivage facile.

Dans la *scolésite*, le plan des axes est perpendiculaire à g^1 ; mais la ligne moyenne est *negative*, et comme la forme primitive est un prisme rhomboïdal

oblique, cette ligne n'est plus parallèle à l'arête $\frac{m}{m}$, avec laquelle elle fait un angle d'environ 11° à 12° . Si donc on sépare les deux individus qui composent un cristal de *scolésite*, hémitrope autour de h' , et si l'on pratique deux faces artificielles à peu près normales aux stries inclinées toujours visibles sur la face g' suivant laquelle les cristaux sont généralement aplatis, on apercevra nettement les deux systèmes d'anneaux elliptiques, disposés d'une manière symétrique dans le champ du microscope; si au contraire on taille un cristal mâclé, perpendiculairement à ses arêtes verticales, on pourra voir à la fois, dans chaque moitié de la macle, et aux deux extrémités opposées du champ, ces deux systèmes d'anneaux dont le contact détermine au centre des courbes qui diffèrent notablement des lemniscates ordinaires.

Enfin la *mésolite*, soumise à la lumière polarisée, soit parallèlement, soit perpendiculairement à son axe vertical, montre des mâcles toutes particulières, qu'on ne sait trop jusqu'ici comment rattacher à ses formes extérieures; cette disposition ne permet de déterminer, ni la direction des axes optiques, ni le signe de la double réfraction; mais elle suffit pour faire distinguer la *mésolite*, de la *scolésite*: du reste, comme la composition et les incidences de ces deux substances paraissent excessivement voisines, tout porte à croire que la *mésolite* n'est qu'une variété de *scolésite*, avec un mode particulier d'hémitropie dans ses cristaux.

M. Dana a proposé depuis quelques années de réunir à la *Heulandite*, un minéral de Baltimore décrit autrefois par M. Lévy, sous le nom de *Beaumontite*: les caractères optiques confirment pleinement cette réunion. Si en effet, on prend avec M. Miller, pour

forme primitive de la *Heulandite*, un prisme rhomboïdal oblique de $156^{\circ} 4'$ dans lequel la base fait, avec les faces verticales, un angle de $91^{\circ} 19'$, le plan des axes optiques est presque exactement parallèle à cette base, et la bissectrice *positive* est normale au clivage facile et parallèle à la diagonale horizontale de la forme primitive. Dans la *Beaumontite*, les quatre faces qui formaient l'octaèdre rectangulaire de Lévy peuvent être considérées comme la réunion de deux faces du prisme primitif *m*, et des deux modifications *o'* et *a'* placées, l'une sur l'angle solide antérieur, l'autre sur l'angle solide postérieur de ce prisme. Dans les cristaux ainsi orientés, le plan des axes optiques est encore parallèle à la base; la ligne moyenne est de même signe que celle de la *Heulandite*, et elle a aussi la même direction (1).

La *stilbite*, qui cristallise en prisme rhomboïdal droit, offre dans ses caractères extérieurs tant d'analogie avec la *Heulandite*, qu'on a longtemps confondu les deux espèces en une seule; M. Brewster, trompé sans doute par quelque confusion d'échantillons, a annoncé que la *stilbite* était un cristal *positif* comme la *Heulandite*; tous les cristaux que j'ai examinés sont au contraire *négatifs*; le plan des axes est parallèle à la modification *g'* suivant laquelle a lieu un clivage très-facile, et la bissectrice est verticale; les localités dont j'ai pu me procurer des échantillons sont: Rødefjord en Islande, où la *stilbite* est implantée sur le spath calcaire; la nouvelle Écosse et les îles Férøe, où elle tapisse des cavités dans des roches amygda-

(1) D'après une analyse publiée par M. Delesse dans le t. IX des *Annales de chimie et de physique*, la composition de la *Beaumontite* ne diffère de celle de la *Heulandite* que par une quantité de silice un peu plus grande.

loïdes ; la Norwége et le Saint-Gothard, où les gangues sont des roches amphiboliques ou granitiques anciennes ; Dumbarton et Kilpatrick en Écosse ; et enfin le Renfrewshire, où se trouve la belle variété rouge. Malgré la diversité des gisements, les propriétés optiques de toutes ces variétés se sont montrées constantes.

La *datholite* cristallise en prisme rhomboïdal d'une si faible obliquité, que les mesures d'angles ont toujours laissé du doute sur la question de savoir si le type cristallin auquel on doit la rapporter, est réellement le prisme rhomboïdal oblique ou le prisme rhomboïdal droit avec troncatures hémihédriques : M. de Sénarmont a montré que la dispersion des axes optiques appartenait bien à un prisme oblique symétrique, dans lequel le plan des axes serait parallèle à la modification g' , avec une bissectrice *négative*, très-rapprochée de la normale à la base. D'après les mesures de M. Schröder, les incidences de la forme primitive de la *datholite* sont : $mm = 76^{\circ} 44'$ et $pm = 90^{\circ} 4'$.

La *pyrophyllite* se présente en lames groupées en étoiles rayonnées, dont la forme n'a jamais pu être déterminée rigoureusement ; ces lames se laissent facilement cliver suivant une seule direction, et elles offrent alors des rectangles allongés, dont la plus grande dimension coïncide avec le plan des axes optiques ; la bissectrice *négative*, autour de laquelle les axes sont symétriquement dispersés, est normale au plan de ces rectangles. On peut donc assurer que la forme primitive de la *pyrophyllite* est un prisme rhomboïdal droit très-facilement clivable dans la direction de la petite ou de la grande diagonale de sa base.

On avait regardé jusqu'ici l'*autunite* ou phosphate jaune d'urane et de chaux, comme cristallisant en prisme droit à base carrée, isomorphe avec la *chalcolite*

ou phosphate vert d'urane et de cuivre ; mais en examinant des lames d'*autunite*, j'ai vu qu'elles possédaient deux axes de double réfraction, situés dans un plan normal au plan des lames, et que par conséquent elles devaient appartenir au système du prisme rhomboïdal droit. L'angle de la forme primitive ne peut pas être déterminé avec une grande précision, parce que les échantillons en apparence simples, n'ont jamais de faces verticales suffisamment nettes pour permettre autre chose que l'usage du goniomètre d'application, et qu'ils se composent tous de lames groupées en rose à la manière de certaines *prehnites* du Dauphiné. Cet angle peut être évalué à 93° ou 94° , et c'est surtout dans les lames mâclées, flabelliformes, qu'on peut s'en assurer : ces mâcles se composent en effet de lames assemblées suivant une face m du prisme, et elles portent de nombreuses stries parallèles à la modification g^1 ; le plan des axes optiques dans chaque moitié de la mâcle, coïncide avec ces stries qui se croisent sous un angle d'environ 93° ; on conclut de cette disposition $m:g^1 = 133^\circ 30'$ et $m:m = 93^\circ$.

La *cryolite* du Groënland a été regardée jusqu'ici comme cristallisant en prisme rectangulaire droit, ou même en prisme droit à base carrée. Si l'on ne considérait que l'inégale facilité des trois clivages à peu près rectangulaires qu'elle présente, on pourrait se ranger à la première opinion ; mais lorsqu'on cherche la position du plan des axes optiques, on voit que ce plan ne coïncide avec aucun des clivages, ce qui devrait pourtant avoir lieu si le prisme était droit ; on est donc conduit à supposer que les deux clivages difficiles forment peut-être les faces latérales d'un prisme rhomboïdal oblique voisin de 90° dont la base serait le clivage le plus facile, et que le plan des axes est parallèle à la diagonale horizontale de cette

base. J'ai en effet aperçu deux systèmes d'anneaux écartés et assez nets à travers deux sections parallèles entre elles, et inclinées d'environ 145° sur le clivage qui m'a paru se produire le plus facilement; seulement, comme la mesure précise des incidences n'est pas possible sur les échantillons de *cryolite* connus jusqu'à présent, je n'ai pas pu m'assurer si les faces artificielles devaient être prises sur l'angle solide antérieur, ou sur l'angle postérieur de la forme primitive, et surtout si elles étaient réellement dirigées dans le même sens que la diagonale horizontale de la base.

Quelques échantillons m'ont bien offert des plans de séparation ou des clivages très-difficiles et interrompus, sur deux des angles du parallépipède produit par les trois clivages principaux, et j'ai trouvé que l'un de ces plans faisait avec le clivage le plus facile un angle d'environ 124° ; mais je n'ai pu mesurer ses autres inclinaisons, ni par conséquent l'employer comme point de repère.

L'incertitude qui règne encore dans les déterminations cristallographiques de la *cryolite*, et même quelquefois dans la distinction de son clivage le plus facile, empêche d'affirmer que sa forme soit un prisme simplement oblique, tout en permettant, d'après la disposition des axes optiques, d'assurer que cette forme n'est pas un prisme droit; l'inégale facilité des trois clivages principaux, très-marquée sur certains morceaux, rendrait même probable l'admission d'un prisme oblique non symétrique, avec trois incidences voisines de 90° .

Je pourrais encore citer d'autres exemples prouvant l'importance que peut avoir, dans la distinction des espèces minérales, l'introduction des caractères biréfringents; mais ce que je viens de dire suffira, je l'espère,

pour démontrer cette importance, et je vais passer immédiatement au résumé de toutes les observations qui ont été faites jusqu'à ce jour à ce sujet. Ce résumé, auquel j'ai ajouté un grand nombre de résultats nouveaux, renferme déjà la plupart des minéraux transparents, et une certaine quantité de sels artificiels; cependant, il y a encore, surtout dans cette dernière catégorie, beaucoup de lacunes à combler.

Lorsque de nouveaux travaux m'auront mis à même de compléter les recherches exposées dans ce mémoire, on pourra sans doute en tirer quelques conclusions sur les causes générales qui tendent à faire coïncider la bissectrice des cristaux à deux axes optiques tantôt avec l'axe de plus *petite*, tantôt avec l'axe de plus *grande* élasticité. Pour le moment je me contenterai de présenter les principales remarques suggérées par les faits consignés dans le tableau qui va suivre.

Parmi les corps uniaxes soumis jusqu'ici à l'observation optique, tous les *carbonates* rhomboédriques sont *négatifs*, à l'exception de la *Parisite*, dont la composition assez compliquée n'est pas encore parfaitement établie: tous les *phosphates* et les *arséniates* hexagonaux ou carrés sont *négatifs*; tous les *silicates* de la famille des *micras* à un axe sont *négatifs*; parmi les *zéolites*, la *Léryne* et la *phacolite* sont *négatives*; mais la *chabasie* est *positive*; les *apophyllites* sont les unes *positives*, les autres *négatives*; les *pennines*, l'*eudialyte* et l'*eukolite* sont dans le même cas; la *Willémite*, silicate anhydre de zinc, est *positive*; l'eau et la magnésie hydratée sont aussi *positives*, les oxydes d'étain et de zinc sont *positifs*, mais le *rutile* et l'*anatase* sont, le premier *positif*, le second *négatif*, ce qui semble venir à l'appui de l'opinion que ces deux minéraux contiennent l'oxyde de titane sous deux états différents; en somme,

la quantité des corps *négatifs* l'emporte de beaucoup sur les corps *positifs*, puisque je trouve jusqu'à présent 64 cristaux de la première espèce, contre 36 de la seconde.

Parmi les corps à deux axes, tous les *carbonates* de plomb, de chaux, de baryte, de strontiane, sont encore *négatifs*; le *disthène* est *négatif*; mais la *staurotide* est *positive*; la majorité des *zéolites*, telles que la *mésotype*, la *prehnite*, la *Thomsonite*, l'*harmotome*, la *Heulandite* et la *Brewstérite*, sont *positives*; la *scolésite* et la *stilbite* font seules exception; les *sulfates* de baryte, de strontiane, de plomb, de chaux, anhydre ou hydraté, sont *positifs*; la *Struvite* ou phosphate ammoniaco-magnésien est *positive*, mais l'*autunite*, la *Hopéite*, le *phosphate* et l'*arséniate* de soude, sont *négatifs*; le *talc* et tous les *micas* sont *négatifs*; les *clinocloures*, *chlorites* et *ripidolites*, sont en général *positifs*; le *feldspath orthose* est *négatif*, mais les *feldspaths* du sixième système, *albite*, *labradorite*, *anorthite* et *oligoclase*, sont tous *positifs*.

Ce qu'il y a de plus singulier, c'est qu'un même échantillon d'*orthose* peut, comme les *micas*, présenter en différents points, d'énormes différences dans l'écartement de ses axes; l'un des deux prismes que j'ai employés pour mesurer les indices de cette substance, provient en effet d'un très-gros cristal sans macles appréciables, d'où on a extrait des plaques ayant un écartement apparent de 119°, d'autres où cet angle n'est que de 72°, d'autres enfin où les axes sont si rapprochés, qu'en faisant tourner la lame dans son propre plan, on arrive à produire une croix noire entourée d'anneaux très-peu elliptiques, ce qui suppose toujours un écartement assez faible. Une plaque mince enlevée à la surface, sur toute l'étendue de ce cristal, montre nettement la réunion de ces divers phénomènes, sans

autre régularité dans leur disposition que l'ouverture des axes optiques qui se fait presque constamment dans un plan à peu près *parallèle* au clivage de la base; en deux ou trois points seulement, où les axes sont très-voisins, cette ouverture a lieu dans un plan *perpendiculaire* au premier, la bissectrice conservant d'ailleurs sa position primitive. L'*orthose* étant un cristal *négalif* présente donc entre ses axes d'élasticité *moyen* et *minimum* un échange analogue à celui que M. de Sénarmont a le premier signalé dans le *mica*, puisque le même cristal renferme des individus dont le plan des axes est presque *parallèle* à la base (ce sont de beaucoup les plus abondants), et d'autres individus, où ce plan est *normal* à la base et *parallèle* à la modification g^1 ; dans les deux cas, la *bissectrice* fait un angle d'environ 5° avec la diagonale *inclivée* de la base. Les variations dans les quantités relatives de soude et de potasse, qui ressortent de la comparaison des nombreuses analyses d'*orthose* connues jusqu'ici, autorisent pleinement à conclure que si l'on pouvait isoler les individus à caractères optiques différents ou opposés, leur composition pourrait bien être rapportée à la même formule, mais à la condition d'y faire entrer des éléments isomorphes. Nous avons donc à ajouter à beaucoup d'autres exemples un nouveau fait qui montre avec quelle réserve on doit admettre, pour établir une espèce nouvelle, les résultats d'analyses, même très-exactes, faites sur des cristaux et surtout sur des masses cristallines dont on n'a pu constater dans tous ses détails, la constitution physique.

On peut encore remarquer qu'en orientant de la même façon les cristaux d'*orthose* et ceux d'*albite*, la *bissectrice* des uns est presque dans le même plan que la *bissectrice* des autres, mais qu'elles se croisent à angle

droit ; et comme les deux minéraux sont , l'un *négalif*, l'autre *positif*, s'ils appartaient au même système cristallin, leur seule différence optique consisterait en ce que la bissectrice de l'angle aigu de l'un devrait être regardée comme la bissectrice de l'angle obtus de l'autre.

Dans les cristaux à deux axes, le nombre des substances positives surpasse notablement celui des substances négatives, car il est de 70 pour les premières et de 57 pour les secondes.

On trouvera dans mon résumé les indices de réfraction d'un certain nombre de substances, qui n'avaient pas encore été mesurés jusqu'à présent, ou qui ne l'avaient été que d'une manière incomplète. Ces indices, déterminés à l'aide de prismes convenablement taillés, se rapportent à des cristaux dont la plupart ne fournissent que des prismes peu volumineux et dans lesquels les spectres sont peu étalés ; il n'était donc pas possible de prendre comme points de repère les raies de Fraunhofer, et j'ai dû me contenter de choisir constamment la même portion du spectre : celle que j'ai employée dans toutes mes expériences, est la partie centrale la plus lumineuse du *jaune*. Avec cette manière d'opérer, on ne peut pas s'attendre à obtenir une très-grande précision ; je regardais donc mes observations comme bonnes, lorsqu'en les répétant plusieurs fois, les variations des indices ne portaient que sur la troisième décimale.

Dans les cristaux à un axe, j'ai désigné par ω l'indice ordinaire, et par ε l'indice extraordinaire ; μ désigne l'indice moyen. Dans les cristaux à deux axes, α β γ sont les trois indices *maximum*, *moyen* et *minimum* qui sont fournis par trois prismes, dont l'arête est, pour le premier et le dernier, parallèle aux bissectrices de l'angle aigu et de l'angle obtus, et pour le moyen, per-

pendiculaire au plan des axes. Les trois constantes d'élasticité sont donc : $a = \frac{1}{\gamma}$, $b = \frac{1}{\beta}$, $c = \frac{1}{\alpha}$; le demi-angle intérieur des axes optiques autour de l'axe d'élasticité maximum, obtenu au moyen de la formule

$$\text{tang } \lambda = \frac{\gamma}{\alpha} \sqrt{\frac{\alpha^2 - \beta^2}{\beta^2 - \gamma^2}},$$

a toujours été comparé à celui qu'on déduit de l'indice moyen et de l'écartement apparent, mesuré à l'aide du goniomètre de Wollaston, en employant une tourmaline comme analyseur, et le miroir horizontal du goniomètre comme polariseur.

On sait quelle influence énorme peut avoir dans certains cas, sur la valeur de cet angle, la moindre variation dans la troisième ou même dans la quatrième décimale des indices; cette décimale a été également choisie, entre les limites fournies par les mesures des déviations minima plusieurs fois répétées, de manière à faire concorder autant que possible la valeur calculée de l'angle apparent et celle qui résultait de l'observation directe.

Les indices désignés par R ont été donnés par M. Brewster ou par d'autres observateurs, sans indication de la direction optique à laquelle ils se rapportent.

I. — CRISTAUX A UN AXE DONT L'AXE CRISTALLOGRAPHIQUE PRINCIPAL COÏNCIDE AVEC L'AXE DE PLUS PETITE ÉLASTICITÉ, OU CRISTAUX POSITIFS.

QUARTZ. — Système hexagonal. — $\omega = 1,54418$,
 $\varepsilon = 1,55328$ pour la raie D du spectre.

AMÉTHYSTE. — Système hexagonal. — $\mu = 1,562$.
 Wollaston (1).

PHÉNAKITE. — Système hexagonal. — $\omega = 1,652$,

(1) M. de Sénarmont a bien voulu me communiquer les ob-

$\epsilon = 1,672$ pour la partie rouge du spectre; Sénarmont (1).

SARCOLITE. — Prisme droit à base carrée; Descloizeaux.

EUDIALYTE. — Rhomboèdre aigu; Dx.

KATAPLÉITE. — Lames hexagonales; Dx.

WILLÉMITÉ. — Système hexagonal; Dx.

DIOPTASE. — Rhomboèdre obtus. — $\omega = 1,667$, $\epsilon = 1,723$.

ZIRCON. Prisme droit à base carrée. — $\omega = 1,961$, $\epsilon = 2,015$, Brewster. — $\omega = 1,92$, $\epsilon = 1,97$ pour un zircon hyacinthe de Ceylan; rayons rouges; Sén.

CHABASIE d'Andréasberg. — Rhomboèdre obtus. Dx.

APOPHYLLITE d'Utöe, de Fassa, de Finlande, d'Andréasberg, du lac Supérieur, de Poonah, du Vicentin, de Bohême, d'Islande, de Féröe et de l'île de Skye. —

servations suivantes qu'il a faites sur diverses variétés de quartz amorphe.

HYDROPHANE NATURELLE :

1^{er} échantillon, sec : $m = 1,7818$; imbibé, $m = 1,4381$ pour les rayons rouges.

2^e échantillon, sec : $m = 1,3777$; imbibé, $m = 1,4241$.

3^e échantillon, sec : $m = 1,2665$; imbibé, $m = 1,4061$.

4^e échantillon, sec : $m = 1,4065$; imbibé, $m = 1,4465$.

5^e échantillon, sec : $m = 1,578$; imbibé, $m = 1,440$.

6^e échantillon, sec : $m = 1,3875$; imbibé, $m = 1,4594$.

HYDROPHANE ARTIFICIELLE :

Prisme imbibé, $m = 1,260$ pour les rayons rouges.

AGATE BLONDE, $m = 1,5375$ pour les rayons rouges

HYALITE sans action sur la lumière polarisée :

N^o 1 : $m = 1,4555$ pour les rayons rouges.

N^o 2, fragile et très-fendillé : $m = 1,4574$ pour les rayons rouges.

QUARTZ FONDU :

1^{er} prisme : $m = 1,457$ pour les rayons rouges.

2^e prisme : $m = 1,449$ pour les rayons rouges.

(1) L'angle du prisme et les déviations correspondantes mesurées par M. de Sénarmont sont ; $\alpha = 59^{\circ} 0' 15''$, $\delta = 49^{\circ} 54'$, $\delta' = 51^{\circ} 53'$.

Prisme droit à base carrée. — $\mu = 1,5431$. Herschel, variété nommée *leucocyclite*.

OXARVÉRIE. — Prisme droit à base carrée; Br.

PENNINE. — La plupart des cristaux d'Ala et quelques-uns de ceux de Zermatt. — Rhomboèdre aigu. — Pouvoir biréfringent faible; croix noire peu nette sur un fond verdâtre; Dx.

LEUCHTENBERGITE. — Système hexagonal? Dx.

CHLORITE BLANCHE de Mauléon. — Lames hexagonales. — Pouvoir biréfringent très-faible; Dx.

PARISITE. — Système hexagonal. — $\omega = 1,569$, $\epsilon = 1,670$ pour les rayons rouges; Sén. (1).

GLACE. — Système hexagonal. — $\mu = 1,3095$ pour les rayons jaunes; Bravais.

GREENOCKITE. — Système hexagonal. — $\omega = 2,688$, ϵ presque égal à ω ; Miller.

SULFATE DE POTASSE ET DE FER. — Prisme hexagonal; Br.

SULFATE DE POTASSE A UN AXE. — Système hexagonal. $\omega = 1,493$, $\epsilon = 1,501$; Sén.

HYPOSULFATE DE PLOMB. — Système hexagonal; Sén.

CALOMEL. — Prisme droit à base carrée. — $\omega = 1,96$, $\epsilon = 2,60$ pour les rayons rouges; Sén.

PHOSGÉNITE; plomb chlorocarbonaté. — Prisme droit à base carrée; Dx.

IODURE D'ARGENT. — Système hexagonal; Dx.

OXYDE D'ÉCAIN. — Prisme droit à base carrée; Br.

OXYDE DE ZINC SUBLIMÉ. — Système hexagonal; Dx.

SPARTALITE; oxyde rouge de zinc. — Système hexagonal; Dx.

BRUCITE; hydrate de magnésie. — Système hexagonal; Br.

(1) L'angle du prisme employé par M. de Sénarmont pour calculer les indices, et les déviations minima correspondantes sont: $\alpha = 59^\circ$, $\delta = 42^\circ 9'$, $\delta' = 51^\circ 39'$.

RUTILE. — Prisme droit à base carrée.

SCHÉELITE; tungstate de chaux. — Prisme droit à base carrée, hémédrique. — $R = 1,525$; Br.

MÉTATUNGSTATE ACIDE D'AMMONIAQUE; $AzH^4O, 3Tu^2O^6, 3HO + 10Aq$ (Riche). — Octaèdre à base carrée excessivement voisin de l'octaèdre régulier; Dx.

HYDROFLUATE DE FLUORURE DE POTASSIUM (Frémy). — Prisme droit à base carrée; Sén.

SURACÉTATE DE CUIVRE ET DE CHAUX: Br.

SUCCINATE DE LITHINE; $2LiO, C^6H^4O^4$ (Troost). — Rhomboèdre obtus; Dx.

PRUSSIANE JAUNE DE POTASSE; $(2KCy + FeCy) + 3Aq$. — Prisme droit à base carrée. — Au milieu de lames à un axe, on en trouve d'autres qui paraissent avoir deux axes assez écartés; il est donc possible que la forme de ce sel soit un prisme rhomboïdal droit très-voisin de 90° , dans lequel se rencontreraient souvent des macles.

II. — CRISTAUX UNIAxes DONT L'AXE CRISTALLOGRAPHIQUE PRINCIPAL COÏNCIDE AVEC L'AXE DE PLUS GRANDE ÉLASTICITÉ OPTIQUE, OU CRISTAUX NÉGATIFS.

TOURMALINE. — Rhomboèdre obtus. — $\omega = 1,6366$, $\varepsilon = 1,6193$, tourmaline blanche; pour la ligne D de Fraunhofer. — $\omega = 1,64793$, $\varepsilon = 1,62617$ pour les rayons verts; Heus. — $\omega = 1,6408$, $\varepsilon = 1,6205$, tourmaline verte; pour les rayons rouges; Sén. — $\omega = 1,6415$, $\varepsilon = 1,6250$, tourmaline vert bleuâtre; rayons rouges; Sén. — $\omega = 1,6455$, $\varepsilon = 1,6222$, tourmaline bleue, rayons rouges; Sén. (1)

(1) Les angles des prismes employés par M. de Sénarmont, et les déviations minima correspondantes, sont :

Pour la tourmaline verte: $\alpha = 42^\circ 58'$, $\delta = 30^\circ 54'$, $\delta' = 29^\circ 50'$.

Pour la tourmaline vert bleuâtre :

$\alpha = 59^\circ 42'$, $\delta = 49^\circ 53'$, $\delta' = 47^\circ 54'$.

Pour la tourmaline bleue: $\alpha = 60^\circ 19'$, $\delta = 51^\circ$, $\delta' = 48^\circ 51'$.

RUBELLITE, tourmaline rouge. — Rhomboèdre obtus.

$\mu = 1,768$, Hers.; $\mu = 1,779$; Br.

EUKOLITE. — Système hexagonal; Dx.

ÉMERAUDE. — Système hexagonal. — $\omega = 1,5841$, $\epsilon = 1,5780$, pour le centre des rayons verts, dans un cristal parfaitement pur et d'une très-belle couleur verte; Dx. — $\omega = 1,5796$, $\epsilon = 1,5738$ pour un cristal d'une couleur moins foncée et offrant de nombreuses gerçures intérieures; Dx. — $\omega = 1,577$, $\epsilon = 1,572$, cristal incolore, parfaitement pur et limpide, de l'île d'Elbe; rayons verts; Dx. — Un cristal d'une teinte légèrement rosée, de l'île d'Elbe, m'a donné exactement les mêmes nombres (1).

BÉRYL. — Système hexagonal. — $\omega = 1,57513$, $\epsilon = 1,57068$, pour les rayons verts; Heusser. — $\omega = 1,582$, $\epsilon = 1,576$, cristal d'un vert jaunâtre très-pâle, parfaitement pur et transparent, de Sibérie; Dx. (2).

NÉPHÉLINE. — Système hexagonal. — $\omega = 1,539$ à $1,542$, $\epsilon = 1,534$ à $1,537$; Dx. (3).

(1) La comparaison des indices des divers cristaux d'émeraude semble prouver que la valeur de ces nombres augmente à mesure que la couleur devient d'un plus beau vert.

Les déviations minima que j'ai observées à travers deux faces naturelles, faisant entre elles un angle de 60° , sont :

Pour l'émeraude d'un très-beau vert :

$$\delta = 44^\circ 45'30'', \delta' = 44^\circ 11'30''.$$

Pour l'émeraude d'un vert plus pâle :

$$\delta = 44^\circ 20', \delta' = 43^\circ 47'30''.$$

Pour l'émeraude incolore de l'île d'Elbe :

$$\delta = 44^\circ 5'50'', \delta' = 43^\circ 37'30''.$$

Pour l'émeraude d'une teinte rosée de l'île d'Elbe :

$$\delta = 44^\circ 8'30'', \delta' = 43^\circ 38'.$$

(2) Pour le béryl vert jaunâtre de Sibérie, les déviations sont :

$$\delta = 44^\circ 33'30'', \delta' = 44^\circ 3'.$$

(3) Les déviations minima observées à travers deux faces naturelles de la néphéline sont :

Pour le 1^{er} échantillon : $\delta = 40^\circ 35'$, $\delta' = 40^\circ 11'$.

Pour le 2^e échantillon : $\delta = 50^\circ 52'15''$, $\delta' = 40^\circ 26'$.

GEHLÉNITE. — Prisme droit à base carrée; Dx.

LÉVYNE. — Rhomboèdre obtus; Br.

PHAKOLITE. — Rhomboèdre obtus; Dx.

IDOCRASE. — Prisme droit à base carrée. — $\omega = 1,719$
à $1,722$, $\varepsilon = 1,717$ à $1,720$; Dx. (1).

MEÏONITE. — Prisme droit à base carrée. — $\omega = 1,594$
à $1,597$, $\varepsilon = 1,558$ à $1,561$; Dx. (2).

PARANTHINE. — Prisme droit à base carrée; Br.

DIPYRE. — Prisme droit à base carrée; Dx.

MELLILITE de la Somma. — Prisme droit à base carrée; Dx.

EDINGTONITE. — Octaèdre à base carrée, hémiedrique; Br.

APOPHYLLITE de Cziclowa en Bannat, et d'une localité inconnue. — Prisme droit à base carrée. — Pouvoir biréfringent très-faible; croix grisâtre dans un champ violet; Hers. et Dx.

MÉLINOPHANE. — Forme indéterminée; Dx.

PYROSMALITE. — Système hexagonal; Dx.

PENNINE. — La plus grande partie des échantillons de Zermatt et de Binnem; quelques-uns de ceux d'Ala. — Pouvoir biréfringent assez fort; croix noire dans un champ bleu; Dx. — $\omega = 1,576$, $\varepsilon = 1,575$. Haüdingen.

BIOTITE; mica à un axe de la Somma, de Norvège, du Groenland, des États-Unis, de Sibérie, etc., etc. —

(1) Les angles des prismes et les déviations correspondantes pour l'idocrase sont :

Pour le 1^{er} cristal : $\alpha = 55^{\circ} 12'$, $\delta = 50^{\circ} 20'$, $\delta' = 50^{\circ} 14'$.

Pour le 2^e cristal : $\alpha = 52^{\circ} 17'$, $\delta = 46^{\circ} 25'30''$, $\delta' = 46^{\circ} 15'$.

(2) Les déviations minima observées à travers deux faces naturelles de la meïonite, faisant entre elles un angle de 45° , ont été les suivantes :

Pour le 1^{er} cristal : $\delta = 30^{\circ} 11'$, $\delta' = 28^{\circ} 12'15''$.

Pour le 2^e cristal : $\delta = 30^{\circ} 21'30''$, $\delta' = 28^{\circ} 22'45''$.

Prisme rhomboïdal droit très-voisin de 120° (1).

CLINTONITE. — Lames rectangulaires? Dx.

XANTHOPHYLLITE. — Forme indéterminée; Dx.

BRANDISITE. — Lames hexagonales; Dx. (2).

MELLITE. — Octaèdre à base carrée.

$\omega = 1,541$ à $1,550$, $\varepsilon = 1,518$ à $1,525$; Dx. (3).

SPATH D'ISLANDE. — Rhomboèdre obtus.

$\omega = 1,65850$, $\varepsilon = 1,48635$ pour la raie D de Fraunhofer.

CARBONATE DE CHAUX ET DE FER. — Rhomboèdre obtus; Br.

DOLOMIE. — Rhomboèdre obtus; Br.

MANGANÈSE CARBONATÉ. — Rhomboèdre obtus; Br.

ZINC CARBONATÉ. — Rhomboèdre obtus; Br.

SUZANNITE; plomb sulfotricarbonaté. — Rhomboèdre aigu; Dx.

HYDRATE DE STRONTIANE. — Prisme droit à base carrée; Br.

AZOTATE DE SOUDE. — Rhomboèdre obtus. — $\omega = 1,586$, $\varepsilon = 1,336$; Dx. (4).

(1) Les micas ne sont placés ici que pour mémoire, car ils font tous partie d'un même groupe dont les divers membres ont leurs axes dirigés tantôt dans un plan, tantôt dans un autre plan normal au premier, avec un écartement variant de 0° à 70° .

(2) La clintonite, la xanthophyllite et la brandisite sont placées ici parce qu'elles ne possèdent qu'un seul axe optique; si leur composition mieux déterminée les fait quelque jour réunir au groupe des micas, on devra les considérer comme des variétés de micas à un axe.

(3) Les angles des prismes et les déviations correspondantes pour la mellite sont :

Pour le 1^{er} cristal très-pur :

$$\alpha = 45^\circ 34', \delta = 27^\circ 41' 40'', \delta' = 26^\circ 25' 40''.$$

Pour le 2^e cristal moins pur :

$$\alpha = 44^\circ 20', \delta = 27^\circ 14' 20'', \delta' = 25^\circ 56' 40''.$$

(4) L'angle du prisme et les déviations minima correspondantes pour l'azotate de soude sont :

$$\alpha = 59^\circ 44' 15'', \delta = 44^\circ 37' 30'', \delta' = 23^\circ 43' 50''.$$

AZOTATE ANHYDRE DE LITHINE : LiO, AzO^3 (Troost). — Rhomboèdre obtus de 106° environ. — Double réfraction énergique; Dx.

ARGENT ROUGE. — Système hexagonal. — $\mu = 2,564$; Br.

CINABRE. — Système hexagonal; Br.

SULFATE DE NICKEL. — Prisme quarré; Br.

SULFATE DE NICKEL ET CUIVRE. — Prisme quarré; Br.

SULFATE DE GLUCINE. — Octaèdre à base quarrée; Sén.

HYPOSULFATE DE CHAUX. — Système hexagonal; Sén.

HYPOSULFATE DE STRONTIANE. — Système hexagonal; Sén.

ALUNITE. — Rhomboèdre obtus; Br.

CHLORURE DE CALCIUM. — Système hexagonal; Sén.

CHLORURE DE STRONTIUM. — Système hexagonal; Sén.

CHLORURE DE CUIVRE ET DE POTASSIUM :



Octaèdre à base quarrée; Sén.

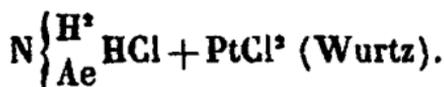
CHLORURE DE CUIVRE ET D'AMMONIUM :



Octaèdre à base quarrée; Sén.

MATLOCKITE; oxychlorure de plomb. — Prisme droit à base quarrée; Dx.

CHLORURE DE PLATINE ET D'ÉTHYLAMMONIAQUE :



Système hexagonal; Dx.

APATITE. — Système hexagonal.

$$\omega = 1,64607, \epsilon = 1,64172$$

pour la raie D de Fraunhofer; Heusser.

PYROMORPHITE; plomb phosphaté. — Système hexagonal.

MIMETÈSE; plomb phosphoarséniaté. — Système hexagonal.

CÉALCOLITE; phosphate vert d'urane et de cuivre. — Prisme droit à base carrée; Dx.

PHOSPHATE D'AMMONIAQUE: $\text{AmOPO}^5 + 2\text{HO}$. — Prisme droit à base carrée.

$\omega = 1,512$ à $1,519$, $\epsilon = 1,476$ à $1,477$; Sén.

PHOSPHATE DE POTASSE: $\text{KOPO}^5 + 2\text{HO}$. — Prisme droit à base carrée.

$\omega = 1,505$ à $1,510$, $\epsilon = 1,465$ à $1,472$; Sén.

ÉRINITE; cuivre arséniaté-micacé. — Système hexagonal; Br.

HÉDYPHANE; plomb arséniaté. — Système hexagonal; Br.

IODURE DE CADMIUM. — Lames hexagonales. — Pouvoir biréfringent considérable; Dx.

ARSÉNIATE DE POTASSE: $\text{KAsO}^5 + 2\text{HO}$. — Prisme droit à base carrée.

$\omega = 1,587$ à $1,596$, $\epsilon = 1,534$ à $1,538$; Sén.

ARSÉNIATE D'AMMONIAQUE: $\text{AmOAsO}^5 + 2\text{HO}$. — Prisme droit à base carrée.

$\omega = 1,576$ à $1,579$, $\epsilon = 1,523$ à $1,525$; Sén.

CORINDON; saphir et rubis. — Rhomboèdre aigu. — $\omega = 1,769$, $\epsilon = 1,762$; Mill. — $\mu = 1,794$ saphir bleu; Br. — $\mu = 1,768$ corindon blanc. Woll.

ANATASE. — Octaèdre à base carrée.

$\omega = 2,554$, $\epsilon = 2,493$; Mill.

WULFÉNITE; plomb molybdaté. — Prisme droit à base carrée, hémiedrique; Br.

CYANURE DE MERCURE. — Prisme droit à base carrée.

CHIOLITE, de Miask. — Octaèdre à base carrée; Dx.

IODOFORME: $\text{C}^2\text{H}, \text{I}^3$. — Système hexagonal; Sén. (1).

(1) Les formules chimiques des sels compris dans les deux catégories précédentes, comme dans les deux suivantes, sont

III. — CRISTAUX A DEUX AXES DE DOUBLE RÉFRACTION.

Afin de pouvoir orienter d'une manière précise le plan des axes et la direction de leur bissectrice, je donne pour les cristaux à deux axes la forme primitive à laquelle on les rapporte généralement, et leurs principaux clivages. Je désigne par m les faces latérales des prismes rhomboïdaux droits ou obliques, dont le symbole est 110 , selon la notation de Miller; la base est $p = 001$; la troncature parallèle à la *petite* diagonale des prismes droits ou à la diagonale *inclivée* des prismes obliques est $g^1 = 010$; la troncature parallèle à la *grande* diagonale des prismes droits ou à la diagonale *horizontale* des prismes obliques est $h^1 = 100$. Dans le système du prisme oblique non symétrique, p est la base, m et t sont les faces latérales de la forme primitive. Les angles que j'ai adoptés sont, à quelques rares exceptions près, ceux qui sont donnés dans le traité de minéralogie de Brooke et Miller pour les minéraux, et ceux qu'on trouve dans le manuel de cristallographie chimique de Rammelsberg pour les sels artificiels.

L'angle réel intérieur des axes est désigné par $2V$.

L'angle apparent dans l'air est désigné par $2E$.

1° *Cristaux dont la ligne moyenne coïncide avec l'axe de plus PETITE ÉLASTICITÉ, ou cristaux positifs.*

STAUROTIDE. — Prisme rhomboïdal droit de $129^{\circ} 20'$; clivage parfait suivant g^1 ; traces suivant m . — Plan des axes parallèle à la grande diagonale de la base; bissec-

toutes conformes à celles qu'on trouve dans l'ouvrage de M. Rammelsberg, intitulé: « *Handbuch der krystallographischen Chemie.* »

trice normale à cette base. — $\beta = 1,7526$ pour les rayons rouges; Mill. — $2V = 85^\circ$; Br.

ANDALOUSITE verte, transparente, du Brésil; cristaux fortement dichroïtes. — Prisme rhomboïdal droit de $90^\circ 44'$; clivage distinct suivant m , imparfait suivant h^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à h^1 . — $\beta = 1,624$ pour les rayons rouges; Mill. — $2V = 87^\circ 34'$.

EUCLASE. — Prisme rhomboïdal oblique de $144^\circ 40'$; $pm = 99^\circ 47'$, $a^1h^1 = 130^\circ 52'$, Schabus; clivage parfait suivant g^1 ; moins parfait suivant h^1 ; moins parfait encore suivant m . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice parallèle à la modification a^1 et faisant un angle de $40^\circ 52'$ avec une normale à h^1 . — $\alpha = 1,6710$, $\beta = 1,6553$, $\gamma = 1,6520$, Dx. — On tire de ces nombres: $2V = 49^\circ 37'$, $2E = 87^\circ 59'$. L'observation directe m'a donné: $2E = 88^\circ 20'$ (1).

ÉPIDOTE. — Prisme rhomboïdal oblique de $116^\circ 53'$: $pm = 102^\circ 59'$, $a^1h^1 = 90^\circ 33'$, Miller; clivage parfait suivant h^1 , moins parfait suivant p ; la face p est le plan d'hémitropie le plus habituel. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à $a^1 = l$ de Miller. — $\beta = 1,7$ environ, $2V = 87^\circ 5'$. Mill.

ALBITE. — Prisme oblique non symétrique: $mt = 120^\circ 47'$, $pm = 110^\circ 50'$, $pt = 114^\circ 42'$, pg^1 opposé au plan d'hémitropie = $86^\circ 25'$; clivage parfait suivant p , moins parfait suivant g^1 ; traces suivant t ; hémitropie habituelle autour de la face g^1 . — Plan des axes sensi-

(1) Les angles des prismes et les déviations minima qui ont servi à calculer les trois indices de l'Euclase sont :

$l = 49^\circ 36'$, $D = 39^\circ 26'$, $l' = 51^\circ 11' 30''$, $D' = 40^\circ 9' 30''$ pour un cristal;

$l = 49^\circ 34'$, $D = 38^\circ 16' 30''$ pour un autre cristal;

$l' = 50^\circ 8' 45''$, $D' = 38^\circ 43' 30''$ pour le premier cristal.

blement normal à l'arête $\frac{m}{l}$, et faisant un angle d'environ 11° avec une normale à g^1 ; bissectrice faisant un angle de 10° à 12° avec une normale à g^1 , et un angle de $83^\circ 35'$ à $81^\circ 35'$ avec une normale à p .

Les courbes isochromatiques se voient aussi bien dans les cristaux hémitropes que dans les cristaux dédoublés; elles sont surtout nettes dans les petits échantillons mâclés du col du Bonhomme, ce qui prouve que le plan des axes est réellement très-près d'être normal à l'arête $\frac{m}{l}$. — Écartement des axes au moins égal, sinon supérieur à celui de l'orthose; Dx.

LABRADORITE. — Prisme oblique non symétrique : $mt = 121^\circ 37'$, $pm = 110^\circ 50'$, $pt = 113^\circ 34'$ (Marignac); clivages; parfait suivant p , moins parfait suivant g^1 ; traces suivant m . — Plan des axes situé à peu près comme dans l'albite; anneaux moins nets que dans ce minéral; Dx. — R = 1,80; Heusser.

ANORTHITE. — Prisme oblique non symétrique : $mt = 120^\circ 30'$, $pm = 110^\circ 40'$, $pt = 114^\circ 7'$ (Marignac); clivages parfaits suivant p et g^1 . — Hémitropie habituelle autour de g^1 . — Plan des axes situé à peu près comme dans l'albite; cependant les doubles systèmes d'anneaux qu'on voit dans les cristaux hémitropes prouvent que ce plan n'est pas normal à l'arête $\frac{m}{l}$; Dx.

OLIGOCLASE, pierre de soleil. — Prisme oblique non symétrique : $mt = 119^\circ 58'$, $pm = 111^\circ$, $pt = 115^\circ 7'$ (Marignac); clivages; parfait suivant p , moins parfait suivant g^1 , imparfait suivant m ; hémitropie habituelle autour de g^1 . — Plan des axes sensiblement normal à g^1 et à l'arête $\frac{m}{l}$. Les anneaux visibles à travers une face

de clivage parallèle à g^1 sont très-nets. L'écartement extérieur des axes optiques paraît être le même que dans l'albite; Dx.

MÉSOTYPE. — Prisme rhomboïdal droit de 91° ; clivage parfait suivant m . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice parallèle à l'arête verticale $\frac{m}{m}$; $2E = 90^\circ$ environ. — $\alpha = 1,522$, $\gamma = 1,516$; Br.

BRÉVICITE. — Identique à la mésotype; Dx.

PREHNITE. — Prisme rhomboïdal droit de $99^\circ 56'$; clivage assez parfait suivant p , moins parfait suivant m . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à la base. — $2E = 119^\circ$ environ; Dx.

CLINOCHLORE de Pensylvanie. — Lames triangulaires ou hexagonales; clivage très-facile suivant la base, moins facile suivant trois directions faisant entre elles des angles de 60° . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant avec une normale à la base un angle de $15^\circ 16'$. — $2E = 86^\circ$ environ; Beer.

CLINOCHLORE de l'Oural (ancienne chlorite hexagonale). — Prisme rhomboïdal oblique de $125^\circ 37'$; $pm = 113^\circ 57'$ (Kokschar.); clivage parfait suivant la base. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faiblement inclinée sur une normale à la base. — $2E = 50^\circ$ environ; Dx.

CLINOCHLORE de Pfunders en Tyrol. — Prisme rhomboïdal oblique de $125^\circ 37'$, $pm = 113^\circ 57'$; cristaux presque toujours mâclés en doubles pyramides hexagonales; clivage parfait suivant la base. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faiblement inclinée sur une normale à p . — $2E = 50^\circ$ environ. Dx.

CLINOCHLORE de Zillertal en Tyrol, et d'Ala en Piémont. — Prisme rhomboïdal oblique de $125^\circ 37'$, $pm = 113^\circ 57'$. Les cristaux de Zillertal sont presque toujours mâclés comme ceux de Pfunders; ceux d'Ala

sont souvent simples; clivage parfait suivant la base. — $2E = 43^\circ$ environ; Dx.

TABERGITE. — Lames hexagonales ou triangulaires; clivage parfait suivant la base, moins parfait dans trois directions se coupant sous des angles de 60° . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice peu inclinée sur la base. — $2E = 30^\circ$ environ; Dx.

CHLORITE DE TRAVERSELLE. — Lames hexagonales, presque toujours mâclées; clivage très-facile suivant la base. — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice peu inclinée sur la base. — Angle apparent très-petit. — Les lames *positives* sont mélangées de lames *negatives* d'un vert plus foncé; Dx.

KÄMMERÉRITE. — Lames hexagonales; clivage très-facile suivant p . — Pouvoir biréfringent très-faible. — Angle apparent inférieur à 20° ; Dx.

RIPIDOLITE. — Lames hexagonales; clivage parallèle à la base. — Plan des axes parallèle à g^1 . — Pouvoir biréfringent très-faible. — Angle apparent inférieur à 20° ; Dx.

COMPTONITE. — Prisme rhomboïdal droit de $90^\circ 40'$; clivages; parfait suivant g^1 , moins parfait suivant h^1 ; traces suivant p . — Plan des axes parallèle à la base; bissectrice parallèle à la grande diagonale de la base. — $2V = 56^\circ 6'$, $R = 1,553$; Br.

THOMSONITE de Dumbarton. — Identique à la comptonite. — $2E = 79^\circ$ environ; Dx.

HARMOTOME. — Prisme rhomboïdal droit de $110^\circ 26'$; clivages; distinct suivant g^1 , moins distinct suivant p . — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice normale à la base. — $2E = 90^\circ$ environ; Dx.

HEULANDITE. — Prisme rhomboïdal oblique de $136^\circ 4'$; $pm = 91^\circ 19'$; clivage parfait suivant g^1 . — Plan des axes perpendiculaire à g^1 et presque parallèle à la base:

bissectrice parallèle à la diagonale horizontale de la base. — $2V = 41^{\circ} 42'$; Br.

BRAUMONTITE. — Identique à la Heulandite; Dx.

BREWSTÉRITE. — Prisme rhomboïdal oblique de 136° ; $ph^1 = 93^{\circ} 40'$, $pm = 93^{\circ} 24'$. — Clivage parfait suivant g^1 ; traces suivant h^1 . — Plan des axes perpendiculaire à g^1 , faisant un angle d'environ 60° avec une normale à h^1 , et un angle de $26^{\circ} 20'$ avec une normale à la base. — Bissectrice parallèle à la diagonale horizontale de la base. — $2E = 85^{\circ}$ environ; Dx.

CALAMINE; Silicate de zinc hydraté. — Prisme rhomboïdal droit de $104^{\circ} 12'$; clivages; parfait suivant m , facile suivant $a^1 = 011$ de Miller. — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice normale à la base. — $2E = 80^{\circ}$ environ; Dx.

PÉRIDOT. — Prisme rhomboïdal droit de $119^{\circ} 12'$; clivage facile suivant g^1 ; traces suivant h^1 . — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice normale à la base. — $\alpha = 1,697$, $\beta = 1,678$, $\gamma = 1,661$, sur de petits cristaux de Torre del Greco près Naples; on en conclut: $2V = 87^{\circ} 46'$; Soret avait indiqué pour cet angle 88° ; Dx. (1).

DIOPSIDE. — Prisme rhomboïdal oblique de $87^{\circ} 6'$; $pm = 100^{\circ} 57'$, $ph^1 = 106^{\circ} 1'$; clivages; assez parfait suivant m ; moins distincts suivant h^1 et g^1 ; hémotropie habituelle autour de h^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de $51^{\circ} 6'$ avec une normale

(1) Les angles des prismes et les déviations minima correspondantes qui ont servi à calculer les trois indices du péridot sont :

$$\begin{aligned} I &= 43^{\circ} 52', & D &= 34^{\circ} 50'; \\ I' &= 44^{\circ} 0' 48'', & D' &= 33^{\circ} 55'; \\ I'' &= 44^{\circ} 5' 30'', & D'' &= 33^{\circ} 51'. \end{aligned}$$

Le premier et le dernier prisme étaient taillés sur le même cristal; le prisme moyen était pris sur un autre cristal.

à h^1 et un angle de $22^\circ 54'$ avec une normale à p .
 $\beta = 1,680$, $2V = 58^\circ 57'$; d'où $2E = 111^\circ 28'$ Miller.
 $2E = 111^\circ 25'$ observé; Dx.

AZOTATE D'URANE. — Prisme rhomboïdal droit de $117^\circ 20'$. — Plan des axes parallèle à la base; bissectrice parallèle à la petite diagonale de la base; Sén.

AZOTATE D'ARGENT. — Prisme rhomboïdal droit de $93^\circ 22'$. — Les cristaux se présentent généralement sous la forme de tables rhomboïdales biselées, composées d'une base p , très-prédominante, et des faces de l'octaèdre $b^{1/2}$. — Plan des axes parallèle à la petite diagonale de la base; bissectrice normale à cette base. — $2V = 62^\circ 16'$. — $\alpha = 1,788$, $\gamma = 1,729$; Br.

SOUFRE. — Prisme rhomboïdal droit de $101^\circ 58'$; clivages imparfaits suivant m et $b^{1/2}$. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à la base. — $2V = 70^\circ$ à 75° ; R = 2,0 à 2,24.

SULFATE DE BARYTE. — Prisme rhomboïdal droit de $101^\circ 40'$; clivages parfaits suivant p et m ; moins parfaits suivant g^1 et h^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice parallèle à la petite diagonale de la base. — $\alpha = 1,64797$, $\beta = 1,63745$, $\gamma = 1,63630$, pour la raie D de Fraunhofer, d'où l'on conclut $2V = 35^\circ 4'$, $2E = 59^\circ 6'$; Heusser. — $2E = 60^\circ$ à 61° observé; Dx. — Les indices mesurés par Wilde conduisent à $2V = 36^\circ 48'$, d'où $2E = 62^\circ 15'$.

SULFATE DE STRONTIANE. — Prisme rhomboïdal droit de $104^\circ 2'$; clivages; parfaits suivant p et m ; moins parfait suivant g^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice parallèle à la petite diagonale de la base. $2V = 50^\circ$; Br. $2E = 91^\circ$ observé; Dx. — R = 1,644; Br.

SULFATE DE PLOMB. — Prisme rhomboïdal droit de $103^\circ 38'$; clivages imparfaits suivant m et p ; traces suivant g^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 .

L'angle réel des axes est voisin de 90° . — $R = 1,925$; Br.

ANH. DRINE. — Prisme rhomboïdal droit de $96^\circ 36'$; clivages; parfaits suivant p et g^1 ; moins parfait suivant h^1 . — Plan des axes parallèle à la base; bissectrice parallèle à la petite diagonale de cette base. — $\alpha = 1,614$, $\beta = 1,576$, $\gamma = 1,571$; Miller. De ces trois indices on déduit $2V = 40^\circ 34'$ et $2E = 66^\circ 14'$; mais ces angles sont trop faibles; car j'ai obtenu pour l'angle apparent $2E = 71^\circ 10'$ à $20'$; et M. Miller indique comme résultat de ses observations $2V = 43^\circ 32'$, $2E = 71^\circ 31'$.

GYPSE. — Prisme rhomboïdal oblique de $111^\circ 22'$, $a^{1/2}h^1 = 127^\circ 44'$, $pm = 109^\circ 27'$ (Dx.). — Clivages; parfait suivant g^1 ; moins parfait et vitreux suivant h^1 ; fibreux suivant p . ($a^{1/2}$ est la face d'hémitropie dans les cristaux en fer de lance de Montmartre.) — A la température ordinaire, le plan des axes est parallèle à g^1 ; à $9^\circ,4$ centig., la bissectrice fait un angle de $37^\circ 28'$ avec une normale à h^1 , et un angle de $14^\circ 48'$ avec une normale à $a^{1/2}$ (1). — A 9° centig., l'angle réel des axes est égal à $61^\circ 24'$; à 80° centig., les deux axes se réunissent et se confondent avec leur bissectrice; au delà de 80° ils se séparent de nouveau, mais dans un plan normal à g^1 . — $\alpha = 1,52975$, $\beta = 1,52267$, $\gamma = 1,52056$, pour les rayons jaunes fournis par une lampe à alcool salé, à la température de 19° centig., Angström; on déduit de ces nombres $2V = 57^\circ 31'$.

SULFATE DE POTASSE A DEUX AXES; KOSO³. — Prisme rhomboïdal droit de $120^\circ 24'$. — Plan des axes paral-

(1) La moyenne d'une très-nombreuse série d'expériences que j'ai faites il y a plusieurs années, dans le laboratoire de M. Biot, sur des macles naturelles ou artificielles, composées de deux lames hémitropes autour de h^1 , m'a donné: pour l'angle de la bissectrice avec une normale à h^1 , $39^\circ 59'$; et pour l'angle de cette même ligne avec une normale à $a^{1/2}$, $12^\circ 17'$; la température variant de 15° à 20° cent.

lèle à h^1 ; bissectrice parallèle à la grande diagonale de la base. — $2V = 66^\circ 54'$; $\beta = 1,494$; Sén.

SULFATE D'AMMONIAQUE : $AmOSO^3$. — Prisme rhomboïdal droit de $121^\circ 8'$; optiquement isomorphe avec le sulfate de potasse. — $2V = 49^\circ 42'$; Marx.

SULFATE DE POTASSE ET DE MANGANÈSE : $KOSO^3 + MnOSO^3 + 6Aq.$ — Prisme rhomboïdal oblique de $109^\circ 30'$, $pm = 104^\circ 45'$. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de $99^\circ 21'$ à $100^\circ 25'$ avec une normale à p , et un angle de $8^\circ 49'$ à $7^\circ 45'$ avec une normale à h^1 . — $2V = 51^\circ 6'$; $\beta = 1,487$; Sén.

SULFATE DE POTASSE ET DE NICKEL : $KOSO^3 + NiOSO^3 + 6Aq.$ — Isomorphe avec le précédent. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de $96^\circ 56'$ à $97^\circ 32'$ avec une normale à p , et un angle de $11^\circ 14'$ à $10^\circ 38'$ avec une normale à h^1 . — $2V = 54^\circ 2'$; $\beta = 1,489$ à $1,492$; Sén.

SULFATE DE POTASSE ET DE COBALT : $KOSO^3 + CoOSO^3 + 6Aq.$ — Isomorphe avec le précédent. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de $96^\circ 45'$ à $97^\circ 56'$ avec une normale à p , et un angle de $11^\circ 25'$ à $10^\circ 54'$ avec une normale à h^1 . — $2V = 52^\circ 11'$; $\beta = 1,462$ à $1,469$; Sén.

SULFATE DE POTASSE ET DE FER : $KOSO^3 + FeOSO^3 + 6Aq.$ — Isomorphe avec le précédent. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de $98^\circ 51'$ avec une normale à p , et un angle de $9^\circ 19'$ avec une normale à h^1 ; Mill.

SULFATE D'AMMONIAQUE ET DE MAGNÉSIE : $AmOSO^3 + MgOSO^3 + 6Aq.$ — Isomorphe avec le précédent. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de $98^\circ 41'$ à $99^\circ 1'$ avec une normale à p . — $2V = 51^\circ 4'$; $\beta = 1,476$ à $1,483$; Sén.

SULFATE D'AMMONIAQUE ET DE NICKEL : $AmOSO^3 + NiO$

$\text{SO}^3 + 6\text{Aq.}$ — Isomorphe avec le précédent. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de $102^\circ 1'$ avec une normale à p . — $\beta = 1,498$ à $1,500$; Sén.

SULFATE D'AMMONIAQUE ET DE COBALT.



Isomorphe avec le précédent. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de 102° avec une normale à p . — $\beta = 1,491$ à $1,494$; Sén.

SULFATE D'AMMONIAQUE ET DE ZINC.



Isomorphe avec le précédent. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de $100^\circ 5'$ avec une normale à p . — $\beta = 1,491$; Sén.

BISULFATE DE SOUDE (Deville). —

Prisme rhomboïdal oblique. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle d'environ 15° à 20° avec une normale à h^1 . — $2E = 43^\circ$ environ; Dx

HYPOSULFITE DE SOUDE : $\text{NaOS}^2\text{O}^3 + 5\text{Aq.}$ — Prisme rhomboïdal oblique de $142^\circ 30'$, $pm = 103^\circ 10'$. — Plan des axes perpendiculaire à g^1 , faisant un angle de 49° avec une normale à h^1 , et un angle de $54^\circ 55'$ avec une normale à p , pour les rayons rouges; ces angles sont respectivement de 47° et $56^\circ 55'$ pour les rayons violets; bissectrice parallèle à la diagonale horizontale de la base. — $2E = 100^\circ$ à 110° ; Sén. (1)

SULFITE DE SOUDE : $\text{NaOSO}^3 + 6\text{Aq.}$ — Prisme rhomboïdal oblique de 65° , $pm = 92^\circ 28'$. — Plan des axes

(1) Le signe de la bissectrice de l'hyposulfite de soude et les angles que le plan de ses axes fait avec les normales à p et à h^1 m'ont été communiqués par M. de Sénarmont; c'est par suite d'erreurs typographiques que dans une note de ce savant, intitulée « *Remarques sur les propriétés optiques de quelques cristaux.* » et insérée au tome XLI des *Annales de chimie et de*

sensiblement parallèle à la base; bissectrice normale à h^1 . — Axes peu écartés, anneaux très-dispersés, bleu intérieur, rouge extérieur; Sén. — $2E = 38^\circ$ environ; Dx.

THÉNARDITE : NaOSO^3 . — Prisme rhomboïdal droit de $129^\circ 21'$; clivages; parfait suivant g^1 ; moins faciles suivant les faces d'un octaèdre rhomboïdal de $155^\circ 41'$, $74^\circ 18'$ et $125^\circ 43'$ (Mitscherlich.). — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice parallèle à l'arête verticale $\frac{m}{m}$; Dx. L'angle réel des axes doit être très-voisin de 90° , et le pouvoir biréfringent assez faible, car si l'on taille deux lames minces *normales* au clivage facile, mais l'une parallèle à la base de la forme primitive, et l'autre parallèle à la modification h^1 , on voit immédiatement dans chacune de ces lames, les lemniscates produites par deux systèmes d'anneaux très-écartés; ces lemniscates sont tellement semblables, qu'il est à peu près impossible de dire si les axes sont plus écartés dans un sens que dans l'autre; de sorte qu'il n'existe pas à proprement parler, de *bissectrice* dans la *Thénardite*, et que cette substance se trouve exactement à la limite des corps *positifs* et des corps *negatifs*. Je ne l'ai placée parmi les premiers, que parce que les anneaux les plus nets m'ont paru se manifester dans les plaques parallèles à la base, où la compensation par la lame de quartz indique une bissectrice positive.

CHLORURE DE NICKEL ET D'AMMONIAQUE (Deville). — Prisme rhomboïdal oblique de $109^\circ 36'$, $pm = 103^\circ 40'$.

physique, il est dit : que le plan des axes optiques fait avec les normales aux faces h^1 et P des angles respectivement égaux à 49° et $125^\circ 5'$ pour la lumière rouge, à 47° et $123^\circ 5'$ pour la lumière violette, et que la bissectrice est l'axe d'élasticité *maximum*.

— Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice voisine de la normale à l'arête $\frac{m}{m}$; Sén.

TOPAZE. — Prisme rhomboïdal droit de $124^\circ 22'$; clivages; parfait suivant p , imparfaits suivant a^1 et e^1 . — Plan des axes parallèle à la petite diagonale de la base; bissectrice normale à cette base. — $\alpha = 1,62408$, $\beta = 1,61668$, $\gamma = 1,61452$ pour la raie E de Fraunhofer, dans une topaze blanche du Brésil; Rudberg. — $\alpha = 1,62898$, $\beta = 1,61965$, $\gamma = 1,6180$ pour les rayons verts, entre les raies D et F, dans une topaze de Schneckenstein; Heusser. — $\alpha = 1,6401$, $\gamma = 1,6325$ dans la topaze jaune; Br. — $R = 1,636$ pour la topaze bleue d'Aberdeen; Br. — $R = 1,652$ pour la topaze rouge; Br. — $R = 1,6102$ pour une topaze incolore; Biot. — $2E = 100^\circ 4'$ dans la variété examinée par Rudberg. — $2E = 114^\circ 12'$ dans la variété de Schneckenstein. — $2E = 113^\circ 40'$; 117° ; 118° ; sur trois échantillons de topaze blanche du Brésil; Dx. — $2V = 49^\circ 50'$, topaze jaune du Brésil; Br. — $2E = 72^\circ$; $81^\circ 30'$; 90° ; sur trois topazes jaunes du Brésil; Dx. — $\alpha = 1,6240$, $\beta = 1,6174$, $\gamma = 1,6150$ pour les rayons verts; $\alpha = 1,6224$, $\beta = 1,6150$, $\gamma = 1,6120$ pour les rayons jaunes, dans une très-belle topaze incolore du Brésil, où l'observation donne $2E = 120^\circ 40'$ à 121° ; Dx. — Les écartements réel et apparent des axes de cette topaze, calculés à l'aide des indices jaunes, sont : $2V = 65^\circ 14'$ et $2E = 121^\circ 1'$ (1).

CYMOPHANE. — Prisme rhomboïdal droit de $119^\circ 46'$; clivages imparfaits suivant p et g^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice parallèle à la petite diagonale de la base. — $\alpha = 1,7565$, $\beta = 1,7484$, $\gamma = 1,7470$; d'où

(1) Les angles des trois prismes taillés sur le même cristal, et les déviations minima correspondantes qui m'ont servi à

l'on tire $2V = 45^{\circ} 20'$ et $2E = 84^{\circ} 43'$. — $2E = 85^{\circ}$ a été observé dans des échantillons bien homogènes; Dx. (1)

СНЕНЕ. — Prisme rhomboïdal oblique de $135^{\circ} 48'$; $pm = 94^{\circ} 30'$, $a^2p = 140^{\circ} 39'$ (Miller); clivages; assez distinct suivant $e^1 = 011$, Mill.; moins distincts suivant p et m . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice perpendiculaire à $a^2 = x$ de Miller. — $2V = 30^{\circ} 22'$; $\rho = 1,631$; Mill.

SCORODITE. — Prisme rhomboïdal droit de $98^{\circ} 1'$; clivage imparfait suivant $g^3 = 210$ de Mill.; traces suivant g^1 et h^1 . — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice parallèle à l'arête verticale $\frac{m}{m}$. — $2E$ voisin de 90° ; Dx.

calculer les indices de la topaze incolore du Brésil, sont :

Pour les rayons verts :

$$\begin{aligned} I &= 58^{\circ} 9' 30'', & D &= 46^{\circ} 6' 30''; \\ I' &= 61^{\circ} 1' 20'', & D' &= 49^{\circ} 22' 20''; \\ I'' &= 65^{\circ} 38' 7'', & D'' &= 56^{\circ} 33'. \end{aligned}$$

Pour les rayons jaunes :

$$D = 45^{\circ} 56'; \quad D' = 49^{\circ} 10' 20''; \quad D'' = 56^{\circ} 9' 20''.$$

Quoique l'écartement apparent des axes varie beaucoup dans les topazes de diverses couleurs et de diverses provenances, M. de Sénarmont a observé que cet écartement n'éprouvait aucun changement quand on brûlait une topaze jaune du Brésil. Parmi les cristaux de cette dernière localité, j'en ai remarqué plusieurs qui se composaient, d'un centre jaune foncé où les axes faisaient un angle d'environ 70° , et d'une croûte extérieure, d'un jaune clair, où cet angle s'élevait jusqu'à 90° .

(1) Dans un échantillon offrant des gerçures intérieures, je n'ai trouvé pour l'angle apparent que 72° environ; M. Biot avait de son côté observé autrefois un écartement de 50° .

Les angles des trois prismes taillés sur un même échantillon, et les déviations correspondantes qui ont servi au calcul des trois indices de la cynophane, sont :

$$\begin{aligned} I &= 45^{\circ} 24' 30'', & D &= 59^{\circ} 57' 45''; \\ I' &= 44^{\circ} 55', & D' &= 58^{\circ} 28'; \\ I'' &= 55^{\circ} 15' 30'', & D'' &= 52^{\circ} 59' 30''. \end{aligned}$$

STRUVITE; phosphate ammoniaco-magnésien. — Prisme rhomboïdal droit de $122^{\circ} 50'$ hémédrique; clivage parfait suivant h^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à h^1 . — $2E = 59^{\circ} 30'$; $R = 1,52$.

BICHROMATE DE POTASSE; $KOCr^2O^3$. — Prisme oblique non symétrique; $mt = 91^{\circ} 42'$; $pm = 96^{\circ} 25'$; $pt = 98^{\circ} 22'$; clivages; parfait suivant p , moins parfait suivant m , encore moins parfait suivant t . — Les cristaux sont souvent tabulaires parallèlement à p . — D'après la position d'un des systèmes d'anneaux, visible à travers p , le plan des axes doit être sensiblement normal à l'arête $\frac{p}{t}$.

PRUSSIATE ROUGE DE POTASSE; $3KCy + Fe^3Cy^3$. — Prisme rhomboïdal faiblement oblique de $76^{\circ} 4'$ (Ramelsberg et Kopp); prisme rhomboïdal droit (Beer et Schabus); clivage suivant h^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice sensiblement parallèle à l'arête verticale $\frac{m}{m}$. — $2V = 19^{\circ} 35'$; Marx.

LÉVO ET DEXTROTARTRATE DE POTASSE ET LE SOUDE; sel de Seignette. — Prisme rhomboïdal droit de $100^{\circ} 30'$, hémédrique. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à h^1 . — $2V = 76^{\circ}$ pour les rayons rouges; $= 56^{\circ}$ pour les rayons violets. — $\beta = 1,4929$ pour les rayons rouges; $\beta = 1,4985$ pour les rayons verts moyens; Herschel (1).

LÉVO ET DEXTROTARTRATE DE SOUDE ET D'AMMONIAQUE; sel de Seignette ammoniacal. — Prisme rhomboïdal

(1) Dans son mémoire intitulé « *Recherches sur les propriétés optiques biréfringentes des corps isomorphes*, » M. de Sénarmont a annoncé que le sel de Seignette était *négalif*, et que la bissectrice était normale à la base, quoiqu'en réalité ce sel soit *positif* et que sa bissectrice soit perpendiculaire à g^1 ; il a

droit de $100^{\circ} 30'$, hémihédrique. — Plan des axes parallèle à h' ; bissectrice normale à g' . — $2V = 62^{\circ}$ pour les rayons rouges; $= 46^{\circ}$ pour les rayons violets. — $2E = 100^{\circ}$ et 70° ; $\beta = 1,490$, lévotartrate; $\beta = 1,495$, dextrotartrate; Sén.

SEL DE SEIGNETTE POTASSIQUE ET AMMONIACAL. — Prisme rhomboïdal droit de $100^{\circ} 58'$. — Plan des axes parallèle, tantôt à la *petite*, tantôt à la *grande* diagonale de la base, suivant que le sel potassique ou le sel ammoniacal domine; bissectrice normale à g' ou à h' . Angle variable avec la composition du sel; Sén.

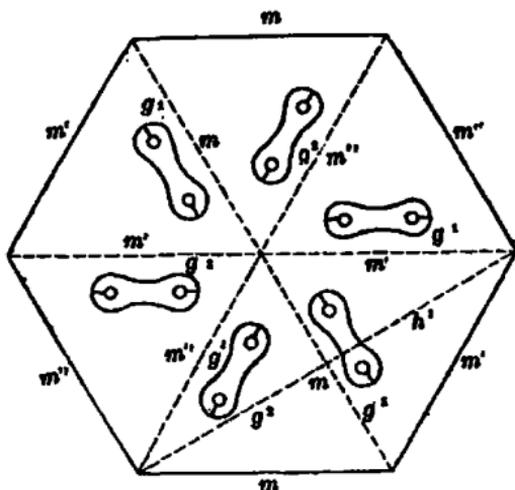
LÉVO ET DEXTROTARTRATE D'AMMONIAQUE. — Prisme rectangulaire oblique, hémihédrique; $\rho h' = 91^{\circ} 58'$ (Pasteur). — Plan des axes parallèle à g' ; la bissectrice fait un angle de $16^{\circ} 43'$ avec une normale à ρ , et un angle de $71^{\circ} 19'$ avec une normale à h' . — $2V = 58^{\circ} 2'$, $2E = 59^{\circ} 35'$. — $\beta = 1,554$ dextrotartrate; $\beta = 1,555$ lévotartrate; Sén.

GLUCOSATE DE SEL MARIN; $(NaCl + 2C^{12}H^{12}O^{12}) + 2Aq$. — Prisme rhomboïdal droit très-voisin de 120° , hémihédrique. — Les cristaux sont généralement mâclés en forme de dodécaèdre hexagonal modifié par une truncature sur les angles latéraux, et terminé par les faces d'un pseudorhombroèdre. — Plan des axes parallèle à g' ; bissectrice normale à la base. — $2E$ très-petit; Dx

Les cristaux de glucosate de sel marin offrent des mâcles d'une disposition toute particulière, qui ne s'est rencontrée jusqu'ici dans aucune autre substance. En effet, si l'on examine dans la lumière polarisée, une

reconnu depuis, et il m'a prévenu que cette erreur tenait uniquement à ce qu'il avait toujours pris la bissectrice de l'angle *obtus* pour la bissectrice de l'angle *aigu*; toutes les remarques de ce savant restent par conséquent vraies, lorsqu'on applique à la *première* ligne ce qu'il a cru appliquer à la *seconde*.

plaque coupée perpendiculairement à l'axe vertical des dodécaèdres, on voit que cette plaque, hexagonale, se compose comme les mâcles de baryte carbonatée, de stromnite, etc., de six triangles plus ou moins nettement terminés; dans chacun de ces triangles, le plan des axes optiques est dirigé comme l'indique la figure ci-jointe.



Cette direction étant toujours parallèle à un des côtés des triangles, coïncide nécessairement avec la modification g^1 de la forme primitive; par conséquent, au lieu de se joindre par des faces homologues, m , comme cela arrive dans la baryte carbonatée, les triangles présentent alternativement au contact une face m et une face g^1 ; ce mode de groupement exige déjà que l'angle du prisme primitif soit presque rigoureusement égal à 120° ; mais ce qui prouve encore mieux qu'il en est ainsi, c'est que les dodécaèdres hexagonaux résultant de la mâcle, portent sur leurs six angles latéraux une modification parfaitement unie et plane, qui ne peut être que le résultat de la juxtaposition d'une face g^2 et d'une face h^1 , comme je l'ai indiqué sur une partie de la figure: or il n'y a que le prisme hexagonal régulier dans lequel ces deux

modifications n'en fassent réellement qu'une. Quant aux facettes hémédriques des deux sommets, leur disposition s'explique très-bien si l'on suppose que chacun des six prismes triangulaires qui composent la macle porte alternativement une troncature simple ou une troncature double sur ses deux arêtes supérieure et inférieure, correspondant au contour hexagonal de la base.

CRYOLITE, du Gröenland. — Prisme oblique non symétrique? Cristaux souvent maclés. — Plan des axes et bissectrice faisant un angle d'environ 35° avec une normale à l'un des clivages faciles; Dx.

FORMIATE DE CHAUX. — Prisme rhomboïdal droit de $129^\circ 55'$, holoèdre. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à la base. — $2E = 40^\circ$; Dx. — Axes très-dispersés; rouge intérieur, bleu extérieur.

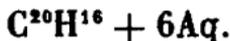
FORMIATE DE BARYTE. — Prisme rhomboïdal droit de $105^\circ 10'$. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à h^1 . Axes très-écartés; Dx.

CYANURE DE BARYUM ET DE PLATINE:



Prisme rhomboïdal oblique de $99^\circ 42'$. — Plan des axes optiques parallèle à g^1 ; bissectrice à peu près parallèle à l'arête verticale $\frac{m}{m}$. — Dispersion des axes très forte; Sénarmont.

TERPINE; hydrate de térébenthine (Deville) :



Prisme rhomboïdal droit de $102^\circ 33'$. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à h^1 ; Sén.

ACIDE CITRIQUE. — Prisme rhomboïdal droit de $112^\circ 2'$; clivages parfaits suivant la base et suivant une face $a^{1/2}$; $a^{1/2}a^{1/2}$ sur $p = 78^\circ 6'$. — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice normale à g^1 ; Dx. — $2V = 70^\circ 29'$; $R = 1,527$; Br.

2° *Cristaux dont la ligne moyenne coïncide avec l'axe de plus GRANDE ÉLASTICITÉ, ou cristaux négatifs.*

DISTRÈNE. — Prisme oblique non symétrique : $mt = 106^{\circ} 15'$, $pm = 100^{\circ} 50'$, $pt = 93^{\circ} 15'$; clivages ; parfait suivant m , moins parfait suivant t , encore moins parfait suivant p . — Plan des axes normal à m , faisant un angle d'environ 30° avec l'arête $\frac{m}{g^1}$; bissectrice sensiblement normale à m . En regardant à travers des lames très-minces et non mâclées, clivées parallèlement à m , on voit de beaux anneaux colorés très-écartés. Certaines mâcles, hémitropes autour de m , montrent un double système d'hyperboles très-net; Dx. — $2V = 81^{\circ} 48'$; Br. — C'est évidemment par erreur que Brewster a rangé le *disthène* parmi les corps positifs.

CORDIÉRITE. — Prisme rhomboïdal droit de $119^{\circ} 10'$; clivage imparfait suivant h^1 ; traces suivant m et g^1 ; plans de séparation suivant p . — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice normale à la base. — $\alpha = 1,5455$, $\beta = 1,5415$, $\gamma = 1,5371$ pour la variété de Ceylan; d'où l'on tire : $2V = 69^{\circ} 3'$, $2E = 121^{\circ} 46'$. L'observation directe m'a donné $2E = 121^{\circ}$ à 122° . — $\alpha = 1,544$, $\beta = 1,541$, $\gamma = 1,535$ pour la variété de Bodenmais; d'où l'on conclut : $2V = 70^{\circ} 4'$, $2E = 124^{\circ} 24'$. L'écartement apparent m'a semblé être à peu près le même que dans la variété de Ceylan. — $\alpha = 1,5596$, $\beta = 1,5577$, $\gamma = 1,5545$, pour la variété d'Orijärfvi très-dichroïte; on tire de ces nombres : $2V = 69^{\circ} 57'$, $2E = 123^{\circ} 38'$. L'écartement apparent est un peu plus fort que dans la variété de Ceylan. — $\alpha = 1,5627$, $\beta = 1,5616$, $\gamma = 1,5525$, pour la variété de Haddam, faiblement dichroïte; on conclut de ces valeurs : $2V = 37^{\circ} 48'$.

$2E=60^{\circ} 46'$. L'observation directe m'a fourni : $2E=61^{\circ}$;
Dx. (1).

ORTHOSE. — Prisme rhomboïdal oblique de $118^{\circ} 48'$;
 $pm = 112^{\circ} 16'$, $ph^1 = 116^{\circ} 7'$; clivage très-facile suivant
 p , moins facile suivant g^1 . — Plan des axes le plus
généralement perpendiculaire à g^1 , faisant un angle de
 $21^{\circ} 7'$ avec une normale à h^1 et un angle de 95° avec
une normale à p ; quelquefois ce plan devient perpen-
diculaire à la base, et *parallèle* à g^1 ; la bissectrice fait
constamment un angle d'environ 5° avec la diagonale
inclivée de la base. — $\alpha = 1,5260$, $\beta = 1,5257$,
 $\gamma = 1,5190$ pour un échantillon d'*adulaire* du Saint-
Gothard; on tire de ces nombres : $2V = 69^{\circ} 45'$,
 $2E = 121^{\circ} 6'$. L'observation m'a donné $2E = 120^{\circ}$ à

(1) Les angles des prismes et les déviations minima corres-
pondantes qui ont servi à calculer les trois indices de la cor-
diérite sont :

Pour la variété de Ceylan :

$$I = 49^{\circ} 33', D = 51^{\circ} 2' 30''; I' = 49^{\circ} 1' 45'', D' = 30^{\circ} 35' 50'';$$

l'exiguïté de l'échantillon n'avait pas permis de rendre l'arête
de ce second prisme rigoureusement perpendiculaire au plan
des axes; aussi l'indice qu'il fournit est-il notablement trop fort,
puisqu'au lieu de $1,5415$ qui a été adopté, le calcul donne $1,5430$:

$$I'' = 60^{\circ} 15' 30'', D'' = 40^{\circ} 41' 30''.$$

Pour la variété de Bodenmais :

$$I = 51^{\circ} 11', D = 17^{\circ} 51' 15'';$$

$$I' = 58^{\circ} 27' 45'', D' = 22^{\circ} 51' 45'';$$

$$I'' = 59^{\circ} 54' 30'', D'' = 39^{\circ} 48'.$$

Pour la variété d'Orijärfvi :

$$I = 54^{\circ} 57', D = 35^{\circ} 34' 20'';$$

$$I' = 55^{\circ} 45' 15'', D' = 54^{\circ} 19' 30'';$$

$$I'' = 52^{\circ} 14' 15'', D'' = 32^{\circ} 45' 30''.$$

Pour la variété de Haddam :

$$I = 55^{\circ} 40', D = 38^{\circ} 2' 30'';$$

$$I' = 55^{\circ} 42' 45'', D' = 38^{\circ} 0' 47'';$$

$$I'' = 55^{\circ} 28' 48'', D'' = 37^{\circ} 3' 7''.$$

121°. — $\alpha = 1,5243$, $\beta = 1,5223$, $\gamma = 1,5181$ pour un autre échantillon du Saint-Gothard; d'où l'on tire : $2V = 69^{\circ} 1'$, $2E = 119^{\circ} 11'$. L'observation directe a fourni : $2E = 119^{\circ} 35'$. Dans une plaque du second échantillon, où $2E = 72^{\circ}$ à 75° , j'ai trouvé : $\beta = 1,5225$ — Certaines parties de ce même échantillon offrent un écartement apparent inférieur à 10° ; Dx. (1).

FELDSPATH PIERRE DE LUNE. — Identique à l'orthose le plus ordinaire, pour la forme et les propriétés optiques. — $2E = 120^{\circ}$; Dx.

SCOLÉSITE. — Prisme rhomboïdal oblique de $91^{\circ} 36'$; clivage facile parallèlement à g^1 ; cristaux généralement hémotropes autour de h^1 . — Plan des axes perpendiculaire à g^1 , faisant un angle de 10° à 11° avec le plan d'hémotropie, et coïncidant avec les stries visibles sur la face g^1 ; bissectrice faisant un angle de 10° à 11° avec l'arête verticale $\frac{m}{m}$. — $2E = 60^{\circ}$ environ; Dx.

STILBITE. — Prisme rhomboïdal droit de $94^{\circ} 16'$; clivage très-facile parallèlement à g^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à p . — $2E = 61^{\circ}$; Dx.

MICA. — Prisme rhomboïdal droit très-voisin de 120° ;

(1) Les angles des trois prismes taillés dans le même échantillon, et les déviations minima correspondantes qui ont servi au calcul des indices du feldspath, sont :

Pour le premier cristal où $2E = 120^{\circ}$ à 121° :

$$I = 54^{\circ} 10', D = 33^{\circ} 50' 15'';$$

$$I' = 55^{\circ} 45', D' = 35^{\circ} 6' 56'';$$

$$I'' = 59^{\circ} 34' 48'', D'' = 34^{\circ} 36'.$$

Pour le second échantillon où $2E = 119^{\circ} 35'$:

$$I = 49^{\circ} 22', D = 29^{\circ} 42' 15'';$$

$$I' = 53^{\circ} 19', D' = 32^{\circ} 50' 30'';$$

$$I'' = 48^{\circ} 33' 30'', D'' = 28^{\circ} 41' 26''.$$

Pour la plaque où $2E = 72^{\circ}$ à 75° :

$$I' = 57^{\circ} 29' 45'', D' = 36^{\circ} 39' 50''.$$

clivages; très-facile suivant la base, moins faciles suivant m et g' . — Plan des axes parallèle à la grande diagonale, dans certains échantillons, et à la petite diagonale, dans d'autres échantillons; bissectrice normale à la base. L'angle réel des axes varie depuis 0° jusqu'à 70° .

LÉPIDOLITE, mica à lithine d'Altenberg. — Lames hexagonales. — Plan des axes parallèle à g' ; bissectrice normale à la base; 2 axes voisins; Dx.

LÉPIDOLITE lamellogrenue de Moravie. — $2V=45$; Br.

EMERILITE. — Prisme rhomboïdal oblique? — Dans quelques échantillons les deux systèmes d'anneaux ne paraissent pas disposés symétriquement autour d'une normale à la base, ce qui semblerait annoncer que la forme de cette substance est un prisme rhomboïdal oblique; Dx.

FUCHSITE. — Lames indéterminables. — 2 axes voisins; Dx.

MARGARITE. — Lames hexagonales. — 2 axes très-voisins; Dx.

GILBERTITE. — Lames indéterminables. — 2 axes voisins; Dx.

ASTÉROPHYLLITE de Brévig. — Lames rectangulaires; clivage très-facile dans un sens. — Plan des axes normal au clivage facile et parallèle à la plus grande longueur des lames; bissectrice normale au clivage facile. Axes très-écartés; Dx.

ANTIGORITE. — Forme indéterminable. — Axes très-rapprochés.

LEUCOPHANE. — Prisme rhomboïdal droit d'environ 91° ; clivage facile parallèlement à la base. — Plan des axes normal à la base; bissectrice normale à la base; Dx.

TALC. — Prisme rhomboïdal droit? voisin de 120° ;

clivage facile suivant p , traces suivant les faces m . — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice normale au clivage facile. — $2V = 7^\circ 24'$; Br.

PYROPHYLLITE de l'Oural. — Lames rectangulaires facilement clivables dans une direction. — Plan des axes normal au clivage facile, et parallèle à la longueur des lames; bissectrice perpendiculaire au clivage facile. — $2E = 110^\circ$ environ; Dx.

DAMOURITE, du Morbihan. — Prisme rhomboïdal droit? clivage lamellaire facile dans un sens. — Bissectrice normale au clivage. — $2E = 10^\circ$ à 12° ; Dx.

BORAX. — Prisme rhomboïdal oblique de 87° ; $pm = 101^\circ 20'$, $ph^1 = 106^\circ 35'$; clivages; parfait suivant h^1 ; moins parfait suivant m ; traces suivant g^1 . — Plan des axes normal à g^1 , variable pour les rayons violets et pour les rayons rouges; pour les premiers, le plan des axes fait un angle de $108^\circ 35'$ avec une normale à p , et un angle de $55^\circ 10'$ avec une normale à h^1 ; pour les seconds, le plan des axes fait un angle de $106^\circ 35'$ avec une normale à p , et un angle de $33^\circ 10'$ avec une normale à h^1 ; bissectrice normale à g^1 . — L'angle apparent moyen est égal à 59° ; Sén. — $R = 1,47$.

DATHOLITE. — Prisme rhomboïdal oblique de $76^\circ 44'$; $pm = 90^\circ 4'$; clivage imparfait suivant m ; plus facile suivant h^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice sensiblement normale à la base. — Axes très-écartés, dispersés d'une manière dissymétrique autour d'une normale à la base; Sén.

ARRAGONITE. — Prisme rhomboïdal droit de $116^\circ 10'$; clivages; distinct suivant g^1 ; moins parfaits suivant e^1 et m . — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice normale à la base. — $\alpha = 1,68589$, $\beta = 1,68157$, $\gamma = 1,55013$, pour la raie D à 18° centig. Ces indices varient un peu à 80° cent. On en déduit $2V = 17^\circ 50'$.

—L'observation conduit à $2V = 18^{\circ} 12'$ pour les rayons jaunes; Heusser. — $2E = 50^{\circ} 50'$; Dx.

WITHERITE. — Prisme rhomboïdal droit de $118^{\circ} 50'$; clivage distinct suivant m ; cristaux le plus souvent mâclés en dodécaèdres hexagonaux, formés de six parties triangulaires assemblées par des faces m . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à la base; angle des axes très-petit. — $\gamma = 1,740$ Br.

STRONTIANE CARBONATÉE. — Prisme rhomboïdal droit de $117^{\circ} 19'$; clivage assez facile suivant m . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à la base. — $2V = 6^{\circ} 56'$, $\alpha = 1,700$, $\gamma = 1,545$; Br.

ALSTONITE. — Prisme rhomboïdal droit de $118^{\circ} 51'$; clivages suivant m et g^1 ; cristaux mâclés comme la baryte carbonatée. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à la base. — Axes très-rapprochés; Sén.

PLOMB CARBONATÉ. — Prisme rhomboïdal droit de $116^{\circ} 10'$; clivages assez parfaits suivant m et e'' (i de Miller). — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à la base. — $\alpha = 2,0745$, $\beta = 2,0728$, $\gamma = 1,7980$; Dx. $\beta = 2,067$ Mil. — De la valeur de mes trois indices, on tire: $2V = 8^{\circ} 5'$ et $2E = 16^{\circ} 44'$; l'observation directe m'a donné $2E = 16^{\circ} 30'$. — D'après Miller, $2V = 8^{\circ} 16'$, $2E = 17^{\circ} 8'$ (1).

LEADHILLITE. — Prisme rhomboïdal droit de $120^{\circ} 20'$; clivage facile suivant p ; cristaux généralement mâclés et assemblés par une face g^2 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à la base. — $2V = 10^{\circ} 55'$; Br.

(1) Les angles des trois prismes taillés dans le même échantillon, et les déviations minima correspondantes qui m'ont servi à calculer les trois indices du plomb carbonaté, sont :

$$I = 41^{\circ} 45' 45'', D = 53^{\circ} 56';$$

$$I' = 45^{\circ} 20', D' = 56^{\circ} 52';$$

$$I'' = 30^{\circ} 8' 30'', D'' = 45^{\circ} 56' 10''.$$

$2E = 20^\circ$; Dx. — De ces deux angles on déduit approximativement $\beta = 1,8828$.

SOUS-CARBONATE DE SOUDE : $\text{NaOCO}^2 + 10\text{Aq.}$ — Prisme rhomboïdal oblique de $76^\circ 28'$; $ph^1 = 121^\circ 8'$, $e^1e^1 = 79^\circ 41'$ sur p (Sén.) ($m = o^1 \text{ Ram}^e$, $e^1 = p \text{ Ram}^e$); clivage suivant p ; imparfait suivant g^1 . — Plan des axes perpendiculaire à g^1 , faisant un angle d'environ 10° avec une normale à p , et un angle d'environ $48^\circ 52'$ avec une normale à h^1 ; bissectrice normale à g^1 . — $2E = 69^\circ$ à 70° ; Sén. — Tous ces angles diffèrent un peu pour les différentes couleurs, de sorte que les courbes isochromatiques présentent, à un très-faible degré, les mêmes irrégularités que dans le borax.

BICARBONATE D'AMMONIAQUE (Deville). — Cristaux obtenus à froid; C^2O^4 , $\text{AzH}^3\text{O} + \text{Aq.}$ — Prisme rhomboïdal droit de $111^\circ 26'$; clivage parfait suivant $m = e^1$ de Deville. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à l'arête $\frac{m}{m}$. — $2E = 67^\circ 50'$ à 68° ; Dx.

AZOTATE DE POTASSE : KONO^5 . — Prisme rhomboïdal droit de $118^\circ 50'$ (Miller); clivages; parfait suivant $e^1 = k$ de Miller; moins parfait suivant g^1 ; imparfait suivant m . — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice normale à p . — $\alpha = 1,5052$, $\beta = 1,5046$, $\gamma = 1,5330$, Miller. — On tire de ces valeurs; $2V = 6^\circ 10'$ et $2E = 9^\circ 17'$; Miller a trouvé directement; $2E = 8^\circ 40'$. — Suivant Brewster $2V = 5^\circ 20'$.

AZOTATE DE STRONTIANE. — Prisme rhomboïdal oblique de $115^\circ 35'$, $ph^1 = 91^\circ$. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de 11° à 12° avec h^1 et un angle de 77° à 78° avec l'arête $\frac{e^1}{e^1}$. — $2E = 50^\circ$ environ; Sén.

SULFATE DE CUIVRE. — Prisme oblique non symétri-

que, $mt = 122^{\circ} 51'$, $pm = 108^{\circ} 12'$, $pt = 127^{\circ} 41'$; clivages; imparfait suivant m ; très-imparfait suivant t . — Plan des axes sensiblement normal à la face p . — $z = 1,552$, $\gamma = 1,531$; Br. $2V = 45^{\circ}$ environ. — Les axes pour les différentes couleurs sont assez séparés.

SULFATE DE MAGNÉSIE : $MgO SO^3 + 7Aq$. — Prisme rhomboïdal droit de $90^{\circ} 54'$, hémiedre: clivages; parfait suivant g^1 ; moins parfait suivant e^1 ; traces suivant m . — Plan des axes parallèle à la base. — Bissectrice parallèle à la grande diagonale de la base. — $\beta = 1,4817$; $2V = 50^{\circ} 52'$ et $2E = 79^{\circ} 2'$ Mill. — L'observation directe m'a donné $2E = 78^{\circ} 40'$ (1).

SULFATE DE ZINC : $ZnO SO^3 + 7Aq$. — Prisme rhomboïdal droit d'environ $91^{\circ} 7'$; clivage parfait suivant g^1 . — Plan des axes parallèle à la base; bissectrice parallèle à la grande diagonale de la base. — $\beta = 1,485$ à $1,486$. — $2V = 44^{\circ} 2'$ et $2E = 64^{\circ} 18'$, Sén. — Des cristaux très-purs m'ont donné : $2E = 71^{\circ} 20'$ à 72° .

SULFATE DE NICKEL A DEUX AXES : $NiOSO^3 + 7Aq$. — Prisme rhomboïdal droit de $91^{\circ} 10'$, isomorphe avec les deux précédents; clivages suivant g^1 et m . — Plan des axes parallèle à la base; bissectrice normale à g^1 . — $2V = 42^{\circ} 4'$; Br. $2E = 64^{\circ}$ à 66° ; Dx Comme le fait remarquer Beer, dans son « *Einleitung in die höhere Optik* » c'est par erreur que Brewster a annoncé que le sulfate de nickel était positif; ce sel est cristallo-

(1) C'est sur des échantillons de sulfate de magnésie appartenant à M. de Sénarmont que l'écartement apparent a été trouvé de $78^{\circ} 40'$, nombre à peu près identique à celui de Miller; aussi la seule manière dont M. de Sénarmont puisse se rendre compte de l'angle $2E = 56^{\circ} 56'$ et de l'indice moyen $\beta = 1,454$ à $1,459$ consignés dans ses « *Recherches sur les propriétés optiques biréfringentes des corps isomorphes*, » consiste t-elle à supposer qu'il avait opéré, au moment où il a publié son mémoire, sur des sels qui n'étaient pas du sulfate de magnésie pur.

graphiquement et optiquement isomorphe avec les sulfates de magnésie et de zinc.

GLAUBÉRITE. — Prisme rhomboïdal oblique de $83^{\circ}20'$; $pm = 104^{\circ}15'$; clivage parfait suivant p . — De 0° à 30° , le plan des axes est normal à g^1 et presque normal à p ; la bissectrice est sensiblement normale à p ; à 30° les deux axes sont réunis pour la lumière blanche; vers 35° ils se séparent de nouveau, mais leur plan est alors parallèle à g^1 ; la bissectrice conserve sa position primitive. — $2V$ variant de 0° à 3° ; Br.

SULFATE DE SOUDE, sel de Glauber; $\text{NaOSO}^3 + 10\text{Aq}$. — Prisme rhomboïdal oblique de $80^{\circ}24'$; $ph^1 = 107^{\circ}44'$, $pm = 101^{\circ}23'$; clivage parfait suivant p . — Plan des axes perpendiculaire à g^1 , faisant un angle de $12^{\circ}24'$ avec une normale à h^1 , et un angle de $11^{\circ}55'$ avec une normale à $o^{1/2} = w$ de Miller; bissectrice normale à g^1 et parallèle à la diagonale horizontale de la base. — $\beta = 1,44$ environ, Miller; $2E = 80^{\circ}26'$. — Cet angle paraît trop faible pour l'écartement apparent dans l'air; mais il est beaucoup trop fort pour représenter l'écartement intérieur, comme le suppose Beer: j'ai en effet trouvé: $2E = 118^{\circ}$ à $119^{\circ}20'$, ce qui ne donnerait qu'une valeur de $73^{\circ}30'$ environ pour $2V$.

AUTUNITE; phosphate jaune d'urane et de chaux. — Prisme rhomboïdal droit de $92^{\circ}30'$ environ; clivages; très-facile suivant p ; moins parfait suivant g^1 ; traces suivant h^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice perpendiculaire à la base. — $2E = 54^{\circ}$ environ; Dx.

HOPÉITE. — Prisme rhomboïdal droit de $120^{\circ}26'$; clivages; parfait suivant h^1 , moins parfait suivant g^1 ; bissectrice normale à h^1 et parallèle à la petite diagonale de la base. — $2V = 48^{\circ}$ environ. — $R = 1,601$; Br.

PHOSPHATE DE SOUDE: 2NaO , $\text{PO}^3 + 25\text{Aq}$. — Prisme rhomboïdal oblique de $67^{\circ}50'$, $pm = 106^{\circ}57'$. — Plan

des axes parallèle à g^1 ; bissectrice sensiblement parallèle à $o^1 = r$ de Mill. — $\beta = 1,40$ environ. — $2V = 56^\circ 40'$; $2E = 83^\circ 17'$; Miller. — J'ai trouvé sur de très-beaux cristaux : $2E = 83^\circ$ à $83^\circ 30'$.

ARSÉNIATE DE SOUDE : $2NaO, AsO^5 + 25Aq$. — Complètement isomorphe avec le phosphate. — Mêmes propriétés optiques que le phosphate; Sén.

BROOKITE. — Prisme rhomboïdal droit de $99^\circ 50'$; clivage suivant g^1 ; les cristaux sont fortement aplatis suivant h^1 . — Plan des axes normal à h^1 et parallèle à la base; bissectrice parallèle à la petite diagonale de cette base. — Axes très-rapprochés; Dx.

CHROMATE JAUNE DE POTASSE : KO, CrO^3 . — Prisme rhomboïdal droit de $120^\circ 41'$, isomorphe avec le sulfate de potasse à deux axes. — Plan des axes parallèle à h^1 ; bissectrice parallèle à la grande diagonale de la base. — $\beta = 1,722$. — $2V = 49^\circ 32'$; Sén.

CHROMATE DE MAGNÉSIE. — $MgO, CrO^3 + 7Aq$. — Prisme rhomboïdal droit voisin de 91° , isomorphe avec le sulfate de magnésie; clivage facile parallèlement à g^1 . — Plan des axes parallèle à la base; bissectrice parallèle à la grande diagonale de cette base; Sén.

TARTRATE NEUVE DE POTASSE : $2KO, \bar{T} + Aq$. — Prisme rhomboïdal oblique de $45^\circ 10'$; $o^1 h^1 = 127^\circ 18'$, $a^1 h^1 = 142^\circ 15'$, $m = b$ Mill. — $h^1 = e$ Mill. — $o^1 = t$ Mill. — $a^1 = m$ Mill. — $g^1 = c$ Mill. — Clivages suivant a^1 et o^1 . — Plan des axes perpendiculaire à g^1 , faisant un angle de $21^\circ 20'$ avec une normale à o^1 ; Miller; bissectrice faisant le même angle de $21^\circ 20'$ avec une normale à o^1 . — $\beta = 1,526$ environ. — $2V = 62^\circ$ environ; Miller.

ACIDE LEVO ET DEXTROTARTRIQUE : $H\bar{T}, T = (C^4 H^2 O^5)$. — Prisme rhomboïdal oblique de $77^\circ 8'$; $pm = 96^\circ 23'$, $ph^1 = 100^\circ 32'$; hémiedrique; clivage facile suivant h^1 .

— Plan des axes perpendiculaire à g^1 , faisant un angle de $20^{\circ} 27'$ avec une normale à h^1 , et un angle de $99^{\circ} 55'$ avec une normale à p ; bissectrice faisant les mêmes angles de $20^{\circ} 27'$ et de $99^{\circ} 55'$ avec les normales à h^1 et à p . — $2E = 60^{\circ}$ environ; Sén.

ACIDE OXALIQUE : $\text{HOC}^{\circ}\text{O}^{\circ} + 2\text{Aq}$. — Prisme rhomboïdal oblique de $63^{\circ} 8'$, $pm = 98^{\circ} 24'$; clivage parallèle à m . — Plan des axes perpendiculaire à g^1 et à p ; bissectrice parallèle à la diagonale horizontale de la base. — $\beta = 1,499$. $2E = 68^{\circ}$ à 70° ; Miller (1).

BIMALATÉ D'AMMONIAQUE : $\text{AmOM}^2 + \text{Aq}$. — Prisme rhomboïdal droit de $108^{\circ} 16'$, quelquefois hémédrique; clivage facile suivant la base. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice normale à la base. — $2E = 76^{\circ} 20'$; Dx.

ACÉTATE DE PLOMB : $\text{PbO}, \text{AcO}^{\circ} + 3\text{Aq}$. — Prisme rhomboïdal oblique de 52° ; $pm = 98^{\circ} 33'$, $ph^1 = 109^{\circ} 48'$; clivages suivant p et h^1 . — Le plan des axes partage à peu près en deux parties égales l'angle obtus $\frac{p}{h^1}$.

$2V = 70^{\circ} 25'$; Br. — $R = 1,400$; Wollast.

BROMURE DE SODIUM HYDRATÉ : $\text{Na}, \text{Br} + 4\text{Aq}$. — Prisme rhomboïdal oblique de $118^{\circ} 32'$; $pm = 109^{\circ} 48'$, $p = c$ Rammelsb. — $m = p$ Rammelsb. — Cristaux souvent mâclés parallèlement à p . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice sensiblement normale à p ; Dx.

(1) Dans une note insérée à la suite de ses « *Expériences sur la production artificielle du polychroïsme dans les substances cristallisées* » (voyez *Annales de chimie et de physique*, t. XLI), M. de Sénarmont fait remarquer que, dans l'acide oxalique, le double réfraction est énergique, et que les plans des axes correspondants aux différentes couleurs sont très-séparés; de sorte que les courbes isochromatiques présentent à un haut degré le genre d'irrégularité que M. Herschel a signalé depuis longtemps dans le borax. Une erreur typographique qui s'est glissée dans cette note, porte l'écartement apparent des axes de 110° à 112° , tandis qu'en réalité il est égal au supplément de ces angles.

FORMIATE DE STRONTIANE: $\text{SrO}, \text{FeO}^3 + 2\text{Aq.}$ — Prisme rhomboïdal droit de $118^\circ 20'$ hémiedrique (Pasteur) — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice parallèle à l'arête verticale $\frac{m}{m}$. — $\alpha = 1,54148$, $\beta = 1,52616$, $\gamma = 1,48664$;

Violette. — On tire de ces nombres : $2V = 62^\circ 26'$ et $2E = 104^\circ 33'$, valeurs beaucoup trop faibles, puisque l'observation directe donne $2E = 112^\circ 15'$ (2).

FORMIATE DE CUIVRE; $\text{CuOFO}^3 + 4\text{Aq.}$ — Prisme rhomboïdal oblique de $90^\circ 52'$; $pm = 97^\circ 52'$, $p \frac{m}{m} = 101^\circ 5'$; clivage très-net suivant la base. — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle d'environ 16° avec une normale à p , et un angle d'environ $62^\circ 55'$ avec une normale à l'arête $\frac{m}{m}$. — $2E = 54^\circ 50'$ à $55^\circ 30'$; Dx.

SUCRE DE CANNE. — Prisme rhomboïdal oblique de $78^\circ 28'$; $pm = 98^\circ 30'$; $ph^1 = 103^\circ$; hémiedrique; clivage facile suivant h^1 . — Plan des axes parallèle à g^1 ; bissectrice faisant un angle de $22^\circ 12'$ avec une normale à h^1 , et un angle de $54^\circ 48'$ avec une normale à p . — $\beta = 1,57$; $2V = 47^\circ 16'$, et $2E = 78^\circ 1'$; Miller. L'observation directe m'a donné : $2E = 78^\circ 45'$.

CODÉINE; $\text{HO.C}^3\text{H}^2\text{NO}^4 + \text{Aq.}$ — Prisme rhomboïdal droit de $91^\circ 40'$ environ; clivage facile parallèlement à p . — Plan des axes perpendiculaire à la base et parallèle à g^1 ; bissectrice normale à la base. — Axes très-écartés; Sén.

SORBINE; $\text{C}^{12}\text{H}^9\text{O}^9 + 3\text{Aq.}$ — Prisme rhomboïdal droit de $141^\circ 11'$; clivage facile suivant g^1 . — Plan

(2) M. Violette ayant trouvé pour α des nombres qui varient depuis 1,5387 jusqu'à 1,5446, on peut prendre $\alpha = 1,543$, $\beta = 1,526$, $\gamma = 1,487$, et alors $2V = 65^\circ 26'$ et $2E = 111^\circ 7'$.

des axes parallèle à la base; bissectrice normale à g^t .
— $\alpha E = 99^\circ 30'$; Dx.

ORCINE; $C^t H^t O^t + 2Aq$. — Prisme rhomboïdal oblique de $77^\circ 36'$; $pm = 94^\circ$, $ph^t = 96^\circ 23'$; clivage très-facile suivant h^t . — Plan des axes parallèle à g^t .
Axes très-écartés; Sén.

POST-SCRIPTUM.

J'avais placé le *cinabre* parmi les corps négatifs, sur l'autorité de Brewster; mais depuis la rédaction de ce mémoire, je suis parvenu à me procurer des lames de *cinabre* perpendiculaires à l'axe, suffisamment minces et transparentes pour y observer les anneaux produits par la lumière polarisée convergente. Ce minéral possède des propriétés optiques telles, que les procédés que j'ai décrits au commencement de mon travail sont insuffisants pour définir le sens de sa double réfraction. En effet, les anneaux ont tous les caractères de ceux qu'on observe dans un quartz moyennement épais; la croix noire ne pénètre pas dans la plage centrale, et cette plage se contracte avec les anneaux qui l'entourent, ou elle se dilate, suivant qu'on fait tourner l'analyseur de gauche à droite ou de droite à gauche. Si l'on interpose une lame de mica d'un quart d'onde, on obtient des spirales tout à fait comparables à celles d'un quartz lévogyre placé dans les mêmes conditions, et leur enroulement est en rapport avec le sens dans lequel les anneaux se contractent ou se dilatent.

Quant aux lames parallèles à l'axe, quoiqu'on les obtienne facilement par clivage, je n'en ai jamais rencontré d'assez transparentes ni d'assez régulières, pour

constater si elles produisent une polarisation rectiligne ou elliptique.

L'ensemble des caractères optiques rapproche donc la plupart des cristaux de *cinabre* sur lesquels j'ai opéré, des cristaux de quartz *lévogyre*; j'ai trouvé plus rarement à l'état isolé des lames de *cinabre* correspondantes au quartz *dextrogyre*; mais dans une macle composée de deux petits rhomboèdres basés qui se pénètrent complètement, en tournant autour d'un axe vertical commun, j'ai aperçu les spirales d'Airy, absolument comme elles se produisent lorsqu'on superpose une plaque de quartz *gauche*, à une plaque de quartz *droit* d'égale épaisseur, et dans un certain nombre de lames, j'ai trouvé une plage *dextrogyre* et une plage *lévogyre* séparées par un espace à peu près neutre qui donne, soit des spirales un peu confuses, soit la croix noire si commune dans les améthystes.

Rien cependant dans les formes cristallines, qui ont été très-bien étudiées par M. Schabus, n'annonçait une hémiedrie en rapport avec le pouvoir rotatoire, et j'ai été amené à le découvrir, en soumettant le *cinabre* aux mêmes épreuves que les autres corps biréfringents dont je voulais étudier les propriétés optiques; il est vrai que de petites facettes auraient très-bien pu échapper à un observateur non prévenu.

Quoi qu'il en soit, il me paraît désirable d'entreprendre un nouvel examen comparatif des caractères optiques et cristallographiques du *cinabre*.

D'après de premières expériences qui n'ont pas encore toute la précision désirable, on peut estimer approximativement que le pouvoir rotatoire du *cinabre* est égal à seize fois celui du quartz.

En effet, une petite lame très-pure de 0,2 de millimètre donne une déviation égale à 52° ou 58°; la dévia-

tion produite par un millimètre de quartz sur les rayons rouges étant de 18° d'après les observations de M. Biot, on en conclut qu'un millimètre de cinabre correspond à peu près à 15 ou 16 millimètres de quartz.

La dislocation qu'une lame de mica d'un quart d'onde imprime aux branches de la croix noire visible dans les lames maclées montre que le *cinabre* a une double réfraction *positive* et non *négative*, comme M. Brewster l'avait annoncé par erreur : cette détermination est, du reste, pleinement confirmée par la valeur relative des indices *ordinaire* et *extraordinaire* ; car ces indices que j'ai mesurés sur deux petits prismes bien transparents, taillés parallèlement à l'axe sous des angles de $15^\circ 5'$ pour l'un et de $18^\circ 50'$ pour l'autre, sont : $\omega = 2,854$, $\epsilon = 3,201$.

La suite de mes recherches m'a conduit à une découverte plus intéressante encore que celle de la polarisation circulaire du cinabre. Je suis en effet parvenu à trouver le premier exemple d'une substance qui dévie le plan de polarisation, soit à l'état de dissolution dans l'eau, soit à l'état de cristaux. On sait que jusqu'ici on n'avait pu constater la coexistence des deux phénomènes, puisque d'une part, le *quartz* et le *chlorate de soude*, qui ont le pouvoir rotatoire lorsqu'ils sont cristallisés, le perdent lorsqu'ils sont fondus ou dissous, et que d'autre part, presque tous les corps reconnus et signalés comme *actifs* cristallisent sous des formes qui possèdent deux axes optiques, et dans lesquelles les effets de la polarisation circulaire paraissent entièrement masqués par ceux de la double réfraction.

Le *sulfate de strychnine*, dont les dissolutions ont été essayées il y a quelques années par M. Bouchardat, cristallise *quelquefois* en octaèdres à base quarrée qui

n'offrent par conséquent qu'un seul axe optique, suivant la direction duquel la double réfraction est annulée. Or, si l'on soumet ces cristaux à la lumière polarisée convergente, on y voit des anneaux nets et serrés, traversés par une croix noire dont le centre, au lieu d'être parfaitement noir, offre une teinte bleuâtre d'autant moins foncée que l'épaisseur est plus grande; si l'on augmente cette épaisseur en superposant plusieurs cristaux les uns aux autres, on parvient à faire évanouir plus ou moins complètement la portion de la croix noire qui traverse la plage centrale, et l'on reproduit ainsi le phénomène habituel des plaques de quartz ou de cinabre: en interposant une lame de mica d'un quart d'onde, on reconnaît, par la disposition des branches d'hyperbole produites par la dislocation de la croix, que le sulfate de strychnine est un cristal *négalif* ou *répulsif*.

Si maintenant, au faisceau de rayons convergents, on substitue des rayons parallèles, on voit immédiatement se développer un bleu de diverses nuances qui passe au rouge ou à la couleur *bois* quand on fait tourner l'analyseur de droite à gauche d'une quantité variable avec l'épaisseur, et qui disparaît complètement quand on continue cette rotation. D'après de premières déterminations qui n'ont pas encore toute la précision désirable, on peut conclure que 1 millimètre de sulfate de strychnine dévie le plan de polarisation des rayons rouges de 10° à 11° , et que, par conséquent, 1 millimètre de quartz correspond à peu près à $1^{\text{m}},6$ ou $1^{\text{m}},8$ de sulfate. Tous les cristaux que j'ai examinés jusqu'ici sont *lévogyres*, comme leur dissolution. M. Biot, qui a bien voulu mesurer le pouvoir rotatoire moléculaire d'une solution aqueuse faite à froid avec des cristaux octaédriques, a trouvé — $23^{\circ},6$ environ pour la valeur de $[\alpha]_r$. La

densité de ces cristaux prise dans de l'essence de térébenthine rectifiée et rapportée à celle de l'eau à 16° étant de 1,398, on conclut de ces nombres que le pouvoir du sulfate de strychnine dissous dans l'eau n'est guère que $1/30$ ou $1/31$ de celui qu'il possède en cristaux.

J'ai dit en commençant cette note que le sulfate de strychnine cristallisait *quelquefois* en octaèdres quarrés; ce n'est pas là, en effet, sa forme la plus habituelle; le sel qu'on rencontre dans le commerce, et qui est généralement obtenu dans une étuve à 40°, se présente en fibres soyeuses ou en prismes rhomboïdaux droits dont les modifications ont été décrites par M. Schabus; ce sel possède donc deux axes optiques, et ce n'est que dans ses dissolutions qu'on peut reconnaître le pouvoir rotatoire; ce pouvoir paraît presque identique à celui des solutions du sel octaédrique.

Le sulfate octaédrique se produit presque exclusivement, même dans une dissolution de sulfate prismatique, lorsque la cristallisation a lieu lentement et à la température ordinaire; les cristaux dérivent alors du prisme droit à base quarrée, et ils offrent deux ou trois octaèdres différents dont le plus habituel a des incidences de 92° 30' sur les arêtes culminantes, et de 155° 54' sur les arêtes latérales; ces cristaux sont souvent très-aplatis parallèlement à leur base, suivant laquelle se fait un clivage excessivement facile; ce sont eux qui sont décrits à la page 380 du *Handbuch der krystallographischen Chemie*, de Rammelsberg. Jusqu'à présent, je n'ai rencontré dans le sulfate de strychnine, comme dans le cinabre, aucune espèce, de *facettes hémédriques*.

La facilité avec laquelle le sulfate *prismatique* peut se transformer en sulfate *octaédrique*, et réciproque-

ment, semble prouver que ces deux sels ont sans doute des compositions très-voisines et ne diffèrent que par les quantités d'eau de cristallisation qu'ils renferment : ces quantités déterminées avec soin par M. Berthelot, en chauffant le sel vers 110° dans un courant d'air sec, s'élevaient à environ 12 p. 100 ou 12 atomes pour le sel prismatique, et à 13,1 p. 100 ou à 13 atomes pour le sulfate octaédrique :



Vu et approuvé,
Le 12 mai 1857,
Le Doyen de la Faculté,
MILNE EDWARDS.

Permis d'imprimer,
Le 12 mai 1857,
Le Vice-Recteur,
CAYX.

THÈSE DE CHIMIE.

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

POUR TENIR LIEU DE LA SECONDE THÈSE.

- 1° Dimorphisme. — Polymorphisme.
- 2° Isomorphisme. — Loi de Mitscherlich.
- 3° Du volume spécifique ou moléculaire.

Vu et approuvé,

Le 12 mai 1857.

Le Doyen de la Faculté,

MILNE EDWARDS.

Permis d'imprimer,

Le 12 mai 1857,

Le Vice-Recteur,

CAYX.

Paris. — Imprimé par E. THUNOT et C^e, rue Racine, 25.