

ANNALES  
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT ;

RÉDIGÉES

*Par les Ingénieurs des Mines,*

ET PUBLIÉES

*Sous l'autorisation du Sous-Secrétaire d'État au ministère  
des Travaux Publics.*

QUATRIÈME SÉRIE

TOME IV.



PARIS.

CARILIAN-GOEURY ET V<sup>or</sup> DALMONT,

LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,  
Quai des Augustins, nos 39 et 41.

1843.

et il reste en bénéfice toute la différence du prix des deux sortes de combustible.

3° L'emploi du charbon maigre au moyen du jet de vapeur a présenté une très-notable économie dans les usines du département du Nord pendant les années dernières, en raison de l'énorme abaissement qu'avait subi le prix de cette sorte de combustible minéral. Aujourd'hui que la différence entre les deux sortes de combustible n'est que de 0 fr. 15 c. par hectolitre, l'avantage qu'on a trouvé à faire usage de ce procédé se trouve fort amoindri.

Ce procédé doit trouver surtout un emploi très-avantageux dans les contrées où les exploitations charbonnières ne produisent que de l'antracite, et où la houille grasse, tirée de loin, revient à un prix très-élevé, telles que le Maine, le Dauphiné, etc.

4° Le charbon maigre peut être employé sur les grilles sans le secours d'un jet de vapeur lorsque la production de la vapeur, en raison de la nature du travail, ne doit pas être très-active. Dans ce cas la consommation en poids de cette sorte de charbon dépasse celle qu'on ferait du charbon gras de 18 à 50 pour 0/0.

5° La conduite du chauffage au charbon maigre exige de la part de l'ouvrier qui gouverne le feu moins de travail physique, mais plus d'intelligence et d'attention. Il est très-essentiel que la couche de combustible répandue sur la grille n'ait pas plus de 0<sup>m</sup>, 15 d'épaisseur, et que le rechargement se fasse avant que le feu soit trop tombé.

## DESCRIPTION

*de plusieurs espèces minérales appartenant à la famille du zinc.*

Par M. LÉVY.

M. Lévy a présenté à l'Académie, en 1839, un mémoire d'après lequel ce savant professeur avait décrit plusieurs espèces minérales appartenant à la famille du zinc; pour compléter ce travail, il y avait ajouté en outre des formes inconnues du zinc carbonaté et du zinc oxydé silicifère.

La mort est venu surprendre M. Lévy au moment où il allait publier son travail. Plusieurs des résultats les plus importants de ce mémoire ont été introduits dans divers traités de minéralogie; mais aucun d'eux ne contenait une description exacte et complète de ces minéraux; nous avons cru qu'il ne serait pas sans intérêt de donner un extrait du mémoire de M. Lévy.

### I. Zinc carbonaté.

Haüy qui avait reconnu que la forme primitive de ce minéral était un rhomboïde obtus, n'avait pas pu, avec son goniomètre d'application, mesurer les angles de ce rhomboïde. C'est Wollaston qui, le premier, au moyen de son instrument, trouva cet angle de 107° 40'. Cependant M. Phillips, dont les mesures sont ordinairement si exactes, donne, dans son ouvrage, 106° 30'; pour m'assurer de quel côté était la vérité, j'ai mesuré au goniomètre réflecteur des cristaux par-

faitement nets et facilement clivables de carbonate de zinc de Moresnet, et la moyenne de mes observations a été exactement  $107^{\circ} 40'$  : les écarts extrêmes étant  $107^{\circ} 33'$  et  $107^{\circ} 45'$ .

On voit donc que l'angle du rhomboïde primitif du zinc carbonaté est de  $2^{\circ} 35'$  plus fort que celui de la chaux carbonatée, quoique la chaux et l'oxyde de zinc soient considérés comme des bases isomorphes.

Les divers auteurs ne sont pas plus d'accord sur la pesanteur spécifique que sur la forme de cette substance.

Haüy, d'après Smithson, donne pour les limites 3,598 à 4,336; M. Beudant, dans son *Traité*, répète les mêmes nombres.

Or, si l'on consulte des tables de pesanteurs spécifiques faites avec soin, on en conclut qu'il est impossible que deux nombres aussi différents puissent représenter l'un et l'autre la pesanteur spécifique de diverses variétés d'un même minéral; il est probable que l'un de ces nombres se rapporte à l'espèce zinconise ou hydrocarbonate de zinc analysé par Smithson et M. Berthier; et, en effet, en opérant sur environ 3 grammes de petits cristaux bien purs, j'ai trouvé 4,45, nombre qui s'accorde avec la détermination de Händinger.

Les variétés de formes cristallines du zinc carbonaté que l'on trouve à Moresnet sont peu nombreuses; voici celles que j'ai observées.

1° La forme primitive, *fig. 1, Pl. XVIII*, en petits cristaux parfaitement nets, blancs, transparents, très-éclatants, engagés entre eux et disséminés dans une argile endurcie verte et rouge;

2° La forme dont le signe représentatif est

$p e^4$ , *fig. 2, Pl. XVIII*, résultant de la combinaison des faces primitives avec celles d'un rhomboïde aigu : dans les cristaux, les premières sont toujours brillantes, les secondes au contraire sont ternes. Cette variété assez rare se trouve dans les cavités de divers minerais de zinc et surtout dans celles de l'espèce que je décrirai bientôt sous le nom de willémitte.

3° La variété dont le signe est  $p b'$ , *fig. 3*, c'est le rhomboïde primitif dont les bords supérieurs sont émarginés : les petits cristaux de cette variété sont blancs, jaunâtres ou brunâtres à l'extérieur, transparents au centre; ils semblent avoir subi un commencement de décomposition.

4° Cette variété offre la forme d'un prisme hexaèdre terminé par les faces d'un rhomboïde légèrement aigu dont les arêtes supérieures sont émarginées, *fig. 4*; son signe cristallographique est  $p d' e'$  : les faces  $d'$  sont raboteuses; les faces  $e'$  sont ternes; les faces  $p$  sont les seules brillantes. Ces cristaux sont ordinairement engagés entre eux et forment une croûte qui tapisse les cavités du zinc silicaté ou d'un autre minéral; quoique leur couleur soit le rose, ils ne contiennent pas la plus petite trace de manganèse.

5° La variété dont le signe cristallographique est  $p e^3$  résulte comme la seconde de la combinaison des faces primitives avec celles d'un rhomboïde très-aigu; ces cristaux, qui ont quelquefois une légère teinte rougeâtre, sont presque toujours recouverts d'une couche très-mince, qui est tantôt d'un blanc mat, tantôt d'un jaune plus ou moins brunâtre, ou tout à fait noire : dans le premier cas cette couche serait sans doute de l'oxyde zinc; dans le second, de l'hydrate de fer,

et dans le troisième sa couleur serait due au manganèse. Les faces du rhomboïde aigu sont toujours raboteuses et quelquefois bombées, et les petits cristaux dans lesquels les faces primitives ont peu d'étendue, ressemblent à des rhomboïdes très-aigus à faces courbées.

Le zinc carbonaté se trouve encore en croûtes orangé rougeâtre, formées de petits cristaux serrés les uns contre les autres, dont les sommets paraissent appartenir au rhomboïde  $e'$  et qui tapissent souvent les cavités de la willémité.

Dans cette localité le carbonate de zinc est fréquemment allié au silicate; mais il paraît y être beaucoup moins abondant que ce dernier.

L'altération dont j'ai déjà parlé pour les cristaux de carbonate de zinc est quelquefois assez considérable pour que l'on trouve de véritables pseudomorphoses noires, à surface brillante en rhomboïdes, mesurant les mêmes angles que le zinc carbonaté, et composées de fer hydraté grenu et friable.

## II. Zinc silicaté.

Les cristaux de cette substance que Haüy avait observés n'ayant qu'un seul sommet, il n'a pas pu observer si dans le zinc silicaté, comme dans plusieurs autres minéraux facilement électrisables par des changements de température, les extrémités du cristal chargées d'électricités différentes, présentaient des modifications diverses. Les variétés de forme trouvées à Moresnet mettent dans tout son jour cette singulière corrélation.

La forme primitive du zinc silicaté est un prisme rhomboïdal dans lequel l'incidence des faces latérales est de  $103^{\circ} 56'$ , et le rapport d'un

des côtés de la base à la hauteur, à peu près celui des nombres 14 et 5.

Les cristaux se clivent facilement parallèlement aux faces latérales de la forme primitive: les plans de clivage sont très-brillants; il existe encore un autre clivage, mais qui est plus difficile à obtenir parallèlement aux faces de la modification  $a'$ .

J'ai trouvé la pesanteur spécifique en la prenant avec une excellente balance et sur des cristaux très-purs, égale à 3,379, nombre différent de ceux que donnent Haüy et Beudant.

Voici maintenant les formes les plus intéressantes que j'aie trouvées à Moresnet.

1° La plus simple a pour signe cristallographique  $\frac{1}{2}(p)mg^{\frac{1}{2}}(e_3)$ , fig. 8

Les cristaux sont terminés d'un côté par un plan perpendiculaire à l'axe et de l'autre par une pyramide composée des faces  $e_3$ ; c'est toujours par le sommet formé par les faces  $e_3$  que les cristaux sont engagés entre eux ou dans la gangue, et quand ils deviennent électriques, c'est toujours ce sommet qui est négatif.

Cette variété se trouve en petits cristaux d'un blanc laiteux engagés dans la calamine.

2° La variété précédente augmentée de la moitié de faces de la modification  $a^{\frac{1}{2}}$  et émarginée à l'endroit des intersections obtuses des faces  $m$  entre elles, donne la variété dont le signe cristallographique est  $\frac{1}{2}(p)mg^{\frac{1}{2}}h^{\frac{1}{2}}(a^{\frac{1}{2}})^{\frac{1}{2}}(e_3)$ , fig. 9.

Souvent la modification  $h'$  ou même les faces  $m$  n'existent pas sur ces cristaux; d'autres fois les faces  $m$  ont beaucoup d'étendue et les faces  $a^{\frac{1}{2}}$  se réduisent à des triangles.

3° Cette variété est la plus commune de toutes; son signe cristallographique est

$$\frac{1}{2}(p)mg^1 \frac{1}{2}(a^1) \frac{1}{2}(a^2) \frac{1}{2}(e^1) \frac{1}{2}(e^2) \frac{1}{2}(e_3). \text{ Voy. fig. 10.}$$

La pyramide quadrangulaire à base rectangle, formée par les faces  $a^1$  et  $e^1$  est la forme dominante de cette variété; souvent même les cristaux sont engagés de manière à n'offrir que cette pyramide et le plan  $p$  qui la tronque au sommet.

On trouve de ces cristaux transparents; mais ordinairement ils sont blancs et opaques ou seulement un peu translucides; ils tapissent les cavités et les fentes du zinc silicaté en masse.

4° Cette variété plus compliquée que la précédente a pour signe cristallographique

$$\frac{1}{2}(p)mg^1 h^1 \frac{1}{2}(a^1) \frac{1}{2}(e^1) \frac{1}{2}(a^2) \frac{1}{2}(e^2) e^3. \text{ Voy. fig. 11.}$$

Elle est surtout remarquable parce que les faces de la modification  $e_3$  qui forme, comme dans les autres variétés, le sommet inférieur, se retrouvent parmi les faces du sommet supérieur.

Les cristaux que j'ai observés étaient parfaitement nets, d'un blanc jaunâtre, transparents; quelques-uns étaient recouverts d'une couche très-mince d'oxyde de manganèse.

Outre ces variétés cristallisées on trouve à Moresnet le zinc silicaté à l'état sublamellaire ou granolamellaire formant les masses principales du minerai exploité; cette masse est mélangée d'argile et d'un peu d'oxyde de fer, ce qui lui donne une couleur jaune.

Les masses sont criblées de cavités plus ou moins grandes à l'approche desquelles la matière devient plus pure et plus cristalline; c'est surtout à la surface de ces cavités que se trouvent les variétés cristallisées.

### III. Willémité.

Ce minéral, très-abondant à Moresnet, avait échappé à l'attention des minéralogistes qui avaient visité cette localité, lorsqu'un élève de l'université de Liège en apporta plusieurs morceaux qui me parurent appartenir à une espèce différente de celles que je connaissais; en conséquence je me rendis sur les lieux, et, après avoir mûrement examiné les nombreux échantillons que j'y rencontrai, je fus convaincu que ma conjecture était fondée.

La willémité se trouve cristallisée, mamelonnée et massive; les cristaux sont, en général, très-petits et très-nets; ils n'ont guère que de 2 à 3 millimètres de long sur 1 millimètre de diamètre. Il y en a de blancs, parfaitement transparents, qui ont un éclat légèrement gras; il est rare que les faces soient parfaitement planes: ordinairement elles sont un peu ondulées; le plus souvent les cristaux sont jaunâtres, jaune-brunâtre ou même rouge-brunâtre, ce qui tient à des mélanges accidentels.

La forme des cristaux est celle d'un prisme hexaèdre terminé par un rhomboïde obtus, fig. 13. Les faces latérales sont en général assez brillantes pour laisser mesurer leur incidence au goniomètre de Wollaston; les faces du rhomboïde, au contraire, sont ternes, et il est assez difficile de mesurer leur inclinaison. Cette forme étant la seule que j'aie observée, le plus simple est de prendre pour forme primitive de la willémité le rhomboïde obtus qui termine les cristaux et dont j'ai trouvé l'incidence égale à 128° 30'.

Les cristaux se clivent facilement dans une direction perpendiculaire à l'axe; il y a aussi des indices de clivage parallèlement aux faces du prisme.

La cassure transversale des cristaux est conchoïdale ou esquilleuse. La dureté est considérable; la willémité raye facilement le verre et la chaux phosphatée; elle est rayée par une pointe d'acier, et la raclure est blanche.

La pesanteur spécifique des cristaux est égale à 4,18, celle de la variété massive n'est que de 4,16.

Au chalumeau, les cristaux perdent en partie leur transparence, la variété massive n'éprouve aucune altération; chauffée dans un matras, la matière ne laisse pas dégager la moindre trace d'eau; avec le borax, elle donne un globule transparent où nage un noyau de sicile. Réduite en poudre et mise en digestion dans l'acide chlorhydrique, elle se prend en gelée.

Les cristaux sont souvent très-serrés les uns contre les autres et forment des mamelons; la variété massive est toute criblée de petites cavités.

Cette nouvelle espèce minérale se trouve en masses ordinairement petites, quelquefois cependant assez considérables, irrégulièrement engagées dans la calamine, principalement dans les parties qui avoisinent le calcaire; les ouvriers de Moresnet la nommaient *craker*, et comme ils avaient remarqué qu'elle n'est pas altérée par le grillage, ils s'imaginaient qu'elle ne contenait pas de zinc. On va voir combien cette opinion était erronée.

Vingt grains (poids anglais) de matière pulvérisée, calcinée au rouge pendant plus d'une heure

dans un creuset de platine, pesaient, après l'opération, 19<sup>gr</sup>,94. En traitant la poudre calcinée par l'acide chlorhydrique, j'ai obtenu une gelée transparente, qui, évaporée à siccité, a donné une poudre grise; cette poudre, reprise par l'eau distillée et lavée avec soin, pesait 5,41, et était de la silice pure.

Les essais n'ayant indiqué dans la liqueur filtrée que de l'oxyde de fer et de l'oxyde de zinc, j'y ai versé un excès d'ammoniaque qui n'a précipité que l'oxyde de fer; son poids était de 0<sup>gr</sup>,15. J'ai précipité l'oxyde de zinc à l'état de carbonate par le carbonate de soude, et je l'ai décomposé en le chauffant au rouge dans le creuset de platine; le poids de l'oxyde était de 13,68.

J'ai donc obtenu :

Silice. . . . .	5,41
Oxyde de zinc . . . .	13,68
Oxyde de fer. . . . .	0,15
Perte au feu. . . . .	0,06
	<hr/>
	19,30

La quantité d'oxygène de la silice est, à très-peu près, égale à la somme des quantités correspondantes à l'oxyde de zinc et à l'oxyde de fer; de sorte que si l'on regarde l'oxyde de fer comme remplaçant accidentellement un peu d'oxyde de zinc, la formule de la willémité sera



C'est donc un silicate anhydre de zinc.

Les nombres correspondants à cette formule sont, pour 20 grains :

Silice. . . . .	5,53
Oxyde de zinc. . . .	14,47
	<hr/>
	20,00

ou, pour 100 parties :

Silice. . . . .	27,67
Oxyde de zinc. . .	72,33
	<hr/>
	100,00

Il suit de là que la willémitte contient 57,96 p. o/o de zinc, et qu'elle est, par conséquent, plus riche en métal que le carbonate et le silicate de zinc; du reste, sa composition explique bien pourquoi le grillage ne lui fait subir aucune altération, ainsi que l'avaient remarqué les ouvriers.

#### *Oxyde de zinc.*

Jusqu'ici, on n'a pu obtenir dans les laboratoires l'oxyde de zinc cristallisé; mais il s'en forme journellement par sublimation dans les cornues qui servent au traitement du zinc dans les usines des environs de Liège.

Les morceaux de cet oxyde que j'ai examinés sont d'une couleur blanche ou légèrement verdâtre; ils sont en grande partie composés d'une multitude de petits cristaux étroitement engagés entre eux et très-brillants; quelquefois cependant ils sont granulaires à grains très-fins: l'éclat est un peu gras.

Les cristaux rayent facilement le verre, et leur poussière est rude au toucher.

Au chalumeau, les cristaux n'éprouvent aucun changement; d'ailleurs ils jouissent de toutes les propriétés chimiques de l'oxyde de zinc. Leur pesanteur spécifique est de 5,25.

Lorsque les cristaux sont assez détachés de la masse pour qu'on puisse distinguer leurs formes, ils ressemblent, au premier aspect, à de petits cristaux de quartz prismé.

Leur forme est un prisme hexaèdre régulier terminé par une pyramide à six faces; quelquefois le sommet de la pyramide est tronqué par un plan perpendiculaire à l'axe. (Voy. fig. 15.)

Ces cristaux se clivent assez facilement parallèlement à cette modification, et moins facilement dans une direction parallèle aux faces du prisme.

L'incidence des faces de la pyramide sur celles du prisme est de  $152^{\circ}20'$ , et, par conséquent, l'inclinaison de deux faces voisines de la pyramide est égale à  $127^{\circ}26'$ ; d'où il suit que la forme primitive de l'oxyde de zinc est un prisme hexaèdre régulier, dans lequel le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur est, à très-peu près, celui des nombres 2 :  $\sqrt{3}$ . Les faces latérales du prisme sont alors les faces de la forme primitive, et les faces de la pyramide ont pour signe  $b^{\frac{1}{2}}$ .

Outre cette forme simple, on trouve quelquefois des macles composés de 2 cristaux, dont les axes coïncident, mais placés de telle manière que les faces de la pyramide de l'un correspondent aux arêtes de la pyramide de l'autre.

#### IV. *Hopéite.*

Quoique l'hopéite ait été trouvée parmi les minerais de zinc de Moresnet, dont l'exploitation est en pleine activité, elle est cependant très-rare, et on en connaît à peine une demi-douzaine de morceaux offrant chacun deux ou trois petits cristaux.

Le docteur Brewster, en étudiant un petit cristal de cette substance, reconnut qu'elle appartenait à une nouvelle espèce qu'il désigna par le nom de *hopéite*.

On la trouve en petits cristaux blancs et transparents de la forme représentée par les *fig.* 17 et 18.

La forme primitive est un prisme droit rhomboïdal dans lequel l'incidence des faces latérales est de  $120^{\circ}26'$ . et le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur celui des nombres 5 : 4.

Cette substance possède un clivage très-facile parallèlement à la modification  $h^1$ , ou bien à la grande diagonale des bases; elle en offre aussi quelques indices parallèlement à la petite diagonale. Les faces de clivage ont un éclat nacré analogue à celui de la stilbite. Les faces  $g^1$  sont striées longitudinalement, mais toutes les autres sont brillantes, et leurs incidences peuvent être facilement mesurées au goniomètre de Wollaston.

D'après sa forme, l'hopéite doit posséder deux axes de double réfraction; le docteur Brewster a vérifié cette propriété par l'expérience, et il a trouvé que les axes parallèles à la base de la forme primitive que j'ai adoptée, étaient inclinés entre eux d'environ  $48^{\circ}$ .

Suivant M. Brewster, la pesanteur spécifique est de 2,76, en opérant sur 3 cristaux pesant  $0^{\text{gr}}, 154$  (grain anglais); je l'ai trouvée de 2,85.

La dureté est un peu moindre que celle de la chaux carbonatée. Au chalumeau, dans le matras, ce minéral donne beaucoup d'eau; sur le charbon, il fond facilement en un globule blanc transparent, et il colore légèrement la flamme en vert; il se dissout en toute proportion dans le sel de phosphore, sans laisser de résidu de silice. Avec la soude, on obtient une scorie jaune à une haute température, et il se dépose autour une grande quantité d'oxyde de zinc et un peu de cadmium;

mêlée avec un sel de cobalt, la matière fondue donne un beau verre bleu.

Ces essais indiquent dans l'hopéite de l'oxyde de zinc, un peu de cadmium, une grande quantité d'eau, et peut-être de l'acide borique ou phosphorique avec une base terreuse.

Un essai par la voie humide sur l'un des 3 petits cristaux que j'avais détachés, n'a pu constater d'une manière certaine que l'oxyde de zinc.

Cette rare espèce minérale se trouve dans les cavités du zinc silicaté.

TABLEAU DES INCIDENCES OBSERVÉES DANS LES 4 ESPÈCES PRÉCÉDEMMENT DÉCRITES.

*Zinc carbonaté.*

Rhomboïde primitif . . . . .	p sur p = $107^{\circ}40'$	
Modification $e^1$ . . . . .	p — $e^1 = 130^{\circ}16'30''$	$e^1 - e^1 = 80^{\circ}33'$
— $b^1$ . . . . .	p — $b^1 = 143^{\circ}50'$	$b^1 - b^1 = 137^{\circ}7'$
— $d^1$ . . . . .	p — $d^1 = 126^{\circ}40'$	$d^1 - d^1 = 120^{\circ}$
— $e^{\frac{4}{3}}$ . . . . .	p — $e^{\frac{4}{3}} = 115^{\circ}54'$	$e^{\frac{4}{3}} - e^{\frac{4}{3}} = 68^{\circ}13'$
— $e^{\frac{2}{3}}$ . . . . .	p — $e^{\frac{2}{3}} = 120^{\circ}51'$	$e^{\frac{2}{3}} - e^{\frac{2}{3}} = 64^{\circ}16'$

*Zinc silicaté.*

Prisme rhomboïdal droit primitif : m sur m = $103^{\circ}56'$	p — m = $90^{\circ}$
Modification $h^1$ . . . . .	m — $h^1 = 141^{\circ}58'$ p — $h^1 = 90^{\circ}$
— $g^1$ . . . . .	m — $g^1 = 128^{\circ}2'$ p — $g^1 = 90^{\circ}$
— $a^1$ . . . . .	p — $a^1 = 148^{\circ}40'$
— $e^1$ . . . . .	p — $e^1 = 154^{\circ}14'$
— $a^{\frac{1}{3}}$ . . . . .	p — $a^{\frac{1}{3}} = 118^{\circ}23'$
— $e^{\frac{1}{3}}$ . . . . .	p — $e^{\frac{1}{3}} = 124^{\circ}37'$
— $e_3$ . . . . .	m — $e_3 = 134^{\circ}57'17''$ p — $e_3 = 131^{\circ}29'51''$
	$e_3 - e_3 = 132^{\circ}25'12''$





Mémoire sur quelques minerais de Zinc, par M. Berthollet.

Zinc carbonaté.

Fig. 1.

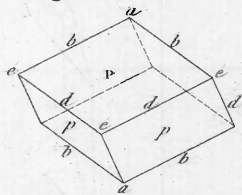


Fig. 2.

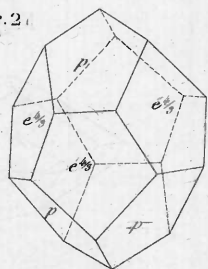


Fig. 3.

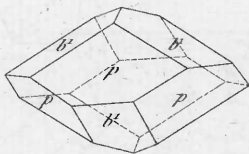


Fig. 4.

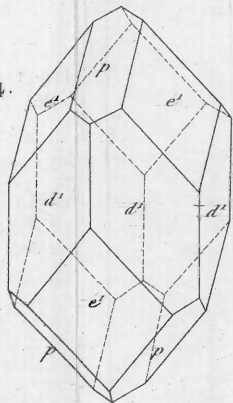
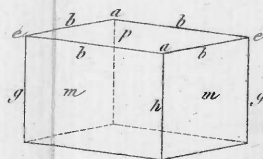


Fig. 5.



Hyposite.

Fig. 16.



Zinc silicaté.

Fig. 7.

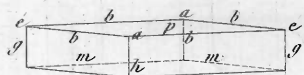


Fig. 8.

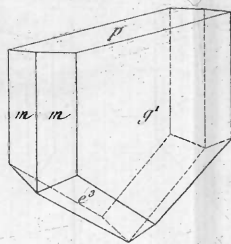


Fig. 9.

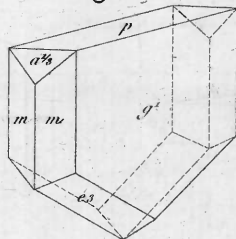


Fig. 10.

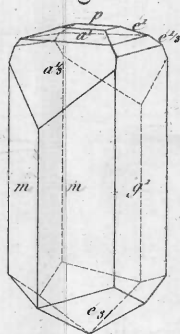


Fig. 11.

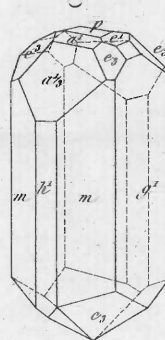
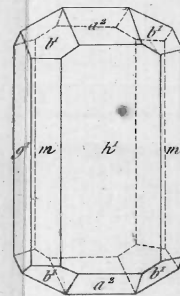


Fig. 17.



Willemite.

Fig. 12.

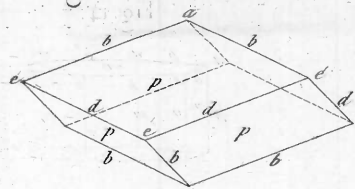


Fig. 13.



Oxide de zinc cristallisé.

Fig. 14.

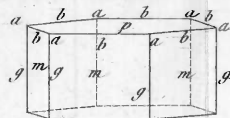


Fig. 15.

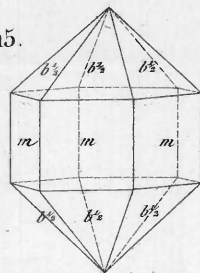


Fig. 18.

