

TRAITÉ PRATIQUE
DES
ESSAIS AU CHALUMEAU

A LA MÊME LIBRAIRIE

TRAITÉ
D'ANALYSE CHIMIQUE
QUANTITATIVE

Traité du dosage et de la séparation des corps simples et composés
les plus usités en pharmacie, dans l'industrie, les arts et en agriculture
analyse par les liqueurs titrées
analyse des eaux minérales, des cendres végétales, des sols, des engrais, des minerais métalliques
des fontes, dosage des sucres, alcalimétrie, chlorométrie, etc.

Par **R. FRESENIUS**

Professeur de chimie à l'Université de Wiesbaden

TROISIÈME ÉDITION FRANÇAISE

TRADUITE DE L'ALLEMAND SUR LA SIXIÈME ÉDITION

Par **C. FORTHOMME**

Professeur de chimie à la Faculté des sciences de Nancy.

Paris 1875, 1 volume in-8, avec 210 figures intercalées dans le texte
Prix : 13 francs.

TRAITÉ
D'ANALYSE CHIMIQUE
QUALITATIVE

Des opérations chimiques, des réactifs et de leur action sur les corps les plus répandus
essais au chalumeau, analyse des eaux potables, des eaux minérales
des sols, des engrais, etc.
recherches chimico-légales, analyse spectrale

Par **R. FRESENIUS**

Professeur de chimie à l'Université de Wiesbaden

CINQUIÈME ÉDITION FRANÇAISE

TRADUITE DE L'ALLEMAND SUR LA QUATORZIÈME ÉDITION

Par **C. FORTHOMME**

Professeur de chimie à la Faculté des sciences de Nancy

Paris, 1875. 1 vol. in-8 avec figures et un spectre solaire colorié
Prix : 7 francs.

PARIS: — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

TRAITÉ PRATIQUE
DES
ESSAIS AU CHALUMEAU

CONTENANT

TOUT CE QUI EST RELATIF A L'EMPLOI DE CET INSTRUMENT
ET AUX RÉACTIONS
QUE LES CORPS DE LA CHIMIE PRÉSENTENT DANS LES ESSAIS PYROGNOSTIQUES,
LA DESCRIPTION DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES MINÉRAUX
ET LES CARACTÈRES CHIMIQUES QUI PEUVENT LES FAIRE RECONNAÎTRE
DANS LES ESSAIS AU CHALUMEAU

A L'USAGE

DES CHIMISTES, DES MINÉRALOGISTES, DES MÉTALLURGISTES,
DES GÉOLOGUES, DES CHEFS D'USINES, ETC.

PAR

A. TERREIL

Aide-naturaliste et chef des travaux chimiques au Muséum d'histoire naturelle

Avec figures dans le texte

PARIS
LIBRAIRIE F. SAVY

24, RUE HAUTEFEUILLE, 24

1875

Tous droits réservés.

A M. E. FREMY

MEMBRE DE L'INSTITUT

Professeur à l'École polytechnique et au Muséum d'histoire naturelle.

MONSIEUR ET CHER MAÎTRE,

Permettez-moi de vous dédier mon *Traité pratique des essais au chalumeau*.

En agissant ainsi, je ne fais qu'obéir aux sentiments de respect que vous m'inspirez, et aussi à la reconnaissance que je suis heureux de vous devoir, pour l'intérêt toujours croissant dont jusqu'à présent j'ai été l'objet de votre part.

J'ose espérer, Monsieur et cher Maître, que vous voudrez bien agréer, comme une faible marque de mon attachement, cet ouvrage que j'aurais désiré plus digne de vous être offert.

Veillez agréer, Monsieur et cher Maître, l'assurance de mon respect affectueux.

A. TERREIL.

PRÉFACE

Mon but en écrivant le *Traité pratique des essais au chalumeau* est de généraliser et de propager l'usage de ce précieux instrument qui possède, dans les recherches de chimie analytique, la sensibilité du spectroscope.

Généralement l'emploi du chalumeau est négligé, et la cause de cette indifférence pour ce procédé rapide d'analyse prend sa source dans cette opinion que les essais au chalumeau offrent de grandes difficultés d'exécution ; ce qui est complètement inexact, attendu que rien n'est plus facile à faire qu'un essai pyrognostique. Puis encore en ce que dans les ouvrages qui ont été écrits sur ce sujet on ne trouve pas assez de détails pratiques sur la manière d'employer le chalumeau et ses réactifs. Il ne suffit pas en effet d'indiquer les réactions que les corps présentent avec tel ou tel réactif, pour pouvoir produire ces réactions ; il faut encore savoir comment on doit procéder pour obtenir à coup sûr ces caractères, et connaître quelles sont les causes qui peuvent les modifier. Enfin dans aucun de ces ouvrages spéciaux, on n'a indiqué jusqu'à présent de méthode générale pour la marche à suivre dans les essais pyrognostiques.

Tout en signalant les services importants que le chalumeau peut rendre dans les analyses chimiques, je n'ai point voulu en exagérer l'importance jusqu'à le proposer pour faire les analyses quantitatives, comme le font plusieurs savants étrangers qui prétendent employer avec succès cet instrument aux dosages des principaux métaux ; cette prétention me paraît exagérée. Dans tous les cas, ces dosages ne présentent jamais une grande exactitude,

ainsi que je m'en suis souvent assuré, même pour les dosages de l'or et de l'argent, qui sont les plus faciles à exécuter.

Je m'abstiens donc dans mon ouvrage d'appliquer le chalumeau à l'analyse quantitative, je lui conserve son véritable rôle, qui est de déterminer exactement et rapidement la nature des éléments qui constituent un corps.

Le Traité pratique des essais au chalumeau comprend :

1° Un historique ;

2° Un chapitre consacré au chalumeau et aux instruments et accessoires que nécessite son usage. Dans ce chapitre chaque instrument est décrit avec soin ; ses avantages et ses défauts y sont signalés, j'indique aussi les circonstances dans lesquelles il est préférable de l'employer ;

3° Un chapitre relatif aux combustibles ;

4° Un chapitre sur la flamme ;

5° Un chapitre sur le support ;

6° Un chapitre très-étendu consacré aux réactifs employés dans les essais pyrognostiques. Dans ce chapitre, sont décrites les propriétés générales de chaque groupe de réactifs, puis celles de chaque réactif en particulier. J'indique aussi comment on s'assure de la pureté de ces réactifs et leurs différents modes d'emploi selon les circonstances et la nature des essais. Dans ce chapitre se trouve placé un paragraphe consacré spécialement à la flamme considérée comme réactif au point de vue des colorations qu'elle prend sous l'influence des corps.

7° Un chapitre traitant de la marche générale à suivre dans les essais au chalumeau. Ce chapitre est des plus importants ; il apporte dans les essais pyrognostiques ce qu'on chercherait en vain dans les ouvrages publiés jusqu'à présent sur le chalumeau, c'est-à-dire l'ordre

et la méthode qui permettent de déterminer à coup sûr les éléments qui constituent un corps minéral quelconque.

Cette marche à suivre dans les essais au chalumeau comporte quatorze opérations, que l'on doit exécuter successivement pour faire l'analyse qualitative complète de toute substance.

8° Enfin un dernier chapitre, qui est le plus étendu, est consacré à l'étude des caractères généraux que les corps simples présentent au chalumeau, ainsi que leurs composés et leurs minéraux.

Dans ce chapitre, tous les corps simples et leurs composés chimiques sont étudiés avec grand soin, au point de vue des caractères qui les font reconnaître dans les essais pyrognostiques; on y trouve également une description des minéraux qui contiennent ces corps simples, et les caractères physiques et pyrognostiques de ces minéraux : Cette dernière partie constitue un véritable traité pratique de minéralogie et contribuera sans aucun doute au succès de l'ouvrage.

Les observations relatives à l'emploi du chalumeau que j'ai eu l'occasion de faire journellement pendant vingt-cinq années d'exercice, comme chef des travaux chimiques au Muséum d'histoire naturelle, me permettent d'espérer que le *Traité pratique des essais au chalumeau* sera favorablement accueilli du public qu'il intéresse.

A. TERREIL.

Paris, le 12 juin 1874.

TRAITÉ PRATIQUE

DES

ESSAIS AU CHÂLUMEAU

HISTORIQUE

D'après Berzelius, auquel j'emprunte les détails qui vont suivre, le chalumeau était employé depuis longtemps dans les arts par les ouvriers en métaux pour faire les petites soudures, avant qu'on songeât à l'appliquer aux essais chimiques qui se font par la voie sèche. Selon Bergman, ce serait le Suédois ANTON SWAB, conseiller des mines, qui le premier fit l'application du chalumeau à l'essai des minéraux, vers 1738; malheureusement Swab ne laissa aucun écrit sur ce sujet, et l'on ignore jusqu'à quel point il poussa les recherches qu'il fit à l'aide de cet instrument.

Après Swab, l'illustre Cronstedt se servit du chalumeau pour distinguer les minéraux entre eux par l'intermédiaire de réactifs fusibles, espérant ainsi trouver des réactions qui lui serviraient de base à la classification d'un système dont il était l'auteur.

Cronstedt porta à un haut degré de perfection l'emploi du chalumeau, résultat qui ne put être que le fruit d'un travail opiniâtre. Malheureusement les savants d'alors ne mettaient pas autant d'empressement que ceux d'aujourd'hui à publier le fruit de leurs méditations; et Cronstedt, qui d'abord n'osait pas même se faire connaître comme auteur du système miné-

ralogique qui a perpétué sa mémoire, songea bien moins à décrire au long et les usages du chalumeau et les méthodes qu'il avait suivies. Il ne publia les résultats de ses recherches qu'autant qu'ils pouvaient servir à établir des démarcations systématiques dans la science des minéraux. La première édition de son ouvrage parut en 1758.

En 1765, VON ENGELSTRÖM publia en Angleterre une traduction du système de Cronstedt, à laquelle il joignit un traité du chalumeau, où il indiquait particulièrement les procédés de Cronstedt, ainsi que les résultats principaux de leur application aux fossiles que l'on connaissait alors. Ce traité ne parut qu'en 1770. Cet ouvrage fixa l'attention générale des savants sur l'instrument précieux dont il révélait l'emploi, et fut bientôt après traduit dans la plupart des langues de l'Europe. Cependant l'introduction du chalumeau, parmi les chimistes et les minéralogistes, n'eut, au commencement, d'autre avantage que de leur donner un moyen d'éprouver la fusibilité des corps et quelquefois leur solubilité dans le borax.

BERGMAN étendit l'usage du chalumeau hors des limites de la minéralogie et jusque dans le domaine de la chimie inorganique où cet instrument devint entre ses mains un moyen inappréciable de reconnaître, dans les recherches analytiques, de très-petites quantités de matière métallique.

Bergman traita, par les réactifs que Cronstedt avait employés, le plus grand nombre des minéraux connus de son temps; il décrivit leur action, et perfectionna plusieurs des instruments nécessaires pour ses expériences. Il publia à ce sujet un traité qui fut d'abord imprimé en latin, à Vienne en 1779, et qui fut traduit plus tard en d'autres langues. Bergman, à qui sa santé ne permettait pas un travail opiniâtre tel que celui qu'il avait entrepris, était assisté dans ses expériences par Gahn; celui-ci, s'étant particulièrement appliqué à l'usage du chalumeau, à cause de la promptitude avec laquelle cet instrument fournit des résultats précis, acquit par là une telle habileté, qu'il pouvait, au moyen des réactions produites par le

chalumeau, signaler dans une substance la présence de corps qui, cherchés par la voie humide, avaient échappé à l'analyse la plus soignée ; c'est ainsi que Gahn découvrit que des échantillons d'acide tantalique qu'on lui avait envoyés contenaient des traces d'étain.

Gahn portait toujours son chalumeau sur lui lorsqu'il était en voyage, et toutes les substances nouvelles qu'il rencontrait sur son chemin, il les soumettait immédiatement à l'épreuve. L'emploi continu qu'il faisait du chalumeau le conduisit à imaginer des perfectionnements dans tout ce qui avait rapport à cet emploi, tant pour le laboratoire que pour le voyage. Il passa en revue une multitude de réactifs pour trouver de nouveaux moyens d'arriver à la connaissance de certaines substances, et les résultats qu'il obtint furent toujours de l'espèce de ceux auxquels on peut se fier implicitement. Malheureusement Gahn n'a jamais rien publié de ses travaux sur le chalumeau ; il en est de même des savants qui ont pu séjourner chez cet homme si remarquable, et qui ont été témoins de ces travaux en ce genre. L'illustre Berzelius seul a fait tous ses efforts pour perpétuer autant que possible le souvenir d'un pareil travail ; ce n'est qu'avec une persévérante insistance que Berzelius détermina Gahn à composer lui-même les principaux articles sur le chalumeau et son emploi, qui se trouvent dans les *Éléments de chimie*, publiés par Berzelius. Stockholm, 1812.

Enfin, Berzelius publia le résultat de ses travaux sur l'usage du chalumeau dans un ouvrage remarquable : *De l'emploi du chalumeau dans les analyses chimiques et les déterminations minéralogiques*. Cet ouvrage a été traduit du suédois en français, par F. Fresnel, et publié à Paris en 1821. Depuis cette publication le chalumeau est devenu un instrument indispensable pour les chimistes et les minéralogistes. De nombreuses modifications ont été faites, soit dans l'instrument lui-même, soit dans l'emploi des réactifs, et l'art pyrognostique s'est enrichi d'une quantité considérable de nouvelles réactions.

INSTRUMENTS ET ACCESSOIRES

EMPLOYÉS DANS LES ESSAIS AU CHALUMEAU

Les instruments et accessoires employés dans les essais au chalumeau ne sont pas très-nombreux, et un certain nombre de ceux que je vais décrire ne sont plus en usage aujourd'hui; cependant je donne leur description et la manière de s'en servir pour les personnes qui trouveraient avantage à les employer. Ces divers instruments et accessoires sont :

Le chalumeau, la pince à bouts de platine, les cuillers de platine, les lames de platine, les fils de platine, la lame d'argent, le mortier d'agate, le tas d'acier ou enclume, le mortier d'acier, les marteaux, des pinces à creusets, les pinces brucelles, des pinces à couper, un barreau aimanté, l'aiguille aimantée, une aiguille électrique d'Haüy, des aiguilles à tricoter, une paire de ciseaux, une bonne loupe, des verres de montre, des tubes de verre bouchés à une extrémité, des tubes de verre ouverts à leurs deux bouts, des instruments pour creuser le charbon ou un couteau pour les remplacer, des lampes à esprit-de-vin et à huile, des porte-bougie et porte-charbon, des coupelles de Le Baillif, des lames de mica, des limes douces, du papier émeri très-fin et des charbons.

On peut diviser ces instruments en instruments proprement dits, en supports et en accessoires.

DU CHALUMEAU

Le chalumeau le plus simple est un tube métallique ou même un tube de verre, légèrement conique dans toute sa longueur, et de manière que l'une de ses extrémités se ter-

mine par une ouverture extrêmement petite qui prend le nom de *bec*, l'ouverture la plus large étant l'*embouchure*; le tube se courbe plus ou moins à angle droit à environ 6 centimètres de l'extrémité la plus fine (fig. 1^{re}).

Ce chalumeau est celui que les ouvriers en métaux ont toujours employé et dont ils font encore usage de nos jours. Cet instrument, qui est suffisant pour les opérations des arts dans

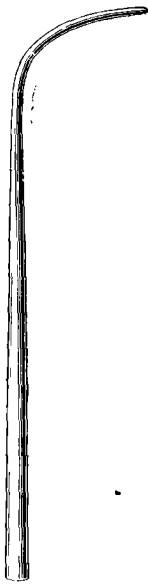


FIG. 1.

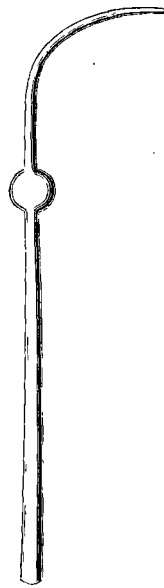


FIG. 2.

lesquelles on a rarement besoin de prolonger l'insufflation, présente quelques inconvénients dans les expériences de chimie, où l'on est obligé souvent de soutenir de longues insufflations.

Il se fait dans le tube un amas d'eau assez considérable pour entraver quelquefois l'opération; de plus, il fatigue beaucoup à cause de la résistance qu'il présente à la circulation de l'air, il exige de grands efforts de la part des muscles des joues, ce

que ne font pas les chalumeaux à réservoirs. Pour obvier à l'inconvénient de la condensation de la vapeur d'eau, CRONSTEDT plaça vers le milieu du chalumeau, et plus près de l'extrémité recourbée que de l'embouchure, une boule creuse destinée à recevoir l'humidité. Son chalumeau eut alors la forme représentée par la figure 2.

Ce chalumeau se démontait en deux parties qui étaient reliées entre elles par une vis, située à l'extrémité du tube portant l'embouchure et se vissant sur la boule ; aujourd'hui cet instrument est fait d'une seule pièce. Cronstedt avait ajouté à son instrument un anneau d'ivoire percé d'un petit trou destiné à recevoir une aiguille et un fil d'acier fin, avec lesquels on pouvait nettoyer l'ouverture du bec lorsque celui-ci, comme cela arrive souvent, était obstrué par du noir de fumée.

Ici se présente encore l'inconvénient de la condensation de l'eau dans le bec du chalumeau ; lorsque, après avoir soufflé pendant quelque temps, on vient, par inadvertance, à tenir l'instrument dans une position verticale, la pointe en bas, l'eau coule alors de la boule dans l'intérieur du bec, et l'on a ensuite beaucoup de peine à l'en chasser.

BERGMAN corrigea ce défaut en adaptant, à l'extrémité du chalumeau, une *chambre* demi-circulaire d'environ 3 centimètres de diamètre sur 5 à 6 millimètres d'épaisseur : il implanta immédiatement le bec dans la partie supérieure de cette chambre.

Le chalumeau de Bergman se compose donc de trois pièces séparables, le tube, la chambre destinée à recevoir l'eau, et le bec. L'ajustage de ces trois pièces se fait aisément, à frottement doux, et de manière à ne pas laisser échapper l'air ; avec ce système l'eau ne peut plus arriver dans le bec, et l'instrument de Bergman est resté le type des chalumeaux. GAHN l'a modifié en donnant à la chambre, que l'on appelle aujourd'hui *réservoir*, la forme d'un cylindre de 3 à 4 centimètres de largeur sur 15 millimètres de diamètre. Cette forme tient encore moins de place que celle que Bergman avait adoptée. D'une

autre part, Gahn inventa les *petits ajutages* mobiles qui servent de bords aujourd'hui, et dont les ouvertures peuvent varier de diamètre, selon les besoins. Ces ajutages étaient en cuivre; c'est Berzelius qui, le premier, les fit faire en platine.

Il résulte de ces modifications que le chalumeau de Gahn, qui est représenté par la figure 3, se compose de quatre parties distinctes qui sont : le tube principal B, portant une embouchure d'os ou d'ivoire C; le réservoir à air A, où se condense l'eau, et qui reçoit le tube adducteur latéral portant le bec ou ajutage de cuivre ou mieux de platine D.

Ce dernier chalumeau est le plus en usage. Toutes les tentatives faites depuis pour améliorer la forme de cet instrument sont restées infructueuses. VOIGT a construit un chalumeau dont l'usage très-répandu d'abord a été ensuite abandonné : ce chalumeau avait la forme de celui de Bergman, seulement le bec était disposé de telle façon qu'il pouvait se mouvoir dans tous les sens.

Plusieurs chimistes ont cherché à atteindre la limite de la simplicité dans la forme et la construction de cet instrument, pour faciliter son transport dans les voyages. On distingue sous ce rapport le chalumeau de TENNANT et celui de WOLLASTON.

Le chalumeau de TENNANT consiste en un tube droit, cylindrique, ou très-légèrement conique, lequel est fermé à son extrémité, mais qui présente, à environ 15 millimètres de cette extrémité, une ouverture destinée à recevoir un petit tube courbé à angle droit, qui y entre à frottement, et que l'on peut diriger dans tel sens que l'on veut. Lorsqu'on se sert de cet instrument, le bec du petit tube fait ordinairement un angle droit avec le tube principal.

Le chalumeau de WOLLASTON prend encore moins de place

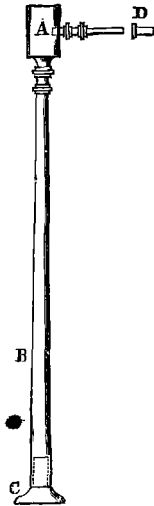


FIG. 3.

que celui de Tennant. Il se compose de trois tubes qui peuvent s'engainer l'un dans l'autre à la manière des cannes à pêche. L'extrémité la plus étroite d'un des tubes entre à frottement doux dans l'extrémité la plus large d'un autre dont le bout est fermé, mais qui présente une ouverture latérale à une petite distance du fond. La base du tube transversal est fermée, et son sommet, qui sert de bec, est percé d'un très-petit trou. Dans le voisinage de sa base, il porte une ouverture destinée à recevoir le sommet du tube précédent ; cet assemblage n'est pas rectangulaire ; lorsque le chalumeau est monté, le bec forme avec le tube principal un angle obtus. Le but de cette disposition paraît être que si l'ouverture transversale du petit tube s'élargit avec le temps, en sorte que la petite ouverture latérale, étant tournée du côté du

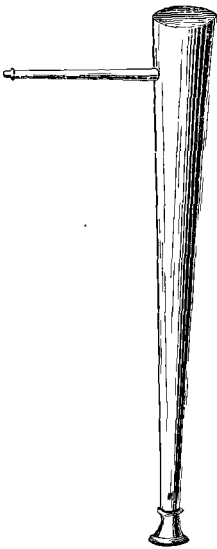


FIG. 4.

fond plat où la vapeur d'eau se condense, dépasse le bord ultérieur de ce petit tube, cette ouverture reste encore dans l'intérieur du canal. Cet instrument est très-facile à porter avec soi ; lorsqu'il est démonté et les pièces engagées, il ne tient pas plus de place qu'un porte-crayon.

Les chalumeaux de Tennant et de Wollaston possèdent, comme tous les chalumeaux qui ne portent point de réservoir, l'inconvénient de fatiguer l'opérateur à cause de la résistance qu'ils présentent à la circulation facile de l'air, comme il a déjà été dit plus haut. Sous le rapport de la facilité du travail, je signalerai le chalumeau en

fer-blanc que l'on trouve aujourd'hui dans tous les laboratoires de chimie et de minéralogie, et qui est représenté dans la figure 4.

Dans cet instrument le tube principal sert lui-même de vaste

réservoir sur lequel est soudé le tube latéral; ce chalumeau joint, aux qualités qu'on trouve dans son emploi, la modicité de son prix, mais il ne peut facilement s'emporter en voyage à cause de la place qu'il occupe, toutes les pièces étant soudées.

La longueur d'un chalumeau, quelle que soit d'ailleurs sa forme, est subordonnée à la portée des yeux de l'opérateur, et doit satisfaire à cette condition, que le corps sur lequel on souffle se trouve à la distance où la vision est la plus distincte. La longueur ordinaire des chalumeaux est de 22 centimètres, l'insertion du bec dans le réservoir à air étant distant de 205 millimètres de l'embouchure.

Les chalumeaux sont construits en argent, en maillechort, en laiton ou en fer-blanc. Les petits ajutages sont en cuivre rouge ou en platine.

Les chalumeaux en argent pur sont peu employés à cause de leur prix élevé, qui varie de 20 à 25 francs; ils n'ont aucune odeur à la bouche et ne nécessitent point d'embouchures particulières comme cela arrive pour les instruments en laiton ou en maillechort. Mais l'argent étant très-bon conducteur du calorique, il arrive quelquefois que l'on est gêné dans une opération par l'échauffement du chalumeau en argent. Les ajutages de ces instruments doivent être en cuivre ou mieux en platine, ceux en argent sont trop fusibles.

Les chalumeaux en maillechort et principalement ceux en laiton qui sont les plus employés communiquent aux mains et surtout à la bouche une odeur et une saveur cuivreuses désagréables, qui nécessitent des embouchures en os, en ivoire ou en ambre; ces embouchures ont ordinairement des formes gênantes pour la bouche, et qui fatiguent beaucoup les muscles des lèvres; j'ai toujours préféré les embouchures plates aux embouchures rondes; on trouve aujourd'hui des bouts en ambre ou imitation d'ambre, pour pipe, que l'on peut ajuster comme embouchures aux chalumeaux; ils sont très-agréables à la bouche et ne fatiguent pas l'opérateur.

Les chalumeaux en maillechort reviennent à 6 francs avec

ajutage en cuivre rouge, et à 8 fr. 25 c. avec ajutage en platine. Ceux qui sont en laiton coûtent de 3 fr. à 3 fr. 50 c. avec bout en cuivre, et de 5 fr. 25 c. à 5 fr. 75 c, avec bout en platine.

Les chalumeaux en fer-blanc se vendent depuis 0 fr. 75 c. jusqu'à 1 fr. 25 c. On peut ajuster à ces chalumeaux des bouts en platine, mais ces derniers coûtent à eux seuls 2 fr. 25 c.

Des ajutages. — Les petits ajutages en cuivre ou en platine dont on recouvre le bec du chalumeau sont un perfectionnement remarquable de cet instrument. L'ouverture de ces ajutages varie de 0,003^m à 0,006^m de diamètre, selon les essais qu'on se propose de faire ; il est donc nécessaire d'avoir plusieurs de ces petits instruments. Ces ajutages ne tardent pas à se couvrir de noir de fumée par l'usage, et quelquefois leur ouverture se bouche en partie ; dans ce cas, la flamme se divise en plusieurs jets ; on obvie à cet inconvénient en débouchant l'ouverture avec la pointe d'une aiguille fine ou même avec un fil de platine fin : lorsqu'on veut les nettoyer complètement, il suffit de les chauffer au rouge pendant quelques instants au feu d'oxydation, en les tenant avec la pince à bouts de platine ou en les plaçant sur le charbon. Ce procédé n'est guère applicable que pour les ajutages en platine ; ceux qui sont en cuivre et surtout ceux qui sont en argent peuvent éprouver, sous l'influence de la chaleur, un commencement de fusion et n'être plus en état de servir. Il arrive souvent aussi qu'après un long usage l'ouverture des ajutages s'agrandit, on remédie à cet inconvénient en frappant quelques coups de marteau sur la tête de l'ajutage, ce qui comprime le métal et rétrécit alors l'ouverture, mais, dans ce cas, il faut frapper d'une façon bien perpendiculaire sur l'ajutage, pour ne pas le déformer.

Lorsque les trous des ajutages sont trop petits, on les agrandit au moyen de la pointe d'une aiguille que l'on place dans l'ouverture, en lui imprimant un mouvement circulaire.

Les chalumeaux en verre sont assurément moins coûteux et moins salissants que les autres, mais leur fragilité et la fusibilité de leur bec sont des inconvénients si graves, qu'on ne s'en sert jamais qu'en cas de nécessité et lorsqu'on n'en a pas d'autres sous la main.

Pour se servir du chalumeau, on sait qu'il ne s'agit que de souffler dedans, en dirigeant le bec dans la flamme d'une bougie ou de tout autre combustible; mais ce qui paraît simple au premier abord devient très-difficile à exécuter, pour les commençants, lorsqu'il faut maintenir le vent pendant longtemps, attendu qu'il faut respirer en même temps que l'on souffle dans l'instrument, pour qu'il n'y ait pas interruption dans le jet lumineux et pour ne pas se trop fatiguer.

Voici du reste comment on parvient à respirer tout en soufflant dans le chalumeau : on s'emplit la bouche d'air de manière que les joues soient bien gonflées, et l'on souffle dans l'instrument sans effort, tout en respirant à la manière ordinaire; puis quand on veut se remplir de nouveau la bouche d'air avant qu'elle n'en soit complètement vide, on fait un petit mouvement à l'arrière-gorge comme si l'on voulait avaler quelque chose : par ce mouvement la glotte s'ouvre et laisse arriver l'air des poumons dans la bouche. Lorsqu'il m'arrive d'avoir à montrer à un élève à se servir du chalumeau, je lui fais exécuter ce mouvement de l'insufflation prolongée sans fatigue, en l'engageant à respirer bruyamment pendant qu'il souffle; de cette façon, en écoutant le bruit de sa respiration il lui est plus facile de faire naturellement le mouvement d'arrière-gorge, pour ramener de l'air dans sa bouche. Ce mouvement qui permet à la glotte de s'ouvrir n'a lieu qu'au moment d'une expiration et jamais pendant l'aspiration.

On a souvent cherché à construire des instruments dont l'emploi fût beaucoup plus commode que celui du chalumeau ordinaire, mais tous les perfectionnements imaginés ont été abandonnés, et la forme ordinaire du chalumeau de Gahn a toujours prévalu.

DE SAUSSURE fixait sur une table un support auquel il adaptait son chalumeau de manière à pouvoir le gouverner avec sa bouche, en conservant la liberté de ses deux mains.

HAAS maintenait son chalumeau sur le bord d'une table au moyen d'une agrafe à vis; devant le bec était une bougie qu'il pouvait hausser ou baisser à l'aide d'un bouton; et à peu de distance de cette bougie des pinces à ressort tenaient, à la hauteur du bec, un charbon sur lequel il chauffait le corps qu'il voulait examiner.

On a surtout cherché à construire des appareils qui dispensent de souffler avec la bouche, afin d'éviter la fatigue que l'emploi trop longtemps soutenu du chalumeau peut déterminer chez les personnes qui n'ont pas l'habitude de cet instrument.

Pour alimenter son chalumeau, HASSENFRAZ employait, à l'instar des émailleurs, un soufflet qu'il faisait marcher avec le pied. Berzelius dit avoir vu en Angleterre un petit soufflet à deux âmes qui se posait sur une table, et qu'on mettait en mouvement à l'aide d'une corde à boyau qui s'attachait au pied : le chalumeau était adapté à la partie fixe du soufflet. Näzen et d'autres opérateurs ont imaginé de remplir une vessie d'air atmosphérique, et de diriger cet air sur la lampe au moyen d'un tube recourbé qui se termine en pointe. On tient la vessie entre ses genoux, et on la comprime plus ou moins selon le besoin; quand elle est vide d'air, on la remplit de nouveau avec la bouche ou un soufflet par l'intermédiaire d'un tube particulier, lequel est pourvu d'un robinet.

De nos jours on a remplacé la vessie par des appareils en caoutchouc en forme de sacs ou de poires, que l'on comprime soit avec le pied soit avec la main; mais il faut bien le reconnaître, tous ces perfectionnements ne peuvent remplacer la bouche. La bouche est la seule machine soufflante intelligente, pouvant suivre par l'œil de l'opérateur toutes les phases de l'opération et s'y conformer avec sagacité.

Pince à bouts de platine. — La pince à bouts de platine est

un support destiné à maintenir les corps que l'on veut chauffer, pour observer comment ils se comportent sous l'influence de la chaleur seule, et s'ils colorent la flamme.

La forme qu'on donne à la pince à bouts de platine peut varier beaucoup, mais la plus usitée, comme la plus commode, est celle qui est représentée sous deux faces dans la figure 5.

Elle se compose de deux branches d'acier A et B, qui sont réunies par leur milieu à une même plaque de fer ou de laiton C qui divise tout le système en deux pinces opposées; l'une

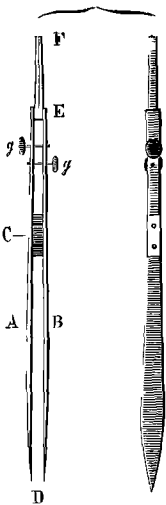


FIG. 5.

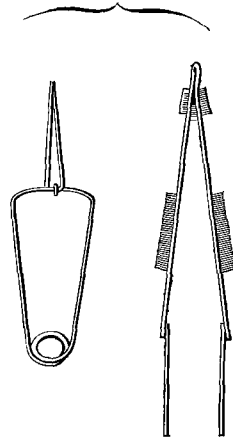


FIG. 6.

de ces pinces se trouve formée en D par les deux extrémités des branches d'acier qui présentent entre elles un certain intervalle; les deux autres extrémités des branches d'acier forment la partie la plus importante de l'instrument, elles sont terminées par deux lames de platine étroites, minces et longues, qui s'appliquent l'une sur l'autre de E en F en vertu du ressort des branches d'acier. Pour les ouvrir, il suffit de serrer entre le pouce et l'index les deux boutons *g, g*, dont chacun traverse une branche et est fixé sur l'autre; elles s'écartent alors et

peuvent recevoir la substance à essayer qui se trouve maintenue par la force élastique de la pince, aussitôt que l'on cesse d'appuyer sur les boutons. Ces pinces coûtent de 5 à 6 francs, elles doivent être préférées à celles qui sont représentées dans la figure 6 dont le prix est moins élevé.

On ne doit prendre avec la pince à bout de platine que des éclats très-minces des substances à essayer, on a ainsi plus de chance pour obtenir des réactions nettes et principalement des phénomènes de fusion, que lorsqu'on opère sur des morceaux plus gros, d'un autre côté on fatigue moins le ressort de la pince. Les lames de platine doivent être nettoyées souvent, et principalement lorsque la matière d'essai a pu adhérer après le platine, soit en les chauffant au rouge et en les trempant dans de l'acide sulfurique concentré, puis ensuite dans l'eau distillée, soit en les frottant légèrement avec du papier émeri très-fin. Il est prudent dans tous les cas, lorsqu'on est pour se servir des pinces à bouts de platine, de s'assurer qu'elles ne colorent pas la flamme par suite de l'adhérence de matières étrangères.

Il arrive quelquefois que certaines substances, renfermant des métaux facilement réductibles, altèrent l'extrémité des lames de platine par suite d'alliages qui y prennent naissance; dans ce cas on est obligé de couper la partie du platine altérée, et de remplacer les lames lorsqu'elles arrivent à être trop courtes.

L'autre extrémité de la pince à bouts de platine peut servir de brucelles, mais ordinairement cette deuxième pince n'est pas commode à cause de sa rigidité, et aussi à cause de la forme large des branches de la pince.

Cuillers de platine. — Les cuillers de platine étaient destinées pour le traitement des minéraux par la soude, mais depuis qu'on a reconnu que ce traitement se fait mieux sur le charbon que sur tout autre support, leur usage est devenu très-restreint; elles ont été, du reste, remplacées par une lame

mince de platine pour les opérations qui ne peuvent pas s'exécuter sur le charbon. Les cuillers de platine ont une forme ronde, leurs diamètres varient de 1 à 3 centimètres, et leurs profondeurs 2 à 3 millimètres; elles portent une petite tige mince de 4 à 5 centimètres, terminée en pointe de manière à pouvoir être piquée dans un bouchon qui sert de manche lorsqu'on veut faire usage de la cuiller; son prix varie de 5 à 6 francs. Anciennement les cuillers étaient en or ou en argent, mais elles étaient sujettes à se fondre ou à s'altérer sous l'influence d'une chaleur trop forte. Les petites cuillers de platine présentent l'inconvénient d'être difficiles à nettoyer, elles s'altèrent assez rapidement sous l'influence des corps qu'on y fait fondre, et dans la pratique on reconnaît que la lame de platine les remplace avantageusement.

Lame de platine. — C'est Wollaston qui, le premier, substitua aux cuillers une petite lame de platine très-mince. Cette lame est, en raison de son peu de masse, susceptible d'être portée à un haut degré de température, et le platine est si mauvais conducteur de la chaleur, que l'on peut tenir la lame à la main par une extrémité pendant que l'on chauffe la matière à l'autre bout.

Lorsqu'on doit faire servir la lame de platine pour opérer la fusion des corps avec des fondants, on relève les bords du métal de manière à former une petite cuvette dont les parois empêchent la matière fondue de tomber.

La lame de platine sert 1° à chauffer les corps avec de la soude et du nitre pour constater la présence du manganèse et du chrome; 2° pour fondre les substances avec de la soude, afin de s'assurer si elles renferment des bases fixes insolubles dans la soude, et principalement de la chaux, de la magnésie, etc.; 3° pour reconnaître si une liqueur laisse un résidu après l'évaporation du liquide; 4° pour reconnaître si les matières organiques contiennent des substances minérales fixes; 5° pour traiter les bases fixes blanches par l'azotate de cobalt pour

observer les teintes que ce réactif leur communique. Cette dernière opération se fait plus souvent sur le charbon que sur le platine.

La lame de platine est souvent altérée et même percée par les substances que l'on chauffe dessus, et principalement par les matières qui renferment des combinaisons métalliques dont les métaux sont facilement réductibles et très-fusibles; on enlève alors, en la coupant, la partie altérée, ce qui raccourcit la lame, et il arrive un moment où elle est trop courte pour être tenue à la main; il faut alors la prendre avec des pinces.

La lame de platine, comme tous les instruments employés dans les essais au chalumeau, doit être tenue dans un état de propreté absolue, sans cela il arriverait que des résidus imperceptibles, adhérant après le métal et provenant de réactions précédentes, reproduiraient des caractères qui n'appartiendraient point à la substance essayée. C'est surtout lorsqu'on a à constater du manganèse ou du chrome qu'il faut s'appliquer à rendre le platine bien net, et s'assurer, avant l'opération, que la lame de platine ne communique pas de coloration verte ou jaune à du nitre que l'on chauffe fortement dessus.

La lame de platine doit avoir en moyenne 80 millimètres de longueur sur 25 millimètres de largeur, elle doit être assez mince pour que son poids ne dépasse pas 2 grammes pour la grandeur qui vient d'être donnée.

Fil de platine. — Le fil de platine est, après le charbon, le support le plus employé dans les essais au chalumeau. C'est Gahn qui, le premier, imagina d'en faire usage comme support. Le fil de platine doit être assez long pour pouvoir être tenu à la main, ou bien on le pique dans un bouchon qui sert de manche, ou mieux encore on le maintient avec le petit instrument que les horlogers appelle le *porte-goupilles*. La figure 7 montre le fil de platine disposé de ces diverses manières et portant les petits crochets qui servent de supports au réactif et à la matière.

Le diamètre du fil de platine est à peu près arbitraire; toutefois le plus fin est préférable, pourvu qu'il ne le soit pas au point de se courber sous une vive insufflation, ou sous une légère pression; lorsqu'il est gros il absorbe trop de chaleur.

Le fil de platine sert à caractériser la plupart des oxydes métalliques au moyen de fondants vitreux et quelquefois au moyen de la soude; et à observer les colorations que les corps communiquent à la flamme.

Lorsqu'il s'agit de caractériser un oxyde au moyen d'un fondant, on fait un œil ou crochet au fil de platine comme le montrent les fils A et B dans la figure 7; pour cela on fait glisser l'extrémité du fil métallique en le serrant fortement entre les ongles du pouce et de l'index, sous cette pression faite dans un sens le fil prend une courbure régulière, il suffit alors de presser le fil dans le sens de cette courbure pour obtenir un cercle parfait. On obtient un crochet parfait de régularité, en roulant l'extrémité du fil de platine après l'aiguille à tricoter qui sert à nettoyer les tubes. Ce crochet une fois fait, on mouille le fil avec de l'eau ou avec de la salive, et on le plonge dans le fondant réduit en poudre qui adhère après, et que l'on fond ensuite; on peut encore,

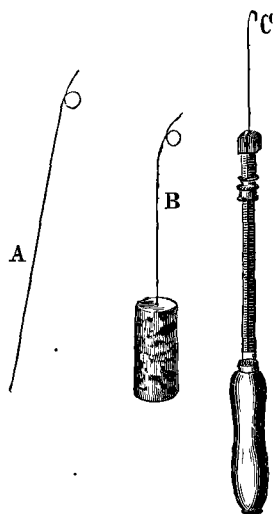


FIG. 7.

ce qui est mieux, puiser le fondant en chauffant le crochet au rouge et en le plongeant vivement dans le réactif qui vient y adhérer; après la fusion du flux le crochet se trouve rempli de la matière vitreuse qui présente alors l'aspect d'une perle transparente et incolore; on chauffe cette perle au rouge, on la pose sur la substance qu'on veut essayer, et

qui est réduite en poudre, on enlève ainsi une certaine quantité de cette dernière qui adhère à la matière vitreuse, on chauffe ensuite le tout dans la flamme du chalumeau. Les perles vitreuses ne doivent jamais avoir plus de 2 à 3 millimètres de diamètre.

Lorsqu'on emploie le fil de platine pour observer la coloration qu'une substance communique à la flamme, il n'est plus nécessaire de donner la forme d'un anneau à son extrémité, on laisse le fil droit, ou mieux, on le plie en deux à une distance de 1 ou 2 millimètres de l'extrémité, comme le montre le fil C de la figure 7; si la matière à examiner est en dissolution, il suffit de plonger l'extrémité du fil dans le liquide et de la porter ensuite dans la flamme. Si la matière est en poudre, on mouille le fil avec de l'eau pure et on le met en contact avec la matière qui adhère alors après, on porte ensuite le tout dans la flamme.

Le fil de platine doit être d'une extrême propreté, surtout lorsqu'il doit servir pour la coloration de la flamme; il est souvent difficile d'enlever complètement les dernières traces de borax ou de sel de phosphore qui adhèrent à un fil qui a servi de support à ces réactifs; il est nécessaire d'avoir un fil de platine pour les fondants et un autre destiné aux colorations de la flamme; dans tous les cas, on doit nettoyer les fils de platine en les trempant dans de l'acide sulfurique concentré, après les avoir chauffés au rouge, puis les laver dans de l'eau distillée, ou bien encore en les frottant avec du papier émeri. Enfin, lorsqu'il s'agit d'observer la coloration de la flamme dans les cas délicats, je conseille de couper l'extrémité de tous fils de platine ayant déjà servi. Le fil de platine qui a servi pendant quelque temps devient cassant, et principalement lorsqu'on a opéré sur des substances contenant des métaux facilement réductibles ou bien lorsqu'on a employé l'étain pour aider à la réduction de certains oxydes dissous dans les fondants vitreux. Dans ce cas, il faut couper l'extrémité du fil devenue aigre et cassante.

Lorsqu'on chauffe à l'extrémité du fil de platine certains composés pour observer les colorations qu'ils communiquent à la flamme, la chaleur détermine un déplacement de la substance qui, après fusion, grimpe par capillarité après le fil et échappe alors à l'action de la flamme. Il faut alors poursuivre avec le dard du chalumeau la matière qui semble fuir à l'approche du feu, et tenir le fil verticalement, de manière que la matière fondue retombe à l'extrémité du fil.

Lame d'argent. — La lame d'argent sert de réactif pour constater dans une substance l'existence du soufre ou du sélénium, et principalement pour déceler la présence des sulfates. L'opération consiste à chauffer au feu de réduction la matière d'essai avec de la soude sur le charbon, puis à prendre la matière fondue, à la poser sur la lame d'argent et à l'humecter avec un peu d'eau ; pour peu que la substance contienne des traces de sulfate, l'argent noircit là où la matière est en contact, par suite de la transformation du sulfate en sulfure.

On obtient le même phénomène avec les composés qui renferment du sélénium, mais ce dernier métalloïde se distingue du soufre à l'odeur de choux pourris qu'il répand lorsqu'on le chauffe sur le charbon.

La lame d'argent doit avoir environ 60 millimètres de longueur sur 20 à 25 millimètres de largeur, et l'épaisseur d'une pièce de 20 centimes.

On enlève les taches noires que le soufre forme sur la lame d'argent, en la nettoyant avec le papier émeri.

Mortier d'agate et son pilon. — Le mortier d'agate ou de calcédoine, sert à réduire en poudre fine les substances à examiner, et pour mélanger intimement ces substances avec les réactifs avec lesquels on doit les essayer.

Le mortier d'agate ne doit pas être trop grand, son diamètre ne doit pas dépasser 5 à 6 centimètres, la grandeur du pilon doit être en rapport avec celle du mortier. Berzelius

rapporte dans son excellent ouvrage sur le chalumeau, que Gahn, ayant perdu un jour le pilon de son mortier, imagina de coller un bouton de calcédoine de grandeur convenable après un bouchon avec de la cire à cacheter ; ce nouveau pilon fut le seul dont il se servit par la suite ; Berzelius ajoute que lui-même a été obligé de recourir au même expédient.

Le fond du mortier doit être exempt de toute gerçure ou crevasse dans laquelle les substances que l'on broie pourraient se loger. On doit le nettoyer chaque fois que l'on s'en est servi ; et lorsque la substance qu'on y a broyée a laissé des traces de sa matière, on doit le frotter avec de la pierre ponce bien adoucie ou avec de la poudre d'os.

Le prix d'un mortier d'agate de la grandeur indiquée vaut de 8 à 10 francs.

Tas d'acier ou enclume. — Le tas d'acier est une plaque carrée d'acier poli, de 40 à 45 millimètres de côté et de 6 à 8 millimètres d'épaisseur.

Ce tas d'acier sert à casser les minerais qu'on veut essayer ; on l'emploie aussi à reconnaître la malléabilité ou la fragilité des culots ou globules métalliques qu'on obtient sur le charbon.

Le tas coûte de 2 fr. 50 c. à 3 francs, il peut être remplacé par le tas du mortier d'Abich que l'on retourne sens dessus dessous.

Mortier d'acier ou mortier d'Abich. — Le mortier d'acier connu sous le nom de mortier d'Abich, qui est son inventeur, se compose de trois pièces (fig. 8) : un tas rond en acier *a, b*, de 35 à 40 millimètres de diamètre et de 15 à 17 millimètres d'épaisseur, portant au centre un évidement circulaire *d* de 4 à 5 millimètres de profondeur ; un anneau en acier *c*, s'emboîtant dans l'évidement du tas et ayant environ 25 millimètres de hauteur, et d'un pilon *e, f*, également en acier, entrant à frottement doux dans l'anneau.

Il est difficile de trouver de bons mortiers d'acier pouvant

résister longtemps au choc en présence de corps durs. La plupart du temps ces mortiers sont en fonte blanche qui n'acquiert pas assez de dureté par la trempe; il arrive alors que les corps que l'on casse dedans y laissent des empreintes plus ou moins profondes. Si la fonte a été trempée trop sèche, le mortier se brise aux premiers coups de marteau un peu forts.

Quant aux mortiers confectionnés avec de l'acier, il est rare d'en trouver dont le tas et le pilon ne se soient pas fendillés par suite de la trempe, aussi arrive-t-il souvent que ces instruments, qui coûtent très-cher, se cassent au premier choc du marteau. On doit donc s'estimer très-heureux lorsqu'on a pu rencontrer un mortier d'Abich de bonne qualité.

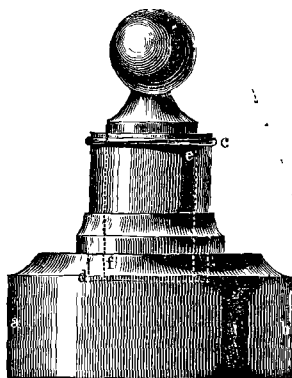


FIG. 8.

Le mortier d'acier est employé pour casser et pulvériser les pierres précieuses, ou les minéraux trop durs pour être cassés sur le tas d'acier sans risquer de les perdre; il sert aussi à essayer les globules métalliques, surtout lorsqu'ils sont très-petits; il suffit alors de faire tomber les petits globules dans l'anneau posé sur le tas, et de frapper sur le pilon pour retrouver ensuite le métal aplati ou brisé selon sa malléabilité.

Il faut prendre certaines précautions dans l'emploi du mortier d'Abich; on doit, par exemple, faire en sorte que les coups de marteau qu'on applique sur le pilon soient donnés bien verticalement; dans le cas contraire on fausse l'instrument, et il arrive que le pilon ne peut plus sortir de l'anneau, même à l'aide du marteau, et quelquefois l'anneau lui-même reste fortement collé après le tas. Cet inconvénient, qui se présente souvent, n'a lieu qu'avec les mortiers dont les pièces s'emboîtent trop juste; on peut donc l'éviter en choisissant ou en

faisant construire un instrument dont les parties présentent un certain jeu dans leur emboîtement ; c'est pour cette raison que l'on a abandonné depuis longtemps l'usage du mortier d'Abich à deux pièces, qui consiste en un tas portant un évidement très-profond dans lequel entre à frottement un pilon ; souvent ce pilon ne pouvait plus sortir du tas.

Le mortier d'acier doit être entretenu dans un grand état de propreté, il faut éviter surtout qu'il se rouille ; on doit le frotter souvent avec du papier émeri très-fin qui lui conserve son brillant métallique ; il est préférable, du reste, comme pour tous les instruments d'acier et de fer employés dans le chalumeau, de le faire nickeler extérieurement, ce qui coûte très-bon marché aujourd'hui.

Le mortier d'Abich à trois pièces, en fonte trempée, coûte de 10 à 12 francs, ceux en acier varient de 15 à 20 francs.

Marteaux d'acier. — Les marteaux d'acier, dits *marteaux de minéralogie*, servent à casser les minéraux pour en extraire des morceaux qu'on veut soumettre à l'essai, ou pour donner une certaine tournure aux *échantillons* qu'on doit conserver en collection ; on s'en sert également pour pulvériser les corps durs, ou pour aplatir les culots métalliques soit à la main, soit sur le tas d'acier, soit dans le mortier d'Abich.

La forme et la grosseur des marteaux sont très-variables ; on doit cependant en avoir un présentant une tranche et un autre avec une pointe.

La grosseur moyenne des marteaux est représentée dans ceux dont la panne a environ 17 millimètres de côté. Ils doivent être en acier bien trempé, mais pas trop sec, le manche doit être en bon bois, assez mince près du marteau et allant en grossissant vers l'autre extrémité, sa longueur, pour les marteaux moyens, doit être d'environ 250 millimètres. Les manches en bois se cassent assez souvent parce que, généralement, ce qu'on appelle l'*œil* du marteau est mal fait ; cet œil étant toujours trop étroit, on est obligé d'amincir beaucoup le

bois pour pouvoir l'emmancher, ce qui lui ôte de sa force. Pour éviter cet inconvénient, j'ai remplacé le manche en bois de mon marteau par un manche en fer bien évidé afin de lui ôter de la lourdeur. Ce manche est peut-être moins élastique et plus lourd que ceux qui sont en bois, mais il ne s'est jamais cassé.

Le prix des marteaux d'acier de grosseur moyenne varie de 3 à 4 francs.

Pince à creuset. — On nomme ainsi de petites pinces à feu en fer ou en acier qui servent à maintenir la lame de platine lorsqu'on la chauffe, à mettre les capsules ou les creusets sur le feu, et à les en retirer, etc.; leur longueur ne doit pas dépasser 220 millimètres.

La pince à creuset doit être toujours très-propre; on doit la frotter souvent avec le papier émeri très-fin pour entretenir son brillant, brillant qui empêche le fer et l'acier de se rouiller facilement.

La pince à creuset en fer coûte de 2 fr. 50 c. à 3 francs, celle en acier revient à 5 ou 6 francs. Depuis quelque temps on fabrique de ces pinces dont les extrémités sont en platine, c'est un heureux perfectionnement, mais ces pinces sont d'un prix assez élevé, elles coûtent de 20 à 22 francs.

Brucelles. — Les brucelles sont de petites pinces en acier ou en cuivre, qui servent à saisir les parcelles de substance qu'on veut essayer, soit sur le charbon, soit sur tout autre support; c'est également avec les brucelles que l'on peut prendre les petits grains métalliques sur le charbon, lorsqu'ils sont trop petits pour être pris avec la main.

La forme des brucelles est à peu près la même pour toutes; il faut cependant donner la préférence à celles dont les étudiants en médecine font usage, et que l'on nomme brucelles de dissection.

Ce petit instrument coûte de 1 franc à 1 fr. 50 c.

Pince à couper et pince ordinaire. — La pince à couper est destinée à détacher de petits fragments ou esquilles des minéraux sans les endommager, c'est la pince coupante en acier des quincaillers.

Il est également bon d'avoir des *pincés plates*, qui servent dans différents cas comme moyen de pression pour séparer, par exemple, des culots métalliques de la scorie qui les entoure.

Barreau aimanté. — Le barreau aimanté sert à connaître la propriété magnétique des minéraux, à distinguer dans les essais les métaux magnétiques comme le fer, le nickel, le cobalt, mais principalement le fer. Presque tous les composés du fer que l'on chauffe seuls sur le charbon deviennent magnétiques et sont attirés par le barreau aimanté.

Dans le traitement des minéraux par la soude sur le charbon, et surtout dans le traitement des roches, les plus petites quantités de fer sont ramenées à l'état métallique sous forme de poudre noire très-divisée; si la substance contient beaucoup de fer la masse fondue est attirable par l'aimant, mais, au contraire, s'il n'y a que des traces de ce métal il faut l'isoler de la masse fondue, en reprenant celle-ci par l'eau après l'avoir pulvérisée; l'eau dissout les sels de soude solubles et entraîne les parties insolubles légères, tandis que les métaux réduits à l'état de poudres noires, en raison de leur densité, restent comme résidu; ce résidu séché et refroidi est soumis au barreau aimanté.

Le barreau aimanté a environ 10 centimètres de longueur, une épaisseur et une largeur de 0^m,005; il porte à son centre de figure un petit trou qui permet de le poser sur un pivot vertical, et, dans cette position, il permet de reconnaître la propriété magnétique des minéraux, seulement son poids, qui relativement est considérable, fait que son action magnétique est très-lente à se produire.

Le barreau aimanté est renfermé dans un étui en bois, étui

dont la partie supérieure porte le pivot vertical. Malgré sa gaine en bois le barreau aimanté se rouille; on évite ce désagrément en le faisant nickeler, ce qui n'altère en rien ses propriétés magnétiques. La figure 9 montre l'instrument sur son axe et dans son étui.

Un bon barreau aimanté coûte de 4 à 5 francs avec son étui.

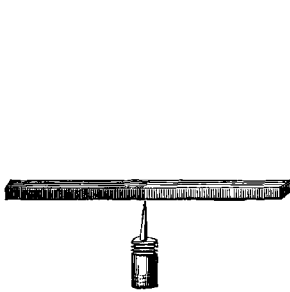


FIG. 9.

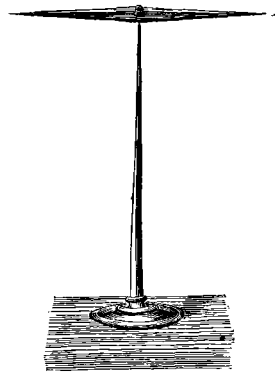


FIG. 10.

Aiguille aimantée. — L'aiguille aimantée doit être munie d'une chape d'agate qui permet de la poser sur une tige d'acier comme le montre la figure 10, ou de la suspendre à un fil de soie par la partie supérieure de la chape. Cet instrument sert à constater le magnétisme de certains minéraux.

L'aiguille aimantée peut être remplacée par une *petite boussole* ordinaire, portant la division du cercle. Cette boussole est utile en voyage, aux minéralogistes et aux géologues, pour connaître la direction des filons métallifères et aussi celle des terrains qu'ils examinent.

L'aiguille aimantée avec son support et la boussole coûtent de 3 à 4 francs chacune.

Aiguille électrique d'Haüy. — L'aiguille électrique d'Haüy n'est pas nécessaire pour les personnes qui ne se servent du chalumeau qu'au point de vue des opérations chimiques, elle

n'est vraiment utile qu'aux minéralogistes; elle ne sert, en effet, qu'à caractériser l'espèce d'électricité que prennent les minéraux susceptibles de devenir électriques par le frottement, par la chaleur ou par toute autre cause, sans être isolés. Cet instrument est formé par une aiguille en cuivre, terminée à ses extrémités par deux petites sphères grosses environ comme la tête d'une épingle, l'aiguille est munie d'une chape en agate qui permet de la poser sur une tige semblable à celle qui supporte l'aiguille aimantée, et qui l'isole en même temps du support; pour que l'isolement soit plus complet, il est bon de poser le support lui-même sur une lame de verre ou sur un petit gâteau de cire (fig. 11).

Pour se servir de l'aiguille électrique on commence par lui communiquer une électricité connue, en la touchant avec un bâton de cire à cacheter que l'on a frotté pour développer à

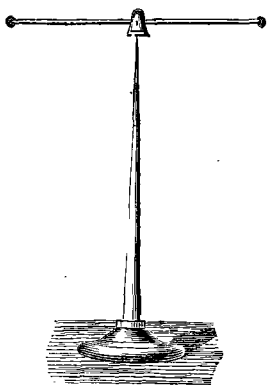


FIG. 11.

sa surface de l'électricité résineuse, puis on approche de l'instrument, le minéral dans lequel on a développé de l'électricité par une des causes citées plus haut, et l'on observe si l'aiguille est attirée ou repoussée; le premier cas indique que la substance est chargée d'électricité contraire à celle de l'aiguille, le dernier que cette électricité est de même nature.

On peut remplacer avec avantage l'aiguille électrique par un bâton de cire à cacheter à l'extrémité duquel on a fixé un *cheveu*. Lorsqu'on vient à frotter le bâton de cire avec du drap, on obtient un électroscope aussi sensible qu'il est simple.

L'aiguille électrique d'Haüy peut coûter de 2 à 3 francs.

Aiguilles à tricoter. — Les aiguilles à tricoter ne sont que

des accessoires, on s'en sert, après les avoir préalablement enroulées de papier à filtrer, pour nettoyer les tubes de verre bouchés ou non bouchés. Je me sers également de l'aiguille à tricoter enroulée de papier à filtrer, pour absorber l'eau au fur et à mesure qu'elle se condense dans les tubes bouchés où l'on chauffe des matières hydratées.

Loupe. — La loupe sert à examiner la structure des minéraux, à déterminer la forme cristalline des cristaux trop fins pour être vus à l'œil nu, à retrouver dans les fondants et dans le charbon, sur lequel on a fait des réductions, les petits grains métalliques qu'on ne voit pas avec les yeux seuls. Elle sert également à déterminer la vraie couleur que les fondants vitreux ont prise sous l'influence des matières soumises à l'essai, lorsqu'on a opéré sur le charbon, parce que la lumière que le charbon réfléchit sur les perles de verre produit souvent dans les couleurs des modifications apparentes que la loupe détruit.

Une bonne loupe coûte de 6 à 8 francs.

Verres de montre. — Les verres de montre sont nécessaires pour contenir les matières à essayer lorsqu'elles sont pulvérisées en poudre fine, et aussi quelquefois les réactifs qu'on doit employer. Les verres de montre ne doivent pas être trop petits; ceux que j'emploie pour cet usage portent les numéros 26 et 28.

Tubes de verre bouchés. — Les tubes de verre bouchés sont d'un grand usage dans les essais au chalumeau; ils servent à chauffer les substances seules, pour voir comment elles se comportent sous l'influence d'une température qui ne dépasse pas celle de la fusion du verre; c'est dans le tube bouché que se caractérisent presque tous les acides, en y chauffant les matières avec du bisulfate de potasse, etc.

Les tubes bouchés ne doivent avoir que 2 à 3 millimètres de diamètre, et environ 50 à 60 millimètres de longueur; la

partie bouchée doit être légèrement renflée (fig. 12); ils doivent être faits en verre très-peu fusible et exempt de plomb.

On doit toujours avoir une grande quantité de ces tubes préparés d'avance; ils ne servent qu'une fois, car il est rare qu'après une opération ils ne soient pas déformés, ou bien il est très-difficile de les nettoyer suffisamment pour qu'il ne reste pas de la matière du premier essai adhérente après les parois du verre.



FIG. 12.

Il est facile de faire soi-même ces petits tubes, dans les laboratoires qui possèdent des tables d'émailleur servant à souffler le verre; pour cela, on prend du tube à gaz du diamètre qui a été indiqué plus haut, on le coupe par bouts de 11 à 12 centimètres, que l'on étire par le milieu en les chauffant à la lampe; on obtient ainsi deux tubes terminés par des pointes très-effilées. On porte ensuite au rouge la partie du tube où il commence à s'effiler, à ce moment on tire assez rapidement pour séparer la pointe, puis on chauffe fortement l'extrémité bouchée de manière à rassembler le verre fondu et, lorsque celui-ci est bien rouge, on souffle dans le tube par l'extrémité ouverte, de façon que le verre en demi-fusion s'étende en prenant la forme d'une petite sphère dont la paroi doit avoir la même épaisseur partout.

Les verriers vendent ordinairement ces tubes bouchés à raison de 5 centimes la pièce, ce qui nous a toujours paru cher.

Avant de se servir d'un tube bouché on doit s'assurer qu'il est bien propre à l'intérieur; il faut toujours le nettoyer avec du papier joseph ou du papier à filtrer enroulé après l'aiguille à tricoter, opération qu'il est surtout nécessaire de faire après qu'on a introduit la matière d'essai dans le tube, pour enlever les parcelles de substances qui adhèrent après les parois, et de manière que ces parois soient très-nettes. J'ajouterai même, que dans les recherches délicates, après avoir nettoyé le tube comme il vient d'être dit, je m'assure de l'aspect des

parois à l'aide de la loupe; il arrive, en effet, que certains verres, fabriqués avec un excès d'alcali, présentent à leur surface des aiguilles cristallines microscopiques que le frottement n'enlève pas, et que l'on pourrait prendre pour un produit de volatilisation donné par la matière d'essai.

Tubes ouverts. — Les tubes ouverts à leurs deux extrémités sont faits avec le même tube à gaz qui sert à faire les tubes bouchés, mais ils doivent être un peu plus longs que ces derniers (60 à 70 millimètres). Ils sont droits, ou, ce qui est mieux, légèrement coudés à environ 10 millimètres d'une de leurs extrémités (*a* et *b* fig. 13).

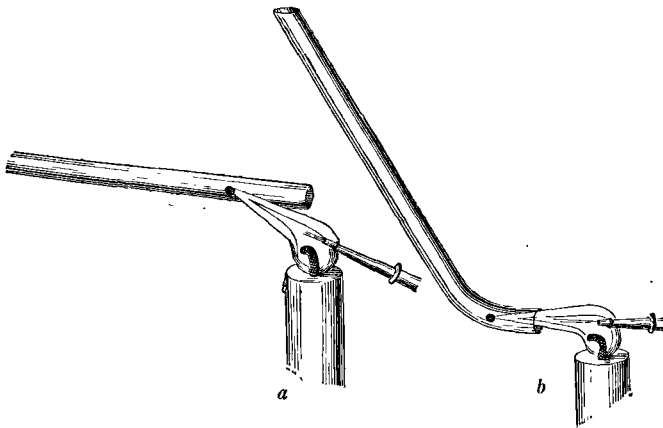


FIG. 13.

La substance à essayer est placée près de l'extrémité du tube, et l'on chauffe celui-ci en dirigeant le dard du chalumeau sur la partie du verre où se trouve la matière d'essai (*a*, fig. 13) en tenant le tube plus ou moins incliné, selon que l'on veut déterminer un courant d'air plus ou moins rapide; on peut également chauffer la matière en dirigeant directement le dard sur-elle, comme le montre en *b* la figure 13.

Le tube ouvert doit être bien nettoyé et surtout bien exa-

miné avant l'opération ; après l'essai, il doit être l'objet d'un examen attentif dans toute sa longueur en s'aidant de la loupe.

Les tubes ouverts sont employés pour faire le grillage des minéraux sulfurés, arséniés, etc., pour constater la volatilité de certaines substances, pour rechercher le fluor, l'arsenic, etc. Leur usage est devenu moins fréquent depuis que l'on a trouvé des réactions qui permettent de caractériser, d'une manière bien nette, les corps dont ils servaient à déceler la présence.

Instruments pour creuser le charbon. Couteau. — Les instruments dont on se sert pour creuser le charbon sont des fraises cylindriques ou coniques en acier, emmanchées après un petit manche en bois et qui ont les formes que représente la figure 14. Ils servent, comme leur dénomination l'indique,

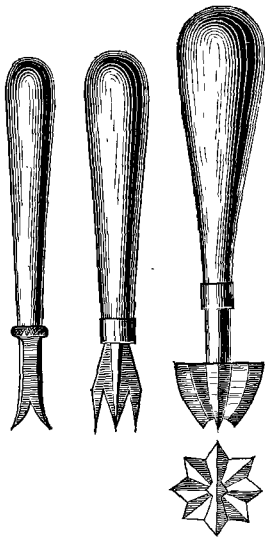


FIG. 14.

pour pratiquer dans le charbon de petits creux, peu profonds, ayant la forme d'une très-petite coupelle, et destinés à recevoir la matière d'essai et les réactifs. Pour faire usage de ces petits instruments on pose leur pointe sur le charbon, et l'on imprime un mouvement de va-et-vient circulaire en appuyant légèrement. Leur prix varie de 4 à 5 francs.

Ces instruments ne sont pas de toute nécessité, on peut les remplacer par un couteau ordinaire à lame pointue.

En posant la pointe du couteau sur le charbon et en produisant le mouvement circulaire de droite à gauche, on obtient des coupelles aussi bien faites qu'avec les instruments qui servent à cet usage, et auxquelles on peut

donner l'ouverture et la profondeur que l'on désire, en donnant plus ou moins d'obliquité à la lame du couteau.

Lampes à esprit-de-vin et à huile. — Tous les nécessaires de chalumeau que l'on a confectionnés jusqu'à présent contiennent une petite lampe à esprit-de-vin en verre, en cristal ou en cuivre, dont la forme est trop connue pour en dessiner la figure ici. L'usage de cette lampe est presque abandonné aujourd'hui; elle ne sert que dans les cas, très-rares, où l'on n'a pas d'autre combustible que l'alcool.

Berzelius avait confectionné une petite lampe à huile très-portative qui porte son nom, qui a été longtemps en usage, mais qui est peu employée aujourd'hui à cause de l'embarras qu'elle occasionne, quoiqu'elle soit d'un très-petit volume; et aussi à cause de l'emploi de l'huile qui n'est pas agréable à manier, et qui répand toujours en brûlant à l'air libre une odeur désagréable. L'huile est cependant le combustible qui donne en brûlant, avec le chalumeau, la température la plus élevée, et, sous le rapport de la commodité de son usage, la lampe de Berzelius ne laisse rien à désirer. Cette lampe est représentée dans la figure 15. Elle se compose d'un tube A, légèrement conique, en tôle vernie, de 12 centimètres de longueur. Son extrémité la plus grosse a 30 millimètres de diamètre et est munie d'une douille qui peut glisser sur la tige métallique du support B, destiné à maintenir la lampe à la hauteur convenable. L'extrémité étroite du tube n'a que 22 millimètres de diamètre; elle porte

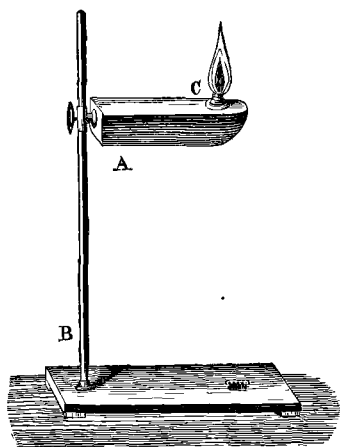


FIG. 15.

vers sa partie supérieure une ouverture cylindrique C d'environ 20 millimètres de diamètre. Cette ouverture, par laquelle on introduit l'huile dans la lampe, est garnie d'un anneau de laiton taraudé à vis intérieurement. La mèche s'introduit dans un petit bec oblong de fer-blanc fixé sur une plaque ronde de même métal entrant à plat dans l'ouverture dudit anneau, et comme celui-ci est plus large que l'ouverture de la lampe, la plaque du porte-mèche porte sur le rebord qui fait saillie en dedans de l'anneau, et peut tourner librement dans tous les sens.

Lorsqu'on ne se sert pas de la lampe, on recouvre le bec avec un couvercle qui se visse dans l'écrou de l'anneau, et l'on calfate le joint avec une peau que l'on a auparavant imprégnée de cire fondue. La jonction est alors si parfaite, que l'on peut retourner la lampe en tous sens, sans crainte que l'huile puisse s'en échapper.

On peut démonter cet appareil quand on veut et loger dans un étui les différentes pièces qui le composent, de manière qu'il n'occupe que très-peu de place. Souvent, pour rendre la tige du support moins embarrassante, on la partage en deux parties égales que l'on réunit au moyen d'une vis et d'un écrou.

La lampe de Berzelius coûte de 8 à 10 francs.

Porte-bougie et porte-charbon. — Le porte-bougie est un cylindre creux en laiton ou en fer-blanc disposé comme les *souches* d'église, c'est-à-dire qu'il contient dans son intérieur, un ressort à boudin qui maintient constamment la bougie, quelle que soit sa longueur, à la hauteur de l'ouverture, qui est munie d'un anneau creux percé dessus d'un trou par lequel passe la mèche de la bougie; cet anneau porte sur le côté une découpe irrégulière, qui s'emboîte sur le porte-bougie à la manière des baïonnettes de fusils. Enfin un bouchon creux de même métal recouvre la mèche de la bougie quand on n'en fait pas usage.

Le porte-bougie ne doit pas être trop élevé, sa hauteur ne doit pas dépasser celle des petites bougies dont l'usage est devenu général aujourd'hui, de manière que l'opérateur ne soit pas obligé de tenir suspendu le bras qui tient le chalumeau, bras qui doit être constamment appuyé sur la table pendant l'opération, ce qui donne de l'immobilité au chalumeau. Dans quelques nécessaires de chalumeau le porte-bougie a une longueur démesurée, et porte un pied massif destiné à le maintenir; c'est alors un instrument très-embarrassant.

Le porte-bougie présente des inconvénients graves dans son usage; la bougie placée dans cet instrument brûle moins facilement et ne donne plus la température qu'elle est susceptible de produire, la chaleur étant prise par le porte-bougie lui-même; d'autre part, la bougie fondant sous la double influence de la chaleur de la mèche et de celle qu'elle communique au laiton, il arrive que la matière grasse fondue coule entre la bougie et l'instrument, s'y solidifie en se refroidissant, et empêche ensuite le ressort d'agir; il faut alors chauffer tout l'instrument pour faire sortir la bougie qui y est scellée.

Je supprime le ressort à boudin du porte-bougie; lorsque je veux me servir de la bougie, je la retire de son étui et je la pose dans le couvercle renversé de l'instrument.

Le *porte-charbon* est un cylindre en laiton destiné à contenir un charbon lorsqu'on est en voyage. Cet instrument n'est pas de toute nécessité; les essais au chalumeau ne se faisant jamais en plein air, on est sûr de trouver partout un morceau de charbon à son service.

Le porte-bougie en laiton coûte de 4 à 5 francs, et le porte-charbon de 2 à 3 francs.

Coupelles de Le Baillif. — Les coupelles de Le Baillif sont des supports employés pour soumettre les corps à l'action des fondants vitreux. Ces petites coupelles sont faites avec un mélange plastique de parties égales de terre de pipe très-blanche et de kaolin; leur diamètre est de 8 à 10 millimètres; elles sont

excessivement minces. On les prépare au moule : pour cela on a une lame mince d'ivoire percée de trous circulaires de la grandeur des coupelles, et un petit pilon également en ivoire, mais que l'on peut remplacer par le pilon du mortier d'agate : la lame étant posée dans la main, on remplit les trous avec un peu d'argile et l'on pose le pilon sur chaque trou, ce qui fait prendre aux petites coupelles la forme intérieure qu'elles doivent avoir ; on les détache, on les fait sécher, puis on les expose à la chaleur blanche pendant quelques minutes. L'avantage que présente l'emploi de ces coupelles est d'étendre en couches d'une grande surface les matières vitreuses qui, sur d'autres supports, conservent la forme d'une perle, et par là de mettre les réactions pyrognostiques plus en évidence, cependant elles ont l'inconvénient d'affaiblir beaucoup les teintes que les oxydes métalliques communiquent aux fondants vitreux.

On trouve les coupelles de Le Bailif toutes faites chez les verriers et les marchands de produits chimiques ; elles coûtent 1 fr. 50 à 2 francs le cent.

Lames de mica. — Les lames de mica peuvent s'employer pour opérer le grillage des minéraux contenant du soufre, de l'arsenic, etc., lorsque l'on craint l'action réductrice du charbon sur les points avec lesquels il serait en contact ; mais leur usage est très-restreint.

M. Plattner a inventé, pour opérer le grillage des minéraux, un petit appareil qui porte le nom de *porte-charbon* ; ce petit appareil se compose d'un cadre métallique muni d'un manche, contenant dans son intérieur un anneau et une coquille en platine, cette dernière est destinée à recevoir la matière ; le cadre métallique porte sur ses côtés deux ouvertures par l'une desquelles on dirige le dard du chalumeau, l'air rentrant par l'autre. Cet instrument remplit bien son but, mais il a l'inconvénient d'être coûteux, on le vend de 10 à 12 francs.

Nonnes ou moines de M. Plattner. — Les nonnes ou moines

de M. Plattner sont des petits supports destinés à recevoir les matières qu'on soumet à l'action du chalumeau et de ses réactifs; ils se composent d'un petit pied en bois terminé par une tige métallique que l'on peut élever ou abaisser selon les besoins, et qui porte un triangle sur lequel on pose un petit cylindre contenant le charbon.

Les personnes qui sont habituées à soutenir elles-mêmes à la main les supports employés dans les essais, préfèrent toujours la vieille méthode, à l'usage de tous les instruments qui ne sont inventés que pour rendre la liberté aux mains dans les essais au chalumeau, mais qu'ils ne pourront jamais remplacer.

Les nonnes ou moines de M. Plattner se vendent de 12 à 15 francs.

Limes douces. — Il est bon d'avoir plusieurs limes douces pour différents objets qu'il n'est pas nécessaire d'énumérer ici. Parmi ces limes il faut en avoir une triangulaire, une plate, une ronde et une demi-ronde. Ces limes tiennent beaucoup de place à cause de leurs manches; je propose de n'avoir qu'un manche sur lequel s'emboîteraient toutes les limes, et qui porterait une vis de pression pour les maintenir.

Papier émeri. — Il est indispensable d'avoir du papier émeri pour entretenir les appareils métalliques dans un grand état de propreté, on en a de deux grosseurs, du n° 1 et n° 00. Le premier sert à nettoyer les gros ustensiles ou à enlever les taches de rouille un peu fortes; le double zéro sert à maintenir le poli des instruments, poli qui a la propriété d'empêcher l'oxydation de mordre le métal.

Le papier émeri sert aussi à nettoyer les fils de platine qui ont servi.

Charbon. — Voir plus loin l'article où il est parlé de ce support.

DU COMBUSTIBLE

Toute flamme est bonne pour les essais au chalumeau, pourvu qu'elle ne soit pas trop petite.

Les combustibles qu'on emploie pour les essais pyrognostiques sont : la chandelle, la bougie de cire ou mieux la bougie stéarique, l'alcool, les mélanges d'alcool et d'essence de térébenthine, ou d'éther et d'essence de térébenthine, l'huile et le gaz.

Chandelle. — La chandelle donne une bonne flamme, mais elle a l'inconvénient de fondre rapidement et de couler beaucoup, parce que l'on est obligé de courber la mèche dans la direction que l'on veut donner au dard, de plus elle répand souvent une odeur désagréable.

Bougie de cire. — La bougie de cire a ordinairement la mèche trop petite pour que l'on puisse en tirer un dard suffisamment chaud; pour obvier à cet inconvénient, Gahn s'est servi pendant un certain temps de trois petites bougies réunies et brûlant à la fois; il faudrait pour cet usage en faire faire exprès, ayant de grosses mèches de coton.

Bougie stéarique. — La bougie confectionnée avec de l'acide stéarique, que l'on vend aujourd'hui pour l'éclairage ordinaire, remplace avec avantage la chandelle et la bougie de cire; c'est le combustible que l'on emploie de préférence dans les essais au chalumeau; elle donne une flamme dont la température est aussi élevée que celle qui est donnée par la chandelle, et elle

ne répand jamais d'odeur en brûlant. Son prix de revient est inférieure au prix de la bougie de cire. Pour faire usage de la bougie stéarique, il faut courber la mèche dans le sens qu'elle s'incline naturellement et diriger le bout du chalumeau dans le même sens.

Alcool. — L'alcool est un combustible agréable. Il a l'avantage de ne pas produire de fumée, mais il a le grave inconvénient de ne pas produire assez de chaleur, on ne s'en sert guère que pour chauffer les tubes sans insufflation, et dans les cas où l'on n'a pas d'autre combustible à son service. L'alcool mélangé d'essence de térébenthine donne une température très-élevée; il en est de même du mélange d'essence de térébenthine et d'éther, mais ces mélanges ne sont pas souvent employés pour les essais au chalumeau.

Huile. — L'huile est le combustible qui développe le plus de chaleur dans les essais pyrognostiques; malheureusement, c'est le moins agréable de tous sous le rapport de l'emploi. L'huile a en effet le désagrément de donner beaucoup d'odeur en brûlant, de tacher facilement, enfin c'est un liquide qui a besoin, comme tous les liquides, d'un contenant qui est toujours assez embarrassant, surtout en voyage. C'est Gahn qui a le premier substitué l'huile aux chandelles et aux bougies dont on se servait de son temps; il employait de préférence l'huile d'olive, qui est celle qui dégage en brûlant le plus de chaleur et le moins de fumée; mais comme cette huile est d'un prix élevé, on peut la remplacer par les huiles épurées de navette, de colza ou autres que l'on emploie pour l'éclairage.

Pour brûler l'huile, on emploie des *mèches* qui sont faites avec des brins de coton comme pour les chandelles; il est essentiel qu'elles ne soient pas *éventées*, ce qui arrive lorsqu'elles sont préparées depuis longtemps, parce qu'alors elles brûlent mal, n'aspirent l'huile que très-lentement et forment

un charbon volumineux qui absorbe toute la chaleur; les mèches s'altèrent aussi dans les lampes, même lorsqu'elles sont imbibées d'huile; il faut donc les changer souvent.

L'huile est très-peu employée aujourd'hui dans les essais au chalumeau, la bougie stéarique l'a complètement remplacée.

Gaz de l'éclairage. — Depuis une quinzaine d'années on emploie le gaz d'éclairage dans les laboratoires comme moyen de chauffage; des appareils spéciaux, tels que fourneaux et lampes, ont été imaginés pour brûler complètement le gaz de manière à obtenir toute la chaleur que ce combustible peut produire en brûlant, et cela sans qu'il y ait dépôt de noir de fumée, ce que l'on obtient facilement en faisant arriver dans l'appareil à combustion une quantité d'air suffisante pour brûler tout le carbone du gaz. Parmi ces appareils, la lampe qui a été imaginée par M. Bunsen est devenue d'un usage général. Cette lampe, qui porte le nom de *bec de Bunsen*, a reçu depuis son invention, de la part des constructeurs, des modifications nombreuses. Je signalerai comme étant des plus heureuses celles que M. Wiesnegg, habile constructeur de Paris, y a apportées. Avec une pareille lampe, on obtient une température suffisamment élevée pour fondre, dans le creuset de platine, le carbonate de soude pour les attaques des silicates.

Les lampes alimentées par le gaz et l'air sont d'une grande utilité dans les essais au chalumeau exécutés dans le laboratoire, principalement pour étudier les colorations que les corps communiquent à la flamme, et pour chauffer les tubes bouchés et les tubes ouverts, mais on éprouve une certaine difficulté à les employer pour obtenir le dard que le chalumeau produit avec la flamme d'une bougie; en effet, le gaz d'éclairage arrive dans les lampes avec une pression moyenne de 4 à 5 centimètres d'eau, pression que l'opérateur est obligé de vaincre en soufflant très-fort dans le chalumeau; ce qui est extrêmement

fatigant, et, malgré cela, on n'obtient dans ces conditions qu'un très-petit dard; de plus, le gaz arrivant complètement brûlé, il est difficile d'opérer avec les réductions des oxydes qui colorent les fondants vitreux.

Pour obvier à cet inconvénient, on a inventé divers systèmes de lampes dans lesquelles le gaz arrive très-lentement, sans être mélangé d'air, et où il brûle avec tout son pouvoir éclairant à la manière d'une bougie; quelques-unes de ces lampes sont de véritables petits chalumeaux à gaz; mais l'usage de ces divers instruments est limité aux laboratoires qui possèdent le gaz.

DE LA FLAMME

Lorsqu'on souffle au chalumeau, ce ne sont pas les organes de la respiration qui agissent; ils ne pourraient pas soutenir un travail aussi continu, et tout effort de leur part deviendrait à la longue préjudiciable. Ce sont les joues qui font ici l'office de soufflet; la bouche se remplit d'air, et par la contraction des muscles des joues, cet air passe dans le chalumeau. J'ai déjà signalé en parlant du chalumeau, page 11, les difficultés que les commençants éprouvent à souffler d'une manière continue dans cet instrument, et j'ai donné la méthode à suivre pour arriver à un pareil résultat; je rappellerai que la chose à laquelle on doit s'attacher avant tout est de tenir la bouche pleine d'air pendant une assez longue alternative d'aspiration et d'expiration, et que pour remplir le vide qui se forme par l'insufflation il suffit de faire, au moment de l'expiration, un petit mouvement de l'arrière-gorge qui fait entrer assez d'air dans la bouche pour rétablir la tension des joues. Par ce moyen, l'air contenu dans la bouche se trouve toujours soumis au même degré de compression et sort d'une manière uniforme par la petite ouverture du chalumeau.

Lorsqu'on sait entretenir le courant d'air d'une manière continue, il reste encore une étude à faire : c'est celle qui a pour objet de produire un *bon feu* en soufflant sur la flamme d'un combustible quelconque; ceci exige la connaissance de la flamme et de ses diverses parties; je vais donc en parler longuement dans ce qui va suivre.

De la flamme : sa température; lumière. — La masse de flamme qui s'élève d'un combustible quelconque doit, en général, être considérée comme un mélange explosif d'air et de

vapeurs combustibles en excès qui, une fois enflammé, continue à brûler tranquillement, sans produire de détonation. La température des flammes est assez élevée, elle suffit pour dissocier un grand nombre de corps composés qui résistent à la plus haute chaleur des fourneaux, pourvu cependant que ces corps puissent prendre l'état de vapeur; on ne peut admettre d'autres causes que cette décomposition par la chaleur, pour expliquer les colorations de la flamme sous l'influence des corps simples mis en liberté, et qui étant portés à une haute température deviennent lumineux d'une certaine façon, ce qui constitue la couleur de leur flamme.

Les corps qui, en brûlant, produisent le plus de chaleur ne sont pas ceux qui développent le plus de lumière. Pour qu'un gaz, qui brûle à la pression ordinaire, soit très-lumineux, il faut qu'il tienne un corps solide en suspension : c'est ce corps solide qui, se trouvant à un état de haute incandescence, répand la lumière. Le gaz hydrogène pur produit en brûlant la plus haute température, cependant il n'est presque pas lumineux, parce qu'il ne se fait pendant sa combustion que de la vapeur d'eau. Le zinc et le phosphore, lorsqu'ils brûlent, répandent une lumière éclatante, parce que les produits de leur combustion sont des corps solides. D'après ce qui vient d'être dit, il paraît évident que si le gaz hydrogène bicarboné, par exemple, brûle avec une vive lumière, quoique les produits de sa combustion complète soient gazeux, cela provient de ce que la température qui se développe dans la combustion est assez forte pour décomposer une grande partie de ce gaz, et que de cette décomposition, il résulte un dépôt de charbon solide qui reste pendant un certain temps à l'état d'incandescence avant de brûler lui-même. Cette manière d'expliquer ce phénomène n'est cependant pas celle qu'on admet généralement : il est reconnu que dans la combustion des substances hydrocarbonées, l'hydrogène est le corps qui brûle le premier, le carbone ne brûlant qu'ensuite, et cela si la quantité d'oxygène est suffisante pour transformer complètement tout le carbone en acide

carbonique, faute de quoi le carbone reste sous forme de charbon noir ou se dépose à l'état de noir de fumée. Dans la combustion du gaz hydrogène bicarboné, il arrive donc que, dans les premiers moments de la combustion, l'oxygène ne brûle que l'hydrogène et une partie seulement du carbone, l'autre partie restant en suspension dans la flamme à l'état solide et incandescent jusqu'à ce que, arrivant dans une atmosphère suffisamment oxygénée, elle brûle complètement à son tour. Cette dernière manière d'envisager le phénomène de la combustion des corps hydrocarbonés est la plus exacte et se trouve confirmée par ce fait, que si l'on mélange, par exemple, l'hydrogène bicarboné d'une quantité suffisante d'air, la combustion de ce gaz est immédiatement complète, et elle se fait avec une flamme à peine visible. Cependant la température, dans ce cas, est plus élevée que dans la combustion ordinaire à l'air libre.

Nature de la flamme. — D'après ce qui précède, on peut se faire une idée de la nature compliquée de la flamme d'une bougie ou d'une lampe brûlant tranquillement dans l'air. Cette sorte de flamme a la forme d'un cône aigu, terminé à la partie inférieure par une hémisphère. Elle présente quatre parties distinctes comme le montre la figure 16 : 1° *la base A*, qui est d'un bleu sombre : c'est de la vapeur qui brûle à peine, parce qu'elle n'a pas encore acquis une température suffisamment élevée; 2° *un cône intérieur obscur B*, c'est de la vapeur combustible très-chaude, mais qui ne brûle pas faute d'oxygène. On peut démontrer que la combustion est impossible dans ce cône intérieur en y plaçant rapidement des corps très-combustibles qui y restent intacts; 3° *un cône lumineux C*, c'est une enveloppe conique très-éclatante, c'est la partie éclairante de la flamme : dans cette partie, la combustion n'est que partielle, et c'est le charbon, corps solide, qui donne l'éclat à la flamme. Dans les essais au chalumeau, le cône lumineux prend les noms de *flamme réductrice, feu de réduction*; 4° *un cône*

extérieur obscur D, cette quatrième partie forme une enveloppe conique très-peu lumineuse qui circonscrit toute la flamme; elle est extrêmement mince dans toute son étendue, excepté au sommet où elle a sa plus grande épaisseur. La combustion est complète dans cette partie, et c'est à son contact avec le cône lumineux que la température de la flamme est la plus élevée. Dans les essais pyrognostiques, le cône extérieur prend les noms de *flamme oxydante*, *feu d'oxydation*.



FIG. 16.

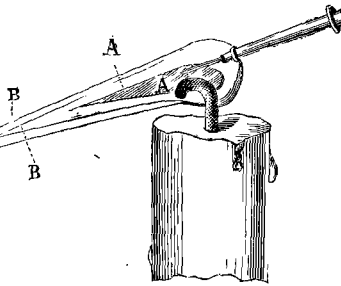


FIG. 17.

Nature du dard. — Lorsqu'on projette sur la flamme d'une lampe ou d'une bougie un courant d'air sortant d'un chalumeau dont l'orifice est très-étroit, il apparaît une langue de feu pointue, très-allongée, qui s'étend selon la direction du bec de l'instrument; c'est ce que l'on nomme le *dard*, figure 17.

Pour que le dard soit net, invariable et aussi fort que possible, il faut que l'extrémité du bec du chalumeau touche à la flamme, n'y pénètre que très-peu, environ 1 millimètre, et que le vent ne frappe jamais la mèche; pour cela on courbe celle-ci dans le sens qu'elle s'incline naturellement, et l'on di-

rige le chalumeau de manière que son extrémité soit tangent à la mèche, et à environ 3 ou 4 millimètres au-dessus. Si l'on tient le bout du chalumeau en dehors de la flamme, on obtient un dard très-long, qui paraît intermittent et qu'on appelle le *flamber*. Les perles vitreuses, chauffées dans cette flamme, présentent quelquefois la propriété de devenir opaques lorsqu'elles refroidissent. Enfin si l'on entre le bout du chalumeau jusqu'au centre de la flamme, on produit, en soufflant, un petit dard bleuâtre à peine éclairant, et qui est par cela même très-propre à observer les colorations que les corps peuvent communiquer à la flamme; le moindre changement de teinte est facile à apprécier dans ce cas; de plus, ce dard est très-oxydant.

Le dard que produit le souffle du chalumeau a à peu près le même aspect que la flamme d'une bougie brûlant librement, mais sa constitution n'est pas tout-à-fait la même. La partie intérieure A, figure 17, que l'on nomme la *flamme bleue*, a la forme d'un petit cylindre; c'est de la vapeur combustible mélangée d'air, mais qui ne brûle pas, parce qu'elle n'est pas encore assez chaude; aussi cette partie du dard ne peut produire aucun phénomène, c'est donc par erreur qu'on la considère quelquefois comme étant la flamme réductrice. Ce petit cylindre est enveloppé, surtout vers la partie antérieure, d'une flamme étroite B, très-brillante, qui résulte d'une combustion incomplète de la vapeur combustible, c'est cette partie lumineuse du dard qui est la vraie partie *désoxydante*, c'est elle qu'on nomme le feu de réduction, la flamme réductrice; sa température est déjà très-élevée. Enfin l'extrémité du dard est formée d'une partie non lumineuse C, partie qui enveloppe du reste tout le jet, mais sous forme de couche extrêmement mince, à peine visible; l'extrémité seule a un certain volume. C'est cet endroit du dard qui prend le nom de feu d'oxydation et de flamme oxydante; là en effet, la combustion est complète et la température plus élevée.

Lorsque le dard qu'on obtient est irrégulier, cela provient

de ce que le trou du bec du chalumeau n'est pas parfaitement rond, ou qu'il est en partie bouché par du noir de fumée, il faut, dans ces cas, arrondir l'ouverture de l'ajutage ou le déboucher avec la pointe d'une aiguille; on peut nettoyer le bout de platine en le portant lui-même au rouge dans la flamme oxydante du chalumeau, en quelques instants tout le noir de fumée qui le salissait se trouve brûlé. Lorsque le dard offre une apparence de cavité à son centre, c'est que le trou du bec est trop large (ce trou ne doit avoir qu'un demi-millimètre de diamètre tout au plus). Un dard trop grand n'obéit que difficilement au courant d'air qui le produit et fatigue l'opérateur; un dard trop petit ne produit qu'un faible effet calorifique. En moyenne, la longueur du dard doit être de 50 à 60 millimètres.

Pour produire la plus forte température possible, on doit souffler avec un certain degré de force : si l'on donne trop d'air, la portion qui ne se consume pas refroidit la flamme; si le souffle est trop faible, la combustion n'est pas assez vive, et la chaleur n'atteint pas son maximum.

Feu d'oxydation. — La partie oxydante de la flamme se trouve, comme il a déjà été dit plus haut (C, fig. 17), à l'extrémité du dard, où toutes les parties combustibles sont saturées d'oxygène. Pour produire l'oxydation d'un corps, en général il ne faut pas employer une température trop élevée, surtout lorsqu'on opère sur le charbon. Le rouge naissant est la température la meilleure pour produire l'oxydation. Anciennement on employait pour ce genre d'essai, des becs de chalumeau ayant une ouverture plus large que dans les autres cas, maintenant il est rare qu'on change le bout du chalumeau, on se contente d'enfoncer le bec de l'instrument un peu plus avant dans la flamme, ce qui donne un dard très-oxydant.

Feu de réduction. — Le feu de réduction est situé, comme

il a été dit, dans la partie brillante de la flamme (B, figure 17), et non dans la partie bleue qui n'a aucune propriété. Il ne faut pas oublier que le point le plus important dans les essais au chalumeau est la faculté de produire à volonté l'oxydation ou la réduction. L'oxydation est très-facile à effectuer; mais il n'en est pas de même pour opérer la réduction, opération qui exige beaucoup de pratique et que l'on ne produit qu'avec difficulté; les personnes qui ne sont pas encore bien familiarisées avec le chalumeau devront s'exercer à produire à volonté la flamme réductrice en oxydant sur le charbon, ou mieux sur une petite coupelle de Le Bailly, un petit morceau d'étain gros comme la tête d'une épingle ordinaire, et lorsque le métal sera entièrement transformé en une poudre blanche, qui est de l'acide stannique, elles devront ramener cet acide stannique à l'état métallique, en le chauffant dans la flamme réductrice. On peut encore s'exercer à employer le feu réducteur au moyen d'une perle de borax contenant de l'oxyde de cuivre; cet oxyde communique à la matière vitreuse des teintes différentes, selon le feu auquel on soumet la perle. Ainsi, au feu d'oxydation l'oxyde de cuivre donne, avec le borax, une perle transparente qui est verte tant qu'elle est chaude, et qui passe au bleu clair en refroidissant; tandis qu'au feu de réduction il donne une perle qui est verdâtre et transparente tant qu'elle est chaude, mais qui devient opaque et rouge sombre en refroidissant. Cette dernière réaction est assez difficile à produire, surtout lorsque le borax n'est pas assez saturé d'oxyde de cuivre, et dans tous les cas où l'on a à faire une réduction, la même difficulté se présente si l'on opère avec une trop petite quantité de matière; en effet, il arrive ceci: c'est que la réduction peut être complète dans la flamme propre à la produire; mais lorsqu'on cesse de chauffer, la perle vitreuse reste pendant un certain temps portée à une température suffisante pour que l'oxygène de l'air soit absorbé par la substance.

On parvient à produire la réduction complète des oxydes

métalliques ou à les ramener au minimum d'oxydation, et cela quelles que soient les quantités de matières sur lesquelles on opère, en introduisant dans la perle vitreuse de l'étain métallique ou du sulfate de protoxyde de fer desséché, mais ce dernier réactif est peu employé, à cause de la coloration que le fer peut communiquer lui-même aux fondants vitreux. Ces réactifs s'oxygènent au dépens des oxydes métalliques et ramènent ceux-ci au minimum d'oxydation ou à l'état métallique.

Enfin je terminerai ce qui est relatif aux feux d'oxydation et de réduction, en faisant quelques recommandations très-importantes : 1° il est essentiel que l'opérateur, qui souffle sur une flamme avec le chalumeau, maintienne ce dernier de manière qu'il soit bien immobile, sans cela le dard de la flamme change à chaque instant de forme et de longueur, ce qui déplace la position des feux, et lorsqu'on croit chauffer dans une flamme réductrice, c'est dans le feu d'oxydation que se trouve la matière, et inversement ; 2° pour obtenir une bonne flamme oxydante, il faut enfoncer le bout du chalumeau à peu près au tiers de l'épaisseur de la flamme, et souffler assez rapidement ; 3° pour obtenir une bonne flamme réductrice, l'extrémité du chalumeau doit à peine entrer dans la flamme, et l'on doit souffler doucement, de manière à obtenir le plus possible un dard qui soit éclairant ; 4° couper souvent la mèche de la bougie ; quand la mèche est trop longue, le dard n'a jamais de netteté.

DU SUPPORT.

La substance que l'on soumet à l'action du chalumeau doit être placée sur un support ou être fixée d'une manière quelconque. Les supports employés dans les essais pyrognostiques ont déjà été décrits précédemment, en parlant des instruments; ce sont : la pince à bouts de platine, les fils, les feuilles et les cuillers de platine, les coupelles de Le Baillif, les tubes de verre, et le charbon. Ce dernier support est de tous le plus important; je vais donc décrire ici tout ce qui se rattache à son usage.

Le charbon est un excellent support, parce qu'il est absolument infusible, et qu'il ne se combine presque avec aucune substance; cependant il agit comme réducteur, mais comme il n'est en contact que sur un petit nombre de points avec la matière d'essai, il n'agit que très-faiblement sur celle-ci : on oxyde sur le charbon avec la flamme extérieure, tout aussi facilement que sur un autre support, mais nécessairement les réductions s'y opèrent d'une manière plus nette.

Le charbon doit être choisi bien cuit et sans gerçures. En général, les charbons obtenus avec des bois à tissu peu serré doivent être préférés. Le charbon de pin est le meilleur. Sont également très-bons les charbons de saule, d'aulne et de buis. Le charbon de sapin est sujet à petiller et rejette quelquefois la matière d'essai. Les charbons qui laissent trop de cendres après leur combustion, et surtout ceux qui donnent des cendres trop ferrugineuses ou manganésifères, doivent être rejetés; ordinairement les bois durs sont dans ce cas, et c'est pourquoi les charbons de hêtre et de chêne doivent être proscrits, à moins cependant qu'on n'en ait pas d'autre.

On avait pensé que le charbon métallique qui se forme dans les cornues à gaz serait un très-bon support, mais la pratique

a prouvé le contraire. Le charbon de cornue est en effet trop compact, les fondants ne peuvent s'introduire dans sa masse ; il est à peine combustible, et comme il est très-bon conducteur du calorique, il prend toute la chaleur destinée à élever la température de la matière d'essai, enfin il est tellement dur qu'il est presque impossible d'y creuser les petites fosses propres à recevoir la substance. Ce qui vient d'être dit au sujet du charbon de cornue, s'applique également à certains charbons de bois très-denses, qui ont été soumis à une haute température.

Lorsqu'on veut faire usage du charbon comme support, on commence par y creuser une petite cavité qui doit servir à placer la matière à essayer ; on pratique cette cavité avec les instruments qui ont été décrits page 30, ou avec un couteau, comme il a été dit également. Berzelius, dans son ouvrage de l'emploi du chalumeau, recommande de creuser ces petites fosses dans la tranche du charbon perpendiculaire aux fibres du bois, parce que les flux s'étalent trop facilement sur les surfaces parallèles aux fibres ; cependant on peut aussi opérer sur ces surfaces.

Il est important que la cavité que l'on pratique sur le charbon soit peu profonde, autrement il est difficile d'élever la température des substances qui y sont placées, même en dirigeant directement sur elles le dard du chalumeau. Ordinairement la profondeur de la cavité ne doit pas dépasser 3 à 4 millimètres ; quant à leur diamètre, il peut varier beaucoup, mais généralement il est de 5 à 10 millimètres.

Il est essentiel de bien examiner l'aspect du charbon avant les opérations, et surtout après chaque essai ; pour cela il est même urgent de s'aider de la loupe, attendu que cet instrument permet d'apercevoir les petits globules métalliques qui souvent, en raison de leur finesse, s'introduisent entre les fibres du charbon et deviennent invisibles à l'œil nu. La loupe permet aussi de rétablir quelquefois la véritable couleur des matières fondues sur le charbon, et qui, par des effets de lu-

mière qui se produisent sur leur surface qui a peu d'étendue, présentent des teintes toutes différentes de leur couleur propre.

Dans l'examen de l'état du charbon après les essais, une des choses les plus importantes est de vérifier avec soin si ce charbon ne s'est pas recouvert, autour de la matière d'essai ou dans les environs de la cavité, et principalement dans la direction du dard, d'un dépôt blanc ou coloré auquel on donne indistinctement, les noms d'*enduit* ou d'*auréole*. Ce dépôt est généralement produit par des oxydes de métaux volatils, dont les vapeurs, en s'échappant, brûlent en traversant la flamme oxydante. L'aspect d'un *enduit* permet souvent de caractériser un métal.

On prend souvent pour une *auréole*, la cendre que le charbon laisse par la combustion et qui entoure la cavité où se fait l'essai, l'opérateur doit donc s'assurer avec soin de la nature de l'*enduit*, en dirigeant dessus, le dard du chalumeau, de manière à le soumettre alternativement au feu de réduction et au feu d'oxydation. Dans ces cas, les *enduits* métalliques disparaissent en se réduisant, ou changent de place; l'*auréole* produite par la cendre du charbon ne varie pas d'aspect sous l'action du feu. Enfin il est facile de s'assurer si le charbon donne une *auréole* de cendre, en le chauffant seul dans une partie quelconque, avec le chalumeau. La propriété de donner des *enduits* sur le charbon, n'appartient pas seulement à quelques métaux; il faut se rappeler que tous les sels volatils peuvent, en se volatilissant lorsqu'on les chauffe, venir se déposer sous forme d'*enduit* sur les parties froides du charbon.

On peut fabriquer soi-même d'excellents charbons pour le chalumeau, au moyen de poudre de charbon de bois tamisée, qu'on mélange avec une certaine quantité d'empois d'amidon, de manière à obtenir une pâte très-ferme que l'on moule sous forme de petites briquettes de 10 à 15 centimètres de longueur, sur 4 à 5 centimètres de largeur et autant d'épaisseur; on les laisse sécher, puis on les calcine dans un creuset couvert, pour carboniser l'amidon.

DES RÉACTIFS

Les réactifs employés dans les essais pyrognostiques sont peu nombreux; ils s'élèvent en tout à une vingtaine, et encore il y en a quelques-uns dont on ne fait plus usage. Selon Berzelius, Cronstedt n'employait ordinairement que trois réactifs : le carbonate de soude, le borate de soude et le phosphate double de soude et d'ammoniaque. Ces réactifs sont encore ceux dont on se sert le plus aujourd'hui; et dans le très-grand nombre de substances que l'on a essayées depuis Cronstedt, il ne s'en est pas trouvé une qui pût remplacer un de ces trois sels; fait digne de remarque, comme le dit Berzelius, que dès l'enfance de l'art on ait réussi à découvrir les meilleurs réactifs.

Dans la liste suivante, je donne le nom des réactifs employés dans les essais au chalumeau, en les divisant en six classes qui sont : les *fondants vitreux*, les *fondants réducteurs*, les *réactifs oxydants*, les *réactifs réducteurs*, les *réactifs neutres* et les *acides*.

Fondants vitreux	{	Borax. Sel de phosphore. Acide borique.
Fondants réducteurs	{	Carbonate de soude. Cyanure de potassium.
Réactifs oxydants	{	Azotate de potasse. Bisulfate de potasse.
Réactifs réducteurs	{	Étain. Protosulfate de fer.
Réactifs neutres	{	Azotate de cobalt. Oxyde de cuivre. Spath fluor. Plomb pauvre ou litharge. Cendre d'os.

DES FONDANTS VITREUX.

Réactifs neutres (<i>suite</i>)..	}	Fil de fer.
		Oxyde de nickel
		Silice chimique.
		Gypse.
		Papiers à réactifs.
		La flamme.
Acides	}	Sulfurique.
		Azotique.
		Chlorhydrique.

DES FONDANTS VITREUX

Les fondants vitreux servent à caractériser les oxydes métalliques, d'après les colorations que présentent les *perles* ou *verres*, obtenus par la fusion du fondant avec la matière d'essai. On emploie les fondants vitreux sur le fil de platine, sur les coupelles de Le Baillif et sur le charbon.

Le fil de platine est le meilleur support de ces fondants; ceux-ci une fois fondus, forment à l'extrémité du fil, recourbée en œillet, une perle vitreuse dont la teinte est facile à examiner, soit par transmission, soit par réflexion. Sur les coupelles de Le Baillif, le fondant s'étale et présente à l'œil une plus grande surface colorée, mais alors la teinte du verre se trouve affaiblie, et quelquefois modifiée par la couleur un peu jaunâtre de la coupelle. Sur le charbon, les fondants vitreux conservent la forme de perles; ils ne s'y aplatissent jamais, mais il est souvent difficile d'apprécier leur couleur, à cause de l'absorption des rayons lumineux par le charbon; il arrive aussi que le globe vitreux, qui prend un mouvement rotatoire sous l'influence du dard du chalumeau, se recouvre de poussière fine de charbon qu'il entraîne et qui le noircit; enfin l'influence réductrice du charbon est encore une cause qui doit le faire rejeter comme support des fondants vitreux, lorsqu'on a un fil de platine ou des coupelles de Le Baillif à son service.

Les fondants vitreux sont quelquefois employés avec succès

pour séparer, des alliages métalliques obtenus sur le charbon, certains métaux qui se dissolvent parfaitement dans ces fondants, lorsqu'on les chauffe au feu d'oxydation. Enfin, les fondants vitreux empêchent les matières fondues sur le charbon, de s'introduire dans ce support.

Borax. — Le *borax* est un sel qui résulte de la combinaison de la soude avec l'acide borique; on le trouve ordinairement cristallisé en prismes hexaèdres contenant 47 pour cent d'eau et ayant pour formule $\text{NaO}, 2 \text{BoO}^3, 10 \text{HO}$. Quelquefois il est cristallisé en octaèdres et ne renferme alors que 30 pour cent d'eau, sa formule étant alors $\text{NaO}, 2 \text{BoO}^3, 5 \text{HO}$.

Le borax est donc un biborate de soude; cependant c'est un sel à réaction alcaline, ce qui fait qu'on le considère comme un fondant vitreux alcalin. Sous l'influence de la chaleur, le borax commence par perdre son eau de cristallisation en se boursoufflant beaucoup, ce qui fait qu'une fois desséché il est d'une grande légèreté; si l'on continue de le chauffer, il entre en fusion en donnant un liquide visqueux, qui en refroidissant, conserve longtemps l'état pâteux et se transforme en une masse vitreuse incolore et transparente, ressemblant tout à fait à du verre ordinaire.

Le borax fondu conserve sa transparence dans l'air sec; mais il la perd sous l'influence de l'humidité qui ternit sa surface.

Le borate de soude est un des fondants les plus puissants que l'on connaisse; il a pour propriété de dissoudre les oxydes métalliques sous l'influence de la chaleur, en se changeant en borate double qui présente alors des colorations qui sont dues aux oxydes employés. Si la quantité d'oxyde dissout est considérable, la matière vitreuse qu'on obtient après la fusion est opaque; elle reste transparente, au contraire, quand l'oxyde n'y entre que pour une très-faible partie.

On doit faire usage, pour les essais au chalumeau, de borax bien purifié; on s'assure de la pureté de ce réactif en en fai-

sant une perle, qui doit être incolore et transparente, aussi bien quand elle est chaude que lorsqu'elle est froide, après avoir été chauffée au feu d'oxydation et au feu de réduction; on l'emploie ordinairement tel qu'on le trouve dans le commerce, ou après l'avoir préalablement fondu ou fortement desséché; le borax cristallisé présente l'inconvénient de se boursouffler beaucoup. Celui qui a été fondu adhère difficilement après le fil de platine lorsqu'on veut le recueillir. Je préfère celui qui après avoir été fortement desséché, a subi par la calcination, une légère fritte, le borax simplement desséché donnant une poudre blanche d'une trop grande légèreté. Ce réactif doit être divisé en petits fragments, ou pulvérisé en poudre grossière.

Quand on veut recueillir du borax pour faire un essai, on mouille avec de la salive l'extrémité du fil de platine contournée en œillet, ou encore on porte cette extrémité au rouge, et dans les deux cas, on plonge le fil de platine dans le flacon contenant le réactif; une certaine quantité de celui-ci adhère alors après le fil métallique et peut être ensuite fondue sous forme de perle. Cette perle une fois obtenue, on y fait adhérer la matière d'essai soit en mouillant la perle froide, soit en la chauffant au rouge et en la posant rapidement sur la substance.

Certains corps ont la propriété de former, avec le borax, des perles vitreuses limpides, qui conservent leur transparence après le refroidissement, mais qui deviennent opaques, tournent au blanc de lait, dit d'*émail*, ou se colorent, lorsqu'on les chauffe au *flamber*. Tels sont les terres alcalino-terreuses, l'yttria, le zircon, la glucine, les oxydes de cérium, de tantale, de titane, etc. Mais pour que ce phénomène se produise avec une certaine netteté, il faut que le verre soit presque saturé de la substance. Cette réaction ne se produit point avec la silice, l'alumine, les oxydes du fer, du manganèse, etc.; la présence de la silice suffit pour empêcher le phénomène de se produire avec les terres ou les oxydes, donnant des perles qui

deviennent opaques sous l'influence du flamber; en sorte que ce phénomène n'a pas lieu avec leurs silicates.

J'ai dit plus haut, en parlant des fondants vitreux, qu'ils sont quelquefois employés dans les réductions pour séparer quelques métaux les uns des autres; pour cela Wollaston a recommandé l'usage d'un flux composé de 2 parties de carbonate de soude et 1 partie de borax.

Le tableau suivant donne les colorations que les oxydes métalliques communiquent aux perles de borax, tant au feu d'oxydation qu'au feu de réduction; lorsque ces perles sont chaudes et lorsqu'elles sont froides.

Colorations des perles de borax par les oxydes métalliques.

	AU FEU D'OXYDATION		AU FEU DE RÉDUCTION	
	A CHAUD.	A FROID.	A CHAUD.	A FROID.
COËSIUM.....	Incolore.	Incolore.	Incolore.	Incolore.
RUBIDIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
POTASSIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
SODIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
LITHIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
THALLIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
AMMONIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
BARYUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
STRONTIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
CALCIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
MAGNÉSIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
ALUMINIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
GLUCINIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
ZIRCONIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
THORIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
YTRIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
TERBIUM et ERBIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
LANTHANE.....	Id.	Id.	Id.	Id.
DYDIME.....	Bleu-violacé.	Rose-violacé.	Bleu-violacé.	Rose-violacé.
CÉRIUM.....	Rouge-brun.	Jaune-clair.	Incolore.	Incolore.
MANGANÈSE.....	Violet-foncé ou violet-rouge.	Violet-foncé ou violet-rouge.	Rose ou incolore.	Rose ou incolore.
FER.....	Jaune-rouille ou rouge-brun.	Jaune-clair ou incolore.	Vert-sale.	Vert-bouteille ou vert-noir.
CHROME.....	Jaune-verdâtre.	Vert-jaunâtre.	Id.	Vert-émeraude.
NICKEL.....	Rouge-acajou ou jaune-brun.	Jaune brun-clair ou incolore.	Jaune-gris.	Grise.
COBALT.....	Bleu-intense.	Bleu de cobalt.	Bleu-intense.	Bleu de cobalt.
URANE.....	Jaune-orangé.	Jaune d'or.	Vert-sale.	Verte.
TANTALE.....	Incolore.	Incolore.	Incolore.	Incolore.

	AU FEU D'OXYDATION		AU FEU DE RÉDUCTION	
	A CHAUD.	A FROID.	A CHAUD.	A FROID.
NIOBIUM.....	Id.	Id.	Violacée ou bleu-clair.	Violacée ou bleu-clair.
TITANE.....	Jaunâtre.	Id.	Brun-clair.	Brun violacé.
VANADIUM.....	Jaune ou jaun-brun.	Jaune clair.	Vert-sale.	Vert-émeraude.
MOLYBDÈNE...	Jaunâtre.	Incolore.	Brun-clair, transparente.	Brun-foncé, opaque.
TUNGSTÈNE....	Jaune-clair.	Id.	Incolore ou jaunâtre.	Jaune-gris.
ZINC.....	Incolore.	Id.	Incolore.	Incolore.
INDIUM.....	Grise.	Grise.	Grise.	Grise.
CADMIUM.....	Jaune-clair.	Incolore.	Incolore.	Incolore.
ANTIMOINE....	Id.	Id.	Gris-clair.	Gris-clair.
ÉTAIN.....	Incolore.	Id.	Incolore.	Incolore.
PLOMB.....	Jaune-clair.	Id.	Grise ou noire.	Grise ou noire.
BISMUTH.....	Jaune-clair ou jaune-rouille.	Incolore ou jaune clair.	Grise.	Grise.
CUIVRE.....	Verte.	Bleu-clair.	Vert-sale.	Rouge-opaque.
MERCURE.....	Incolore.	Incolore.	Incolore.	Incolore.
ARGENT.....	Jaune-clair.	Jaune-irisé.	Grise.	Grise.
OR.....	Incolore, or en suspension.	Incolore, or en suspension.	Incolore, or en suspension.	Incolore, or en suspension.
PLATINE.....	Incolore, métal gris en suspension.	Incolore, métal gris en suspension.	Incolore, métal gris en suspension.	Incolore, métal gris en suspension.
PALLADIUM. . .	Id.	Id.	Id.	Id.
IRIDIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
RHODIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
OSMIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
RUTHENIUM....	Id.	Id.	Id.	Id.

Sel de phosphore. — Le sel de phosphore est un phosphate double de soude et d'ammoniaque hydraté, dont la composition est représentée par la formule $\text{Na}_2\text{O}, \text{H}_2\text{O}, \text{AzH}^3 \text{HO}, \text{PhO}^5, 8 \text{HO}$, formule très-complexe, dans laquelle l'eau se trouve sous trois formes différentes; le premier équivalent d'eau joue le rôle de base, le second équivalent est celui qui se trouve dans tout sel ammoniacal formé par un oxacide, et les huit équivalents d'eau placés après l'acide phosphorique, représentent de l'eau de cristallisation.

Sous l'influence de la chaleur, le sel de phosphore perd toute son eau et son ammoniaque, et se transforme en métaphosphate de soude, $\text{Na}_2\text{O}, \text{PhO}^5$, sel qui donne par la fusion,

une matière vitreuse incolore et transparente, et qui agit principalement par son excès d'acide phosphorique. C'est donc un fondant vitreux acide.

Le sel de phosphore est un fondant énergique, il décompose tous les sels, même les silicates; il déplace les acides des sels; ceux qui sont volatils se subliment, tandis que les acides fixes restent dans la masse fondue, et se partagent, avec l'acide phosphorique, les bases qui s'y trouvent, ou les lui cèdent entièrement; dans ce dernier cas, lorsque l'acide déplacé est insoluble dans le réactif, il reste ordinairement en suspension dans le verre. Sous ce rapport, le sel de phosphore est un bon réactif des silicates. Par lui la silice est mise en liberté et celle-ci apparaît dans le fondant vitrifié, à l'état de matière blanche opaque qui conserve souvent la forme de la matière d'essai. C'est également le sel de phosphore fondu qui servait anciennement à caractériser la présence du fluor dans les minéraux.

L'acide phosphorique du sel de phosphore peut être saturé par toutes les bases, il s'empare de celles-ci et forme avec elles des sels doubles plus ou moins fusibles, dont la plupart sont doués de couleurs caractéristiques qui décèlent par leurs teintes, la présence de tel ou tel oxyde. C'est pour cela que dans les essais au chalumeau, le sel de phosphore est principalement employé, comme le borax, pour caractériser les oxydes métalliques. On se sert quelquefois de ce réactif, après l'avoir saturé d'oxyde de cuivre, pour caractériser les chlorures, les bromures et les iodures d'après la coloration que le mélange communique à la flamme.

La manipulation du sel de phosphore présente des difficultés, qui sont la conséquence de sa grande hydratation; lorsqu'on veut le fondre à l'extrémité du fil de platine, il entre rapidement en fusion dans son eau d'hydratation, et la liquéfaction est telle, que souvent la matière se détache du fil. En outre, le sel de phosphore en se desséchant bouillonne fortement, en lançant dans tous les sens des gouttelettes très-

chaudes qui arrivent quelquefois sur les mains de l'opérateur. J'évite ces inconvénients en desséchant autant que possible, et même en fondant préalablement le sel de phosphore; je l'obtiens ainsi sous forme vitreuse et je le divise en petits fragments; dans cet état, le sel de phosphore est très-hygro-métrique; il faut qu'il soit renfermé dans un flacon bien bouché. Dans tous les cas, pour fondre facilement le sel de phosphore au fil de platine, il faut chauffer ce sel dans la partie extrême de la flamme oxydante.

Le sel de phosphore présente encore cet autre inconvénient, qui, je crois, n'a pas encore été signalé : lorsque, après avoir examiné l'action d'une substance sur le sel de phosphore au feu d'oxydation, on veut soumettre la perle vitreuse au feu de réduction, au moment où la flamme réductrice touche le fondant, celui-ci paraît se liquéfier tout à coup, il quitte le cercle métallique qui le retenait sous la forme lenticulaire, pour prendre la forme sphérique, et s'échappe du fil comme une goutte d'eau. Ce phénomène se produit principalement en présence des oxydes métalliques très-fusibles dans les fondants vitreux, tels que les oxydes de cuivre, de manganèse, de cobalt, etc. Comme il est difficile de donner une explication exacte de ce phénomène, je me contente de le signaler.

Le sel de phosphore s'emploie dans les mêmes conditions que le borax, mais il est à remarquer que les colorations obtenues avec le sel de phosphore et les oxydes métalliques, sont plus vives que celles que donne le borax; quelquefois ces colorations sont toutes différentes de celles qui sont données par ce dernier réactif, ce qui permet de distinguer à coup sûr les oxydes qui produisent avec ces deux fondants vitreux, des teintes qui ne se ressemblent point.

Il est également remarquable que pour obtenir avec le sel de phosphore et un oxyde quelconque, une coloration aussi intense que celle que donne le borax avec le même oxyde, il faille employer une quantité plus considérable de matière d'essai. Règle générale, les colorations obtenues avec le sel de

phosphore s'affaiblissent beaucoup plus par le refroidissement, que les colorations obtenues avec le borax.

On peut préparer soi-même le sel de phosphore en faisant dissoudre dans 2 parties d'eau, 6 parties de phosphate de soude cristallisé et une partie de sel ammoniac : la dissolution étant faite à chaud, il se dépose par le refroidissement, de gros cristaux transparents de phosphate ammoniaco-sodique; les eaux mères contiennent du chlorure de sodium, elles doivent être rejetées. On purifie le sel obtenu en le faisant recristalliser une seconde fois, en le dissolvant à chaud dans une très-petite quantité d'eau. Pour constater la pureté du sel de phosphore, on en fond une perle qui doit être incolore et transparente, aussi bien à chaud qu'à froid.

Le tableau suivant contient les colorations que les oxydes métalliques communiquent aux perles de sel de phosphore, tant au feu d'oxydation qu'au feu de réduction, et lorsque ces perles sont chaudes ou lorsqu'elles sont froides,

Coloration des perles de sel de phosphore par les oxydes métalliques.

	AU FEU D'OXYDATION		AU FEU DE RÉDUCTION.	
	A CHAUD.	A FROID.	A CHAUD.	A FROID.
COËSIUM.....	Incolore.	Incolore.	Incolore.	Incolore.
RUBIDIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
POTASSIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
SODIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
LITHIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
THALLIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
AMMONIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
BARYUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
STRONTIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
CALCIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
MAGNÉSIIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
ALUMINIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
GLUCINIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
ZIRCONIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
THORIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
YTRIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
TERBIUM et ERBIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
LANTHANE.....	Id.	Id.	Id.	Id.
DYOIIME.....	Bleu-violacé.	Rose-violacé.	Bleu-violacé.	Rose-violacé.

	AU FEU D'OXYDATION		AU FEU DE RÉDUCTION.	
	A CHAUD.	A FROID.	A CHAUD.	A FROID.
CERIUM.....	Jaune-brun.	Jaune - clair ou incolore.	Incolore.	Incolore.
MANGANÈSE....	Violet-foncé ou violet-rouge.	Violet-foncé ou violet-rouge.	Rose ou incolore.	Rose ou incolore.
FER.....	Rouge-brun ou jaune-rouille.	Jaune - clair ou incolore.	Brun-vert.	Vert - bouteille ou vert-noir.
CHROME.....	Violet-sale.	Vert-émeraude.	Vert-sale.	Vert-émeraude.
NICKEL.....	Rouge-acajou ou jaune-brun.	Jaune brun-clair ou incolore.	Jaune-gris.	Grise.
COBALT.....	Bleu-intense.	Bleu de cobalt.	Bleu-intense.	Bleu de cobalt.
URANE.....	Jaunâtre.	Vert-jaune.	Vert-sale.	Vert-émeraude.
TANTALE.....	Incolore.	Incolore.	Incolore.	Incolore.
NIORIUM.....	Id.	Id.	Incol ^{re} ou brun-violacé ou bleu-clair, avec fer, rouge-sang.	Incol ^{re} ou brun-viol ^{re} ou bleu-clair, avec fer, rouge-sang.
TITANE.....	Jaune clair.	Id.	Violacée, avec fer, rouge-sang.	Violet-clair, avec fer, rouge-sang.
VANADIUM.....	Incol ^{re} ou jaune-clair.	Incol ^{re} ou jaune-clair.	Vert-sale.	Vert-émeraude.
MOLYBDÈNE...	Jaune-verdâtre.	Verte.	Id.	Id.
TUNGSTÈNE....	Incol ^{re} ou jaune-clair.	Incolore.	Gris-bleu, avec fer, rouge-sang.	Bleu-clair, avec fer, rouge-sang.
ZINC.....	Incolore.	Id.	Incolore.	Incolore.
INDIUM.....	Grise.	Grise.	Grise.	Grise.
CADMIUM.....	Incol ^{re} ou jaune-clair.	Incolore.	Incolore.	Incolore.
ANTIMOINE...	Jaune-clair.	Id.	Grise; avec fer, rouge-sang.	Grise, avec fer, rouge-sang.
ÉTAIN.....	Incolore.	Id.	Incolore.	Incolore.
PLOMB.....	Jaune-clair.	Incolore.	Grise ou noire.	Grise ou noire.
BISMUTH.....	Id.	Id.	Grise.	Grise.
CUIVRE.....	Verte.	Bleu-clair.	Vert-sale ou incolore.	Rouge-opaque.
MERCURE.....	Incolore.	Incolore.	Incolore.	Incolore.
ARGENT.....	Jaunâtre.	Jaune-irisé.	Grise.	Grise.
OR.....	Incolore, or en suspension.	Incolore, or en suspension.	Incolore, or en suspension.	Incolore, or en suspension.
PLATINE.....	Incolore, métal gris en suspension.	Incolore, métal gris en suspension.	Incolore, métal gris en suspension.	Incolore, métal gris en suspension.
PALLADIUM....	Id.	Id.	Id.	Id.
IRIDIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
RHODIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
OSMIUM.....	Id.	Id.	Id.	Id.
RUTHENIUM....	Id.	Id.	Id.	Id.

Acide borique. — L'acide borique est un fondant vitreux qui dissout les oxydes métalliques en prenant des teintes diverses, mais ce n'est pas à cet usage qu'il est destiné dans les

essais au chalumeau; il était employé anciennement pour constater la présence de l'acide phosphorique dans les minéraux au moyen du fer métallique.

On emploie aussi quelquefois l'acide borique pour séparer le cuivre du plomb sur le charbon.

L'acide borique doit être fondu; c'est un réactif presque abandonné aujourd'hui.

DES FONDANTS RÉDUCTEURS

Je donne le nom de fondants réducteurs au carbonate de soude et au cyanure de potassium, parce que ces réactifs ont pour action principale de réduire les oxydes et de les ramener à l'état métallique; le cyanure de potassium possède cette propriété à un haut degré, ce réactif n'est du reste employé que pour opérer ces réductions métalliques. Le carbonate de soude est moins réducteur que le cyanure de potassium, mais son usage est plus général, parce que, non-seulement il sert à favoriser la réduction des oxydes métalliques, mais aussi à attaquer les minéraux, pour reconnaître si ces minéraux sont fusibles ou infusibles avec ce réactif, s'ils contiennent ou ne contiennent point de silice.

Je ferai remarquer que le cyanure de potassium peut servir aux mêmes usages que la soude. Seulement ce fondant est moins agréable à employer; il est trop fusible, il dégage de l'acide cyanhydrique lorsqu'on le chauffe avec les matières d'essai; il est très-déliquescent; enfin c'est un corps vénéneux dont la manipulation peut présenter quelque danger.

Le meilleur support des fondants réducteurs est le charbon; quelquefois cependant, l'attaque des substances par la soude se fait dans la cuillère de platine, à l'extrémité du fil de platine, ou sur la lame de platine. La soude et le cyanure de potassium sont ordinairement absorbés par le charbon quelques instants après leur fusion; mais cette absorption n'empêche pas leur action sur la matière d'essai; il arrive,

en effet, que si la matière d'essai devient fusible sous l'influence du fondant, elle reprend celui-ci au charbon par aspiration capillaire; une effervescence prolongée se manifeste à sa surface, ses bords s'arrondissent, et le tout se transforme en un globule vitreux liquéfié. Si la matière d'essai est décomposée par le réactif, on la voit se gonfler peu à peu, et changer d'aspect sans entrer en fusion. On ne doit se prononcer sur l'infusibilité d'une substance dans les fondants réducteurs, qu'après l'avoir essayée au chalumeau, bien mélangée avec ces fondants, à l'état de poudre très-fine.

Les fondants réducteurs ne doivent être employés que par petites doses, que l'on ajoute successivement à la masse, en observant les variations produites par des proportions différentes de réactif. Il peut arriver, qu'une trop grande quantité de fondant détermine l'absorption de la matière d'essai elle-même par le charbon. Pour opérer la fusion des minéraux silicatés, on les mélange ordinairement avec deux à trois fois leur poids de flux.

La réduction des oxydes métalliques est chose très-simple à produire par la soude et par le cyanure de potassium; par cette méthode on peut découvrir dans les minéraux des quantités de métal réductible si petites, qu'elles échappent aux meilleures analyses faites par la voie humide.

Dans ce genre d'essai, on obtient le maximum d'action réductrice, en employant un mélange des deux flux dans le rapport de 2 parties de soude et d'une partie de cyanure.

Lorsque l'oxyde est mélangé à une trop grande proportion de corps étrangers non réductibles, sa réduction à l'état métallique devient quelquefois difficile à opérer; mais dans ces cas, si l'on ajoute du borax aux fondants, ce réactif concourt avec ceux-ci à la dissolution des corps étrangers, et maintient surtout la masse fondue à l'état de globule vitreux, dans lequel les particules métalliques peuvent se réunir en un petit culot.

On peut encore retrouver des traces de métaux réductibles

en présence d'une grande quantité de matière étrangère, en opérant avec la soude seule ; on ajoute ce fondant peu à peu à la masse, mais de manière à en employer un grand excès qui finit par entraîner toute la matière d'essai dans le charbon ; lorsque tout est absorbé, on éteint le charbon avec deux ou trois gouttes d'eau, puis on enlève, au moyen d'un couteau, la partie du charbon où la matière est entrée, et on la broie dans le mortier d'agate, de manière à la réduire en poudre très-fine. On lave ensuite cette poudre avec de l'eau pour la débarrasser du charbon qui en forme la partie la plus ténue, et on répète la porphyrisation et le lavage, autant de fois que cela est nécessaire pour enlever tout le charbon. Si la matière d'essai ne contient aucune substance métallique, il ne reste rien dans le mortier après le dernier lavage ; mais pour peu qu'elle contienne du métal réductible, on trouve celui-ci en dernière analyse au fond du mortier, sous forme de petites lamelles brillantes, s'il est fusible et malléable, et sous forme pulvérulente, s'il est cassant ou s'il n'a pas subi la fusion. Dans l'un et l'autre cas, on aperçoit au fond du mortier des traits métalliques résultant du frottement des particules du métal contre ses parois.

Dans les essais de ce genre, on doit s'attacher : 1° à produire une température aussi élevée que possible, tout en dirigeant la flamme réductrice de manière qu'elle recouvre le plus possible, toute la surface de la matière fondue ; 2° à ne rien laisser dans le charbon, et à ne rien perdre de la matière d'essai quand on la recueille, parce que l'on ignore toujours dans quelle partie du charbon les petits globules métalliques se sont déposés ; 3° à broyer assez longtemps la masse charbonneuse pour l'amener à l'état de poudre très-fine ; 4° à léviger avec beaucoup de soin, de sorte qu'en décantant très-douce-ment, il n'y ait que les parties les plus légères et les plus ténues de la masse porphyrisée qui soient entraînées par l'eau ; 5° à ne point juger du résultat avant d'avoir enlevé tout le charbon, attendu que le peu qui pourrait rester suffirait pour

cachez les petites paillettes métalliques, et que les particules de charbon, vues sous un certain jour, jettent elles-mêmes un éclat métallique qui peut tromper; 6° enfin à ne point se contenter de l'observation faite à l'œil nu; quelque visible que paraisse la matière, il faut toujours s'aider de la loupe, ne fût-ce que pour s'assurer que l'on a bien jugé.

Carbonate de soude. — On désigne ordinairement dans les essais au chalumeau, le carbonate de soude sous le nom de *soude* ou *sel de soude*, par abréviation.

Ce réactif doit être très-pur; il doit surtout être exempt de sulfate; on s'assure de sa pureté en le fondant sur le charbon dans la flamme réductrice; la matière fondue doit être incolore et transparente; après le refroidissement elle devient opaque, mais elle doit rester blanche; enfin, mise sur la lame d'argent avec quelques gouttes d'eau, elle ne doit point noircir ce métal; le carbonate de soude qui ne remplit pas ces conditions doit être rejeté. Pour faire cet essai préalable, il ne faut pas trop chauffer, sans cette précaution le sel fondu s'introduit dans le charbon; il est vrai que l'on peut enlever la partie du charbon qui a absorbé la soude et la placer humectée d'eau sur la lame d'argent pour voir si ce métal noircit, mais le charbon pourrait contenir lui-même des sulfates; afin d'éviter cet inconvénient, on peut ajouter un peu de borax au sel de soude, pour l'essayer, ce qui l'empêche de s'introduire dans le charbon.

On obtient du carbonate de soude très-pur, en calcinant légèrement du bicarbonate de soude cristallisé, qui, ordinairement, est un sel pur. Le sel de soude doit être desséché et réduit en poudre.

La soude est un des réactifs les plus employés dans les essais pyrognostiques. Elle sert à la réduction des oxydes métalliques, à la fusion et à la désagrégation des minéraux silicatés, et des composés insolubles ou infusibles. Elle forme, avec la silice, l'acide phosphorique, l'acide borique et l'acide titanique,

des combinaisons qui fondent sur le charbon sous la forme de globules vitreux, qui ne s'introduisent point dans le charbon, à moins cependant qu'on ait employé un trop grand excès de soude; elle sert à reconnaître l'acide sulfurique, mélangée au nitre, elle sert à constater la présence du manganèse et du chrome dans les minéraux, et additionnée d'un peu de charbon en poudre, elle sert à déceler l'arsenic dans les substances.

Cyanure de potassium. — Ce réactif n'est employé dans les essais au chalumeau que pour produire des réductions métalliques; on l'emploie rarement seul; on l'ajoute ordinairement en petites quantités au sel de soude, pour augmenter son pouvoir réducteur. Comme il est très-fusible, il entre immédiatement dans le charbon, mais cela n'empêche pas son action de se produire.

Le cyanure de potassium peut servir à constater la présence de l'arsenic dans les minéraux, en chauffant ceux-ci avec ce réactif dans le tube bouché; l'arsenic est déplacé alors à l'état métallique, et vient former dans la partie froide du tube, l'anneau noir miroitant caractéristique. J'ai déjà dit plus haut que le cyanure de potassium peut remplacer le sel de soude dans les essais pyrognostiques, mais j'ai dit les causes qui en font restreindre l'emploi; j'ajouterai que le cyanure de potassium a pour propriété de colorer la flamme en un beau violet-pourpré, ce qui peut, dans certains cas, masquer des phénomènes de coloration de flamme.

Le cyanure de potassium doit être réduit en poudre grossière. On prend ordinairement le cyanure blanc fondu du commerce, qui est un mélange de carbonate de potasse et de cyanure de potassium. Ce réactif s'altère quelquefois; il brunit alors en donnant naissance à des composés bruns qui ne sont pas encore bien connus.

RÉACTIFS OXYDANTS.

J'ai réuni, sous le nom de réactifs oxydants, l'azotate de potasse et le bisulfate de potasse.

Azotate de potasse. — Ce réactif, que l'on désigne souvent sous le nom de *nitre*, ne sert dans les essais au chalumeau que pour constater dans les minéraux, la présence du manganèse ou du chrome; ces deux métaux, sous l'influence de l'oxygène du nitre, se transforment en acides métalliques qui se combinent avec la potasse du réactif, en donnant naissance à un manganate ou à un chromate, qui sont caractérisés par leur couleur.

Quelquefois on se sert de l'azotate de potasse pour aider à l'oxydation des substances qui, étant enveloppées de fondants vitreux, résistent à l'action de la flamme extérieure; et principalement lorsqu'on essaie avec les fondants vitreux, les minéraux sulfurés ou arséniés qui n'ont pas été bien grillés, car dans ces cas les perles vitreuses qu'on obtient, quoique chauffées très-longtemps dans la flamme oxydante, ne présentent que les teintes qui se produisent dans la flamme réductrice, à cause du soufre ou de l'arsenic qui agissent constamment comme réducteurs et même comme colorants. Dans cette circonstance, la perle étant chauffée au rouge, on la pose sur une parcelle de nitre qui adhère après, et l'on chauffe de nouveau, il se produit alors un vif boursoufflement, la perle devient comme écumeuse, par suite du dégagement des gaz, mais bientôt l'effervescence cesse, la perle reprend son état normal et présente la teinte qu'elle doit avoir au feu d'oxydation. J'emploie aussi avec beaucoup de succès, le nitre, dans le traitement des minéraux sulfurés et arséniés par la soude sur le charbon, pour oxyder rapidement le soufre et l'arsenic; dans ce cas, on y ajoute le nitre par petites quantités, après avoir opéré une première fusion avec la soude.

Bisulfate de potasse. — Le bisulfate de potasse n'est employé dans les essais au chalumeau que depuis peu. C'est cependant un réactif des plus importants; c'est lui qui permet de caractériser, au chalumeau, presque tous les acides des sels. On l'emploie toujours dans le tube bouché, jamais sur le charbon ni sur la lame de platine. Quelquefois on le prend à l'extrémité du fil de platine, mais seulement lorsqu'il est mélangé à du borax ou à du fluorure de calcium, lorsqu'il s'agit de caractériser le fluor ou le bore.

Il est *très-important* que le bisulfate de potasse dont on fait usage dans les essais pyrognostiques ait été bien fondu préalablement, de manière qu'il ne soit plus hydraté, et principalement pour qu'il ne contienne point d'acide sulfurique non combiné; pour cela on devra maintenir la fusion de ce sel à une température suffisante, pour qu'une certaine quantité d'acide sulfurique se dégage; sans cette précaution, il est impossible de caractériser avec ce réactif mélangé au borax, la présence du fluor dans les minéraux. Pour s'assurer que le bisulfate est dans un état convenable, on le chauffe à l'extrémité du fil de platine, mélangé à un peu de borax; il ne doit pas alors colorer la flamme en vert. Si la flamme se colore en vert-intense, on doit rejeter le réactif ou le soumettre à la fusion jusqu'à ce qu'il puisse supporter l'épreuve qui vient d'être indiquée. Il ne faut point oublier cependant, que du bisulfate qui a absorbé de l'humidité, communique à la flamme, lorsqu'on le chauffe avec du borax, une légère coloration vert-jaunâtre, mais toute différente de la coloration vert-intense que produit le fluor chauffé en même temps que les deux réactifs.

Le bisulfate de potasse doit être d'avance réduit en poudre, pour faciliter son mélange avec les matières à essayer. Lorsqu'on n'a pas pris cette précaution, on éprouve de la difficulté à broyer dans le mortier d'agate ce réactif, lorsqu'il a été fondu.

Dans les essais au chalumeau on désigne toujours, pour simplifier, le bisulfate de potasse par le mot bisulfate.

RÉACTIFS RÉDUCTEURS

Les réactifs que je désigne sous le nom de réducteurs, sont des corps destinés à s'emparer d'une partie de l'oxygène des oxydes métalliques dissous dans les fondants vitreux, pour aider à les ramener au minimum d'oxydation, au feu de réduction, à seule fin de juger de la coloration que ces oxydes communiquent aux perles vitreuses, lorsqu'ils sont au minimum d'oxydation.

Ces réactifs se composent de l'étain métallique et du sulfate de protoxyde de fer. Ils sont surtout utiles pour l'usage qui vient d'être indiqué, lorsque les perles ne contiennent que très-peu de substance, parce qu'alors il est presque impossible d'obtenir dans ce cas, la réduction de l'oxyde dissout, par la flamme réductrice seule. L'étain est préférable au sulfate de fer dans tous les cas où il s'agit de réduire un oxyde. Mais le sulfate de fer ne peut être remplacé par l'étain, lorsque l'on veut caractériser le tungstène, le titane et l'antimoine par la coloration rouge de sang, que ce réactif fait prendre au feu de réduction, aux perles vitreuses qui contiennent en dissolution un de ces oxydes métalliques.

Étain. — On doit choisir des feuilles minces d'étain, comme celles qui enveloppent le chocolat par exemple, coupées par petites bandes, ou ce qui est mieux de la cendrée d'étain, qu'on obtient en agitant vivement de l'étain fondu dans une boîte en bois ou en carton, jusqu'à entier refroidissement du métal.

Pour se servir de ce réactif, on pose la perle vitreuse chauffée au rouge à l'extrémité du fil de platine, sur une parcelle de feuille d'étain, ou sur un grain de cendrée de ce métal, de manière qu'une petite quantité d'étain adhère après la matière vitreuse, puis on chauffe de nouveau dans la flamme réductrice pour que la réaction se produise. Voici maintenant

les précautions à prendre et les observations que l'on peut faire, quand on exécute ce genre de réduction. Il faut chauffer rapidement et pendant peu de temps; si l'on chauffait trop longtemps, l'étain pourrait réduire l'oxyde entièrement à l'état métallique, et celui-ci ne produirait plus son action colorante sur le fondant; d'autre part, une grande quantité d'étain s'oxyderait pendant l'opération, et rendrait la masse vitreuse opaque.

C'est également pour éviter de produire les mêmes inconvénients, que l'on doit n'employer qu'une très-faible quantité d'étain pour une opération. Il faut avoir le soin de maintenir la perle dans la position horizontale, de façon que lorsqu'on chauffe, le petit globule se maintienne autant que possible au centre de la perle. Lorsque la température est arrivée au rouge, si l'étain vient toucher le fil de platine, ces deux métaux se combinent à l'instant, et l'on observe, au moment de la combinaison, une élévation subite de température dans le fil de platine, ce qui produit ce qu'on appelle ordinairement un *éclair*. Les perles vitreuses colorées par un oxyde métallique qui peut être ramené à un degré inférieur d'oxydation, se décolorent ordinairement sous l'influence de l'étain et restent incolores tant qu'elles sont chaudes, elles ne prennent la teinte qui caractérise le protoxyde qui s'est formé, que lorsqu'elles sont tout à fait refroidies. On évite l'altération du fil de platine par l'étain, en faisant réagir ce réactif sur les perles vitreuses placées sur le charbon.

Sulfate de protoxyde de fer. — Le sulfate de fer qu'on emploie dans les essais au chalumeau doit être très-pur, il doit surtout être exempt de cuivre. Celui dont on doit faire usage doit être desséché préalablement à une douce chaleur, ce qui le transforme en une poudre blanche.

Le sulfate de fer peut servir, comme l'étain, pour ramener certains oxydes métalliques à un degré inférieur d'oxydation, mais sous ce rapport on lui préfère le métal, à cause de la co-

loration verdâtre que le composé ferrugineux communique lui-même aux fondants vitreux.

Le sulfate de fer est principalement employé dans les essais pyrognostiques pour constater d'une manière bien nette, la présence du tungstène, du titane et de l'antimoine, par la coloration rouge de sang, que ce réactif communique aux perles de sel de phosphore qui contiennent un de ces trois métaux.

Le sulfate de fer est un réactif de peu d'importance, car les métaux qu'il sert à distinguer, peuvent être caractérisés par d'autres réactions, mais il est nécessaire pour caractériser l'or, dans les boutons d'argent qu'on obtient dans les coupellations et qu'on a traités successivement par l'acide nitrique et par l'eau régale; en introduisant un peu de sulfate de fer dans la dernière dissolution, on voit l'or, si il y en a, se précipiter à l'état métallique tout en colorant la liqueur en bleu-indigo.

RÉACTIFS NEUTRES.

J'ai réuni sous le nom de *réactifs neutres*, les réactifs qui sont réellement neutres, qui n'agissent ni par leurs alcalis à la manière de la soude, ni par leurs acides comme les fondants vitreux, qui n'ont aucune action réductrice (à part le fil de fer) et qui n'ont également aucune action oxydante.

Azotate de cobalt. — L'usage de ce réactif est dû à Gahn. Il sert à caractériser notamment l'alumine, la glucine, la magnésie et l'oxyde de zinc par les colorations qu'il fait prendre à ces composés, en se combinant avec eux à une haute température. Les réactions produites par le cobalt ne sont bien nettes qu'avec l'alumine, la magnésie et l'oxyde de zinc, et encore faut-il se rappeler que la coloration bleue donnée par l'alumine et la coloration verte donnée par l'oxyde de zinc peuvent être produites, avec des teintes moins belles il est vrai, par les silicates et les phosphates fusibles, l'oxyde d'étain, les

oxydes d'antimoine et l'acide titanique. La coloration rose-clair donnée par la magnésie n'est reproduite par aucune autre base.

L'azotate de cobalt ne s'emploie qu'en dissolution et celle-ci ne doit être ni concentrée ni trop étendue : je fais toujours mes dissolutions de cobalt, au dixième. Ce sel doit être pur, il ne doit pas contenir de fer, et le moins de nickel possible. Il doit surtout être exempt d'alcali.

On doit faire usage d'azotate de cobalt toutes les fois qu'une substance, chauffée sur le charbon ou sur la lame de platine, laisse un *résidu fixe blanc*, que ce résidu soit fusible ou non ; on opère alors comme il suit : on commence par chauffer la substance seule sur le charbon ou sur la lame de platine, pour la dessécher autant que possible, et pour chasser les matières volatiles qu'elle peut abandonner par la chaleur, on la mouille ensuite dans le point le plus apparent, avec *une goutte* seulement de la dissolution de cobalt, puis on chauffe de nouveau à la plus haute température que l'on peut produire ; on laisse ensuite bien refroidir la matière d'essai, et l'on observe la coloration que l'oxyde de cobalt lui a communiquée.

Dans ce genre d'essai il est important que la température soit élevée, sans cela l'oxyde de cobalt ne s'unit point aux bases avec lesquelles il forme des composés colorés, et la matière d'essai est simplement noircie par l'oxyde de cobalt, provenant de la décomposition de l'azotate. Il arrive souvent que toute la surface de la substance traitée par le cobalt, présente une teinte sale, foncée, qui est loin d'avoir la pureté de couleur que la matière doit fournir avec le réactif, mais si l'on enlève cette surface, au moyen de la pointe d'un couteau ou d'un canif, on trouve au-dessous la véritable teinte donnée par la matière d'essai avec le cobalt. Ce phénomène paraît se produire toutes les fois que la substance soumise à l'essai, subit un commencement de *fritte* sous l'influence de la température élevée. Il n'est pas nécessaire que la dissolution de cobalt mouille entièrement la matière d'essai ; il est préférable

au contraire, qu'il n'y ait qu'un point de la substance qui soit touché par le réactif; cela permet de juger mieux la coloration qui se produit, et il est plus facile de chauffer fortement une petite surface qu'une grande. Pour arriver à ne toucher qu'un point de la matière avec une goutte de cobalt, je trempe l'extrémité d'un petit agitateur en verre effilé, ou la pointe de l'aiguille à tricoter, dans le flacon qui contient le réactif, et je touche avec, la matière d'essai en un point.

Le tableau suivant présente les colorations que prennent les corps sous l'influence de l'azotate de cobalt.

Corps qui se colorent quand on les chauffe fortement avec la dissolution d'azotate de cobalt.

PHOSPHATES, BORATES ET SILICATES ALCALINS OU FUSIBLES.	On obtient, avec ces sels et l'azotate de cobalt, des perles transparentes colorées en bleu.
BARYTE, STRONTIANE ET CHAUX.	Gris-noirâtre.
MAGNÉSIE.	Rose très-clair qui n'est bien visible qu'après l'entier refroidissement.
ALUMINE.	Belle coloration bleue.
GLUCINE.	Violet-gris. Cette teinte ne s'obtient qu'avec la Glucine ou les sels de Glucine purs.
ZIRCONE.	Noir-violacé.
THORINE, YTTRIA, LANTHANE, DYDIME ET CERIUM.	Gris-noirâtre.
ACIDE TANTALIQUE.	Gris ou rougeâtre.
ACIDES DU NIOBIUM.	Gris à chaud; vert-sale à froid.
ACIDE TITANIQUE.	Vert-jaunâtre.

OXYDE ET SELS DE ZINC.	Très-beau vert, qui n'apparaît bien qu'après le refroidissement.
OXYDES D'ANTIMOINE.	Gris-jaunâtre ou vert-sale.
OXYDES D'ÉTAIN.	Vert bleuâtre.

Oxyde de cuivre. — L'oxyde de cuivre est un réactif dont l'usage est très-restreint, et même devenu inutile depuis que l'on emploie le bisulfate de potasse. L'oxyde de cuivre sert dans les essais au chalumeau à caractériser le chlore, le brome et l'iode, d'après la coloration que les chlorures, que les bromures et que les iodures communiquent à la flamme, lorsqu'on les chauffe avec une perle de sel de phosphore sursaturée d'oxyde de cuivre; dans ces cas, la coloration de la flamme est produite par le chlorure, le bromure ou l'iodure de cuivre qui prend naissance, et qui se volatilise; le sel de phosphore ne sert que de support.

Dans ce genre d'essai, il faut s'assurer d'avance que la perle de sel de phosphore sursaturée d'oxyde de cuivre, ne colore point elle-même la flamme en vert au feu d'oxydation; coloration verte qui se manifeste toujours dans les premiers moments, lorsque la perle est chauffée dans la flamme réductrice, et chaque fois qu'on reporte la perle dans la flamme intérieure, la teinte verte apparaît un instant. Il est donc important de ne point chauffer la matière d'essai avec le sel de phosphore sursaturé d'oxyde de cuivre au feu de réduction.

La manière d'opérer consiste à faire à l'extrémité du fil de platine, une perle vitreuse avec le sel de phosphore, et à puiser de l'oxyde de cuivre, en la plongeant, lorsqu'elle est chauffée au rouge, dans le flacon qui contient le réactif; on chauffe de nouveau, et l'on considère la perle comme étant sursaturée lorsqu'elle est entièrement opaque, noire; et qu'elle présente à sa surface un aspect miroitant demi-métallique; lorsque la

perle ne se trouve pas dans ces conditions, on y introduit de nouveau de l'oxyde de cuivre. Enfin la perle vitreuse étant bien préparée, on la pose, lorsqu'elle est portée au rouge, sur la matière d'essai qui y adhère, puis on porte le tout dans la flamme oxydante. Dans ces essais les chlorures communiquent à la flamme une teinte bleue légèrement pourprée, les bromures, une teinte bleue, bordée de vert, et les iodures, une belle coloration vert-émeraude.

Spath fluor. — Le spath fluor est un réactif qui ne sert absolument aujourd'hui, qu'à caractériser l'acide borique et les composés qui renferment du bore, et comme il est le seul qui le fasse d'une manière bien nette, il est par cela même indispensable. Le spath fluor était employé anciennement pour reconnaître les sulfates alcalino-terreux. On peut s'en servir pour constater la présence de la lithine dans les minéraux.

Le spath fluor doit être réduit en poudre très-fine; pour l'employer, on le mélange avec environ trois à quatre fois son poids de bisulfate de potasse, et l'on ajoute ensuite la matière d'essai; puis, lorsque le tout est bien mélangé, on en prend une certaine quantité à l'extrémité du fil de platine que l'on porte dans le dard du chalumeau. La présence du bore est accusée par la coloration vert-intense que prend la flamme, coloration qui est produite par le fluorure de bore qui se forme dans la réaction.

Le mélange de fluorure de calcium et de bisulfate de potasse, peut servir à reconnaître la lithine dans les minéraux qui n'en contiennent que très-peu, et dans les sels de lithine qui ne colorent point la flamme (phosphate, arséniate). Il se produit dans la réaction, du fluorure de lithium volatil qui colore la flamme en rouge-pourpré.

Le spath fluor possède la propriété de produire des combinaisons fusibles, en s'unissant avec les sulfates de chaux, de baryte et de strontiane, propriété qui faisait employer le spath fluor à la reconnaissance de ces sulfates, et le sulfate de chaux

pour constater la présence du fluorure de calcium. Si l'on chauffe, par exemple, un petit morceau de gypse avec un morceau un peu plus petit de spath fluor, les deux composés se liquéfient bientôt aux points de contact, puis se combinent complètement, et se transforment par la fusion, en une perle incolore et transparente qui prend l'aspect d'un émail blanc par le refroidissement. Si l'on soumet cette perle à un feu vif et prolongé, ou lorsqu'on la tient en fusion pendant quelques instants au feu de réduction, elle s'altère, dégage de l'acide sulfureux par suite de la décomposition du sulfate; alors elle se fige, se boursoufle et se transforme en une masse anguleuse qui n'est plus susceptible d'entrer en fusion.

La pureté du spath fluor employé comme réactif se constate, en le chauffant à l'extrémité du fil de platine, mélangé à du bisulfate de potasse, dans ce cas il ne doit point colorer la flamme en vert.

Plomb pauvre ou litharge. — On donne le nom de plomb pauvre à du plomb tout à fait exempt d'argent et d'or. Ce métal est employé pour passer à la coupellation, les minéraux aurifères et argentifères.

Je propose de remplacer le plomb pauvre par de la litharge pure en poudre fine, et de traiter directement les minéraux par ce réactif sur le charbon. La litharge en se réduisant brûle le soufre et l'arsenic, et donne du plomb qui renferme tous les métaux qui se sont réduits en même temps. Le plomb obtenu est ensuite passé à la coupelle.

Cendre d'os. — La cendre d'os calcinés n'est pas un réactif proprement dit. Elle sert à confectionner les petites coupelles sur lesquelles doivent se faire les coupellations. La cendre d'os doit être très-blanche, bien sèche et réduite en poudre très-fine bien tamisée. On peut confectionner avec la cendre d'os, des petites coupelles que l'on conserve, mais comme elles sont très-fragiles, il est préférable de les faire au moment de

s'en servir. Pour cela, on fait une pâte très-solide de cendre d'os avec de l'eau pure ou additionnée d'un peu de sel de soude, puis on l'introduit dans un trou que l'on a creusé dans le charbon, où on la presse fortement avec le pilon du mortier d'agate, ce qui l'unit et lui donne une légère forme concave, on dessèche ensuite la coupelle avec précaution en employant le dard du chalumeau. Une coupelle qui n'est pas entièrement sèche, peut produire des projections de la matière d'essai. Je préfère ne pas mouiller la cendre d'os; pour en faire usage, je pratique un trou assez profond dans le charbon, que je remplis de cendre d'os, puis avec le pilon du mortier d'agate, je comprime fortement. Avant de retirer le pilon je souffle tout autour pour chasser l'excès de cendre non comprimée, et j'obtiens ainsi une jolie coupelle, très-poreuse et suffisamment solide pour les opérations.

Fil de fer. — Le fil de fer très-fin avait été proposé par Berzélius, pour constater la présence de l'acide phosphorique dans les matières soumises aux essais pyrognostiques, mais ce réactif est totalement abandonné depuis que l'on a trouvé une réaction très-sensible de l'acide phosphorique, dans la coloration verdâtre que cet acide communique à la flamme, lorsqu'on chauffe ses combinaisons avec l'acide sulfurique concentré. La manipulation du fil de fer présente, du reste, d'assez grandes difficultés d'exécution, comme on va le voir, d'après la description du procédé que j'emprunte au traité du chalumeau de Berzélius : on dissout la matière d'essai dans de l'acide borique, et lorsque la fusion des deux substances est bien opérée, on enfonce dans la boule d'essai un petit bout de fil d'acier, un peu plus long que le diamètre de la boule, puis on fait un bon feu de réduction. Le fer s'oxyde aux dépens de l'acide phosphorique, d'où résultent du borate d'oxyde de fer et du phosphore de fer; ce dernier fond à une température assez haute, et en même temps la matière d'essai, qui s'est étalée sur la longueur du fil d'acier, reprend la forme globulaire. Du-

rant le refroidissement de la boule d'essai, on aperçoit ordinairement vers sa base, un éclat igné provenant de la cristallisation du phosphure de fer. On enlève ensuite la boule de dessus le charbon pour la mettre sur l'enclume, où, après l'avoir enveloppée dans un morceau de papier, on la frappe légèrement avec le marteau; par ce moyen on opère la séparation du phosphure de fer qui se présente sous la forme d'un culot métallique, attirable à l'aimant, susceptible de se briser sous le marteau, et dont la cassure offre la couleur du fer; il est plus ou moins cassant pour des proportions différentes de fer, et quelquefois il se laisse aplatir un peu, cas auquel il peut supporter, sans se briser, une percussion plus forte. Si la matière que l'on essaye ne contenait point d'acide phosphorique, il arriverait que le fil de fer, en conservant sa forme et son éclat métallique, brûlerait seulement dans les parties extrêmes qui dépassent la surface de la boule d'essai. On ne saurait découvrir par ce procédé, une proportion d'acide phosphorique qui ne s'élèverait pas au delà de 4 ou 5 pour cent, attendu que cette quantité d'acide ne suffirait pas pour fondre une masse de fer aussi considérable que l'exige la sûreté de l'observation.

On conçoit qu'avant de faire l'essai qui a pour but de découvrir l'acide phosphorique, on doit examiner s'il n'y aurait point dans la substance que l'on traite, quelque autre corps réductible par le fer et susceptible de se résoudre en boule avec ce métal : comme de l'acide sulfurique, de l'acide arsénique, ou des oxydes métalliques que le fer peut réduire; car alors on obtiendrait leurs radicaux combinés avec le fer.

Bergman et Gahn se servaient également du fil de fer fin pour précipiter différents métaux et pour les séparer du soufre ou des acides fixes avec lesquels ils peuvent être combinés. Les métaux dont on peut opérer ainsi le départ sont le cuivre, le plomb, le nickel et l'antimoine. A cet effet, on enfonce un petit bout de fil de fer dans la matière en fusion et l'on souffle dessus avec le chalumeau; le fer se recouvre alors du métal

qu'il a réduit; souvent on voit apparaître ce dernier à la surface de la fonte, sous forme de petits globules.

Toutes ces réactions sont abandonnées aujourd'hui.

Oxyde de nickel. — L'oxyde de nickel est un réactif tout à fait abandonné aujourd'hui. Il avait été proposé par M. Harkort, pour reconnaître la potasse. Pour cela on dissout dans du borax, de l'oxyde de nickel bien pur et surtout bien exempt d'oxyde de cobalt, et l'on ajoute à la perle vitreuse, la substance à essayer : lorsque celle-ci contient de la potasse, on obtient un verre d'un bleu-pourpré très-distinct. La présence de la soude n'empêche pas cette réaction.

Silice chimique. — La silice chimique est également un réactif qui n'est plus employé. Elle servait conjointement avec la soude à caractériser l'acide sulfurique, et tous les composés renfermant du soufre. On opérât en fondant sur le charbon, au feu de réduction, la matière d'essai mélangée avec de la soude et de la silice chimique, on obtenait alors un globule vitreux dans lequel les composés oxygénés du soufre se trouvaient réduits, en passant à l'état de sulfure de sodium, qui colorait alors la perle vitreuse en jaune-brun ou en rouge-foncé, ces colorations ne sont bien distinctes que lorsque la masse fondue est tout à fait refroidie.

Dans cette réaction la silice n'agit que comme soutien de la soude, en l'empêchant de s'introduire dans le charbon, en formant avec elle du silicate de soude qui prend la forme globulaire et qui n'est pas absorbé par le charbon. Le caractère qui vient d'être décrit n'avait plus de valeur lorsque la matière d'essai contenait des oxydes métalliques pouvant colorer le fondant.

Aujourd'hui les composés oxygénés du soufre sont caractérisés avec la soude seule, qui les transforme également en sulfure que l'on caractérise, en mettant la matière fondue sur une lame d'argent avec un peu d'eau. L'argent noircit alors sous

l'influence du sulfure produit. On ne s'inquiète nullement, dans cette opération, de l'introduction de la soude dans le charbon, car il suffit d'enlever avec un couteau la partie du charbon qui a absorbé le fondant, et de la mettre sur la lame d'argent avec un peu d'eau pour obtenir la réaction du sulfure. Dans tous les cas on peut empêcher l'introduction du fondant dans le support en ajoutant à la soude une petite quantité de borax.

Gypse. — Le gypse ou sulfate de chaux est un réactif tout à fait abandonné; il servait de contre-partie au spath fluor qu'il servait à caractériser, comme ce dernier servait à caractériser le sulfate de chaux. (Voyez au SPATH FLUOR, page 74.)

Papiers à réactifs. — Les papiers à réactifs sont d'un usage assez fréquent dans les essais au chalumeau. Ils se composent de papier de tournesol bleu et rouge, de papier de Fernambouc et de papier de Curcuma. Ces papiers doivent être coupés en bandelettes de 4 à 5 centimètres de longueur, et assez étroites pour pouvoir entrer facilement dans les tubes bouchés et dans les tubes ouverts.

Les papiers de tournesol, qui sont les plus employés, servent à caractériser les réactions acides ou alcalines des gaz, ou des matières volatiles qui se produisent, lorsqu'on chauffe une substance dans le tube bouché ou dans le tube ouvert.

Les papiers de Fernambouc et de Curcuma, ne sont plus nécessaires aujourd'hui dans les essais pyrognostiques. Ils servaient à caractériser le fluor, lorsqu'on chauffait, dans le tube ouvert, la matière d'essai avec du sel de phosphore fondu. Sous l'influence de l'acide fluorhydrique qui se produisait dans la réaction, le papier de Fernambouc se colorait en jaune; quant au papier de Curcuma, il se décolorait. Ces caractères n'étaient que secondaires. Il fallait, pour bien caractériser le fluor, que le tube de verre dans lequel se faisait l'expérience fût attaqué par le gaz fluorhydrique.

DE LA FLAMME COMME RÉACTIF; SES COLORATIONS.

La flamme est un réactif très-précieux pour les essais au chalumeau. On constate, en effet, que beaucoup de corps ont la propriété de communiquer à la flamme une couleur tranchée, ou du moins une nuance particulière. Ces couleurs sont propres à servir de caractères pour faire reconnaître la présence des corps qui ont la faculté de les produire.

L'étude des colorations de la flamme demande à être faite avec beaucoup de soin; elle demande surtout une grande habitude des manipulations du chalumeau. Souvent, en effet, la coloration produite par un corps, quoique très-apparente, ne se manifeste qu'à un certain moment de l'essai, et souvent pendant un temps très-court, elle apparaît quelquefois comme un éclair et elle est tellement fugitive dans ce cas, qu'elle échappe presque toujours aux personnes peu exercées à ce genre d'essai.

Ces sortes d'épreuves sont donc en général très-déliçates, et exigent que l'on observe avec l'attention la plus soutenue, les différents aspects que la flamme peut offrir.

Toutes les flammes peuvent servir pour caractériser les corps d'après la coloration qu'elles prennent, sans que pour cela il soit nécessaire d'employer le chalumeau. Si l'on introduit, en effet, dans l'intérieur d'une flamme, un corps qui puisse la colorer, en faisant en sorte de maintenir ce corps sur les bords de la flamme, on voit celle-ci prendre la coloration particulière du corps soumis à l'expérience. Cette coloration présente son maximum d'intensité sur les bords de la flamme, c'est-à-dire dans la partie la plus chaude et la moins éclairante.

Il résulte de ce fait que les flammes peu éclairantes, mais dont les températures sont élevées, sont préférables pour observer la coloration de la flamme; et sous ce rapport la flamme que donne la lampe à gaz de Bunsen, et celle que l'on obtient en enflammant un courant d'hydrogène, sont préférables à toutes les autres.

Pour produire dans les essais au chalumeau une flamme très-chaude, peu éclairante, propre aux expériences de coloration, je rappelle qu'il faut introduire le bout du chalumeau jusqu'au milieu de la flamme du combustible; on obtient ainsi un petit dard bleuâtre, peu visible, qui est excellent pour cette opération.

Il est à remarquer que le maximum d'intensité de coloration s'obtient lorsque le corps est chauffé à l'extrémité de la flamme réductrice, c'est donc dans cette partie de la flamme qu'on devra placer la substance à examiner.

Il paraît résulter des observations qui ont été faites sur la coloration des flammes, qu'un corps ne peut produire le phénomène de coloration, qu'autant qu'il est volatil par lui-même, ou qu'il est entraîné par une vapeur quelconque et principalement par de la vapeur d'eau. Il arrive, en effet, qu'une substance qui colore d'abord la flamme, perd cette propriété après quelques instants de chauffe, parce qu'elle est devenue complètement anhydre, et qu'elle n'est pas volatile à la température à laquelle elle est soumise, mais si on la trempe dans l'eau, elle reprend la propriété de colorer la flamme pendant quelques moments; le phénomène peut se reproduire autant de fois que l'on mouille la matière.

On admet que les corps volatils ne colorent la flamme qu'autant qu'ils sont réduits de leur combinaison, et ramenés à l'état de corps simples par la température élevée à laquelle on les soumet. Les observations suivantes semblent confirmer cette hypothèse: tous les composés d'un même corps colorent la flamme comme si l'on opérât sur le corps simple lui-même. La coloration est d'autant plus intense que la température est plus élevée. Le maximum de coloration est obtenu en chauffant le corps au feu de réduction. Un corps colore d'autant moins la flamme, que la combinaison dans laquelle il existe est difficile à réduire.

L'action réductrice de la flamme ne s'exerce que sur les vapeurs; c'est pourquoi les corps perdent leur pouvoir colorant

lorsqu'on les fait entrer dans des combinaisons qui sont fixes aux températures élevées, comme le sont, par exemple, les phosphates, les borates, les silicates, etc., quoique ces combinaisons soient soumises au feu de réduction.

La manière d'opérer pour observer les colorations de la flamme consiste, lorsque le corps est solide, à en saisir avec la pince à bouts de platine, un morceau présentant une pointe ou un tranchant, et à le porter dans le dard du chalumeau à la pointe de la flamme réductrice; lorsque la matière est en poudre, on la fait adhérer avec un peu d'eau à l'extrémité du fil de platine. C'est également l'extrémité du fil de platine que l'on mouille avec les liquides qui sont soumis à l'expérience. Lorsqu'on veut produire la coloration de la flamme en employant comme réactifs, l'acide sulfurique, la perle de sel de phosphore saturée d'oxyde de cuivre, ou les mélanges de bisulfate de potasse et de spath fluor, de bisulfate et de borax, c'est encore le fil de platine qui sert de support à la matière.

Il est important de ne plonger la matière d'essai dans la flamme, que lorsque le dard du chalumeau est parfaitement obtenu et d'une grande netteté. On peut alors saisir plus facilement les colorations fugitives qui se manifestent sous forme d'éclair, colorations qu'il est impossible d'apercevoir, si l'on place la matière d'essai dans la direction du dard avant de produire le jet lumineux.

Au moment où l'on introduit un corps quelconque dans le dard du chalumeau, on voit immédiatement la flamme bleuâtre s'agrandir et être remplacée par une atmosphère jaune-rougeâtre, dont l'étendue et l'intensité dépendent de la nature des corps soumis à l'essai. Peu à peu cette atmosphère diminue et disparaît; alors le dard bleu baigne le corps sans être altéré, et sa flamme redevient à peine visible, ou il prend une couleur qui varie avec la nature des corps, parce que c'est ordinairement à ce moment de l'opération, que ceux de ces corps qui peuvent se volatiliser se réduisent en vapeur.

Les colorations de la flamme sont d'une grande netteté lorsqu'on opère sur des composés sensiblement purs, mais lorsqu'on se trouve en présence de plusieurs corps colorant la flamme différemment, l'observation devient très-délicate ; et il faut avoir une grande habitude de ces essais pour pouvoir distinguer à la teinte de la flamme, la nature des corps mélangés.

Lorsque la matière d'essai contient plusieurs corps colorant la flamme, il est important de la soumettre longtemps à l'action du dard ; de cette façon il est facile de juger des changements de teintes qui se manifestent dans la flamme, par suite de la volatilisation successive des corps, d'après leur ordre de volatilité.

La lampe à gaz de M. Bunsen est un excellent appareil pour observer les changements de teintes qui surviennent dans la flamme, lorsqu'on opère sur des mélanges. Je puis, avec cette lampe, reconnaître des mélanges dans lesquels il entre à la fois, de la potasse, de la soude, de la lithine, de la strontiane et de la baryte. Pour arriver à ce résultat, voici comment je procède : au lieu d'introduire le fil de platine qui supporte la matière d'essai au milieu de la flamme, comme cela se fait ordinairement, je l'approche avec précaution de la partie extérieure du gaz en combustion, de manière que ce fil soit tangent et touche à peine la partie la moins visible de la flamme, à environ un centimètre au-dessus de la sortie du gaz de la lampe. Au moment où le fil de platine touche la partie obscure de la flamme, on voit se produire dans la partie supérieure de celle-ci, plusieurs éclairs colorés en violet et en rouge-carmin, dus au potassium et au strontium. Après ces éclairs, la flamme se colore pendant un instant, sur le bord extrême, en un beau rouge-pourpré fourni par la lithine. Ensuite en plongeant un peu plus le fil de platine dans la flamme, on voit celle-ci se colorer dans toute sa hauteur, en jaune-rougeâtre sous l'influence de la soude, mais autour du fil de platine on voit distinctement la teinte violacée du potassium.

Si l'on continue l'opération, on voit peu à peu la teinte jaune donnée par la soude se mélanger de rouge; le rouge-pourpré de la lithine reparait pendant un certain temps; puis enfin lorsque tous les corps produisant ces diverses colorations sont volatilisés, la flamme prend une teinte vert-jaunâtre due à la baryte; cette dernière coloration est la plus tenace, elle se maintient très-longtemps.

On ne connaît jusqu'à présent que trois corps qui colorent la flamme en rouge : ce sont le lithium, le strontium et le calcium. Le premier donne une belle teinte rouge-pourpré tirant sur le violet; le rouge du strontium est beaucoup plus rose, c'est le véritable rouge-carminé; enfin le rouge du calcium est tout à fait orangé. Ces teintes sont plus ou moins belles et plus ou moins intenses, selon que les corps sont en combinaison avec des acides qui leur donnent de la volatilité ou de la fixité. Ainsi règle générale, les chlorures donnent le maximum de coloration, tandis que les acides phosphorique, borique et silicique enlèvent aux corps la propriété de colorer la flamme.

Le potassium, le cæsium, le rubidium, quelques sels ammoniacaux et le protochlorure de mercure, sont les seuls corps qui colorent la flamme en violet. Le potassium donne un violet-pâle, le cæsium et le rubidium donnent un violet un peu plus bleu, et plus foncé que le précédent, mais il est difficile de faire la distinction entre ces trois métaux, si l'on n'a pas d'exemple sous les yeux au moment où l'on fait l'expérience. Le violet des sels ammoniacaux est plus bleu que celui qui est donné par les métaux précédents. Le protochlorure de mercure donne un violet-vif, assez intense.

Quelques corps colorent la flamme en bleu, mais il est rare que cette teinte soit tout à fait pure, très-souvent elle a un aspect livide comme si elle était mélangée d'un peu de jaune; d'autres fois elle est bordée de pourpre ou de vert. Le plomb et le sélénium donnent le bleu-azur; l'indium, le bleu-foncé; l'arsenic, l'antimoine et l'osmium, un bleu-livide un peu verdâtre; le tellure et le bromure de cuivre, un bleu-verdâtre

sur les bords; le chlorure de cuivre communique à la flamme une coloration bleue qui est bordée de pourpre-clair.

La flamme est colorée en vert par les composés du baryum, du thallium, du bore, du phosphore, du cuivre et du molybdène. La baryte et les acides borique, phosphorique et molybdique donnent une coloration vert-jaunâtre qui est identique pour ces quatre corps. Les composés du cuivre donnent un vert plus intense; il en est de même du vert donné par le fluorure de bore et par le thallium, mais c'est surtout l'iodure de cuivre qui donne la plus belle coloration verte. Les vapeurs des composés nitreux colorent également la flamme en vert-pâle un peu jaunâtre; il en est de même de quelques sels ammoniacaux.

La soude est le seul corps qui colore la flamme en jaune un peu rougeâtre, mais la teinte est très-intense, et tout à fait caractéristique.

La coloration jaune que produit le sodium et ses composés, absorbe ordinairement les teintes produites par les autres corps, ce qui fait qu'une très-petite quantité de soude empêche souvent de distinguer les colorations des corps avec lesquels elle est mélangée. M. Bunsen a indiqué, il y a quelques années, un procédé basé sur les observations de M. Cartmell, qui permet d'éviter l'absorption des colorations par la soude, en absorbant la teinte jaune de celle-ci, par des verres colorés en bleu par le cobalt. En effet, si l'on regarde la flamme au travers d'un verre bleu, la coloration jaune de la soude disparaît complètement, tandis que la coloration violet-pâle de la potasse paraît dans ces conditions d'une belle couleur rouge-pourpre bien prononcée. Cette réaction est tellement nette que l'on peut ainsi constater la présence d'une petite quantité de potasse dans une masse de soude. La coloration rouge-pourpre de la lithine disparaît presque entièrement lorsqu'on la regarde au travers d'un verre bleu de cobalt. Il en est de même de la coloration violette donnée par les sels ammoniacaux dissous dans l'alcool, de la teinte vert-jaunâtre

des sels de baryte, et des colorations rouge et rouge-orangé données par les sels de strontiane et les sels de chaux ; quant à ces deux derniers métaux, leurs flammes vues par le verre bleu de cobalt paraissent encore un peu, mais colorées en pourpre.

On peut remplacer le verre bleu de cobalt par les dissolutions peu concentrées d'indigo, de permanganate de potasse ou de bleu d'aniline.

Les essais de coloration de flamme doivent se faire autant que possible dans un endroit sombre. Dans tous les cas, l'opérateur doit se placer de façon à intercepter la lumière le plus qu'il peut.

Le tableau suivant contient les diverses colorations que les principaux corps communiquent à la flamme.

Des colorations que prend la flamme du chalumeau sous l'influence de certains corps

CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN ROUGE.	
SELS DE LITHINE.	Rouge-cramoisi très-intense, surtout avec le chlorure. La soude modifie la coloration ; mais en regardant la flamme au travers d'un verre bleu, la teinte rouge-cramoisi seule se voit, mais un peu violetée.
SELS DE STRONTIANE.	Rouge-carmin, avec le chlorure surtout. La soude modifie également la teinte ; il faut recourir alors à l'emploi du verre bleu.
SELS DE CHAUX.	Rouge-orangé.
CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN VIOLET.	
SELS DE CÆSIUM.	Violet-pâle. La soude masque la teinte violet'e, mais celle-ci se voit très-bien en regardant la flamme à travers un verre bleu.
SELS DE RUBIDIUM.	Violet-pâle. Même caractère que le cæsium.

Suite des corps qui colorent la flamme en violet.

SELS DE POTASSE.	Violet-pâle, un peu moins bleuâtre que la teinte donnée par le cæsium et par le rubidium, mais cette différence n'est pas très-sensible. La soude modifie également la teinte.
SELS AMMONIACAUX.	Violet-bleuâtre, quelquefois un peu livide.
PROTOCHLORURE DE MERCURE.	Violet-vif.

CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN BLEU.

SÉLÉNIUM ET SES COMPOSÉS.	Bleu-azur.
TELLURE ET SES COMPOSÉS.	Bleu-verdâtre.
ARSENIC ET SES COMPOSÉS.	Bleu-livide très-pâle.
INDIUM ET SES COMPOSÉS.	Bleu.
PLOMB ET SES COMPOSÉS.	Bleu-azur.
ANTIMOINE ET SES COMPOSÉS.	Bleu-livide très-pâle.
CHLORURE DE CUIVRE, et les chlorures chauffés avec le sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre.	Bleu-pourpré.
BROMURE DE CUIVRE, et les bromures chauffés avec le sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre.	Bleu bordé de vert.
OSMIURE D'IRIDIUM.	Bleu-verdâtre légèrement livide.

CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN VERT.

IODURE DE CUIVRE, et les iodures chauffés avec le sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre.	Vert-émeraude.
--	----------------

<i>Suite des corps qui colorent la flamme en vert.</i>	
COMPOSÉS DU PHOSPHORE et phosphates chauffés avec de l'acide sulfurique concentré.	Vert-jaunâtre un peu livide.
ACIDE BORIQUE, et les borates chauffés avec de l'acide sulfurique concentré.	Vert et vert-jaunâtre. Les borates chauffés avec le mélange de bisulfate et de spath fluor colorent également la flamme en vert; ce qui les distingue des phosphates.
SELS DE BARYTE.	Vert-jaunâtre sensiblement livide.
THALLIUM ET SES SELS.	Vert-émeraude très-intense.
SELS DE CUIVRE.	Vert-émeraude ou vert-bleuâtre (excepté le chlorure et le bromure).
COMPOSÉS NITREUX et quelques sels ammoniacaux.	Vert-livide.
COMPOSÉS DU MOLYBDÈNE.	Vert-jaunâtre.
COMPOSÉS DE L'OSMIUM.	Vert-livide.
CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN JAUNE.	
SELS DE SOUDE.	Jaune un peu rougeâtre; en même temps la flamme s'agrandit beaucoup.

ACIDES

Les essais au chalumeau ne devraient comporter comme réactifs que des corps solides; il est cependant indispensable d'avoir à sa disposition, en dehors du laboratoire, les trois acides principaux, c'est-à-dire l'acide sulfurique, l'acide azotique et l'acide chlorhydrique. Ces acides ont l'inconvénient d'altérer très-rapidement l'intérieur des boîtes qui contien-

nent tout le matériel du chalumeau, aussi doit-on les enfermer dans des flacons bien bouchés et mettre les flacons eux-mêmes dans des gaines en bois fermées à vis; enfin prendre la précaution, chaque fois que l'on aura fait usage d'un de ces acides, d'essuyer avec soin l'extérieur du flacon.

Acide sulfurique. — L'acide sulfurique concentré sert à caractériser d'une manière bien nette, les acides phosphorique et borique, par la coloration verdâtre caractéristique, que ces acides communiquent à la flamme lorsqu'ils sont déplacés de leurs combinaisons par l'acide sulfurique.

Pour employer ce réactif, on fait un petit œillet à l'extrémité du fil de platine que l'on trempe dans l'acide sulfurique, et que l'on pose ensuite sur la matière à essayer pour en prendre une parcelle, puis on chauffe à la pointe de la flamme réductrice, en observant s'il se produit une coloration verte.

Il faut toujours avoir le soin d'essayer d'avance le fil de platine avec l'acide, pour s'assurer qu'il ne colore pas la flamme.

L'acide sulfurique sert encore à distinguer sur le verre de montre, les azotates des azotites, les chlorates des perchlorates.

Acide azotique. — Cet acide sert à dissoudre les culots d'argent obtenus dans les coupellations, pour s'assurer s'ils renferment de l'or.

Acide chlorhydrique. — Cet acide mélangé à l'acide nitrique forme l'eau régale, qui sert à dissoudre l'or.

Il peut servir également à caractériser, sur les verres de montre, les carbonates, et à reconnaître si les silicates qu'on essaye sont attaquables ou non.

MARCHE GÉNÉRALE A SUIVRE DANS LES ESSAIS AU CHALUMEAU

Le but qu'on se proposait anciennement dans les essais au chalumeau, était la recherche de la nature des bases contenues dans les minéraux; on ne se préoccupait pas alors de la recherche des acides, et des radicaux non métalliques.

Aujourd'hui on détermine au chalumeau, aussi bien la nature des acides que celle des bases, d'où il résulte que nécessairement on doit exécuter dans les essais pyrognostiques, des opérations ayant pour objet la détermination de ces deux sortes de composés.

Ces opérations sont peu nombreuses, elles s'élèvent à quatorze, et lorsqu'on les aura toutes exécutées les unes après les autres, pour reconnaître la nature d'une substance, on pourra être sûr d'avoir caractérisé d'une manière certaine, les corps principaux constituant la matière soumise à l'expérience.

On ne doit opérer au chalumeau que sur de très-petites quantités de matière à la fois. La grosseur de la substance soumise à l'essai ne doit jamais dépasser celle d'un grain de millet, à moins de circonstances particulières. Lorsqu'on essaye une matière avec les fondants vitreux, pour la caractériser d'après la coloration qu'elle communique à ces fondants, la quantité à employer doit être alors infiniment petite, le dixième environ d'un grain de millet, quelquefois même la centième partie.

Avant de déterminer la nature d'une substance, on doit d'abord en examiner avec soin les propriétés physiques, telles que la couleur, l'éclat, la transparence, le magnétisme, la densité, la dureté, la cassure, la couleur de la poussière, l'état

cristallin, etc., etc. Ces propriétés permettent souvent d'établir à priori la nature de la substance, surtout au point de vue minéralogique.

Après cet examen préalable, la matière devra être soumise aux opérations suivantes.

OPÉRATION DANS LE TUBE BOUCHÉ.

1° On chauffe la matière seule dans un tube bouché.

L'opération consiste à prendre gros comme un grain de millet de la substance, que l'on introduit dans le tube après avoir nettoyé parfaitement celui-ci, avec du papier à filtrer enroulé autour d'une aiguille à tricoter, et après avoir examiné ses parois à la loupe. Si la matière est en poudre, il faut avoir le soin, après l'avoir introduite dans le tube, de nettoyer les parois avec du papier, afin qu'aucune poussière ne les salisse ; enfin l'on chauffe doucement d'abord, puis ensuite fortement à l'aide du chalumeau, jusqu'à la fusion du verre. Si la substance est très-hydratée, il peut arriver que l'eau qui se condense sur les parois, retombe au fond du tube et le fasse casser, ou encore, que cette eau empêche les corps volatils de se déposer sur les parties froides du tube, avec les caractères qui leur sont propres. Pour éviter ces inconvénients, on absorbe l'eau qui se dégage dans les premiers moments de l'opération, avec du papier à filtrer enroulé après l'aiguille à tricoter. Il ne faut pas oublier de porter souvent pendant l'expérience le tube sous les narines, afin de s'assurer si la matière dégage des principes volatils odorants. Il ne faut point négliger d'introduire de temps à autre dans le tube, des papiers de tournesol rouge et bleu pour s'assurer de la réaction acide ou alcaline des substances qui se volatilisent. Cette précaution est nécessaire, même quand la matière d'essai semble n'éprouver aucune altération sous l'influence de la chaleur.

Après l'opération, on laisse refroidir le tube et l'on observe

si la substance éprouve un changement de couleur par le refroidissement. On examine avec soin les parois du tube en s'aidant de la loupe, pour constater les propriétés physiques des dépôts lorsqu'il y en a.

Lorsque la substance aura éprouvé une décomposition quelconque, ne pas négliger, après avoir examiné le résidu, ainsi qu'il vient d'être dit, de traiter ce résidu par quelques gouttes d'eau, pour constater la réaction qu'il présente aux papiers de tournesol, et même de caractériser les propriétés chimiques de la liqueur par voie humide, si l'on opère dans un laboratoire.

Une matière qui a subi une décomposition partielle, ou une transformation sous l'influence de la chaleur seule, peut être examinée ensuite avec les réactifs du chalumeau, pour juger de la nature des produits qui ont pris naissance sous l'influence de la calcination; il arrive quelquefois que la connaissance de ces produits secondaires, sert à caractériser la matière soumise à l'essai, en s'aidant nécessairement des premières observations faites dans l'action de la chaleur sur ladite matière.

Dans cette première opération on doit constater :

A. Si la matière dégage de l'eau, et si cette eau est acide, alcaline ou neutre ;

B. Si elle décrépité ;

C. Si elle change de couleur, et si le changement se maintient après le refroidissement, ou si la matière reprend sa couleur primitive ;

D. Si elle est fusible; si la fusion est facile ;

E. Si elle est volatile, après la fusion ou avant la fusion ;

F. Si elle est décomposée ;

G. Si elle dégage des vapeurs ou des gaz colorés ou odorants ; quelle est l'action de ces vapeurs ou de ces gaz sur les papiers de tournesol ; s'ils attaquent le verre (fluor) ; s'ils rallument les allumettes encore en ignition (oxygène) ; s'ils éteignent les corps en combustion (acide carbonique) ;

H. Si elle noircit en brûlant à la manière des corps organiques, en répandant l'odeur de papier ou de laine brûlés;

I. Si en se volatilissant ou en se décomposant, elle dépose un enduit sur les parois du tube ; examiner quelle est la nature de cet enduit : s'il est coloré, s'il est fusible, cristallin ou amorphe, etc. ;

J. Si la matière émet un dégagement de lumière, ou si elle devient phosphorescente.

OPÉRATION AVEC LA PINCE A BOUTS DE PLATINE.

2° *La matière est chauffée seule à l'extrémité de la pince à bouts de platine.*

Lorsque la matière d'essai a subi l'opération précédente sans donner de caractères précis, on en prend une parcelle avec la pince à bouts de platine, et on la chauffe le plus fortement qu'il soit possible, d'abord dans la flamme d'oxydation et ensuite dans la flamme de réduction.

On doit faire en sorte que la parcelle de matière soumise à l'essai présente une pointe très-fine, ou une tranche extrêmement mince ; si la substance à essayer est en poudre, on en délaye une petite quantité avec un peu d'eau, de manière à former une pâte claire ; on met alors deux ou trois gouttes de cette pâte sur un charbon, qui, en absorbant l'eau, fait prendre à la matière la forme d'une pastille : on dessèche ensuite à une douce chaleur, puis on chauffe plus fortement pour agglutiner les particules ; on obtient ainsi une petite plaque mince qui se détache facilement du charbon, et que l'on peut saisir avec la pince à bouts de platine.

Avant de chauffer la matière, on doit examiner avec soin l'état des arêtes vives de la pièce d'essai en s'aidant de la loupe ; cela permet de mieux juger après l'opération, s'il y a eu fusion ou non.

Dans les premiers moments de l'opération on doit approcher à plusieurs reprises la matière d'essai des narines, pour

constater si elle dégage des vapeurs odorantes. On doit observer attentivement les changements de couleur qui peuvent se manifester dans la flamme.

Dans cette opération on doit constater :

A. Si la matière dégage des vapeurs odorantes ou non, incolores ou colorées ;

B. Si elle est combustible ; si elle brûle avec une flamme éclairante ou avec une flamme colorée ;

C. Si elle colore la flamme ;

D. Si elle est fusible ; dans ce cas, constater si la matière est très-fusible, ou peu fusible ou même si elle n'a éprouvé qu'un simple ramollissement dans ses arêtes vives ; si la fusion s'est faite avec ou sans boursoufflement ;

E. Si la matière se fond en perle vitreuse, transparente, en émail opaque ou opalin, en globules pierreux ou spongieux, et si ces perles, ces émaux et ces globules sont incolores, blancs ou colorés ;

F. Si la matière est infusible ; si elle change de couleur sous l'influence de la chaleur, et si le changement se maintient après le refroidissement.

OPÉRATION DANS LE TUBE OUVERT.

3° La matière est chauffée seule dans le tube ouvert aux deux extrémités.

Cette opération est devenue presque inutile aujourd'hui, attendu que les corps qu'elle permet de déceler le sont plus facilement par d'autres réactions. On fait usage du tube ouvert principalement pour opérer le grillage des sulfures et des arséniures métalliques. L'opération consiste à introduire une parcelle de la matière d'essai à l'entrée de la partie courbe du tube, celui-ci étant bien nettoyé, et à diriger dessus, le dard du chalumeau, ou encore à chauffer directement la partie du tube au-dessous de la substance (voyez fig. 13). On incline le tube plus ou moins afin de modérer ou d'activer le courant

d'air qui se produit dans l'intérieur. Après l'opération on examine avec soin, en s'aidant de la loupe, les parois du tube, pour s'assurer si quelques produits volatils sont venus s'y déposer.

Dans cette expérience on doit constater :

A. Si la matière dégage des vapeurs odorantes, acides ou alcalines, blanches ou colorées ;

B. S'il se sublime des corps volatils, amorphes ou cristallins, blancs ou colorés, fusibles ou infusibles ;

C. Si la matière fond, si elle change de couleur, en un mot, toutes les observations qui ont été indiquées à l'opération du tube bouché.

On constatait anciennement la présence du fluor dans une matière, en chauffant celle-ci dans le tube ouvert, après l'avoir mélangée avec du sel de phosphore fondu ; dans ce cas, l'acide phosphorique déplace de l'acide fluorhydrique qui attaque les parois du tube, et qui peut décolorer le papier de Fernambouc.

OPÉRATION SUR LE CHARBON.

4° La substance est chauffée seule sur le charbon.

On creuse une petite cavité dans le charbon, comme il a été dit page 49, on y dépose un petit grain de la matière d'essai, et on le soumet soit à la flamme oxydante, soit à la flamme réductrice.

Il ne faut pas souffler trop fort pour que la substance ne soit pas entraînée par le courant d'air. On fait arriver le dard au-dessus de la matière, de façon que la flamme soit tout à fait tangente au charbon. Puis peu à peu, à mesure que la substance fond, on redresse le charbon de manière que le dard arrive bien verticalement sur la matière. Ces précautions deviennent inutiles lorsque la substance adhère presque immédiatement au charbon.

Lorsque la matière est en poudre fine, elle est presque toujours entraînée par le vent ; il n'en reste pas alors un grain sur

le charbon ; on obvie à cet inconvénient en humectant la matière avec une goutte d'eau, quand on l'a placée sur le support.

Si la matière est en poudre trop fine, on en fait une pâte solide en la broyant avec une goutte d'eau dans le mortier d'agate. Une fois la substance humectée, on la dessèche lentement, puis on la soumet ensuite à la température nécessaire pour en déterminer la nature.

Lorsque la matière décrépète, il faut la réduire en poudre fine et la traiter comme il vient d'être dit.

Dans cette opération il faut constater :

A. Si la matière dégage des vapeurs odorantes ou des fumées épaisses blanches ou colorées ;

B. Si la matière est fusible ou non ;

C. Si elle fuse ou si elle déflagre ;

D. Si elle s'introduit dans le charbon après fusion ;

E. Si elle se volatilise entièrement ou en partie quand on la chauffe soit dans la flamme oxydante, soit dans la flamme de réduction ;

F. Si elle change de couleur ;

G. Si elle colore la flamme ;

H. Si elle donne naissance à des culots métalliques, et quelles sont les propriétés physiques du métal obtenu, s'il est malléable ou cassant ; si ce métal est ou n'est pas oxydable ;

I. Si elle donne lieu à un enduit ou auréole, qui recouvre le charbon dans une partie plus ou moins rapprochée de la matière d'essai, et quelle est la couleur de l'enduit ;

J. Si la matière une fois calcinée, présente une réaction alcaline lorsqu'on la pose sur un papier rouge de tournesol mouillé ;

II. Si elle est devenue attirable à l'aimant.

OPÉRATION SUR LE CHARBON AVEC LA SOUDE.

5° *La matière est chauffée au feu de réduction sur le charbon avec de la soude, ou avec un mélange de soude et de cyanure de potassium.*

Dans cette opération on a à constater à peu près les mêmes observations que dans l'opération précédente. Seulement les réductions métalliques sont plus faciles à obtenir avec les fondants réducteurs, que lorsque la substance est chauffée seule. D'une autre part, la soude a la propriété d'attaquer certains corps qui ne produisent rien lorsqu'on les traite seuls, et qui avec ce réactif donnent des réactions qui permettent quelquefois de les caractériser.

Il faut se rappeler que le fondant doit être ajouté en petite quantité d'abord, puis on augmente la dose au fur et à mesure, jusqu'à ce que de nouvelles additions ne produisent plus aucun phénomène caractéristique.

Lorsque la substance est en poudre, on la mélange intimement dans le mortier d'agate, avec la soude ou avec la soude et le cyanure de potassium, puis on met le mélange dans la cavité pratiquée dans le charbon, en le tassant bien. Si la matière est en masse, on en prend une parcelle ne dépassant pas la grosseur d'une tête d'épingle ordinaire, que l'on met sur le charbon et que l'on recouvre avec le réactif.

On souffle sur la matière, comme il a été dit dans l'essai précédent, en dirigeant la flamme du chalumeau de façon que le dard lumineux soit tangent au charbon, à seule fin de ne chauffer que la surface du mélange, puis lorsque le flux commence à fondre, on redresse un peu le charbon, on abaisse légèrement le bout du chalumeau, ce qui fait diriger le dard presque verticalement sur la matière d'essai, et l'on chauffe modérément.

Lorsqu'on chauffe trop fort en commençant l'opération, les fondants s'introduisent presque immédiatement dans le

charbon, où ils ont le grave inconvénient de s'étaler sur le support et d'éparpiller ainsi la matière d'essai, qu'ils entraînent presque toujours dans cette circonstance en dehors de la cavité où le mélange était placé. Dans quelques cas, où il est nécessaire que le fondant ne s'introduise point dans le charbon, on ajoute un peu de borax au mélange.

Toutes les substances qui en fondant avec les alcalis ont la propriété de former des matières vitreuses, empêchent la soude d'entrer dans le charbon, en lui faisant prendre la forme globulaire.

La production d'une perle vitreuse par la fusion avec la soude est un des caractères distinctifs les plus importants de la silice et des silicates naturels. Quelquefois ces perles sont transparentes, incolores ou colorées par des oxydes; d'autres fois elles sont opaques. Les acides titanique, phosphorique et borique se comportent avec la soude sensiblement comme l'acide silicique.

Dans cette opération on devra constater :

A. Si la matière est attaquée par la soude, avec ou sans effervescence ;

B. Si la matière fondue forme une perle vitreuse ;

C. Si elle est entraînée dans le charbon avec la soude ;

D. Si elle dégage des vapeurs odorantes ;

E. Si elle reste comme résidu fixe, une fois que le fondant est entré dans le charbon ;

F. Si elle donne naissance à des globules métalliques, et quelles sont les propriétés de ces globules ;

G. Si le charbon se recouvre d'un enduit blanc ou coloré, qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas production de culot métallique,

H. Si le mélange fondu, pulvérisé et traité par l'eau, laisse une poudre métallique noire ou grise, attirable à l'aimant, ou infusible et inoxydable ;

I. Si le mélange fondu noircit la lame d'argent lorsqu'on le met sur ce métal avec de l'eau ;

J. Si la masse fondue est colorée en vert ou en jaune.

OPÉRATION AVEC L'AZOTATE DE COBALT.

6° *La matière est chauffée sur le charbon ou sur la lame de platine avec la dissolution d'azotate de cobalt.*

Cette opération n'est pas toujours exécutable, elle ne peut se faire que lorsque la matière, après avoir été calcinée ou fondue sur le charbon, a laissé un *résidu fixe, incolore ou blanc*. On mouille alors le résidu avec l'azotate de cobalt en prenant les précautions qui ont été indiquées page 71, en parlant de ce réactif, puis on calcine fortement. Après le refroidissement on observe la teinte que la matière a prise.

OPÉRATION AVEC LE BORAX ET AVEC LE SEL DE PHOSPHORE.

7° *La matière est traitée par le sel de phosphore et par le borax sur le fil de platine, pour juger des colorations qu'elle communique à ces fondants au feu d'oxydation, au feu de réduction et au flamber.*

Cette double opération est une des plus importantes dans les essais au chalumeau, pour constater la nature des oxydes métalliques; elle consiste à former une perle vitreuse avec l'un de ces fondants à l'extrémité du fil de platine, comme cela a été dit en parlant du borax et du sel de phosphore, à y faire adhérer une très-petite quantité de la matière d'essai, et à chauffer le tout dans la flamme oxydante d'abord, puis ensuite au feu de réduction. Enfin il est essentiel de soumettre au flamber les perles obtenues, principalement celles qui sont incolores, pour s'assurer si elles deviennent opaques ou laiteuses.

Lorsqu'on soumet à l'action des fondants vitreux des sulfures, des arsénio-sulfures, des arséniures, ou des antimoniures métalliques, les perles ne présentent pas immédiatement les couleurs qui caractérisent le métal sur lequel on opère: on obtient avec ces composés des verres qui sont généralement

colorés en brun ou en jaune-brun, et ces teintes ne disparaissent, pour faire place à celle du métal, que si l'on prolonge très-longtemps l'insufflation au feu d'oxydation. Pour obvier à cet inconvénient, il est bon de soumettre tous ces composés à un grillage préalable sur le charbon, en prenant le soin de ne chauffer que très-doucement en commençant, pour éviter que la substance fonde.

On peut se passer d'opérer le grillage de la matière, en ajoutant à la perle vitreuse brune ou jaune, donnée par un sulfure, un arséniure, etc., une parcelle de nitre qui oxyde immédiatement les corps simples combustibles empêchant la réaction des métaux de se produire.

Quand on a ajouté un peu de nitre à une perle vitreuse et que l'on chauffe, il se produit une vive effervescence et un fort bouillonnement, dus au dégagement des corps gazeux qui prennent naissance; peu à peu le bouillonnement s'affaiblit, il cesse ensuite et la perle reprend son état normal; dans ce cas, la petite quantité de potasse que le nitre a apportée à la substance vitreuse n'empêche pas les colorations caractéristiques des oxydes métalliques de se manifester.

La partie délicate à exécuter dans cette septième opération, est de soumettre la perle vitreuse au feu de réduction, pour constater les changements que cette partie de la flamme peut apporter dans les teintes observées au feu d'oxydation. Il est quelquefois très-difficile d'arriver à un résultat lorsqu'on n'emploie que la flamme intérieure comme moyen de réduction; les personnes habiles dans ce genre de manipulations sont souvent obligées d'avoir recours elles-mêmes à l'emploi de l'étain, principalement lorsque l'on a très-peu de matière d'essai à sa disposition, et lorsqu'il s'agit de réduire les oxydes de titane, de tungstène, de didyme, etc., pour les caractériser d'après les colorations qu'ils communiquent aux fondants vitreux, au feu de réduction. Il est donc important d'ajouter un peu d'étain aux perles, lorsqu'on voudra les réduire dans la flamme intérieure. Il ne faut pas

oublier non plus qu'un excès d'étain donne de l'opacité à la perle vitreuse.

Comme l'étain ne réduit que certains oxydes, tandis qu'il ne réduit pas les autres, on peut, à l'aide de ce métal, distinguer entre eux plusieurs oxydes métalliques dissous dans les fondants vitreux. C'est ainsi que l'on peut constater la présence d'une petite quantité d'oxyde de cobalt, dans les oxydes de nickel et de manganèse, parce que ces deux derniers oxydes réduits par l'étain ne colorent plus le fondant, ce qui permet de voir alors la teinte bleue plus ou moins foncée, donnée par le cobalt.

Les perles vitreuses colorées en rouge de sang par les composés du tungstène, du titane et de l'antimoine, qui contiennent du fer, perdent leur couleur rouge lorsqu'on les traite par l'étain et prennent les teintes qui caractérisent le tungstène, le titane et l'antimoine au feu de réduction.

Dans cette opération on doit constater :

A. La coloration que la matière communique au borax et au sel de phosphore, au feu d'oxydation et au feu de réduction, et tant à chaud qu'à froid ;

B. Si la matière entre facilement en dissolution dans le fondant ;

C. Si elle laisse un résidu infusible qui ne se dissout pas dans le fondant et principalement dans le sel de phosphore ;

D. Si les perles deviennent laiteuses ou opaques lorsqu'on les chauffe au flamber.

OPÉRATION AVEC LA SOUDE SUR LE PLATINE.

8° *La matière est chauffée sur la lame de platine ou à l'extrémité du fil de platine, avec de la soude ou avec un mélange d'azotate de potasse et de soude.*

Cette opération a pour but de s'assurer si la matière d'essai se dissout dans la soude, si elle renferme du manganèse.

102 OPÉRATION AVEC BISULFATE DANS LE TUBE BOUCHÉ.

nèse ou du chrome; dans ce cas l'addition d'un peu de nitre facilite beaucoup la réaction.

La soude s'empare principalement des acides; elle dissout quelques oxydes métalliques, mais elle n'en dissout qu'une très-faible quantité. Les substances qui peuvent être fondues par la soude à l'extrémité du fil de platine ou sur la lame de platine, au feu d'oxydation, sont : l'*acide silicique*, l'*acide titanique*, l'*acide tungstique*, l'*acide molybdique*, l'*acide vanadique*, l'*acide antimonieux*, l'*acide tellureux*, le *sesquioxyde de chrome*, les *oxydes de manganèse*, l'*oxyde de cobalt*, l'*oxyde de cuivre*, l'*oxyde de plomb*, la *baryte*, la *strontiane* et le *spath fluor*.

Dans cette opération les moindres traces de manganèse et de chrome peuvent être accusées par les colorations verte ou jaune que prend la masse fondue, sous l'influence de ces métaux. Les oxydes de cobalt et de cuivre colorent souvent la soude en bleu clair.

En exécutant cette huitième opération, on constatera :

A. Si la matière est attaquée par la soude, avec ou sans effervescence;

B. Si après la fusion, la masse fondue reste transparente, incolore ou colorée;

C. Si la masse fondue devient opaque en refroidissant, et si elle est blanche ou colorée;

D. Si la matière dégage des vapeurs odorantes.

OPÉRATION AVEC BISULFATE DANS LE TUBE BOUCHÉ

9° *La matière est chauffée dans le tube bouché avec du bisulfate de potasse.*

Dans cette opération on caractérise presque tous les acides minéraux, les radicaux des sels haloïdes, et quelques acides organiques.

Les sels dont les acides ne peuvent être reconnus avec le bisulfate sont : les *sulfates*, les *phosphates*, les *borates*, les

silicates et les *sels à acides métalliques*, les osmites et les osmiates exceptés.

La matière d'essai est pulvérisée et mélangée avec le bisulfate de potasse dans le mortier d'agate; à ce moment déjà, la galène et la blende dégagent de l'hydrogène sulfuré, les sulfites et les hyposulfites dégagent de l'acide sulfureux reconnaissable à son odeur; on introduit une petite quantité du mélange dans le tube bouché; on nettoie avec soin les parois du tube avec du papier à filtrer enroulé autour de l'aiguille à tricoter et l'on chauffe doucement d'abord, puis fortement ensuite. On approche de temps en temps le tube des narines, pour s'assurer s'il se dégage quelques vapeurs reconnaissables à leur odeur, en prenant la précaution de ne pas respirer trop fort afin d'éviter d'absorber des vapeurs toxiques, comme de l'acide arsénieux, de l'acide prussique, etc. Il faut se rappeler que lorsque l'on chauffe fortement, le bisulfate de potasse est décomposé lui-même, et qu'il dégage des vapeurs d'acide sulfurique (et aussi de l'acide sulfureux), que l'on peut confondre avec l'acide fluorhydrique, l'acide chlorhydrique, etc. Après l'expérience, on examine avec soin les parois du tube en s'aidant de la loupe pour s'assurer de la nature des dépôts qui ont pu s'y former.

Dans cette opération on doit constater :

- A. Si la matière chauffée avec le bisulfate produit une effervescence;
- B. S'il y a dégagement de vapeurs odorantes, incolores ou colorées;
- C. S'il s'est formé un dépôt sur les parois du tube, si ce dépôt est amorphe ou cristallisé, blanc ou coloré, fusible ou infusible;
- D. Si le verre du tube est corrodé.

OPÉRATION AVEC ACIDE SULFURIQUE AU FIL DE PLATINE

10° *La matière est chauffée à l'extrémité du fil de platine avec de l'acide sulfurique concentré.*

Cette opération a pour but de constater la présence de l'acide phosphorique et de l'acide borique dans les substances soumises à l'essai, et aussi la présence de l'acide molybdique.

Lorsque la matière ne donne aucune réaction avec le bisulfate dans le tube bouché, qui permette de caractériser la nature de son acide, et même lorsqu'on veut, malgré la constatation de l'acide principal, s'assurer si une substance contient de l'acide phosphorique, de l'acide borique ou de l'acide molybdique, on doit chauffer la matière avec de l'acide sulfurique concentré, à l'extrémité du fil de platine : les moindres traces d'acide phosphorique, d'acide borique ou d'acide molybdique sont alors caractérisées par la coloration vert-jaunâtre que prend la flamme.

Cette coloration est d'une extrême sensibilité, mais elle est très-fugitive, parce qu'elle cesse aussitôt que l'acide sulfurique employé est volatilisé, ce qui a lieu presque instantanément; on peut, il est vrai, la reproduire un grand nombre de fois, en retremant l'extrémité du fil de platine qui porte la matière dans l'acide sulfurique. En raison de l'extrême fugacité de la coloration, on ne doit plonger le fil de platine dans la flamme que lorsque le dard est bien net.

La coloration verte produite par l'acide borique est plus intense et moins jaunâtre que celle qui est donnée par l'acide phosphorique, et par l'acide molybdique, mais il est assez difficile d'apprécier à cette différence de teinte auquel de ces acides on a affaire; il faut alors avoir recours à la onzième opération qui va être décrite plus loin.

Avant de faire l'opération, il est important de s'assurer si la matière *chauffée seule* ne colore pas la flamme en vert

par suite de la présence de la baryte, du molybdène ou du cuivre. Quand un de ces corps existe dans la matière d'essai, il devient assez difficile de déceler la présence des acides phosphorique et borique; on y parvient cependant en éliminant ces corps par les méthodes suivantes : on chauffe la matière d'essai au feu de réduction, avec de la soude sur le charbon, on réduit ainsi le cuivre et le molybdène à l'état métallique, on reprend la matière fondue par de l'eau, on filtre, on évapore à sec et l'on chauffe le résidu avec l'acide sulfurique.

Pour éliminer la baryte, on chauffe la matière sur la lame de platine avec du bisulfate de potasse, on reprend par l'eau qui laisse la baryte à l'état de sulfate insoluble, on filtre, on dessèche et l'on essaye ensuite le résidu avec l'acide sulfurique. Il ne faut pas oublier que dans les deux cas le résidu des opérations doit être chauffé seul avant d'être traité avec l'acide, pour s'assurer que le cuivre, le molybdène ou la baryte ont bien été éliminés.

OPÉRATION AVEC BISULFATE ET SPATH FLUOR

11° *La matière est chauffée à l'extrémité du fil de platine, avec un mélange de bisulfate de potasse et de spath fluor.*

Lorsqu'on a constaté qu'une substance colore la flamme en vert-jaunâtre quand on la chauffe avec de l'acide sulfurique, il reste à vérifier si la coloration est due à l'acide phosphorique, à de l'acide borique ou à de l'acide molybdique, pour cela on chauffe la matière à l'extrémité du fil de platine, avec un mélange de trois parties de bisulfate de potasse et d'une partie de spath fluor; si la flamme se colore en vert, on peut être certain de la présence de l'acide borique ou de l'acide molybdique; s'il ne se produit rien, la coloration observée préalablement avec l'acide sulfurique concentré était due à l'acide phosphorique. Dans cette réaction,

c'est le fluorure de bore qui prend naissance, qui colore la flamme en vert, ou c'est l'acide molybdique; mais ce dernier colore la flamme en vert-jaunâtre, tandis que la teinte donnée par le fluorure de bore est d'un beau vert-émeraude. Dans le doute on doit chauffer la substance avec le borax au feu de réduction; quand il y a du molybdène, la perle qu'on obtient alors est brun-foncé et opaque.

On doit essayer le mélange de bisulfate et de spath fluor avant d'y introduire la matière d'essai, afin de s'assurer qu'il ne colore pas la flamme par lui-même.

Il est impossible de reconnaître au chalumeau un mélange des acides phosphorique et borique; ce dernier seul est caractérisé, parce qu'il y a coloration verte de la flamme, aussi bien avec l'acide sulfurique qu'avec le mélange de bisulfate et de spath fluor.

OPÉRATION AVEC BISULFATE ET BORAX.

12° La matière est chauffée à l'extrémité du fil de platine, avec un mélange de bisulfate de potasse et de borax.

Cette opération spéciale a pour but de déceler la présence du fluor dans les substances soumises à l'examen, en se fondant sur la coloration verte que prend la flamme sous l'influence du fluorure de bore qui se forme dans la réaction.

Ce caractère est d'une si grande sensibilité, qu'il permet de trouver le fluor là où les autres réactifs ne peuvent le déceler, il ne faut donc pas oublier de faire cette opération lorsque l'on fait l'essai de minéraux, et principalement l'analyse des roches.

Ici il est *très-important*, avant de faire l'expérience, d'essayer le mélange de bisulfate et de borax, pour être certain qu'il ne colore pas la flamme en vert, coloration qui se manifesterait si l'on employait du bisulfate qui n'aurait pas été bien fondu préalablement, comme je l'ai déjà recommandé en parlant de ce réactif à la page 67, par suite de l'action

de l'acide sulfurique libre sur le borax ; malgré tout le soin qu'on apporte dans la préparation du bisulfate, il n'est pas rare d'observer une légère teinte vert-livide, lorsque l'on chauffe le mélange de bisulfate et de borax ; mais la teinte est si différente de celle qui est donnée par le fluorure de bore, qu'il n'y a pas à se tromper.

On doit s'assurer également si la matière d'essai peut communiquer elle-même une coloration verte à la flamme ; dans le cas où cela aurait lieu, on cherchera à éliminer les corps qui produiraient la coloration, comme cela a été dit plus haut à propos des acides borique et phosphorique, à la dixième opération.

OPÉRATION AVEC SEL DE PHOSPHORE SATURÉ D'OXYDE DE
CUIVRE.

13° *La matière est chauffée à l'extrémité du fil de platine, avec une perle de sel de phosphore sursaturée d'oxyde de cuivre.*

Cette opération a pour but de constater la présence du chlore, du brome ou de l'iode dans une substance, d'après les colorations bleu-pourpré, bleu-verdâtre, et vert-émeraude que ces corps communiquent à la flamme lorsqu'ils sont combinés au cuivre.

La perle de sel de phosphore doit être bien sursaturée d'oxyde de cuivre, mais il ne faut point qu'elle colore la flamme lorsqu'on la chauffe seule. Il faut, dans ces expériences, opérer comme pour les colorations de flamme, c'est-à-dire ne plonger dans la flamme du chalumeau la perle cuivreuse, après laquelle on a fait adhérer la matière d'essai, que lorsque le dard est net de manière à juger des changements de teintes qui peuvent se manifester instantanément dans la flamme.

Lorsqu'on opère sur un mélange qui contient à la fois du chlore, du brome et de l'iode, la coloration bleu-pourpré

produite par le chlore est celle qui se manifeste en premier, le chlorure de cuivre étant le composé le plus volatil; puis la teinte bleu-verdâtre donnée par le brome vient en deuxième; enfin on observe en dernier la belle coloration vert-émeraude de l'iodure de cuivre qui se maintient assez longtemps.

Mais il est évident que dans cette circonstance il est très-difficile d'apprécier si la matière contient réellement du brome, attendu que les teintes bleu-pourpré du chlore et verte de l'iode, en se mêlant, peuvent simuler la teinte bleue bordée de vert que donne le brome.

Depuis que le bisulfate de potasse est devenu dans les essais au chalumeau le réactif général des acides et des radicaux des sels haloïdes, l'opération de la matière, chauffée avec la perle de sel de phosphore sursaturée d'oxyde de cuivre, est devenue presque inutile.

OPÉRATION DE LA COUPELLATION.

1^{re} La matière est soumise à la coupellation sur de la poudre d'os.

Cette opération ne se pratique que lorsqu'on veut rechercher l'or ou l'argent dans les minéraux métalliques, ou traiter des matières aurifères ou argentifères.

La coupellation se fait sur le charbon dans lequel on a creusé une grande cavité, destinée à recevoir des petites coupelles préparées d'avance, ou que l'on emplit de cendre d'os que l'on comprime à l'aide du pilon du mortier d'agate, comme cela a été indiqué page 76 en parlant de la cendre d'os.

La matière d'essai est enveloppée dans un morceau de plomb pauvre, aplati très-mince, de manière à pouvoir le ployer facilement, et représentant environ dix fois le poids de la matière soumise à la coupellation, mais en faisant en sorte que le tout ne pèse pas plus de 3 à 4 grammes.

Les galènes peuvent être coupellées directement sans addition de plomb pauvre. Mais dans tous les cas, il est préférable de réduire préalablement le minerai sur le charbon avec de la soude et un peu de plomb pauvre, ou de fondre le minerai avec de la litharge; on obtient ainsi un plomb d'œuvre que l'on passe à la coupelle.

On pose l'essai sur la coupelle avec les brucelles, de manière à ne point la déformer, surtout lorsqu'elle est faite de cendre d'os non agglomérée. On chauffe ensuite, très-lentement d'abord, puis on élève la température, mais seulement lorsque le plomb est fondu.

L'essai passe par toutes les phases d'une coupellation faite en grand. Le plomb et tous les autres métaux oxydables brûlent, la litharge qui prend naissance s'introduit dans la coupelle, en entraînant tous les autres oxydes métalliques. Lorsque tout le plomb et les métaux ordinaires sont oxydés, on voit se produire le phénomène de l'éclair, et l'opération est terminée.

Il est souvent impossible de faire une coupellation complète avec la même coupelle, non pas que celle-ci ne soit assez grande pour absorber toute la litharge qui peut se produire dans l'essai, mais parce qu'avec le chalumeau ordinaire on ne peut point chauffer assez fortement toute la masse de la coupelle; alors la litharge ne pouvant plus pénétrer dedans, vient noyer l'essai; il arrive souvent aussi que la substance soumise à l'analyse contient beaucoup de silice qui forme avec l'oxyde de plomb un silicate très-fusible, mais qui n'entre pas dans la coupelle et vient noyer l'essai. Dans ces cas également on laisse refroidir le tout, on détache le culot métallique de la coupelle avec les pinces brucelles, et on le traite sur une nouvelle coupelle après l'avoir débarrassé de la litharge ou du silicate de plomb qui l'enveloppe, en le frappant avec le marteau sur le tas d'acier ou dans le mortier d'Abich.

Les coupellations sont assez longues à exécuter; il faut souvent souffler une heure sans s'arrêter. La manière de

chauffer l'essai contribue beaucoup à retarder ou à accélérer la durée de l'opération; il faut avant tout produire une flamme très-oxydante, ce que l'on obtient facilement en faisant entrer le bout du chalumeau un peu avant dans la flamme de la bougie, de manière à obtenir le dard bleuâtre dont il a été parlé à propos de la flamme pour observer les colorations, ce jet bleuâtre est très-oxydant à son extrémité.

On peut juger de la marche de la coupellation aux caractères suivants : l'opération marche bien tant que la surface du plomb paraît irisée; elle est retardée au contraire, quand on voit apparaître des taches noires là où frappe le dard du chalumeau; ces taches sont l'indice que c'est la flamme réductrice qui arrive sur la matière fondue, et qu'il y a réduction au lieu de l'oxydation nécessaire.

L'opération est terminée quand apparaît le phénomène de l'éclair, c'est-à-dire lorsqu'on voit le globule métallique devenir brillant, jeter un vif éclat sous l'action de la température élevée à laquelle il est soumis et prendre la forme sphérique.

Lorsque le globule de métal précieux est bien pur, il jette en refroidissant une vive lueur au moment de sa solidification, à cause d'une élévation subite de température; les globules un peu forts peuvent *rocher*. Après l'opération on détache le culot métallique avec les brucelles, on le pose dans un endroit de la coupelle qui n'a pas été imprégné de litharge, et on le chauffe fortement pendant quelques secondes, ce qui achève de le purifier des métaux oxydables.

La coupellation au chalumeau est une épreuve extrêmement délicate, elle fait découvrir les plus petites traces d'or et d'argent : quelquefois les globules métalliques qu'on obtient ainsi sont si légers, qu'il faut employer la loupe pour les apercevoir; on ne doit donc jamais négliger d'explorer avec la loupe l'endroit de la coupelle où s'est faite la coupellation; il arrive souvent que la faible lueur que répandent les globules en se solidifiant, guide l'opérateur dans la recherche du métal précieux.

Enfin tous les globules d'argent obtenus à la coupellation doivent être soumis à l'action de l'acide nitrique sur le verre de montre; l'acide dissout l'argent et laisse l'or lorsqu'il y en a, sous forme de matière noire floconneuse; on décante avec soin la liqueur contenant l'argent, on lave à plusieurs reprises et par décantation l'or qui reste adhérent après le verre de montre, puis on le traite par quelques gouttes d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique qui dissolvent l'or : on évapore lentement l'excès d'acide, on reprend par une goutte d'eau, puis on ajoute un peu de sulfate de fer; et l'or est caractérisé par la coloration de la liqueur en bleu, et par sa précipitation à l'état métallique.

Il est facile de remarquer que parmi les quatorze opérations qui viennent d'être décrites, la plupart servent à caractériser les bases, et quelques-unes à caractériser les acides. Je vais donner ici une règle à suivre sur les opérations que l'on doit exécuter selon que l'on veut reconnaître une base ou un acide.

La reconnaissance des bases nécessite les opérations suivantes :

1° Calcination de la matière dans le tube bouché, seule ou avec de la soude (*sels ammoniacaux* et *sels de mercure*);

2° Coloration de la flamme (*potasse, soude, lithine, baryte, strontiane, chaux, cuivre, molybdène, etc.*);

3° Essai sur le charbon. La matière entre dans le charbon après fusion (*sels alcalins*); elle donne un enduit sans culot métallique (*zinc* et *cadmium*); elle se réduit en culots métalliques et donne une auréole (*plomb, bismuth, antimoine*); elle donne des culots métalliques sans produire d'enduit (*étain, cuivre, argent, or*); elle se réduit sous la forme de matière spongieuse grise ou noire infusible (*platine* et *tous les métaux* qui l'accompagnent dans sa mine);

4° Essai avec la soude sur le charbon. On obtient dans cet essai les mêmes caractères que ceux qui sont décrits dans l'essai sur le charbon, mais il faut ajouter que la soude en-

traîne dans le charbon, outre les sels alcalins, les *sels de baryte et de strontiane*; elle réduit les *oxydes de fer, de nickel et de cobalt* à l'état de poudre noire ou grise qui, une fois lavée et desséchée, est attirable à l'aimant. Elle donne une masse fondue colorée en vert ou colorée en jaune avec le *manganèse* et avec le *chrome*;

5° Essai à l'azotate de cobalt. Quand la matière calcinée sur le charbon laisse un résidu blanc, on l'essaye avec le cobalt; on caractérise ainsi l'*alumine*, la *magnésie*, l'*oxyde de zinc*, la *glucine*;

6° Essai avec les fondants vitreux. On caractérise dans cet essai presque tous les métaux, d'après les colorations que prennent les perles vitreuses;

7° Coupellation pour la recherche des traces d'or et d'argent dans les minéraux.

La reconnaissance des acides nécessite les opérations qui suivent :

1° Essai dans le tube bouché. La matière dégage du gaz oxygène qui rallume les allumettes ayant encore quelques points en ignition (*chlorates, bromates, iodates*); elle dégage des vapeurs jaunes (*azotates, azotites, bromates, quelques bromures*); les vapeurs sont violettes (*quelques iodates et quelques iodures*); certains *carbonates* dégagent leur acide carbonique qui éteint les corps en combustion. Beaucoup de *fluorures* dégagent de l'acide fluorhydrique qui attaque le verre. Certains *sulfates métalliques* dégagent de l'acide sulfurique ou de l'acide sulfureux. Quelques *poly-sulfures* dégagent un peu d'acide sulfureux et donnent lieu à un dépôt de soufre sur les parois du tube. Les *cyanures métalliques* dégagent, soit du cyanogène, soit de l'acide cyanhydrique, reconnaissables à leur odeur, etc., etc.;

2° Essai dans le tube bouché avec bisulfate de potasse. Dans cet essai on caractérise tous les acides non métalliques, à l'exception des sulfates, des phosphates, des borates et des silicates;

3° Essai avec l'acide sulfurique concentré. On caractérise dans cet essai spécial les *acides phosphorique, borique et molybdique*, par la coloration verte qu'ils communiquent à la flamme ;

4° Essai avec le mélange de bisulfate de potasse et de spath fluor. Cet essai a pour but de distinguer l'*acide borique* de l'*acide phosphorique* ;

5° Essai avec le mélange de bisulfate de potasse et de borax. Essai spécial pour constater la présence du *fluor* ;

6° Essai sur le charbon. En grillant sur le charbon les matières soumises à l'examen, on constate les *sulfures* par l'acide sulfureux qui se produit, les *séléniures* et tous les composés du sélénium à l'odeur de raifort qui se dégage, les *arséniures*, les *arsénites* et les *arséniates* par des vapeurs blanches d'acide arsénieux et par l'odeur d'ail caractéristique de l'arsenic. Les *chlorates*, les *bromates*, les *iodates*, les *periodates*, les *azotites* et les *azotates* fusent ou déflagrent ;

7° Essai sur le charbon avec la soude. Dans cet essai on reconnaît les *sulfates* par leur transformation en sulfure de sodium qui noircit la lame d'argent, lorsqu'on dépose la matière fondue sur ce métal avec quelques gouttes d'eau. Dans cette opération, on caractérise également les composés de l'*arsenic* à l'odeur d'ail, les composés du sélénium à l'odeur de raifort, les *silicates* à la perle vitreuse qu'ils forment avec la soude, perle qui est également donnée par les *phosphates* et les *borates* fusibles et par l'*acide titanique* ;

8° Essai avec la perle de sel de phosphore sursaturée d'oxyde de cuivre. Dans cet essai on reconnaît les composés du *chlore*, du *brome* et de l'*iode*, aux colorations que ces corps combinés au cuivre communiquent à la flamme.

Il est important dans les recherches au chalumeau de répéter plusieurs fois le même essai ; il arrive souvent qu'un phénomène qui n'a pas réussi la première fois se manifeste avec une grande netteté dans d'autres essais.

, DU GRILLAGE.

Le grillage est une opération qui a pour but de débarrasser les substances minérales soumises au chalumeau, du soufre et de l'arsenic qu'elles peuvent contenir, principalement lorsque ces substances sulfurées ou arséniées doivent être essayées avec les fondants vitreux, le soufre et l'arsenic ayant pour propriété de modifier beaucoup les teintes que les oxydes métalliques communiquent au borax et au sel de phosphore. Dans le grillage, tous les corps volatils se dégagent.

Le grillage s'opère soit dans le tube ouvert aux deux bouts, soit sur le charbon, ce qui est préférable; l'opération consiste à chauffer la matière, de manière à brûler complètement le soufre et l'arsenic qui se volatilisent alors à l'état d'acide sulfureux et d'acide arsénieux, pendant que les métaux sont transformés en oxydes. Ces derniers retiennent souvent du soufre et de l'arsenic à l'état de sulfate et d'arséniate.

L'opération du grillage demande quelques précautions dans son exécution. La substance peut être employée en petits fragments, mais il est préférable de la réduire en poudre fine. Une fois placée sur le support, on doit la chauffer très-lentement, et seulement tout à l'extrémité du dard. Ce dernier ne doit pas être assez rapide pour entraîner la substance; la température ne doit jamais dépasser le rouge sombre; il faut éviter surtout que la matière entre en fusion et même qu'elle se fritte. L'opération est terminée lorsque l'essai ne dégage plus l'odeur du gaz sulfureux ou l'odeur alliagée de l'arsenic. A ce moment on peut chauffer l'essai dans la flamme réductrice de manière à volatiliser l'arsenic qui s'est transformé en arséniate pendant le grillage, et à ramener à l'état de sulfure la portion de soufre passée à l'état de sulfate; enfin on grille de nouveau pendant quelques instants pour volatiliser le soufre qui reste.

Il est difficile d'opérer le grillage d'une substance en une seule fois, parce qu'il arrive que la couche supérieure de l'essai protège le centre; il faut donc, une fois ou deux, faire tomber l'essai dans le mortier d'agate, le pulvériser intimement et le replacer sur le support pour continuer le grillage.

On grille également les minéraux sulfurés et arséniés, lorsqu'on se propose de les traiter postérieurement sur le charbon avec la soude, pour obtenir des culots métalliques. J'ai essayé d'éviter le grillage pour ces cas spéciaux, en employant le nitre, et je suis arrivé à un heureux résultat en opérant de la manière suivante : le minerai est d'abord fondu sur le charbon avec la soude; au moment où la soude est fondue, on arrête l'opération pour ajouter une certaine quantité de nitre à l'essai, et l'on chauffe de nouveau; il se produit une très-vive réaction, mais dans aucun cas l'essai n'est projeté, le soufre et l'arsenic sont transformés en sulfate et en arséniate alcalins qui se réduisent ensuite, mais qui entrent dans le charbon et dont l'action ne se fait plus sentir sur les oxydes qui se transforment alors facilement en culots métalliques; il est bon dans quelques cas de répéter l'addition du nitre une deuxième fois.

Je recommande spécialement cette méthode pour le traitement des minerais de cuivre sulfurés et arséniés; on obtient instantanément un culot de cuivre pur, bien isolé sur le charbon.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

QUE LES CORPS SIMPLES PRÉSENTENT AU CHALUMEAU
AINSI QUE LEURS COMPOSÉS ET LEURS MINÉRAUX

OXYGÈNE

L'oxygène n'est jamais recherché dans les essais au chalumeau ; on constate quelquefois sa présence lorsqu'on chauffe, dans le tube bouché, certains corps qui, sous l'influence de la chaleur, se décomposent en dégageant de l'oxygène, comme les chlorates, perchlorates, bromates, iodates, etc., et qui sont caractérisés par ce dégagement.

HYDROGÈNE.

Eau.—Hydrates.— L'hydrogène ne se recherche point au chalumeau, mais on constate la présence de l'eau dans une substance en chauffant légèrement celle-ci dans le tube bouché, l'eau vient alors se condenser sur les parties froides du tube ; dans cet essai il est convenable de s'assurer de la réaction de l'eau dégagée, sur les papiers de tournesol.

AZOTE.

Composés oxygénés. — Azotites et azotates. — Les azotites et les azotates chauffés fortement, seuls dans le tube bouché, dégagent des vapeurs rutilantes.

Chauffés dans le tube bouché avec du bisulfate de potasse, ils dégagent des vapeurs rutilantes plus facilement que chauffés seuls, ce qui est caractéristique.

Chauffés seuls sur le charbon, ils fusent.

Les vapeurs nitreuses, provenant de la décomposition des azotates ou des azotites, colorent la flamme en jaune-verdâtre. Pour distinguer un azotite d'un azotate, qui tous les deux donnent les mêmes réactions au chalumeau, on en traite une parcelle sur le verre de montre par l'acide sulfurique concentré; les azotites dégagent immédiatement des vapeurs rutilantes, tandis que les azotates ne dégagent que des vapeurs blanches d'acide azotique.

Minéraux contenant de l'azote oxygéné.

Les minéraux qui contiennent de l'acide azotique sont le nitre, l'azotate de soude et l'azotate de chaux.

CHLORE.

Chlorures. — Les chlorures chauffés seuls dans le tube bouché ne présentent pas de caractères sensibles; la plupart cependant s'y volatilisent quand on les chauffe fortement; quelques-uns se décomposent en donnant naissance à un dégagement de vapeurs d'acide chlorhydrique et quelquefois à du chlore.

Chauffés dans le tube bouché avec du bisulfate, ils dégagent des vapeurs blanches d'acide chlorhydrique tout à fait caractéristiques.

La plupart des composés organiques chlorés possèdent la propriété de colorer la flamme en vert-livide pâle, lorsqu'on les chauffe au chalumeau.

Les chlorures colorent la flamme en *bleu légèrement pourpre*, lorsqu'on les chauffe avec une perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre.

Composés oxygénés du chlore. — *Hypochlorites.* — *Chlorates et perchlorates.* — Les sels formés par les composés oxygénés du chlore, chauffés seuls dans le tube bouché, dégagent de l'oxygène pouvant rallumer les allumettes.

Chauffés avec du bisulfate dans le tube bouché, ils dégagent du chlore.

Sur le charbon, ils déflagrent.

Chauffés avec la perle de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, ils colorent la flamme en *bleu* légèrement *pourpré* comme les chlorures. Pour distinguer les hypochlorites, les chlorates et les perchlorates entr'eux, on en traite une parcelle sur le verre de montre avec de l'acide sulfurique concentré, les hypochlorites dégagent du chlore, les chlorates jaunissent et dégagent de l'acide hypochlorique, et les perchlorates ne donnent aucune réaction.

Minéraux contenant du chlore.

Les chlorures alcalins, les plombs chlorurés, l'argent chloruré, le cuivre chloruré, le fer chloruré (*pyrosmalite*), le mercure chloruré.

BROME.

Bromures. — Les bromures chauffés seuls dans le tube bouché ne présentent pas de caractères sensibles; quelques-uns cependant dégagent des vapeurs de brome.

Chauffés dans le tube bouché avec du bisulfate, ils dégagent des vapeurs blanches d'acide bromhydrique et en même temps des vapeurs de brome, reconnaissables à leur couleur *jaune* et à leur odeur, qui sont tout à fait caractéristiques.

Chauffés avec la perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, ils colorent la flamme en *bleu* bordé de *vert*.

Bromates. — Les bromates chauffés seuls dans le tube bouché dégagent de l'oxygène et souvent aussi des vapeurs de brome.

Avec du bisulfate dans le tube bouché, ils dégagent du brome.

Sur le charbon, ils déflagrent.

Ils colorent la flamme en *bleu bordé de vert* avec la perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre.

Minéraux contenant du brome.

Argent bromuré, zinc bromuré?

IODE.

Iodures. — Les iodures chauffés seuls dans le tube bouché ne présentent pas de caractères sensibles; quelques-uns cependant dégagent des vapeurs violettes d'iode.

Chauffés dans le tube bouché avec le bisulfate, ils dégagent des vapeurs blanches d'acide iodhydrique, et le tube se remplit de vapeurs violettes d'iode qui se déposent sous la forme d'un anneau brun-noir, dans la partie froide du tube.

Chauffés avec la perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, ils colorent la flamme en vert-émeraude très-intense.

Composés oxygénés. — Iodates et periodates. — Les sels oxygénés de l'iode dégagent de l'oxygène lorsqu'on les chauffe seuls dans le tube bouché, et quelquefois aussi des vapeurs d'iode.

Avec du bisulfate dans le tube bouché, ils dégagent des vapeurs violettes d'iode.

Ils déflagrent sur le charbon.

Ils colorent la flamme en vert-émeraude lorsqu'on les chauffe avec la perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre.

Minéraux contenant de l'iode.

Argent ioduré, mercure ioduré? zinc ioduré?

FLUOR.

Fluorures. — Les fluorures chauffés seuls ne présentent pas de caractères; quelques-uns cependant, et surtout les

fluorhydrates de fluorures, dégagent de l'acide fluorhydrique qui attaque le verre du tube bouché. En présence de la silice, il se volatilise souvent du fluorure de silicium, quand on chauffe fortement; c'est ce qui arrive pour les minéraux qui contiennent à la fois des fluorures, des silicates et de la silice.

Chauffés avec du bisulfate dans le tube bouché, ils dégagent tous de l'acide fluorhydrique reconnaissable à son odeur piquante particulière, et qui attaque fortement le verre : lorsque le fluorure est mélangé à beaucoup de silice, comme cela arrive dans les minéraux, ce n'est plus de l'acide fluorhydrique qui se manifeste dans cette réaction, mais bien du fluorure de silicium produisant des fumées blanches dans l'air, mais qui n'attaquent pas le verre.

Chauffés fortement avec du sel de phosphore desséché ou avec du bisulfate dans le tube ouvert à ses deux extrémités, les fluorures dégagent de l'acide fluorhydrique qui attaque le verre, et qui peut faire virer au jaune, du papier de Fernambouc humecté. La recherche de ce caractère n'est plus employée; il n'a point lieu du reste en présence de la silice.

Le meilleur caractère fourni au chalumeau par les fluorures est le suivant :

Les fluorures chauffés à l'extrémité du fil de platine, avec un mélange de bisulfate bien sec et de borax fondu, colorent la flamme en un beau *vert* caractéristique, dû au dégagement du fluorure de bore qui prend naissance. Cette réaction est tellement sensible qu'elle permet de découvrir les plus faibles traces de fluor contenues dans les minéraux.

Minéraux contenant du fluor.

Le spath fluor, la wagnérite, la thorite (*yttria phosphatée*), l'ytthro-cérite (*yttria fluatée*), la wavellite ou dévonite (*alumine phosphatée*), la fluellite (*alumine fluatée*), la cryolithe, la chiolite et la chodnessite (*aluminés fluatés alra-*

lines), la fluocérine et la basicérine (*cérium fluaté*), l'eisenapatite, la warwickite (*fluorure de titane et de fer*), quelques plombs phosphatés, l'eucrase, des granits micacés, certaines apophyllites, la karpholite, la trémolite, la topaze, la brucite, la condrodite, l'humite, certains micas, la lépidolithe, la leucophane, la mélinophane et la parisite (*lanthane carbonaté*).

SOUFRE.

Soufre. — Le soufre chauffé seul dans le tube bouché fond facilement, devient brun, puis donne des vapeurs jaunes qui viennent se déposer sur les parties froides du tube, sous forme d'enduit jaune-clair, ou sous la forme de gouttelettes jaune-brun, qui deviennent jaune-clair en refroidissant.

Sur le charbon, le soufre brûle avec sa flamme bleue en dégageant de l'acide sulfureux. Avec la soude sur le charbon, il donne du sulfure de sodium qui noircit la lame d'argent.

Sulfures. — Les sulfures chauffés seuls, à la pince à bouts de platine, dans le tube ouvert aux deux extrémités, dans le tube bouché, ou sur le charbon, dégagent des vapeurs d'acide sulfureux reconnaissables à leur odeur; lorsqu'on opère dans les tubes, on observe presque toujours la formation d'un dépôt de soufre qui se forme dans la partie froide du tube.

Dans le tube bouché avec du bisulfate, les sulfures dégagent de l'hydrogène sulfuré et donnent un dépôt de soufre.

Les sulfures chauffés seuls avec la pince à bouts de platine, ou sur le charbon, s'enflamment souvent et brûlent avec la flamme bleue que produit le soufre en brûlant; cette coloration se communique aussi à la flamme elle-même.

Les sulfures et tous les composés contenant du soufre, quels qu'ils soient, métalliques ou non, chauffés sur le charbon avec du carbonate de soude, donnent un résidu jaune-brun ou rouge-brun qui, mis sur la lame d'argent avec une goutte d'eau, forme sur la lame des taches brun-noir de sul-

fure d'argent. On observe dans ce cas que la matière fondue a donné au carbonate de soude une teinte jaune-foncé ou rouge-foie. Il arrive souvent aussi que la matière alcaline s'introduit dans le charbon; alors il faut, avec le couteau, enlever du charbon l'endroit même où la matière s'est infiltrée. On obvie à cet inconvénient en introduisant dans le mélange un peu de borax, qui empêche la soude de s'introduire dans le support.

On reconnaît aussi les sulfures en les fondant avec un mélange de soude et de silice chimique; il se fait alors une perle vitreuse qui ne disparaît point dans le charbon, et qui se colore en jaune-brun ou en rouge-foie. Cette réaction est complètement abandonnée aujourd'hui; elle ne peut du reste être très-nette qu'avec des sulfures ne contenant pas d'oxydes métalliques colorant eux-mêmes les fondants vitreux.

La présence du soufre à l'état de sulfure dans les minéraux, modifie souvent la teinte que les oxydes métalliques doivent présenter avec les perles vitreuses; il est donc de toute importance, après avoir constaté la présence du soufre dans un minéral, de griller celui-ci avec soin pour en chasser complètement le soufre, avant d'étudier la coloration que les métaux qu'il renferme communiquent aux perles vitreuses.

On aura le soin du reste, dans le cours de cet ouvrage, d'indiquer à chaque métal l'influence du soufre sur la teinte qu'il peut communiquer aux fondants vitreux.

Composés oxygénés du soufre. — Hyposulfites. — Les hyposulfites chauffés seuls dans le tube bouché, se transforment en sulfures et en sulfates; une certaine quantité de soufre se volatilise.

Dans le tube bouché avec bisulfate, ils dégagent de l'hydrogène sulfuré, puis de l'acide sulfureux, et il se forme un dépôt de soufre sur les parois du tube.

Sulfites. — Dans le tube bouché avec bisulfate, les sulfites

dégagent de l'acide sulfureux reconnaissable à son odeur, sans qu'il y ait dépôt de soufre.

Le dégagement de gaz sulfureux se fait déjà sentir lorsqu'on mélange, dans le mortier d'agate, un sulfite avec le bisulfate.

Sulfates. — Les sulfates chauffés seuls dans le tube bouché se décomposent en dégagant de l'acide sulfureux et de l'acide sulfurique, excepté cependant les sulfates alcalins et alcalino-terreux et le sulfate de plomb qui sont indécomposables par la chaleur seule.

Dans le tube bouché avec bisulfate, les sulfates ne donnent aucun caractère distinctif.

Les sulfates se reconnaissent au chalumeau, en les chauffant sur le charbon avec de la soude, ils se transforment alors en sulfure de sodium, et si l'on porte la matière fondue sur la lame d'argent, en l'humectant d'eau, l'argent noircit là où il y a contact.

Minéraux contenant du soufre ou de l'acide sulfurique.

Presque tous les métaux proprement dits se rencontrent combinés au soufre.

L'acide sulfurique se rencontre surtout combiné à la baryte, à la strontiane, à la chaux et à la magnésie, quelquefois aussi dans des sous-sulfates métalliques provenant de l'oxydation des sulfures.

SÉLÉNIUM.

Sélénium. — Le sélénium est amorphe ou cristallisé, sa couleur est le brun-noir vitreux, en fils minces il est rouge-hyacinthe, en poudre il est rouge-brun; sa densité varie de 4,27 à 4,80. Il n'est pas très-dur, sa cassure est conchoïdale et vitreuse; frotté sur la porcelaine il laisse des traits rouge-brun.

Au chalumeau, dans le tube bouché, il fond, bout, puis se

volatilise en donnant des vapeurs jaunes qui viennent se déposer sur les parties froides du tube sous forme d'enduit rouge, en même temps il dégage une odeur de chou pourri tout à fait caractéristique.

Dans le tube ouvert il se comporte de la même manière, mais outre le sublimé rougeâtre de sélénium, on trouve sur les parois du tube un dépôt blanc cristallin d'acide sélénieux.

Sur le charbon, le sélénium dégage d'abord des fumées jaunâtres, puis il brûle en colorant la flamme en bleu-azur et dégage l'odeur caractéristique de chou pourri.

Avec la soude le sélénium forme du séléniure de sodium qui noircit la lame d'argent à la manière du soufre.

Séléniures. — Les séléniures chauffés seuls à la pince à bouts de platine ou sur le charbon, laissent dégager une odeur de raifort caractéristique, en même temps la flamme se colore en bleu-azur; sur le charbon il se forme un enduit grisâtre de sélénium métallique.

Dans le tube ouvert aux deux extrémités ou dans le tube bouché, ils donnent un sublimé brun-rougeâtre de sélénium surmonté quelquefois d'un dépôt blanc cristallisé d'acide sélénieux.

Dans le tube bouché avec du bisulfate de potasse, ils dégagent de l'hydrogène sélénié reconnaissable à son odeur, et il se fait un dépôt de sélénium dans la partie froide du tube.

Chauffés avec de la soude sur le charbon, les séléniures donnent un résidu alcalin qui, mis sur la lame d'argent, brunit fortement celle-ci à la manière des composés du soufre; toutes les combinaisons contenant du sélénium fournissent le même caractère.

Composés oxygénés. — *Sélérites.* — *Séléniates.* — Les sélérites et les séléniates chauffés dans le tube bouché avec du bisulfate de potasse donnent un sublimé rouge plus ou moins foncé de sélénium, et des gouttelettes d'acide sélénieux qui

sont jaunâtres à chaud, mais qui deviennent rougeâtres à la surface par suite d'une réduction qui s'opère.

Sur le charbon, seuls ou avec de la soude, ils se transforment en séléniures dont ils présentent les caractères.

Minéraux du Sélénium.

Les minéraux qui contiennent du sélénium sont : Le zinc sélénié, le bismuth sélénié tellurifère (*bornine*), l'onofrite (*mercure sélénié*), le plomb sélénié, le séléniure de plomb et de mercure, le séléniure de plomb et de cuivre, la berzéline (*cuivre sélénié*), l'eukairite (*cuivre sélénié argentifère*) et la naumannite (*argent séléniuré*).

Pour les caractères de ces minéraux, voyez aux minéraux des métaux qui viennent d'être indiqués.

TELLURE.

Tellure. — Le tellure a l'éclat métallique ; il ressemble beaucoup à l'antimoine, mais il est un peu plus blanc ; précipité de ses combinaisons, il se présente sous forme de poudre brune, il est, comme l'antimoine, très-cassant et facile à pulvériser, il cristallise en cristaux rhomboïdaux. Sa densité égale 6,2.

Au chalumeau, le tellure donne les réactions suivantes :

Dans le tube bouché, il fond et se sublime. Il colore la flamme en vert-bleuâtre, teinte livide. Dans le tube ouvert, il se grille complètement et se transforme en acide tellureux, qui se dépose sur les parois du tube sous forme de poussière blanchâtre qui fond facilement en gouttelettes claires et transparentes. Sur le charbon, il brûle avec une flamme vert-bleuâtre et dégage d'épaisses vapeurs blanches d'acide tellureux, qui se déposent sur le charbon sous forme d'enduit blanc, jaune-rougeâtre sur les bords. Si l'on dirige la flamme de réduction sur cet enduit, il disparaît en communiquant à la flamme une lueur verte.

Lorsque le tellure répand l'odeur du chou pourri quand on le chauffe, c'est qu'il contient des traces de sélénium, ce qui arrive souvent.

Le tellure et tous les minéraux qui en contiennent présentent la propriété caractéristique de colorer en un beau violet l'acide sulfurique concentré avec lequel on les chauffe.

Cette coloration violette disparaît assez facilement et principalement lorsqu'on chauffe trop vite ou trop fort; il faut donc opérer avec soin pour obtenir cette réaction, surtout avec les minéraux qui ne contiennent que très-peu de tellure. On doit chauffer avec précaution et ne pas dépasser 60 à 70 degrés.

Tellurures. — Les tellurures, chauffés seuls avec la pince à bouts de platine, ou sur le charbon, colorent la flamme en *vert-bleuâtre* et répandent des vapeurs blanches qui produisent sur le charbon un enduit *blanc* d'acide tellureux.

Dans le tube ouvert aux deux extrémités, les tellurures se grillent facilement, en donnant lieu à un sublimé blanc d'acide tellureux; si l'on chauffe ce sublimé, il fond sous forme de gouttelettes. Ce même sublimé blanc se produit également dans le tube bouché avec le bisulfate de potasse, mais il se dégage en même temps de l'hydrogène telluré.

Composés oxygénés — acide tellureux — tellurites et tellurates. — L'acide tellureux colore la flamme en bleu-verdâtre et disparaît lorsqu'on le chauffe au feu de réduction. Dans le tube ouvert et dans le tube bouché, il fond et se volatilise en donnant un sublimé blanc qui est fusible en gouttelettes transparentes.

Sur le charbon avec la soude il se réduit, se volatilise, et donne un enduit blanc d'acide tellureux, légèrement jaune-rougeâtre sur les bords.

La soude le dissout très-bien à l'extrémité du fil de platine, et donne une perle claire incolore, qui devient blanche en refroidissant.

Les fondants vitreux dissolvent l'acide tellureux en donnant au feu d'oxydation des perles qui sont incolores et transparentes, mais qui deviennent grises et opaques au feu de réduction, principalement lorsqu'on opère sur le charbon.

L'acide tellureux, sous le rapport des réactions qu'il donne dans le tube bouché et dans le tube ouvert, peut être confondu au chalumeau avec l'oxyde d'antimoine, avec l'oxyde de bismuth, et aussi avec le chlorure de plomb ; mais l'erreur ne peut être de longue durée : en effet les oxydes d'antimoine et de bismuth et le chlorure de plomb, chauffés sur le charbon avec de la soude, donnent des culots métalliques, ce que ne fait point l'acide tellureux.

Les tellurites et les tellurates, chauffés seuls sur le charbon dans la flamme de réduction, présentent les mêmes phénomènes que les tellurures ; les tellurates cependant produisent une espèce de déflagration due à un dégagement subit d'oxygène.

Dans le tube bouché avec du bisulfate, les tellurites et les tellurates dégagent de l'acide tellureux volatil qui se dépose sous forme de sublimé blanc ; pour les tellurates il se dégage en même temps de l'oxygène, souvent aussi dans cette réaction la matière prend une teinte noire ou brun-foncé, due à la réduction d'une partie du tellure.

Les tellurates chauffés seuls dans le tube bouché dégagent de l'oxygène en passant à l'état de tellurites, et la matière devient jaune ou brune.

Minéraux du Tellure.

Les minéraux qui contiennent du tellure sont : le tellure natif, le tellure oxydé, le tellure carbonaté, le tellure auro-argentifère ou or graphique, le tellure auro-plombifère ou tellure gris, le tellure plombo-aurifère, le tellure bismuthifère (*bismuth telluré*, *bornite*), l'argent telluré, le plomb telluré, le mercure telluré, le nickel telluré ou mélonite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU TELLURE.

Tellure natif (très-rare). — Ce minéral est gris d'acier plus ou moins foncé, d'un éclat métallique très-brillant. Il est très-fusible au chalumeau; il brûle avec une flamme bleue, verte sur les bords; il produit une fumée blanche d'acide tellureux qui forme un enduit sur le charbon; il ne laisse pas de résidu; ses vapeurs ont souvent l'odeur du chou pourri due à des traces de sélénium. Dans le tube ouvert aux deux extrémités, il donne un sublimé blanc d'acide tellureux qui est fusible.

Le *tellure natif* et quelques tellurures présentent souvent à leur surface une matière jaunâtre, qui a été appelée *tellure oxydé*, et qui présente au chalumeau les caractères de l'acide tellureux.

Tellure carbonaté (très-rare). — Ce minéral présente les caractères ordinaires des composés du tellure quand on le chauffe dans le tube ouvert. Chauffé sur le charbon, il devient brun, donne des fumées blanches qui forment enduit sur le charbon. Cet enduit se colore en beau vert-d'herbe quand on dirige dessus la flamme de réduction.

Tellure auro-argentifère (or graphique). — Ce minéral est toujours cristallin; on le trouve sous forme de prismes déliés groupés ensemble, qui sont cannelés longitudinalement. Sa couleur est le gris d'acier ou le gris d'argent. Il est très-brillant, sa cassure est grenue. Il raye le gypse, mais il est rayé par la chaux carbonatée; sa densité varie de 5,7 à 7,5.

Au chalumeau, le tellure auro-argentifère donne les caractères des tellurures.

Sur le charbon il fond facilement, et lorsque le tellure est complètement brûlé et volatilisé, il reste un bouton métal-

lique jaune-clair, ductile, qui est un alliage d'or et d'argent, attaquant par l'acide azotique, en laissant un résidu d'or.

Tellure auro-plombifère (tellure gris). — Ce minerai se trouve cristallisé ou en masses compactes. Ses cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal droit. Il est lamelleux ; sa couleur est le gris d'étain avec une légère teinte jaunâtre ; il est rayé par la chaux carbonatée ; sa densité est variable, elle s'élève de 7,99 à 10,68.

Au chalumeau, ce tellure auro-plombifère donne les caractères du tellure.

Il est fusible sur le charbon, qu'il recouvre de l'enduit jaune-clair qui caractérise le plomb, et il se réduit en un globule métallique malléable qui donne un culot d'or, à la coupellation.

Dans l'essai sur le charbon des minéraux du tellure contenant du plomb et du bismuth, l'aurole jaune-clair que donnent ces métaux masque l'enduit blanc d'acide tellureux que produit le tellure. On obvie à cette difficulté en mélangeant la matière d'essai avec son volume d'acide borique fondue, et en la traitant au feu de réduction ; dans ce cas les oxydes de plomb et de bismuth ne se volatilisent plus, ils sont retenus par l'acide borique.

Tellure plombo-aurifère. — Ce minerai est d'un gris de plomb assez foncé ; son éclat métallique est vif et très-prononcé ; sa texture est lamelleuse ; ses cristaux, qui ne sont jamais bien nets, consistent en tables rectangulaires très-minces ; empilées suivant la base, ou en tables aplaties à huit faces ; il est très-tendre, le gypse le rayé ; il laisse des traces grises sur le papier à la manière du graphite.

Au chalumeau, le tellure plombo-aurifère se comporte comme le tellure auro-plombifère.

Tellure bismuthifère. — *Bismuth telluré*. — *Bornine*. — Ce

minerai est cristallisé ou en masses lamellaires; sa couleur est le gris de fer, le gris d'acier ou le blanc bleuâtre du zinc; quelques échantillons présentent la couleur du fer oligiste ou du wolfram; son éclat métallique est vif; ses cristaux ont ordinairement la forme de tables hexaèdres minces, ou de tables rhomboédriques empilées les unes sur les autres; quelques cristaux sont des doubles pyramides à six faces assez irrégulières. Il est peu dur, très-fragile. Sa densité varie de 7,85 à 7,936.

Au chalumeau, la variété cristallisée est fusible; elle se réduit en un globule métallique qui donne sur le charbon un enduit de couleur orangée; pendant l'opération elle dégage l'odeur de raifort qui caractérise le sélénium.

La *bornine* ou variété lamelleuse est également fusible sur le charbon; elle s'entoure d'une double auréole, qui est blanche dans une partie et verte dans l'autre; si l'on chauffe longtemps la matière fondue, elle finit par disparaître dans les pores du charbon; elle dégage l'odeur du sélénium.

Dans le tube ouvert, elle fond au premier feu, dégage l'odeur de l'acide sulfureux, puis des fumées blanches de tellure oxydé, et vers la fin de l'opération, l'odeur du sélénium; ce dernier corps forme souvent dans la partie supérieure une légère couche rouge-brique. La partie supérieure du tube reste couverte d'un résidu jaunâtre d'oxyde de bismuth.

Argent telluré. — Ce minerai se présente en masse à gros grains d'un aspect métalloïde, d'une couleur gris de plomb. Il est malléable. Sa densité est 8,41 à 8,56.

Au chalumeau, l'argent telluré donne les caractères du tellure, et sur le charbon il donne des globules d'argent métallique, qui contiennent presque toujours un peu d'or.

Plomb telluré. — Ce minerai se trouve en masses compactes, d'un aspect métalloïde et d'un blanc d'étain. Sa densité est 8,159.

Au chalumeau, il donne les caractères du tellure et du plomb. Le culot métallique qu'il laisse sur le charbon donne un globule d'argent lorsqu'on le passe à la coupelle.

Mercure telluré ou mercure antimonié (voyez au mercure).

Nickel telluré ou mélonite. — Ce minerai donne tous les caractères du tellure; de plus il laisse dans le tube ouvert une masse grise, et sur le charbon un résidu verdâtre; chauffé sur le charbon avec de la soude, il donne une poudre grise de nickel métallique attirable à l'aimant.

PHOSPHORE.

Phosphore ordinaire. — Le phosphore ordinaire se reconnaît trop facilement à ses propriétés physiques et chimiques, pour que l'on ait recours aux essais au chalumeau afin de le caractériser.

Phosphore rouge. — Le phosphore rouge se présente sous la forme d'une poudre grenue de couleur violet-foncé, ou en masses fondues d'un violet-noir un peu rougeâtre très-foncé, à éclat vitreux, surtout dans sa cassure qui est irrégulière et conchoïdale; dans ce cas il ressemble beaucoup à du cinnabre fondu, ou à de l'oxysulfure d'antimoine fondu (crocus). Sa densité égale 2,1.

Au chalumeau, dans le tube bouché, il fond vers 260°; il donne alors quelques fumées blanches, puis il distille du phosphore ordinaire dont la vapeur vient brûler à la sortie du tube, en produisant des fumées blanches épaisses d'acide phosphorique.

Dans le tube ouvert, il fond et s'enflamme immédiatement en produisant les fumées blanches d'acide phosphorique.

Chauffé à l'extrémité de la pince à bouts de platine, il s'enflamme, brûle avec éclat, dégage beaucoup de fumées

blanches épaisses, et communique à la flamme une teinte vert-jaunâtre livide. Sur le charbon il se comporte de la même manière; mais après la combustion, le charbon se trouve recouvert d'une espèce de vernis formé d'acide phosphorique.

Composés contenant du phosphore ou des acides du phosphore. — Tous les composés contenant du phosphore, et qui peuvent abandonner tout ou une partie de ce phosphore à l'état d'acide phosphorique, colorent la flamme en vert-jaunâtre quand on les chauffe seuls, soit sur le charbon, soit avec le fil de platine, soit avec la pince à bouts de platine.

Dans le tube bouché avec du bisulfate, les phosphates ne présentent aucun caractère distinctif. Ils ne colorent point la flamme quand on les chauffe avec un mélange de bisulfate de potasse et de spath fluor.

Chauffés seuls, ou mieux avec de la soude, sur le charbon, ils forment des perles vitreuses qui n'entrent point dans le charbon, à moins qu'on ait employé un trop grand excès de soude. Quand ces perles vitreuses sont incolores, elles deviennent bleues lorsqu'on les chauffe avec de l'azotate de cobalt.

On reconnaît également la présence de l'acide phosphorique dans une matière, en formant d'abord avec celle-ci une perle vitreuse avec de l'acide borique, puis on introduit dans cette perle, pendant qu'elle est encore en fusion, un fil de clavecin très-fin; après avoir coupé l'excès de fil de fer qui reste au dehors de la perle, on chauffe de nouveau celle-ci fortement dans la flamme réductrice; après le refroidissement, on casse la perle et l'on trouve dedans, un petit culot métallique de phosphore de fer cristallin à sa surface, très-brillant et surtout très-cassant; il doit s'écraser facilement quand on le frappe avec le marteau sur le tas d'acier.

Ce procédé est complètement abandonné aujourd'hui. Il présente de grandes difficultés d'exécution, de plus la réaction n'est très-nette que lorsque la proportion d'acide phos-

phorique est considérable. Enfin les sulfates et les composés du soufre et de l'arsenic fournissent, dans le même cas, des culots de sulfure ou d'arséniure de fer, aussi cassants que le phosphure de fer.

Le véritable caractère distinctif des phosphates et des composés du phosphore au chalumeau est le suivant : chauffés à l'extrémité du fil de platine avec de l'acide sulfurique concentré, ils colorent la flamme en vert-jaunâtre. La coloration est très-fugitive, elle cesse aussitôt que l'acide sulfurique est volatilisé, mais on peut la reproduire en replongeant le fil dans l'acide; il est donc important de n'introduire le fil de platine dans la flamme que lorsque le jet lumineux est bien net. Ce caractère est d'une sensibilité extrême, il permet de découvrir les moindres traces de phosphore dans les minéraux.

Ce caractère, cependant, n'appartient pas exclusivement au phosphore; il se produit de la même manière et dans les mêmes conditions avec l'acide borique ou avec l'acide molybdique, et lorsqu'on a lieu de l'observer, il faut se souvenir que l'acide phosphorique ne colore point la flamme en vert quand on le chauffe avec le mélange de bisulfate et de spath fluor, et qu'il ne colore point en brun-foncé la perle de borax, quand on le chauffe dans la flamme réductrice avec ce fondant, comme le fait l'acide molybdique.

Quand on chauffe des hypophosphites ou des phosphites seuls sur le charbon, ils s'enflamment au premier coup de feu et ils brûlent avec éclat.

Les phosphates alcalino-terreux et terreux se colorent en bleu-violacé quand on les chauffe fortement avec l'azotate de cobalt.

Minéraux contenant de l'acide phosphorique.

Les chaux phosphatées (*apatite*, *coprolithes*, *ostéolite*), la magnésie phosphatée (*wagnérite*), l'yttria phosphatée (*tho-*

rite), l'yttria hydrophosphatée, les alumines phosphatées (*wavellite*, *fischerite*, *peganite*, *phosphate d'alumine plombifère*, *hydrophosphate d'alumine et de chaux*, *l'amblygonite*, *la klaprothine ou azurite*, *la childrenite*, *la turquoise*), la chlorophyllite, les cériums phosphatés (*edwardsite*, *cryptolithite*, *phosphocérite*, *monazite*), les fers phosphatés bleus, verts ou bruns (*vivianite*, *fer azuré*, *dufrénite*, *mélanchor*, *delvauxine*, *kakoxène*), les fers arséniatés (*phannacosidérite*, *beudantite*), la pittizite d'Huelgoât, les manganèses phosphatés (*huréaulite*, *hitérozosite*, *manganèse phosphaté ferri-fère*, *alluaudite*, *triphyllyne*, *tetraphylline*, *eisen apatite*), les plombs phosphatés verts ou bruns, les plombs arséniatés, le vanadate double de plomb et de cuivre, le plomb gomme, le bismuth silicaté, l'urane phosphaté (*uranite* et *chalkolite*), l'urane oxydé hydraté, les cuivres phosphatés et hydrophosphatés, les cuivres arséniatés, les argiles, la terre arable.

ARSENIC.

Arsenic, arséniures et composés de l'arsenic. — L'arsenic et tous les composés qui renferment de l'arsenic dégagent une odeur alliée bien caractéristique lorsqu'on les chauffe seuls sur le charbon à la flamme réductrice.

Les arséniures contenant peu d'arsenic et beaucoup d'oxydes métalliques ne produisent aucun caractère lorsqu'on les chauffe seuls dans le tube bouché; au contraire, quand ils renferment un excès d'arsenic, ils donnent naissance à un dépôt gris d'acier ou noir d'arsenic métallique.

Les arséniures grillés dans le tube ouvert aux deux extrémités donnent naissance à un sublimé cristallin d'acide arsénieux qui, vu à la loupe, est formé d'octaèdres réguliers.

Les composés arséniés réduits au feu de réduction colorent la flamme en bleu-azuré livide, surtout lorsqu'on les chauffe avec de l'acide sulfurique; cette teinte est modifiée quand le composé renferme des bases colorant elles-mêmes

la flamme. Chauffés dans le tube bouché avec un mélange de cyanure de potassium et de carbonate de soude ou de charbon et de soude, tous les composés renfermant de l'arsenic donnent naissance à un anneau noir miroitant d'arsenic métallique.

Dans le tube bouché avec bisulfate, les arsénites et les arséniates donnent naissance à un dépôt blanc cristallisé d'acide arsénieux.

Minéraux de l'arsenic.

L'arsenic natif, — le réalgar, — l'orpiment, — l'arsenic oxydé, — les chaux arséniatées (*Pharmacolite* — *haidingérite* — *berzélite* — *picropharmacolite*), — le mispickel (*pyrite arsenicale*), le fer arsenical, — les fers arséniatés (*pharmacosidérite* — *beudantite* — *scorodite* — *arsénio-sidérite*), le manganèse arsenical, le cobalt arsenical, les cobalt gris (*danaïte* — *ferrocobaltine* — *cobalt bismuthifère*), le cobalt argentifère, le cobalt arséniaté, les nickels arsenicaux (*kupfernickel* — *rammelsbergite* — *cloanthite* — *chathamite* — *plakodine*), quelques nickels antimoniaux et antimoniés sulfurés, le nickel arsénio-sulfuré (*nickel gris*), le nickel arséniaté et le nickel arsénié, le zinc arséniaté, l'antimoine arsenical, la géokronite (*sulfarséniure de plomb antimonial*), les plombs arsénio-sulfurés (*dufrénozyte* — *arsénomélane* — *skleroklase*), les plombs arséniatés, le vanadate double de plomb et de cuivre, dans quelques bismuths oxydés, les cuivres gris (*panabase* — *tenantite* — *énargite*), le cuivre arsenical, le cuivre antimonial, le cuivre arsénié (*condurrite*), les cuivres arséniatés (*olivénite*, — *érinite*, — *liroconite* — *aphanèse*, — *euchroïte*, etc.), l'argent arsenical, quelques sulfures d'argent (*polybasite*, etc.), l'argent arsénio-sulfuré (*proustite*).

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE L'ARSENIC.

L'arsenic natif. — Ce minéral est gris, il possède l'éclat métallique; chauffé seul au chalumeau dans le tube bouché,

il se volatilise presque entièrement ; dans le tube ouvert, il se grille et donne un sublimé blanc d'acide arsénieux cristallisé en octaèdres.

Sur le charbon il brûle avec une flamme bleuâtre-livide, donne des fumées blanches et répand l'odeur alliée de l'arsenic.

Le réalgar (arsenic sulfuré rouge). — Minéral rouge-cochenille, sa poussière est jaune-orangé ; dans le tube bouché, il fond, bouillonne, puis se volatilise complètement. Dans le tube ouvert, il brûle et dépose de l'acide arsénieux dans les parties froides du tube ; il ne laisse point de résidu sur le charbon, il brûle avec une flamme d'un jaune-pâle, il se grille en donnant des fumées blanches, et en répandant tout à la fois l'odeur de l'acide sulfureux et l'odeur alliée de l'arsenic.

L'orpiment (arsenic sulfuré jaune). — Ce corps est d'un beau jaune-citrin très-vif et très-éclatant, il se volatilise complètement dans le tube bouché, mais il donne alors une matière d'un rouge-brun qui ne redevient jaune qu'après un certain laps de temps ou par le frottement. Dans le tube ouvert et sur le charbon, il se comporte comme le réalgar.

L'arsenic oxydé (acide arsénieux — arséniphyllite). — Substance blanche cristallisée en aiguilles fines, volatile dans le tube bouché et dans le tube ouvert, sans fusion ; le sublimé est cristallin. L'arsenic oxydé se volatilise également sur le charbon, mais en répandant une forte odeur d'ail caractéristique.

CARBONE.

Carbone libre. — Le charbon, quel que soit l'état physique sous lequel il se présente, ne manifeste aucun caractère sensible au chalumeau ; il est infusible, il brûle plus ou moins facilement, et il ne colore point la flamme.

Combustibles fossiles. — Tous les combustibles fossiles chauffés seuls à la pince à bouts de platine ou sur le charbon brûlent avec plus ou moins d'éclat et plus ou moins facilement, ils répandent presque tous en brûlant une odeur bitumineuse caractéristique, accompagnée souvent d'une odeur sulfureuse due à des traces de sulfure qu'ils renferment ; quelques-uns fondent avant de s'enflammer, se boursoufflent beaucoup et finissent par laisser un charbon brillant difficile à incinérer, qu'on appelle souvent *coke*. Après l'incinération ils laissent une quantité de cendres variant beaucoup au point de vue de la quantité et de la couleur ; ces cendres fondent quelquefois et donnent des perles vitreuses plus ou moins colorées. Les combustibles fossiles qui fondent et se boursoufflent sous l'influence de la chaleur sont les résines fossiles (*succin* — *copale fossile*, etc.), les bitumes, les asphaltes, les suifs de montagne et les houilles grasses ; les combustibles fossiles qui ne fondent ni se boursoufflent quand on les chauffe sont les graphites, les anthracites, les houilles maigres, les lignites et les tourbes.

Matières organiques. — Les matières organiques chauffées seules dans le tube bouché se charbonnent ordinairement en dégageant des produits volatils, dont l'odeur et l'action sur les papiers à réactif démontrent si la matière est ou n'est pas azotée.

Les matières non azotées dégagent des produits gazeux dont l'odeur rappelle celle du papier brûlé ou du caramel, et qui rougissent le papier de tournesol.

Les matières azotées dégagent des produits gazeux ayant l'odeur de la laine ou de la soie grillées, et souvent aussi l'odeur désagréable de la vieille pipe ; ces vapeurs sont toujours ammoniacales, elles bleussent fortement le papier rouge de tournesol.

Cyanures. — Les cyanures alcalins chauffés seuls dans le

tube bouché ne donnent aucune réaction; quelques cyanures métalliques dégagent du cyanogène reconnaissable à son odeur d'acide prussique, pouvant brûler avec une flamme pourpre caractéristique, et laissent le métal pur. Les cyanures alcalino-terreux dégagent souvent de l'ammoniaque.

Dans le tube bouché avec du bisulfate, les cyanures dégagent tous de l'acide cyanhydrique.

Sur le charbon les cyanures métalliques laissent le métal pur ou un azoture métallique, mais ce dernier cas est rare. Les cyanures décomposables par la chaleur colorent souvent la flamme en violet-pourpre.

Ferro et ferricyanures. — Les ferrocyanures et les ferricyanures chauffés dans le tube bouché avec du bisulfate, dégagent de l'acide cyanhydrique. Chauffés sur le charbon seuls ou avec de la soude, ils laissent un résidu noir attirable à l'aimant.

Carbonates. — Les carbonates ne présentent pas de caractères bien sensibles au chalumeau. — Chauffés avec du bisulfate dans le tube bouché, ils produisent une vive effervescence et dégagent de l'acide carbonique qu'il est assez difficile de caractériser.

Les carbonates se caractérisent mieux en les traitant par l'acide chlorhydrique sur le verre de montre.

Minéraux contenant du carbone à l'état libre ou en combinaisons hydrogénées.

Le diamant, le graphite, l'antracite, les houilles, les lignites, les tourbes, les schistes bitumineux, les asphaltes et les bitumes, le bitume élastique (*élatérite*), les résines fossiles (*succin—copale-fossile—rétinite*), les suifs de montagne.

Minéraux contenant du carbone à l'état d'acide carbonique.

Les soudes carbonatées (*alcali minéral — natron*), la gaylussite (*carbonate double de soude et de chaux*), les barytes carbonatées, la strontiane carbonatée (*strontianite*), les chaux carbonatées (*spath d'Islande — arragonites — marbres — calcaire grossier*, etc.), la magnésie carbonatée, la magnésie hydro-carbonatée, la magnésite, le cérium carbonaté, les fers carbonatés (*fer spathique — sidérose*), le manganèse carbonaté, le nickel hydro-carbonaté, le zinc carbonaté et hydro-carbonaté; le tellure carbonaté? les plombs carbonatés et sulfo-carbonatés, les cuivres carbonatés verts et bleus (*malachite — azurite — mysorine*), l'argent carbonaté? les argiles marneuses ou calcaires.

Minéraux contenant du carbone à un autre état oxygéné que l'acide carbonique.

La chaux oxalatee, le fer oxalaté (*oxalite* ou *humboldtite*), le mellite ou mellate d'alumine.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX CONTENANT DU CARBONE LIBRE
OU HYDROGÉNÉ.

Le *diamant*. — Se reconnaît à ses propriétés physiques, ne fournit aucun caractère au chalumeau; il résiste à tous les réactifs.

Le *graphite*. — Brûle très-difficilement sans flamme sur le charbon au feu d'oxydation; après la combustion complète, il laisse toujours un peu de cendres ferrugineuses; il est infusible, et ne produit aucun caractère par les réactifs; on le reconnaît à ses caractères extérieurs.

L'*anthracite*. — L'anthracite est d'un noir-grisâtre, son

éclat est demi-métallique, elle décrépité à la première impression de la chaleur, elle ne fond ni ne se boursoufle, elle brûle presque sans flamme, et très-difficilement Les produits de sa distillation ont une réaction alcaline.

Dans le tube bouché, elle ne donne presque pas de matière goudronneuse.

La houille sèche. — Cette houille présente les mêmes caractères que l'anhracite ; cependant elle s'agglutine un peu par l'action de la chaleur, ce que ne fait point l'anhracite ; elle décrépité légèrement, et contient souvent du soufre.

La houille maigre. — Sous l'action de la chaleur, la houille maigre ne décrépité pas, elle s'allume facilement et brûle avec une flamme très-longue ; ses fragments ne changent pas de forme et ne s'agglutinent pas entre eux.

Dans le tube bouché, elle donne beaucoup de produits gazeux à réaction alcaline et relativement peu de goudron.

Houilles grasses — houilles marécales. — Ces diverses houilles brûlent avec facilité, avec une belle flamme éclairante, mais souvent fuligineuse ; la substance fond et se boursoufle beaucoup, et laisse après la combustion un coke brillant et très-difficile à incinérer.

Dans le tube bouché, elles produisent beaucoup de matières goudronneuses, et les produits gazeux qui se dégagent possèdent une réaction alcaline.

Lignites. — Les lignites s'enflamment facilement et répandent en brûlant une odeur piquante particulière, qui diffère de beaucoup de l'odeur bitumineuse donnée par les houilles. Cette odeur est souvent sulfureuse.

Dans le tube bouché ils dégagent des principes volatils qui présentent toujours une *réaction acide*, et ils distillent des *huiles* peu goudronneuses ; les morceaux de lignites ne fondent ni ne s'agglutinent.

Tourbes. — Les tourbes présentent au chalumeau les mêmes caractères que les lignites ; cependant les réactions indiquées pour ces dernières sont beaucoup plus nettes encore pour les tourbes, qui d'ailleurs se reconnaissent facilement à leurs caractères extérieurs.

Les schistes bitumineux. — Les schistes bitumineux s'enflamment assez facilement lorsqu'on les chauffe seuls au chalumeau, leur flamme est fuligineuse, ils répandent en brûlant une odeur de bitume des plus désagréables, et presque toujours fortement sulfurée.

Dans le tube bouché, ils donnent des gaz à réaction alcaline, et distillent des huiles d'une odeur repoussante.

Les asphaltés et les bitumes. — Ces corps entrent en fusion à la première impression du feu, ils s'enflamment facilement et brûlent avec une flamme brillante, mais fortement fuligineuse ; après la combustion complète, ils laissent ordinairement peu de cendres.

Dans le tube bouché, ils fournissent peu d'eau, beaucoup d'huiles bitumineuses d'une odeur désagréable, et des gaz à réaction alcaline.

Bitume élastique (élatérite). — Ce bitume présente les mêmes caractères que les précédents ; seulement à la distillation sèche dans le tube bouché, il donne des gaz à réaction acide.

Les résines fossiles (succin — copale fossile — rétinite, etc.). — Ces résines se reconnaissent presque toujours à leurs caractères extérieurs, elles sont toujours jaunâtres ou verdâtres, quelquefois grises, leur cassure est vitreuse ; elles fondent toutes avec facilité, se boursoufflent beaucoup, s'enflamment et brûlent avec une belle flamme blanche presque toujours fuligineuse. En brûlant, elles répandent une odeur

aromatique souvent fort agréable, ce qui les distingue des bitumes.

A la distillation sèche dans le tube bouché, elles fournissent des huiles aromatiques et des produits gazeux à réaction acide.

Les *suifs de montagne* (schéerérite — branchite — fichtélite — konlite — hartite — ixolite — ozokérite — suif minéral, etc.). — Tous les suifs de montagne sont blancs, jaunâtres ou verdâtres ; ils ont l'aspect des corps gras, comme la cire ou la stéarine ; quelquefois ils sont cristallisés en paillettes comme de la naphthaline. Au chalumeau, ils fondent immédiatement, et s'enflamment en produisant une flamme éclairante un peu fuligineuse ; ils répandent en brûlant une odeur assez agréable.

Dans le tube bouché, ils fondent d'abord, puis ils distillent presque tous sans décomposition ; ils laissent alors peu ou point de résidu charbonneux.

BORE.

Bore. — Le bore peut se présenter à l'état amorphe, c'est alors une poudre brun-foncé un peu verdâtre ; ou il est cristallisé, soit en lamelles de couleur noire avec une légère teinte rougeâtre ressemblant au graphite (*bore graphitoïde*), soit en octaèdres transparents ou translucides de couleur jaune-clair, brune ou noire, ayant l'éclat et la dureté du diamant, et dont la densité égale 2,68 (*bore cristallisé adamantin*).

Le bore ne donne au chalumeau aucune réaction caractéristique. Si l'on chauffe au rouge du bore sur la lame de platine, ce métal se trouve à l'instant perforé ; le borure de platine qui se produit est d'une extrême fusibilité, et si l'on continue à chauffer, on voit augmenter le volume de l'alliage et le trou qui s'est formé dans la lame de platine s'agrandit beaucoup.

Acide borique et borates. — L'acide borique chauffé seul à la pince à bouts de platine colore la flamme en vert. Quant aux borates, ils ne colorent la flamme en vert qu'autant qu'on les chauffe avec de l'acide sulfurique concentré à l'extrémité du fil de platine. Ce caractère est d'une grande sensibilité, mais il peut être fourni également par les composés du phosphore et du molybdène; pour caractériser nettement la présence du bore, on chauffe la matière avec un mélange de bisulfate et de spath fluor; à l'extrémité du fil de platine, les moindres traces de bore colorent alors la flamme en un beau vert plus intense que le vert fourni par la matière chauffée avec l'acide sulfurique; la coloration est due au fluorure de bore qui se volatilise. Cette réaction est tout à fait caractéristique.

Les borates chauffés seuls sur le charbon fondent et donnent des perles vitreuses, incolores ou colorées, suivant les bases qu'ils contiennent; ces perles n'entrent jamais dans le charbon.

Dans le tube bouché avec bisulfate, les borates ne donnent aucune réaction.

Minéraux contenant du bore.

L'acide borique natif (*acide boracique* — *sassoline*), paillettes blanches légèrement jaunâtres ou brunes, colorant la flamme en vert. L'acide borique natif fond assez facilement en une perle vitreuse; il donne beaucoup d'eau dans le tube bouché.

La chaux boratée (*hayesénite* — *boro-calcite*). Les silicoborates (*datholite* ou *humboldtite* — *botryolite* — les *tourmalines*), l'axinite.

SILICIUM.

Silicium. — Le silicium est amorphe ou cristallisé; amorphe, c'est une poudre brun-foncé; cristallisé, il a la forme d'ai-

guilles très-brillantes, d'un grand éclat métallique, d'un gris d'acier; sa densité est de 2,49.

Au chalumeau, le silicium ne donne aucune réaction qui permette de le caractériser.

Acide silicique et silicates. — Au chalumeau, les composés contenant de la silice libre ou combinée ne présentent aucun caractère sensible, lorsqu'on les chauffe seuls à la pince à bouts de platine, sur le charbon ou dans le tube bouché.

Bon nombre de silicates sont infusibles lorsqu'on les chauffe seuls; d'autres, au contraire, fondent plus ou moins facilement en donnant naissance à des matières vitreuses, transparentes ou opaques; pendant la fusion quelques-uns se boursoufflent avant de fondre; chauffés sur le charbon avec de la soude, tous les silicates fondent en donnant naissance à une perle vitreuse qui n'entre jamais dans le charbon; il faut éviter dans ce cas d'employer trop de carbonate de soude.

La silice et les silicates ne se dissolvent que très-peu dans les perles de sel de phosphore, la silice du silicate reste toujours à l'état de squelette blanc nageant dans la perle et ne se dissout pas.

Le borax dissout mieux la silice que le sel de phosphore; les perles sont incolores et transparentes.

Les silicates fondus seuls ou avec de la soude, qui ont donné des perles vitreuses incolores, donnent des perles qui se colorent en bleu quand on les fond en présence de l'azotate de cobalt.

**Minéraux contenant de la silice libre ou combinée,
complètement infusibles au chalumeau.**

L'agalmatolite ou pagodite, l'allophane, l'amphigène, l'andalousite, les argiles, le bulcholzite, la célite, la chloropale, la collyrite, la cronstedtite, le cuivre hydrosilicaté, la cymophane, les diallages, le disthène, l'émeraude, l'érintite, la fribolite, la

gadolinite, la gilbertite, les grès, les jaspes, la kammérite, la lagonite, les macles (partie blanche), les micas, la monrolite, l'ørstedtite, l'olivine, le péridot, le péridot titanifère, la phénakite, la pholérîte, la picrosmine, la polycrase (décrépité au feu), la polyélite, la polymignite, la pyrophyllite, tous les quartz, q. hyalin, q. agates, q. compactes, q. résinites, q. silix, q. terreux, etc., la rétinélite, la rhodalite, la scoulérîte, les serpentines, la seybertite, la sismondine, les spinelles, les stéatites, la staurotide, la tachyaphalite, les talcs, la thomsonite, la thorite, la topaze, les tourmalines vertes et les rouges (elles se boursoufflent), la villarsite, la vermiculite, la wörthite, la xantophyllite, le zinc silicaté et les zircons.

Minéraux ne fondant que sur les arêtes vives.

L'albite (feldspath), l'allanite, l'argile smectique, la brewstérite, le castor, la chalilite, la chlorite, la chonikrite, le clinocllore, la comptonite, la condrotite, la cordiérite, la dysclasite, l'édingtonite, l'esmarkite, l'eucrase, les fahlunites, les feldspaths labrador, les feldspaths orthose, la gehlénite, la gigantolite, la glaucolite, les grenats, les halloysites, les harmotomes, l'hydénite, la killinite, le lapis-lazuli, la lévyne, les macles (partie noire), la métaxite, la natrolite ferrugineuse, l'odalite, l'orthite, l'ottrélite, la pennine, le pétalite, la pierre de savon, la picralcime, la pinite, la praséolite, la pyrophyllite, la pyrorthite, la pyrosclérite, la rhyacolithite, la savite, la schorlamite, les scolésites, la sodalite, le sphène, la sordawalite, la weissite, la wochlérîte et la wollastonite.

Minéraux fusibles fondant sans se boursouffler.

L'achmite, les amphiboles, l'analcime, l'anorthite, la babingtonite, la batrachite, la beaumontite, le bismuth silicaté, la cancrinite, la cataplélite, la céladonite, la chabasia, la couze-ranite, l'édelforsite, l'eudialite, le feldspath oligoclase, le

feldspath phonolite, le feldspath tachylite, la gédrite, la glotalite, l'haüyne, l'hyalomélane, l'ilvaïte, la kirwanite, la krokidolite, la latrobite, la laumonite, la leucophane, le manganèse silicaté, la mellilite, les micas (damourite, lépidolithe, sérícite, etc.), la néphéline, le péridot ferrugineux, la phakolite, la phillipsite, la ponce, la prehnite, les pyroxènes (diopsides et augites), la sarcolite, la sidéroschisolite, la sloanite, la spinellane, la sttnérite, le talc zoographique, la whichtine et la zéolithe calcaire.

Minéraux fusibles qui se boursouffent en fondant.

La æschynite, les apophyllites, l'axinite, la bombite, la cérine, la datholite, le dipyre, les épidotes, l'épistilbite, la faujasite, le feldspath résinite, la gismondine, l'helvine, l'heulandite, l'hydrolithe ou sarcolithe, les idocrases, la karpfolite, la margarite, la méionite, la mésolite, les mésotypes, l'obsidienne, la picrothomsonite, la portite, la schneidérite, la stilbite, la trémolite compacte, les tourmalines noires et les brunes, le triphane, la tschewkinite et les wernérites.

POTASSIUM.

Potasse et sels de potasse. — La potasse et les sels de potasse chauffés seuls au bout du fil de platine colorent la flamme en violet pâle, la coloration est très-sensible avec la potasse et ses sels haloïdes, elle est moins nette avec le sulfate et avec le carbonate, enfin il est très-difficile de l'observer avec le phosphate et avec le borate. Les moindres traces de soude ou de lithine empêchent de voir la coloration de la potasse, cependant avec un peu d'habitude on parvient à distinguer la coloration violette de la potasse dans un mélange, en approchant avec précaution le fil de platine qui porte la matière, de la partie extérieure et latérale de la flamme d'une lampe à gaz de Bunsen ou même de la bougie, en

faisant en sorte que le fil de platine soit tangent à la flamme sans presque y toucher ; on voit alors, sous la première action du feu, se produire un éclair violet, et dans les premiers moments, le bord extérieur de la flamme se teint en violet, enfin la partie de la flamme qui touche extérieurement le fil de platine reste colorée en violet pendant tout le temps de l'opération. D'après M. Bunsen, une flamme colorée en violet par du potassium paraît d'un beau pourpre lorsqu'on la regarde au travers d'un verre coloré en bleu par de l'oxyde de cobalt. Ce caractère permet de constater la potasse en présence de la soude et de la lithine, dont les colorations disparaissent lorsqu'on regarde leurs flammes colorées avec le même verre ; on peut remplacer le verre bleu par une dissolution d'indigo ou une dissolution de permanganate de potasse. Pour observer la coloration violette de la potasse avec les minéraux qui contiennent cette base, il faut chauffer fortement une esquille du minéral, en faisant en sorte de ne chauffer que l'extrémité la plus mince et de n'effleurer que le bord de la flamme.

Tous les sels de potasse chauffés sur le charbon fondent et entrent dans ce support, à l'exception toutefois des phosphates, des borates, des silicates et des titanates, qui en fondant forment des perles vitreuses qui n'entrent pas dans le charbon. Quand on chauffe les sels de potasse qui ne renferment pas d'acides métalliques, avec de la soude sur la lame de platine, on n'aperçoit point de précipité dans la masse en fusion, ni de coloration de la matière fondue.

On peut reconnaître la présence de la potasse dans un mélange, en colorant en brun très-clair une perle de borax avec de l'oxyde de nickel, puis on chauffe cette perle avec un excès de la substance à essayer : si cette dernière contient de la potasse la perle change de couleur et passe au bleu-clair. Cette réaction n'est plus employée, elle est du reste difficile à bien exécuter.

Minéraux contenant de la potasse.

Les minéraux qui contiennent de la potasse sont :

Le nitre qui est disséminé dans beaucoup de calcaires.

Le sulfate naturel (très-rare), l'alunite, l'alun, la polyalithe potassique d'Ischel.

L'aëgirine, l'agalmatolite, l'albite, l'amphigène, l'analcime l'andalousite, les anorthites, l'anthophyllite hydratée, l'antrimolite, les apophyllites, presque toutes les argiles, la cancrinite, la carnallite, la chabasia, la christianite, la condrodite la couzeranite, le dipyre, l'éléolite, les fahlunites, tous les feldspaths orthoses, la gieseckite, la gigantolite, la gismondine ou harmotome, la glaucolite, la glauconite, quelques grenats, l'haüyne, l'haydénite, l'herschélite, l'hydrolithe, l'idocrase, l'itnérite, la killinite, les labradors, la lévyne, la méionite, la mellilite, quelques météorites, les micas, la néphéline, les oligoclases, la palagonite, la parophite, la peektolithe, la phakolite, la phillipsite, la phyllite, la pinite, la raphilithe, la rhyacolithe, la tachylite, certains talcs, les terres vertes alumineuses, les tourmalines, la villarsite, la weissite, quelques wernérites, la zéolite de Salpach et la zéolithe.

La plupart des minéraux silicatés contenant de la soude renferment aussi des traces de potasse.

SODIUM.

Soude et sels de soude. — La soude et les sels de soude sont caractérisés au chalumeau par la coloration jaune qu'ils communiquent à la flamme. Ce caractère est d'une extrême sensibilité.

D'après Merz, la flamme de la soude paraît jaune-orangé lorsqu'on la regarde à travers un verre vert, celle de la potasse paraît vert-bleuâtre et la teinte rouge de la lithine disparaît.

Tous les sels de soude chauffés sur le charbon fondent sur ce support et entrent dedans, à l'exception des sels à acides vitri-

fiables comme les phosphates, les borates, les silicates, et les titanates.

Les sels de soude à acides non métalliques chauffés avec de la soude sur la lame de platine, donnent par la fusion un liquide incolore dans lequel on n'aperçoit aucun précipité.

Minéraux contenant de la soude.

Les albites, l'achmite, l'aegyrine, l'alun sodifère, l'amphigène de Pompéi, les analcimes, quelques anorthites, l'arfvedsonite du Groënland, les basaltes, le borax, la boronatrocalcite, la cancrinite, la catapléite, quelques chabasies, la couzeranite, les cryolithes, le dipyre, l'éphésite, les épidotes, l'épistilbite, l'eudyalite, l'eukolite, les fahlunites, la faujasite, les feldspaths orthoses, la gay-lussite, la gigantolite, la glaubérite, la glauconite, le grenat rothoffite, les haüynes sodifères, l'herschélite, l'heulandite, l'hydrolithe, l'ittnérite, la jéfreinossite, la krokidolite, les labradors, le lapis-lazuli, la lédérérite, la leucophane, la lévyne, la margarite, la méionite, la millilite, la mélinophane, les mésotypes, quelques météorites, quelques micas, quelques néphélines, les obsidiennes, l'odalite, les oligoclases, la palagonite, la parastilbite, la parophite, la pektolite, quelques pétalites, la phakolite, quelques pinites, la prehnitoïde, la pyrargillite, les pyrochlores, quelques pyroxènes, la rétinolite, la rhyacolithe, la sarcolite, quelques schistes talqueux, quelques scolézites, la scoulérite, le sel gemme, la sodalite, la soude carbonatée (*natron*), la soude nitratée, la soude sulfatée, la spinellane, la stilbite, les terres vertes alumineuses, la thenardite, les thomsonites, les tourmalines sodifères, la weissite, les wernérites, la wœhlérite, la wollastonite de Thompson et les zéolithes.

Indépendamment de ces principaux minéraux sodifères, on trouve encore des traces de soude dans les minéraux potassiques.

LITHIUM.

Lithine et sels de lithine. — La lithine et les sels de lithine ont pour propriété caractéristique au chalumeau, de colorer la flamme en une belle teinte rouge-pourpré, cette coloration est très-sensible; les minéraux fusibles qui contiennent de la lithine la produisent d'une manière bien nette.

Le phosphate de lithine seul ne colore pas la flamme, les minéraux qui renferment peu de lithine ou qui sont infusibles ne donnent souvent qu'une réaction incomplète, insuffisante, on rend la réaction très-sensible en chauffant la substance réduite en poudre, avec un mélange de spath fluor (1 partie) et de bisulfate de potasse (2 parties).

La présence de la potasse n'influe pas sur la coloration de la lithine. La soude au contraire masque la teinte rouge, mais dans ce cas, la coloration jaune de la soude est elle-même un peu orangée, et lorsqu'on a l'habitude de ces réactions on reconnaît assez facilement la présence de la lithine. Quand on peut opérer avec une lampe à gaz ordinaire, il n'y a plus d'incertitude à avoir même en présence de mélange complexe, en effet, lorsqu'on présente le fil de platine portant la matière, à la base de la flamme mais tout à fait à l'extérieur de manière à l'effleurer à peine, il se produit d'abord un éclair rouge-vif, puis il arrive un moment où cette flamme ne présente que la teinte rouge-pourpré de la lithine.

La coloration de la lithine est une de celles qui se maintiennent le plus longtemps au chalumeau; ce qui fait que très-souvent elle n'apparaît qu'en dernier et lorsque toutes les autres ont disparu (à part cependant la baryte et la soude en excès). La coloration rouge de la lithine disparaît lorsqu'on la regarde à travers un verre vert; vue par un verre bleu de cobalt mince, elle paraît rouge-carmin; mais si le verre est épais, elle cesse d'être visible, tandis que dans le même cas on voit distinctement la coloration rouge de la potasse.

Les sels de lithine fondent sur le charbon et entrent dedans. Les sels de lithine insolubles fondus sur le platine avec de la soude donnent un liquide transparent ne contenant point de précipité en suspension.

Les sels de lithine ne colorent point les fondants vitreux.

Minéraux contenant de la lithine.

Les minéraux contenant de la lithine sont : l'amblygonite, le castor, quelques épidotes (*achmatite*, *puscklinite*), quelques méionites, quelques micas, et principalement la lépidolithe, le pétalite, les tourmalines lithinifères, le triphane, la tétraphylline et la triphylline.

AMMONIAQUE.

Sels ammoniacaux. — Les sels ammoniacaux sont faciles à caractériser au chalumeau, sous l'influence de la chaleur seule, soit à la pince à bouts de platine, soit sur le charbon, soit dans les tubes bouchés à un bout ou ouverts aux deux extrémités ; ils se volatilisent complètement (à l'exception du borate, du phosphate et des sels à acides métalliques, qui laissent leurs acides non volatils), en produisant des vapeurs blanches ou incolores dont la saveur est souvent métallique, mais dont l'odeur rappelle quelquefois celle de l'ammoniaque. Quelques sels ammoniacaux sont complètement décomposés lorsqu'on les chauffe, d'autres ne le sont que partiellement.

Dans les tubes bouchés et dans les tubes ouverts, les vapeurs des sels ammoniacaux se déposent sur les parois, dans les parties froides, sous forme d'enduit blanc. Ces vapeurs bleussent toujours le papier rouge de tournesol.

Lorsqu'on mélange dans le mortier d'agate les sels ammoniacaux avec du carbonate de soude, il se dégage toujours l'odeur de l'ammoniaque facile à reconnaître ; cette odeur devient beaucoup plus sensible lorsqu'on chauffe le mélange dans un tube bouché. Dans tous les cas on rend très-sensible

la présence du dégagement d'ammoniaque avec du papier de tournesol rouge, ou avec une baguette de verre mouillée d'acide chlorhydrique, que l'on maintient au-dessus du mélange ou à l'ouverture du tube bouché pendant qu'on le chauffe.

Les sels ammoniacaux colorent la flamme en violet-bleu.

Ce caractère est surtout sensible avec le sel ammoniac, avec les autres sels la teinte est souvent livide, mais on aperçoit toujours, près du fil de platine, la coloration violet-bleu.

Minéraux contenant de l'ammoniaque.

Les minéraux contenant de l'ammoniaque sont : l'alun ammoniacal, l'ammoniaque carbonatée, l'ammoniaque chlorurée (*sel ammoniac*), l'ammoniaque phosphatée, la sterconite (*phosphate double de soude et d'ammoniaque*) et l'ammoniaque sulfatée (*mascagnine*).

BARYUM.

Oxydes du baryum (baryte, bioxyde de baryum). — Les oxydes anhydres du baryum sont infusibles, ils prennent beaucoup d'éclat sous l'action de la flamme; le bioxyde dégage de l'oxygène lorsqu'on le chauffe fortement, la baryte caustique chauffée sur le charbon avec du carbonate de soude, fond complètement et entre dans le charbon; l'hydrate de baryte est fusible, il pénètre dans le charbon après avoir bouillonné beaucoup, mais il laisse une croûte solide à la surface.

Sels de baryte. — Tous les composés renfermant de la baryte colorent la flamme en vert-livide intense; la coloration se maintient longtemps, elle est très-sensible avec les sels de baryte solubles et surtout avec le chlorure, tandis qu'il faut chauffer fortement et longtemps, pour l'obtenir avec les sels insolubles comme le sulfate et le carbonate; le phosphate, le borate et les silicates de baryte ne colorent point la flamme.

Chauffés seuls sur le charbon, les sels insolubles comme le sulfate, le carbonate, le phosphate, etc., prennent beaucoup d'éclat, ils fondent difficilement en un globule transparent, mais qui devient opaque par le refroidissement. Le carbonate chauffé fortement bouillonne beaucoup et finit par entrer dans le charbon. Les sels solubles à acides minéraux fondent facilement et entrent dans le charbon. Les sels à acides organiques peuvent fondre et entrer dans le charbon si on les chauffe doucement, mais lorsqu'on les chauffe fortement, ils laissent un résidu de carbonate de baryte, qui n'entre dans le charbon qu'à une température élevée. Tous les sels de baryte chauffés avec du carbonate de soude sur le charbon fondent, et la masse liquide entre dans le charbon.

Les sels de baryte, fondus sur la lame de platine au feu d'oxydation avec du carbonate de soude, fondent en un liquide clair, qui perd sa transparence par le refroidissement; cette réaction ne se produit pas avec les sels à acides métalliques non fusibles.

Avec les fondants vitreux, les sels de baryte donnent des perles incolores qui sont transparentes lorsqu'on a employé peu de matière, mais qui, le plus souvent, deviennent opaques par le refroidissement avec le borax, ou qui présentent l'aspect d'un émail avec le sel de phosphore.

Les sels de baryte chauffés avec l'azotate de cobalt donnent des masses qui sont colorées en jaune-rougeâtre tant qu'elles sont chaudes, mais qui perdent leur coloration par le refroidissement.

Minéraux de la baryte.

Les principaux minéraux contenant de la baryte sont : la baryte carbonatée (*withérite*), la baryto-calcite (*alstonite*), la baryte sulfatée (*spath pesant*), la baryte sulfo-carbonatée, le calstron-baryte, le baryto-sulfate de strontiane, la brewstérite, la dréélite, l'harmotome, le léedsite, presque tous les

oxydes de manganèse et principalement la psilomélane, la braunite et l'hausmannite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE LA BARYTE.

Baryte carbonatée. — Le carbonate de baryte naturel est blanc ou légèrement jaunâtre, transparent ou translucide; on le trouve en concrétions, en masses grenues ou compactes, on le rencontre aussi cristallisé, sa forme cristalline est le prisme rhomboïdal droit. Sa pesanteur spécifique est 4.30; il raye la chaux carbonatée, mais il est rayé par le spath fluor.

Au chalumeau, il décrépité souvent, il fond facilement en un verre limpide qui devient d'un blanc d'émail après le refroidissement; sur le charbon il produit une vive effervescence et est en partie absorbé.

Il fond avec une vive effervescence dans le borax et dans le sel de phosphore. Avec l'azotate de cobalt, il fond et donne une perle vitreuse d'un rouge-brun, tant qu'elle est chaude, mais qui perd sa couleur en refroidissant.

Baryto-calcite. — La baryto-calcite est composée d'un atome de carbonate de baryte et d'un atome de carbonate de chaux; sa couleur est le blanc grisâtre avec une légère teinte verte; en fragments minces, elle est translucide, sa cassure est vitreuse, sa forme cristalline est un prisme rhomboïdal oblique; elle ne fond pas au chalumeau.

Baryte sulfatée. — Le sulfate de baryte pur est incolore et transparent; il se présente avec des formes très-variées qui dérivent d'un prisme droit rhomboïdal. Il se rencontre aussi en masses lamellaires, fibreuses, mamelonnées, grenues, compactes et même terreuses, translucides ou opaques. Ses couleurs accidentelles sont le blanc-grisâtre, le jaune-clair et le rougeâtre; sa pesanteur spécifique varie de 4.30 à 4.56.

Le sulfate de baryte raye le carbonate de chaux, mais il est rayé par le spath fluor.

Au feu du chalumeau il décrépité avec violence, et à la chaleur la plus forte que l'on puisse produire dans la flamme extérieure il fond seulement sur les bords en un émail blanc. Dans la flamme intérieure il se change peu à peu en sulfure infusible, reconnaissable à sa saveur hépatique et cuisante. Le sulfate de baryte chauffé fortement colore légèrement la flamme en vert-jaunâtre; pour rendre la coloration plus sensible, on pulvérise le minéral, on le mélange avec un peu de charbon, on chauffe le mélange à l'extrémité du fil de platine dans la flamme réductrice, puis on trempe le tout dans de l'acide chlorhydrique très-étendu qui transforme le sulfure de baryum formé en chlorure, qui alors colore d'une manière bien nette la flamme en vert-jaunâtre. On peut se dispenser d'employer l'acide chlorhydrique en plongeant dans la partie fondue de la bougie elle-même, la matière réduite à l'état de sulfure.

Avec la soude, le sulfate de baryte se boursoufle, se décompose et pénètre dans le charbon.

Il se dissout avec effervescence dans le borax et donne une perle vitreuse, transparente, qui devient jaune-brun en refroidissant.

Mélangé avec du spath fluor, il fond très-facilement en donnant une perle vitreuse, transparente, qui devient d'un blanc d'émail par le refroidissement.

Le sulfate de baryte pur fond difficilement sur les arêtes, comme il a été dit plus haut, mais il est plus fusible quand il est associé au sulfate de strontiane. Le mélange de ces deux sulfates donne une perle transparente lorsqu'on le chauffe avec du carbonate de soude à l'extrémité du fil de platine. La perle est au contraire opaque quand le mélange renferme du sulfate de chaux.

Le mélange des sulfates de baryte, de strontiane et de chaux, chauffé longtemps sur le charbon dans la flamme ré-

ductrice, se transforme peu à peu en sulfures qui pénètrent lentement dans le charbon à l'exception du sulfure de calcium qui reste comme résidu.

Lorsqu'on chauffe ainsi du sulfate de baryte ferrugineux, le sulfure de baryum produit s'introduit dans le charbon, l'oxyde de fer reste adhérent à celui-ci et ne le pénètre pas.

Calstron-baryte. — Le calstron-baryte est une association du sulfate de baryte avec le carbonate de strontiane et le carbonate de chaux. Ce minéral est lamellaire, sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit, sa pesanteur spécifique est de 4.22, au chalumeau il fond difficilement en un émail blanc.

Brewstérite. — La brewstérite est un silicate polybasique renfermant à la fois de l'alumine, de la chaux, de la baryte et de la strontiane; elle est blanche ou gris-jaunâtre, translucide, son éclat est vitreux dans la cassure et nacré sur les faces de clivage, sa forme cristalline est un prisme rhomboïdal oblique.

Au chalumeau, la brewstérite devient opaque, puis elle se gonfle et fond avec difficulté. Elle est soluble dans les acides.

Dréélite. — La dréélite est un mélange de sulfate de baryte et de sulfate de chaux avec du carbonate de chaux et de l'hydrosilicate d'alumine. Elle se présente en petits cristaux rhomboïdaux blancs, nacrés, dont la forme primitive est un rhomboèdre obtus. Sa pesanteur spécifique est de 3.2 à 3.4. Elle raye la chaux carbonatée.

Au chalumeau, la dréélite est fusible en un verre blanc, bulbeux, lequel se colore en bleu par l'azotate de cobalt.

Harmotome. — L'harmotome est un silicate d'alumine et de baryte hydraté. Sa couleur est le blanc laiteux, quelquefois un peu jaunâtre; sa forme primitive est le prisme rhom-

boïdal droit, les cristaux sont opaques ou hyalins, son éclat est vitreux, elle raye le spath fluor, mais elle est rayée par la chaux phosphatée; sa cassure est inégale et raboteuse, sa pesanteur spécifique varie de 2.39 à 2.45 et même à 2.50.

Au chalumeau, l'harmotome dégage de l'eau, blanchit et devient friable à la première application de la chaleur, elle fond ensuite difficilement sur le bord en un verre opalin.

STRONTIUM.

Oxyde de strontium. — La strontiane anhydre est infusible, elle répand beaucoup d'éclat sous l'influence de la chaleur. L'hydrate est fusible, la strontiane caustique ne fond pas lorsqu'on la chauffe avec du carbonate de soude.

Sels de strontiane. — Tous les sels de strontiane ont pour propriété caractéristique, au chalumeau, de colorer la flamme en un beau rouge-carmin moins foncé cependant que le rouge fourni par les sels de lithine, les sels solubles et principalement le chlorure possèdent cette propriété à un plus haut degré que les sels insolubles; ces derniers ne colorent quelquefois la flamme en rouge que lorsqu'ils ont été chauffés fortement pendant un temps très-long. La teinte rouge de la strontiane peut être modifiée par la présence d'autres corps colorant eux-mêmes la flamme; ainsi une petite quantité de soudé donne à la coloration de la strontiane une teinte orangée qui est comparable à la coloration rouge-orangé fournie par la chaux.

Une forte proportion de soude peut même masquer tout à fait la présence de la strontiane; dans ce cas, il faut avoir une bien grande habitude du chalumeau pour discerner, au moment même où l'on plonge le mélange dans la flamme, l'éclair rouge qui se manifeste instantanément.

La baryte modifie beaucoup aussi la coloration de la strontiane, moins cependant que la soude.

Sous l'influence de la chaleur les sels de strontiane infusibles prennent beaucoup d'éclat.

Les sels fusibles chauffés sur le charbon pénètrent dans celui-ci.

Les composés de la strontiane se comportent avec les fondants vitreux comme la baryte. Les sels de strontiane fondus avec du carbonate de soude sur la lame de platine, donnent un liquide transparent qui devient opaque par le refroidissement ; le mélange fondu sur le charbon le pénètre complètement. Chauffés avec de l'azotate de cobalt, les sels de strontiane qui laissent un résidu fixe par la calcination, donnent une matière non fondue colorée en gris plus ou moins foncé.

Minéraux de la strontiane.

Les principaux minéraux qui contiennent de la strontiane sont : la strontiane carbonatée (*strontianite*) la stromnite ou barytstrontianite, le calstron-baryte, l'emmonsite, la strontiane sulfatée (*célestine*), le calcaréo-sulfate de strontiane, le baryto-sulfate de strontiane, quelques arragonites, et la brewstérite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE LA STRONTIANE.

Strontiane carbonatée (strontianite). — La strontiane carbonatée est ordinairement cristallisée en longues aiguilles, blanches, jaunâtres, verdâtres et quelquefois bleues, dont la forme dérive d'un prisme rhomboïdal droit ; la forme de ces aiguilles est du reste difficile à apprécier, attendu qu'elles sont accolées entre elles d'une façon intime, et constituent par leur ensemble des masses aciculaires. La strontiane carbonatée est très-fragile, elle raye la chaux carbonatée, sa pesanteur spécifique est 3, 60.

Au chalumeau elle est infusible, elle répand beaucoup d'éclat, elle se transforme partiellement en strontiane caustique,

c'est à peine si elle colore la flamme en rouge, on lui donne cette propriété en l'humectant avec un peu d'acide chlorhydrique.

Stromnité. — La stromnité est une variété de carbonate de strontiane mélangée à du sulfate de baryte, composée d'aiguilles divergentes, radiées, de couleur blanc-grisâtre ou blanc-jaunâtre, son éclat est nacré, elle est translucide. Sa pesanteur spécifique est 3,90. Au chalumeau elle présente à la fois les caractères du carbonate de strontiane et du sulfate de baryte.

Emmonsité. — L'emmonsité est également une variété de carbonate de strontiane uni à du carbonate de chaux à de la zéolithe et à un peu de peroxyde de fer ; elle est d'un blanc de neige.

Strontiane sulfatée (célestine). — La strontiane sulfatée a beaucoup d'analogie avec le sulfate de baryte avec lequel on la confond quelquefois ; sa texture peut être fibreuse ou lamelleuse, on trouve aussi la strontiane sulfatée en masses sphéroïdales aplaties, compactes, de 9 à 12 centimètres de diamètre, et qui atteignent quelquefois 20 à 25 centimètres. Ces rognons sont composés à la fois de sulfate de strontiane, de carbonate de chaux et d'argile, ils sont gris-verdâtre, dans quelques-uns il existe, au centre, des fissures, vraies géodes tapissées de cristaux bien nets de strontiane sulfatée, leur densité égale 3,3, à 3,5.

La strontiane sulfatée a pour forme primitive un prisme droit rhomboïdal ; comme le sulfate de baryte, elle peut se présenter sous cinq formes dominantes.

Les cristaux de strontiane sulfatée sont ordinairement transparents, incolores, blanc laiteux et souvent bleu de ciel, c'est cette dernière couleur qui a fait donner au minéral le nom de célestine, les cristaux possèdent la double réfrac-

tion attractive, ils rayent le carbonate de chaux, et leur densité varie de 3,85 à 3,95.

Au chalumeau, le sulfate de strontiane *décrépite*, il fond difficilement en un émail blanc laiteux, il colore d'abord la flamme en jaune puis enfin en rouge. Chauffé dans la flamme intérieure; il se transforme peu à peu en sulfure, dont la saveur est hépatique et cuisante. Avec la soude sur le charbon, il fond et pénètre dans ce support.

La strontiane sulfatée est souvent associée avec le sulfate de baryte, le sulfate de chaux et les carbonates de ces deux bases, les minéraux qui résultent de ces mélanges constituent le *calcaréo-sulfate de strontiane* et le *baryto-sulfate de strontiane*.

Brewstérite. — Voyez à la baryte la description de ce minéral.

CALCIUM.

Oxydes du calcium. — *Chaux et bioxyde de calcium*. — Les oxydes du calcium, anhydres ou hydratés, sont infusibles, ils répandent beaucoup d'éclat sous l'action de la chaleur; c'est à peine s'ils colorent la flamme en rouge-orangé. Ils ne fondent point dans le carbonate de soude.

Sels de chaux. — Tous les composés du calcium présentent au chalumeau la propriété caractéristique de colorer la flamme en rouge-orangé; la teinte est quelquefois assez vive pour faire croire à la présence de la strontiane.

Les sels de chaux solubles et surtout le chlorure possèdent cette propriété à un plus haut degré que les sels insolubles, parmi lesquels le phosphate et le borate ne colorent pas la flamme d'une manière suffisamment nette pour y caractériser la présence de la chaux; enfin les silicates de chaux ne colorent point du tout la flamme.

Les sels de chaux chauffés avec de la soude sur la lame

de platine ne fondent point, ils restent en suspension dans le carbonate de soude fondu, ce caractère permet de constater la présence de petites quantités de chaux dans les minéraux de la baryte et de la strontiane, qui dans les mêmes circonstances forment en fondant avec la soude, un liquide limpide et transparent.

Il résulte aussi de ce caractère que les sels de chaux chauffés avec de la soude sur le charbon, laissent sur ce dernier un résidu fixe, infusible, qui ne pénètre pas dans le charbon avec la soude.

Les composés infusibles du calcium prennent un éclat extraordinaire lorsqu'on les chauffe seuls.

Les sels de chaux employés en petites quantités se dissolvent assez bien dans les fondants vitreux, mais il arrive presque toujours que les perles deviennent opalines après le refroidissement, et souvent cristallisent.

Sous l'influence de l'azotate de cobalt, les sels de chaux ne fondent point, ils laissent ordinairement un résidu fixe coloré en noir ou en gris.

Minéraux de la chaux.

La chaux carbonatée et toutes ses variétés (*spath d'Islande, chaux carbonatée fibreuse, saccharoïde, compacte, terreuse, etc.*), l'arragonite, les dolomies, la chaux fluatée ou spath-fluor, la chaux sulfatée (*gypse, sélénite*) la chaux anhydro-sulfatée (*anhydrite*), la chaux phosphatée (*apatite, coproïthe*), la chaux arséniatée (*pharmacolite, picropharmacolite, haidingérite*), la chaux arséniatée anhydre (*Berzéliite*), la roméine (*antimonite de chaux*), la perowskite et le pyrochlore de Friedrichswarn (*titanates de chaux*), le pirochlore de Miask et de Brévig, la microlite et l'açorite (*tantalates de chaux*), le schéelin calcaire (*chaux tungstanée*) la chaux boratée (*boro-calcite*), la chaux oxalatee, l'hydroboracite, l'yttria fluatée, l'ytthrotantalite, la turquoise, l'allanite, la cé-

rite et la cérine, l'orthite, la xantorthite, quelques fers carbonatés, dans quelques wolfram, la delvauxine (*phosphate de fer brun terreux*), l'arséniosidérite, la buratite (*carbonate triple de zinc de cuivre et de chaux*) dans quelques oxydes d'urane (*pechblende, coracite, gummierz, éliasite*) l'urane phosphatée (*uranite*), la liébigite (*carbonate de chaux et d'urane*), et une quantité considérable de silicates dont les principaux sont : les grenats, les idocrases (*silicates d'alumine et de chaux*), les diverses épidotes, la wernérite et ses variétés, la méionite, l'amphodélite, la gehlénite, la glaucosite, la margarite, l'obsidienne, quelques ponces, quelques variétés d'albites, l'oligoclase et quelques-unes de ces variétés, le hbrador et ses variétés, l'anorthite et toutes ses variétés, quelques cancrinites, la davyne, le dipyre, la couzeranite, l'humboldtite ou mellilite, la sarcolite, l'apophyllite et ses variétés, la pecktolite, l'osmélite, la stelite ou zéolithe calcaire, a scolézite et ses variétés, les diverses stilbites, l'heulandite, l'épistilbite et la parastilbite, la beaumontite, la faujasite, la gismondine, la phillipsite, l'édingtonite, la laumonite, la prehnite, a chabasia, la phakolite, la lévigne, la glottalite, l'hydrolithe, la christianite, l'ittnérite, la thomsonite et ses variétés, l'agalmatolte, la kirwanite, la chonikrite, la terre verte de Framont, la seÿbertite et ses variétés, la bombite, la wollastonite (*tafeldspath-silicate de chaux*), l'édelforsite (*trisilicate de chaux*), la dysclasite, quelques serpentines, quelques péridots (*fayalite, batrachite*) la catapléite (*silicate de zircone, de chaux et de soude*), l'acéchinite, la polymignite, la woëhlérite (*siliconiobate de zircone, de chaux et de soude*), l'eudialite, l'amphibole et toutes ses variétés, la babingtonite (*silicate de chaux et de fer*), le pyroxène et ses variétés, quelques diallages, la palagonite, l'ilvaïte, quelques micas (*mica d'achotzh, nacrite, émérylite, corundellite, euphyllite, diphanite*), la leucophane, la mélinophane, la datholite et la botryolite (*silico-borate de chaux*), quelques tourmalines, l'axinite, le sphène, et la schorlamite (*silico-titanates de chaux*), le lapis lazuli, l'haüyne, quelques

spinelles, la parisite, la bordite (*hydrosilicate de chaux*), la bytownite, l'huronite, l'hydrosilicite et l'ytthro-titanite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU CALCIUM.

Chaux carbonatée. — La chaux carbonatée est un des minéraux qui se présentent sous les aspects les plus variés : le spath d'Islande, qui constitue le carbonate de chaux pur, est incolore, transparent, ou blanc laiteux, il cristallise sous une multitude de formes qui dérivent d'un rhomboèdre obtus, il se clive très-nettement parallèlement aux faces du rhombe, il possède la double réfraction, il raye la chaux sulfatée, mais il est rayé par le spath fluor. La chaux carbonatée se présente encore en masses fibreuses, concrétionnées, passant du blanc au june (*albâtre*), en masses saccharoïdes constituant les *marbres*, qui peuvent présenter toutes les teintes de la palette de l'artiste ; en masses compactes à cassure unie, mate, ou à cassure grenue, dont la couleur varie du blanc jaunâtre au jaune, ou du blanc gris au gris ; ces dernières variétés comportent toutes les *pierres calcaires*, état le plus ordinaire de la chaux carbonatée ; enfin en masses terreuses plus ou moins blanches, tachant les doigts et constituant la *craie*.

La pesanteur spécifique de la chaux carbonatée est représentée sensiblement pour toutes les variétés, par 2,723, à part celle de la craie qui n'est que de 2,5.

Au chalumeau, la chaux carbonatée est infusible, elle brille d'un écat tout particulier, elle abandonne son acide carbonique et devient caustique sans changer d'aspect ; elle est infusible avec la soude, elle fond avec effervescence dans le borax et donne un verre transparent et cristallisable ; elle fond également dans le sel de phosphore en donnant un verre transparent, qui devient blanc de lait par le refroidissement lorsqu'il est saturé de chaux, mais qui, dans le cas contraire, abandonne des aiguilles cristallines ; avec l'azotate de cobalt, elle donne une masse noire ou d'un gris-sombre infusible.

Arragonite (ou carbonate de chaux prismatique). — L'arragonite est une variété de chaux carbonatée se présentant en cristaux transparents ou d'un blanc laiteux, dont la forme est un prisme rectangulaire droit, ces cristaux en se groupant forment des prismes hexaèdres présentant un angle rentrant. L'arragonite se trouve également en masses fibreuses, tantôt droites, tantôt radiées, d'un blanc-jaunâtre ou grisâtre. Quelquefois l'arragonite a une teinte bleu très-claire due à des traces de cuivre, elle renferme presque toujours un peu de strontiane. Sa dureté est un peu supérieure à celle de la chaux carbonatée ordinaire ; sa pesanteur spécifique est également supérieure à celle de cette dernière, elle est représentée par 2,928.

Au chalumeau, elle décrépité tout à coup se réduit en poudre blanche grossière, ce caractère est très-prononcé et suffit pour distinguer l'arragonite du carbonate de chaux, lorsque ces minéraux se présentent en masses fibreuses, difficiles à distinguer à l'œil ; à part cette propriété, l'arragonite se comporte au chalumeau comme le carbonate de chaux ordinaire.

Dolomie. — La dolomie est un carbonate double de chaux et de magnésie cristallisant en rhomboèdre obtus, analogue à celui de la chaux carbonatée, sa dureté est aussi plus grande que celle de cette dernière, elle raye le spath fluor ; sa pesanteur spécifique varie de 2,85 à 2,92, ses couleurs sont le blanc-laiteux, le blanc-grisâtre, le gris de perle, le gris-jaunâtre, le jaune clair, etc.

La dolomie se comporte au chalumeau comme la chaux carbonatée, mais elle ne donne aucun caractère signalant la présence de la magnésie.

Chaux fluatée (spath fluor, fluorine). — La chaux fluatée ou fluorure de calcium se rencontre le plus souvent en cristaux très-nets, toujours caractéristiques, dont la forme est le cube

ou une modification du cube ; elle constitue également des masses concrétionnées, mais dans lesquelles le tissu lamelleux est très-prononcé, enfin on la rencontre quelquefois en masses compactes.

Le spath fluor pur est absolument incolore, mais dans cet état il est assez rare, il présente le plus souvent des couleurs variées très-belles qui sont le plus ordinairement : le violet-améthiste plus ou moins foncé, ou le vert-d'eau plus ou moins clair. Les autres teintes sont le jaune d'ambre, teinte qui est assez fréquente, le rose-clair et le bleu-clair qui sont plus rares. Quelques échantillons sont dichroïques et présentent dans un sens la teinte verte, et dans l'autre sens, la teinte bleu-violacé.

La chaux fluatée raye la chaux carbonatée, sa pesanteur spécifique varie de 3,1 à 3,2.

Au chalumeau, le spath fluor décrépité, il devient presque toujours phosphorescent avant le rouge sombre, il répand alors une lueur verdâtre ou violacée.

Chauffé fortement, il perd son éclat et sa couleur, devient d'un blanc laiteux et fond ensuite en une perle opaque blanche, ou légèrement colorée en violet par des traces de manganèse. Il se dissout facilement dans le borax, dans le sel de phosphore et dans la soude ; mais si l'on emploie un excès de ce dernier réactif, on n'obtient plus qu'une masse scorifiée.

Chauffé dans le tube bouché avec du bisulfate de potasse, il dégage de l'acide fluorhydrique qui attaque le verre et qui est reconnaissable à son odeur piquante.

Même caractère dans le tube ouvert aux deux bouts, avec du sel de phosphore fondu.

Mélangé avec du borax et du bisulfate, il colore la flamme en vert ; ce caractère est très-précieux pour découvrir des traces de fluorure dans les minéraux.

Chaux sulfatée (gypse, sélénite). — Le sulfate de chaux se présente avec des textures différentes, il peut être cristallisé,

lamelleux, fibreux, saccharoïde, compacte ou calcarifère; c'est le plus tendre des minéraux solides et cristallisés, il se laisse fortement rayer par l'ongle; sa pesanteur spécifique varie de 2,26 à 2,35.

Le gypse pur est incolore, transparent, un peu nacré, lamelleux, il possède la double réfraction à deux axes. La forme de ses cristaux dérive d'un prisme droit à base de parallélogramme obliquangle, la réunion des cristaux donne lieu ordinairement à un groupement qui présente l'aspect d'un fer de lance. Le gypse est le minéral qui se clive le plus facilement; on peut avec une lame de couteau en séparer des feuillets d'une extrême minceur. Lorsqu'on chauffe ces minces feuillets, ils perdent leur transparence, deviennent d'un blanc de lait, et semblent se gonfler en se divisant en une multitude de lamelles.

La chaux sulfatée fibreuse est ordinairement en plaques minces à fibres droites et quelquefois contournées; enfin dans certains cas elle forme des rognons à structure radiée. Son éclat est nacré et soyeux, sa couleur, le blanc laiteux, elle est fortement translucide.

Le sulfate de chaux saccharoïde est connu dans les arts sous le nom d'*albâtre*; sa texture est grenue et ressemble sous ce rapport au marbre statuaire, il est d'une translucidité très-grande, toute particulière; sa couleur habituelle est le blanc de neige, quelques variétés sont grisâtres, jaunâtres ou rougêtres.

La chaux sulfatée compacte est généralement d'un blanc jaunâtre, quelquefois jaune ocreux, sa cassure est esquilleuse à esquilles fines.

La chaux sulfatée calcarifère se compose de petits cristaux agglomérés dont on distingue souvent la forme à la loupe, sa cassure paraît grenue, cependant elle miroite à la manière des substances lamelleuses, elle est presque toujours schisteuse; sa couleur est le blanc-jaunâtre. C'est cette variété qui constitue la véritable pierre à plâtre des environs de Paris.

Au chalumeau, la chaux sulfatée commence par dégager de l'eau, perd sa transparence et tombe en poussière. Elle fond difficilement en un émail blanc, colore un peu la flamme en rouge-orangé. Chauffée dans la flamme réductrice, elle se change peu à peu en sulfure de calcium blanc, dégageant facilement de l'hydrogène sulfuré sous l'influence des acides étendus, la réduction du sulfate de chaux en sulfure est plus rapide sur le charbon en présence de la soude; le sulfure de calcium et la chaux n'entrent point dans le charbon (caractère des sulfates); chauffée avec du spath fluor, la chaux sulfatée fond et donne un verre qui devient opaque en refroidissant; elle ne fond point avec la soude sur la lame de platine.

Chaux anhydro-sulfatée (anhydrite, karsténite). — La composition de l'anhydrite diffère de celle de la chaux sulfatée par l'eau, elle se rencontre à l'état cristallin, fibreux et saccharoïde; les cristaux d'anhydrite sont rarement bien terminés, ils dérivent d'un prisme droit rectangulaire. Elle raye le carbonate de chaux; sa pesanteur spécifique égale 2,899. Ses couleurs sont le blanc, le blanc-rosé et surtout le blanc-violacé, son éclat est vitreux un peu nacré, elle est translucide, rarement transparente.

Au chalumeau elle se comporte comme le gypse, cependant lorsqu'on la chauffe elle ne dégage pas d'eau, et elle ne s'exfolie point comme le fait ce dernier minéral.

Chaux phosphatée (apatite, coprolithe). — La chaux phosphatée se rencontre cristallisée, en masses compactes ou concrétionnées, et en rognons ou nodules.

Sa forme cristalline est ordinairement un prisme régulier à six faces, mais ce prisme est souvent modifié par des tronçatures; les cristaux sont rarement incolores, leurs couleurs sont le vert d'eau très-clair, le vert-foncé, le vert-jaunâtre et le rouge-violet.

La variété compacte présente une cassure unie un peu conchoïdale, elle est plus dure que la variété cristalline. La variété concrétionnée forme des masses réniformes, à cassure fibreuse très-fine, sa couleur est le jaunâtre passant au brun.

Enfin la chaux phosphatée en rognons ou nodules, appelée coprolithe, est d'un gris-cendré, ou d'un noir-grisâtre paraissant quelquefois verdâtre. Cette dernière variété est moins pure que les précédentes.

Toutes les variétés de phosphate de chaux renferment du fluor et du chlore, quelques-unes contiennent aussi de l'iode.

La chaux phosphatée est la plus dure des substances calcaires; elle raye le verre, mais elle est rayée par le feldspath. Sa pesanteur spécifique varie de 3,166 à 3,285.

Au chalumeau, la chaux phosphatée est infusible; les minces éclats se frittent légèrement sur les bords; sa poussière devient phosphorescente quand on la chauffe. Elle donne les caractères des phosphates lorsqu'on la chauffe avec de l'acide sulfurique au bout du fil de platine (coloration verte de la flamme).

Chaux arséniatée (pharmacolite, haidingérite). — La pharmacolite se trouve ordinairement en houppes soyeuses blanches, ou quelquefois légèrement teintées de rose par de l'arséniat de cobalt, les cristaux les plus nets présentent la forme de prismes hexaèdres dérivant d'un prisme rhomboïdal droit: ces cristaux possèdent une dureté égale à celle du spath fluor; cependant la chaux arséniatée fibreuse s'écrase sous les doigts.

L'haidingérite est blanche, fortement translucide, elle présente peu de dureté, elle est rayée par la chaux carbonatée; on la trouve en octaèdres tronqués, dérivant d'un prisme rhomboïdal droit; sa pesanteur spécifique égale 2,848.

Au chalumeau, les deux variétés de chaux arséniatée dégagent de l'eau, elles fondent difficilement en un émail blanc,

cet émail est bleu lorsque l'échantillon contient du cobalt ; chauffées dans la flamme réductrice sur le charbon, elles répandent l'odeur d'ail caractéristique de l'arsenic, tout en colorant la flamme en bleu-livide. Dans le tube bouché avec les réactifs, elles donnent les caractères de l'arsenic.

Chaux arséniatée anhydre (Berzélite). — Ce minéral présente au chalumeau les mêmes caractères que les précédents, à l'exception de l'eau qu'il ne dégage pas. Il est d'un blanc-jaunâtre, à aspect aereux et lustré, sa dureté est à peu près celle de la chaux sulfatée ; sa pesanteur spécifique est 2,52.

Roméine ou chaux antimoniatée. — Ce minéral, assez rare, est jaune-hyacinthe ; il cristallise en petits octaèdres à base carrée, implantés dans une masse grenue, il est assez dur pour rayer le verre, sa pesanteur spécifique est 4,76.

Au chalumeau, chauffée seule à l'extrémité du fil de platine, la roméine fond en une scorie noirâtre ; fondue sur le charbon avec de la soude, elle donne des globules d'antimoine qui produisent des fumées blanches quand on les chauffe dans la flamme d'oxydation, fumées qui forment une auréole blanche sur le charbon. La roméine se dissout lentement dans le borax et dans le sel de phosphore, les perles qu'on obtient dans ce cas sont incolores au feu de réduction, elles prennent une teinte violettes au feu d'oxydation, cette teinte est due à de petites quantités de manganèse que contient le minéral.

Pérowskitz et pyrochlore de Friedrichswarn (titanates de chaux). — La pérowskite se rencontre cristallisée en petits cristaux cubiques incolores, ou en cristaux noirs de fer à éclat métallique très-vif, dont la poussière est blanc-grisâtre, ou en masses grenues d'un jaune-brun plus ou moins clair, présentant de l'analogie avec certaines blends. La pérowskite raye la chaux phosphatée, mais elle est rayée par le feldspath. Sa pesanteur spécifique est 4,017.

Au chalumeau, la pérowskite est complètement infusible ; elle présente les caractères du titane avec les fondants vitreux ; avec le sel de phosphore elle donne des perles incolores au feu d'oxydation, qui deviennent violacées au feu de réduction.

Le pyrochlore de Friedrichswarn cristallise en octaèdres réguliers ayant beaucoup d'éclat, sa couleur est le brun-rougeâtre ou noirâtre opaque, son éclat est à la fois vitreux et résineux, sa cassure est conchoïde, sa dureté est la même que celle de la perowskite ; sa pesanteur spécifique varie de 4,105 à 4,220. Ce minéral est infusible au chalumeau, il devient d'un jaune-verdâtre par la calcination, il perd une certaine quantité d'eau et donne avec les réactifs tous les caractères du titane.

Tantalate de chaux (açorite, microlite). — Ce minéral est d'un gris-jaunâtre avec une teinte de vert ; il cristallise en octaèdres à base carrée, il raye la chaux fluatée, sa cassure est grenue. Au chalumeau l'açorite est infusible, mais ses cristaux blanchissent sur les bords tout en perdant leur demi-transparence. Les fondants vitreux la dissolvent lentement en donnant des perles colorées légèrement en vert ; la teinte est plus foncée avec le sel de phosphore.

Schéelin calcaire. — (Voyez aux Minéraux du tungstène.)

Chaux boratée (boro-calcite). — Ce minéral est assez rare, on le trouve au Pérou, en rognons de grosseurs variables. Ces rognons sont composés de fibres soyeuses blanches qui s'écrasent facilement sous les doigts ; il fond facilement au chalumeau en un verre incolore, il ne colore la flamme en vert qu'autant qu'on le mouille avec de l'acide sulfurique concentré, ou qu'on le chauffe avec un mélange de bisulfate de potasse et de spath fluor.

Il est difficile de déceler la présence de la chaux dans ce minéral, au moyen du chalumeau.

En Toscane, on trouve la chaux boratée en croûtes superficielles sur le calcaire, paraissant provenir d'une décomposition du carbonate de chaux par l'acide borique.

On a trouvé également en Toscane la chaux boratée dont les caractères extérieurs rappellent ceux du quartz, comme transparence et comme cassure vitreuse ; cette variété raye la chaux carbonatée.

Chaux oxalatee. — Ce minéral se trouve en petits cristaux dérivant d'un prisme rhomboïdal oblique, très-brillants, possédant l'éclat du plomb carbonaté ; leur cassure est conchoïdale, ils rayent la chaux sulfatée ; leur pesanteur spécifique est 2,75.

Au chalumeau, ce minéral présente les caractères de la chaux carbonatée, mais chauffé avec du bisulfate de potasse dans le tube bouché, il dégage un mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, ce dernier pouvant brûler avec sa flamme bleue caractéristique.

Wollastonite (bisilicate de chaux, tafeldspath). — Ce minéral est éminemment lamelleux ; il cristallise en tables aplaties chargées de facettes ; il est blanc pur, blanc-jaunâtre ou blanc-grisâtre ; son éclat est nacré et très-vif, il raye la chaux carbonatée, mais il est rayé par la chaux phosphatée ; sa pesanteur spécifique varie entre 2,805 et 2,860.

Au chalumeau, la wollastonite est peu fusible, elle fond seulement sur les arêtes en un verre incolore, demi-transparent ; elle se dissout en grande quantité dans le borax et donne un verre transparent.

Edelforsite (trisilicate de chaux). — Minéral blanc-grisâtre, opaque, à cassure grenue, il raye la chaux carbonatée, mais est rayé par la chaux phosphatée ; sa pesanteur spécifique est 2,584. Au chalumeau il fond en une pâte incolore. -

Dysclasite. — La dysclasite est un silicate de chaux hy-

draté; elle est formée de petits cristaux aciculaires qui lui donnent une texture fibreuse; elle est translucide en petits fragments, quelquefois même transparente, elle possède la dureté du spath fluor, sa grande ténacité lui a fait donner son nom; sa pesanteur spécifique est 3,362. Au chalumeau, ce minéral donne de l'eau dans le tube bouché, chauffé seul il devient opaque, blanchit et fond seulement sur les arêtes vives; il fait gelée avec les acides.

Datholite (silico-borate de chaux). — Ce minéral se rencontre quelquefois cristallisé; les cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique; ils sont tantôt complètement hyalins, tantôt d'un blanc-laiteux; dans le premier cas, les faces des cristaux sont très-miroitantes; dans le second cas, elles sont mates et ont un éclat gras, leur cassure est vitreuse, leur dureté se rapproche de celle de la chaux phosphatée; leur pesanteur spécifique est 2,989.

La couleur ordinaire de la datholite est le blanc-verdâtre et quelquefois le blanc-jaunâtre.

Au chalumeau, ce minéral devient opaque à la première chaleur, il se désagrège en gonflant et peut facilement se réduire en poudre entre les doigts, il fond enfin en un globule d'une couleur rose-pâle; il fait gelée avec les acides

Grenat grossulaire et ses variétés. — Ces minéraux sont des silicates d'alumine et de chaux; les plus purs sont blancs et hyalins, leur couleur ordinaire est le verdâtre; quelquefois aussi elle est rouge ou rouge-orangé. Leur dureté est un peu supérieure à celle du quartz; leur pesanteur spécifique varie de 3,55 à 3,73. Les grenats cristallisés dérivent tous du système régulier, leur forme générale est le dodécaèdre rhomboïdal ou le trapézoèdre, quelquefois aussi ces deux formes réunies.

Au chalumeau, les grenats grossulaires sont les moins fusibles des grenats. Ils fondent néanmoins en un verre ou en émail peu coloré ou verdâtre.

Idocrase (vésuvienne). — Ce minéral se présente avec des couleurs assez variées qui sont le rouge-brun plus ou moins foncé, le vert-jaunâtre plus ou moins prononcé, et quelquefois le bleu-céleste comme dans la *cyprine*. On distingue cinq variétés d'idocrases qui sont : la *vésuvienne*, l'*idocrase du Piémont*, l'*égérane*, la *frugardite* et la *cyprine* ou *idocrase cuprifère*. La forme primitive des cristaux d'idocrase est un prisme droit à base carrée qui du reste est presque toujours la forme dominante ; les cristaux sont translucides, quelquefois même transparents. L'idocrase raye aisément le verre, sa pesanteur spécifique varie de 3,228 à 3,42.

Au chalumeau, l'idocrase fond en un verre jaunâtre, translucide, en produisant une ébullition. Elle se dissout dans les fondants vitreux et donne des verres transparents, qui sont colorés par de l'oxyde de fer.

Epidote et ses variétés. — L'épidote est un silicate triple de chaux d'alumine et de fer et quelquefois même de manganèse. Les couleurs de l'épidote sont : le beau vert-pistache (*thallite*), le gris verdâtre (*zoïste*), le violet (*épidote manganésifère*), le vert jaunâtre et quelquefois aussi elle est presque incolore. Une variété d'épidote, la *pusclinite*, est dichroïque ; les cristaux sont rouges suivant la grande diagonale, verts suivant l'autre diagonale, et vert-olive par réflexion. Les cristaux d'épidote appartiennent au système du prisme rhomboïdal oblique ; ils offrent un éclat qui est souvent très-vif, et rayent le verre facilement ; leur pesanteur spécifique varie de 3,26 à 3,45.

Au chalumeau, l'épidote se boursoufle, se tuméfie et fond sur les bords, en donnant les unes une masse brune, foncée (variétés vertes), d'autres un verre transparent un peu jaunâtre (variétés grises), et quelques-unes un verre bien fondu d'un violet-noire très-foncé (*épidote manganésifère*).

Wernérite et ses variétés. — La wernérite est un silicate

de chaux et d'alumine qui cristallise en prismes à base carrée, surmontés d'un pointement à quatre faces. Les cristaux sont rarement blanc hyalin, leurs couleurs habituelles, généralement assez claires, sont le blanc-grisâtre, le blanc-jaunâtre, le blanc-verdâtre, le gris-verdâtre, le vert-olive et le vert-d'asperge, rarement d'un vert-foncé, quelques échantillons sont rouge-brique.

La wernérite raye la chaux phosphatée, les échantillons haylins rayent même le verre, son éclat est gras; sa pesanteur spécifique varie de 2,63 à 2,77.

Au chalumeau, à un feu vif, la wernérite se boursoufle beaucoup et fond en un émail d'un blanc éclatant, la variété dite *athériastite* fond en un verre brun-sale.

Méionite. — Ce minéral est un silicate d'alumine et de chaux identique à la wernérite et cristallisant de la même manière. Ses cristaux sont blancs et hyalins, sa pesanteur spécifique est 2,61. Au chalumeau, la méionite fond avec bouillonnement et donne un verre spongieux blanc légèrement verdâtre.

Gehlénite. — Ce minéral est un silicate de chaux et d'alumine qui présente des cristaux dérivant d'un prisme à base carrée, ces cristaux sont souvent arrondis et paraissent avoir été fondus. La couleur de la gehlénite est le gris clair, le gris-noirâtre, et le gris un peu verdâtre, elle est opaque en masse mais translucide sur les bords ou en lames minces; son éclat est à la fois résineux et vitreux, son aspect est gras et huileux. Sa surface est souvent couverte d'un enduit jaunâtre ou blanchâtre qui résulte d'une altération.

La gehlénite raye fortement la chaux carbonatée, sa pesanteur spécifique est 3,029. Au chalumeau, elle fond difficilement sur les bords minces.

Humboldtite et mellilite. — Ces deux minéraux sont

des silicates polybasiques dans lesquels la chaux domine (32 pour 100), ils donnent des cristaux appartenant au système du prisme à base carré, leur couleur est le jaune-pâle, le jaune de miel ou le jaune-brunâtre ; leur cassure est vitreuse, ils rayent le verre, leur pesanteur spécifique varie de 3,90 à 3,95. Au chalumeau, ils fondent très-lentement et donnent soit un verre jaunâtre pâle, soit un verre noir, suivant qu'on a employé des cristaux peu colorés ou des cristaux bruns ; ils fondent bien dans le borax et dans le sel de phosphore, et donnent des verres qui présentent les colorations de l'oxyde de fer.

Sarcolite. — Ce minéral est un silicate de chaux, d'alumine et de soude, cristallisant en prismes à base carrée, sa couleur est rouge, son éclat nacré, sa cassure analogue à celle du quartz ; ils raye la chaux phosphatée, sa pesanteur spécifique est 2,545. Il est fusible au chalumeau.

Apophyllite et ses variétés. — L'apophyllite est un silicate de chaux et de potasse hydraté. Ce minéral se trouve en masses lamelleuses et en cristaux dont la forme primitive est un prisme à base carrée ; il jouit de la double réfraction à un axe. Sa couleur est le blanc-laiteux (*albine*), le blanc-grisâtre, bleuâtre ou rougeâtre, le vert-jaunâtre (*oxhaverite*) ou le vert-olive (*xylochlore*).

L'apophyllite raye le spath fluor, mais elle est rayée par le feldspath ; sa pesanteur spécifique est 2,325. Au chalumeau, elle donne de l'eau, se fendille, s'exfolie, se hoursoufle et fond en un verre incolore, très-bulleux.

Pecktolite. — *Osmélite.* — *Stellite.* — *Guroлите.* — Ces minéraux constituent des silicates de chaux hydratés renfermant des quantités plus ou moins grandes de silicates de magnésie, d'alumine et de fer ; leurs compositions et leurs propriétés sont presque identiques, ils se trouvent en masses plus ou

moins blanches, fibreuses, radiées, à éclat nacré, leur dureté égale presque celle de la chaux phosphatée; leur pesanteur spécifique varie de 2,56 à 2,65.

Au chalumeau ces minéraux fondent en un émail blanc.

Scolézite et ses variétés. — La scolézite et ses nombreuses variétés constituent des silicates de chaux et d'alumine hydratés. Ces minéraux se présentent en masses *aciculaires*, *radiées* ou *capillaires*, plus ou moins blanches; ils rayent le spath fluor. Leur pesanteur spécifique varie de 2,10 à 2,27.

Au chalumeau, ils donnent de l'eau par calcination; ils sont difficilement fusibles en un verre bulleux.

Édingtonite. — Silicate d'alumine et de chaux hydraté, se présentant en petits octaèdres très-netts, portant sur les arêtes de la base un pointement à quatre faces, et dérivant d'un prisme à base rectangle. Sa dureté égale celle du spath fluor; sa pesanteur spécifique est de 2,70 à 2,75. Au chalumeau, l'édingtonite donne de l'eau dans le tube bouché; chauffée seule elle fond difficilement en un verre incolore.

Laumonite. — Silicate d'alumine et de chaux hydraté, qui présente la propriété de s'effleurir à l'air et de tomber en poussière, ce minéral se présente en cristaux allongés, d'un blanc-laiteux ou jaunâtre, ou en masses lamelleuses; sa pesanteur spécifique varie de 2,33 à 2,41.

Au chalumeau, la laumonite donne de l'eau; elle fond en un verre bulleux.

Préhnite. — Ce minéral est également un silicate d'alumine et de chaux hydraté; il se présente en cristaux, en lamelles, très-petites ou en masses fibreuses radiées; la forme primitive des cristaux est un prisme rhomboïdal droit. La couleur de la préhnite est le vert d'asperge, ou le jaune-verdâtre,

quelques échantillons sont incolores ; elle est translucide et quelquefois même diaphane, son éclat est vitreux, elle raye le verre. Sa pesanteur spécifique est 2,926.

Au chalumeau, elle donne un peu d'eau, puis elle fond en une scorie blanche qui finit par se transformer en globule compacte.

Glottalite. — Silicate de chaux et d'alumine fortement hydraté, se présentant en octaèdres et en cubes agglomérés, d'un blanc-laiteux, transparents, très-brillants, à éclat vitreux. La glottalite a la dureté de la chaux carbonatée ; sa pesanteur spécifique est de 2,181. Au chalumeau, elle donne beaucoup d'eau. Elle est fusible en un émail blanc.

Pyroxène (diopside, augite). — Le pyroxène et ses nombreuses variétés constituent des silicates polybasiques, dans lesquels dominent ordinairement la chaux et la magnésie.

1° Le *pyroxène diopside* (pyroxène blanc) est presque toujours cristallisé ; les cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique. Leur couleur est le blanc, mais plus souvent le vert-clair quelquefois vert-olive, mais ne passant jamais au noir comme l'augite, ils sont transparents ou fortement translucides, ils rayent la chaux phosphatée mais ils sont rayés par le quartz. Les cristaux hyalins possèdent à un haut degré la double réfraction ; leur pesanteur spécifique varie de 3,23 à 3,49.

Au chalumeau, le diopside fond en un verre incolore, ou à peine coloré en jaune ou en violet.

2° *Pyroxène augite* (pyroxène noir). — L'augite est d'un noir foncé, opaque à l'exception de celles des coulées du Vésuve, qui sont vertes et transparentes, sa poussière est brune, ses cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique comme le diopside, mais leurs formes secondaires paraissent différentes de celles de ce dernier, elle raye difficilement le verre ; sa pesanteur spécifique varie de 3,30 à 3,36.

Au chalumeau, l'augite fond en un émail noir. Le *basalte* et le *wacke* (basalte décomposé) présentent au chalumeau les mêmes caractères que le pyroxène noir dont ils sont formés en partie.

Axinite. — Ce minéral est un silico-borate polybasique, dans lequel la chaux et l'alumine dominant, il se présente en cristaux très-nets à faces miroitantes, qui dérivent d'un prisme oblique non symétrique; cette forme primitive est toujours très-dominante.

L'axinite est ordinairement hyaline et violette, quelquefois verdâtre, mais cette dernière couleur est due à de la chlorite interposée, son éclat est vitreux, elle raye le verre; sa pesanteur spécifique est de 3,271.

Au chalumeau, l'axinite colore la flamme en vert avec l'acide sulfurique (caractère de l'acide borique). Elle fond avec bouillonnement en un verre d'un vert foncé. Avec les fondants vitreux elle donne les caractères de l'oxyde de manganèse qu'elle renferme.

Haüyne. — Silico-sulfate polybasique dans lequel la potasse ou la soude, la chaux et l'alumine dominant. Ce minéral se présente en grains cristallins bleus ou bleuâtres, quelquefois en cristaux assez nets (dodécaèdres réguliers), transparents ou fortement translucides, à éclat vitreux; l'haüyne raye le verre et même le quartz. Sa pesanteur spécifique varie de 2,6 à 3,3.

Au chalumeau, elle perd sa couleur puis elle fond en un verre bulleux. Avec le borax, elle donne un verre transparent qui devient jaune par le refroidissement.

Bordite. — Hydrosilicate de chaux se présentant sous forme de fibres très-fines, serrées et légèrement entrecroisées, presque compactes, d'un blanc de lait; translucide sur les bords; sa dureté égale celle du carbonate de chaux. Sa pesanteur spécifique est de 2,33.

Au chalumeau, la bordite dégage beaucoup d'eau, devient grisâtre, se désagrège un peu et fond sur les bords en émail blanc.

MAGNÉSIUM.

Magnésium. — Le magnésium est reconnaissable à ses propriétés physiques, cependant il peut être confondu avec l'aluminium, mais si on le chauffe au chalumeau, il s'enflamme vers le rouge et brûle avec un éclat éblouissant en produisant de la magnésie; cette propriété est caractéristique.

Magnésie et sels de magnésie. — Les composés du magnésium n'offrent que peu de caractères distinctifs au chalumeau. Le plus saillant est la coloration rose-pâle qu'ils prennent lorsqu'on les chauffe fortement avec la dissolution d'azotate de cobalt et encore faut-il, pour obtenir ce caractère, que le sel de magnésie soit sensiblement pur et ne contienne pas d'autres bases; la silice n'empêche pas la coloration de se produire.

Pour observer nettement la coloration rose-pâle que prennent les composés du magnésium sous l'influence de l'azotate de cobalt, on commence d'abord par dessécher le sel sur le charbon, puis avec un agitateur trempé dans la dissolution d'azotate de cobalt, on touche un endroit de la masse desséchée; ensuite, on chauffe aussi fortement que possible; on voit alors dans les premiers instants la matière noircir, et elle resterait noire ou grise si l'on ne chauffait pas fortement; après l'opération il est difficile de distinguer tout de suite la couleur rose-pâle: pour que celle-ci soit bien nette, il faut laisser refroidir complètement et attendre aussi que les yeux ne soient plus fatigués par l'éclat que la substance possédait quand elle était chauffée.

Lorsqu'on opère avec de la magnésie ou avec des sels de magnésie en poudre fine et légère, on commence par en

faire une pâte ferme avec de l'eau, que l'on dessèche ensuite sur le charbon, et que l'on traite comme il a été dit plus haut.

Les sels de magnésie ne colorent point la flamme, ils prennent un grand éclat sous l'influence de la chaleur. La magnésie se dissout en assez grande quantité dans le sel de phosphore et dans le borax, les perles restent transparentes quand elles ne sont pas trop chargées de magnésie, elles deviennent au contraire opalines quand elles en sont saturées.

Minéraux de la magnésie.

Les principaux minéraux de la magnésie sont : la périclase (*magnésie native*), la brucite (*magnésie hydratée*) et ses variétés (*némalite* — *wolknerite* — *hydro-talcite*), la magnésie carbonatée (*giobertite*), la magnésie hydro-carbonatée, les diverses dolomies, le mésitinspath, la magnésite (*écume de mer* — *magnésie carbonatée silicifère*) et ses variétés (*aphrodite* — *dermatine* — *quincyte*), la magnésie boratée (*boracite*), la rhodizite, l'hydro-boracite, la magnésie phosphatée (*wagnérite* — *pleuroclase*), la magnésie sulfatée (*epsomite*), l'alun magnésien, la klaprothine et la carnallite ; la magnésie se rencontre aussi dans un grand nombre de silicates dont les principaux sont : divers amphiboles (*actinote* — *hornblende* — *trémolite*), l'amphodélite, l'axinite, la beaumontite, la bonsdorffite, la chonikrite, le clinochlore et ses variétés (*helminthe* — *chromochlorite* — *tabergite* — *talc chlorite* — *kammérite* — *loganite* — *vermiculite*), les diverses variétés de chlorites, la cordiérite et ses variétés (*polychroïte* — *polychroïlite* — *aspasiolite* — *fahlunite dure* — *chlorophyllite*), la condrodite, la cronstedtite, le diallage et ses variétés (*bronzite* — *schillerspath* — *antigorite* — *pikrophyllite* — *diallage* — *talqueux* — *strakonitzite*), l'esmarkite, la fahlunite, la gèdrite, la gelilénite, le grenat almandin, l'humboldtélite, l'idocrase, la métaxite, quelques micas, la néphrite (*jade*

néphrétique), la pennine, le péridot et ses variétés, la picromine, la pierre de savon, la praséolite, la pyroschlérite, divers pyroxènes magnésiens (*augite diopside*), la rétinolite, la serpentine et ses variétés, la seyhertite, la sordawalite, le spinelle et ses variétés, la stéatite, le talc, la villarsite et la weissite.

CARACTÈRES DES PRINCIPAUX MINÉRAUX DE LA MAGNÉSIE.

Péricluse (magnésie native). — Ce minéral cristallise en petits cristaux octaédriques rarement blancs, mais d'un vert obscur, il est transparent, il raye la chaux phosphatée et est presque aussi dur que le feldspath; sa pesanteur spécifique est de 3,75.

Il est infusible au chalumeau.

Brucite (magnésie hydratée). — La brucite se trouve en masses lamelleuses blanches et nacrées, ou en petites aiguilles dans la serpentine; les lamelles et les aiguilles dérivent du prisme régulier à six faces; elle est douce au toucher, très-tendre.

Au chalumeau, la brucite donne de l'eau dans le tube bouché, elle est infusible, elle devient opaque par l'action de la chaleur; chauffée fortement avec l'azotate de cobalt elle se colore en rose-pâle.

Magnésie carbonatée (giobertite). — Ce minéral se trouve en masses blanches, terreuses, ressemblant à de la craie, happant à la langue, ou en cristaux rhomboédriques qui sont rarement blancs; leur couleur est le jaunâtre, quelquefois ils sont colorés en noir par du bitume; la magnésie carbonatée cristallisée raye la chaux carbonatée, mais elle est rayée par le spath fluor; sa pesanteur spécifique est 2,88.

Au chalumeau, elle est infusible et présente tous les caractères des composés de la magnésie.

Magnésie hydro-carbonatée. — Ce minéral se présente en

lamelles blanches, brillantes et nacrées, ressemblant à la brucite, ou en petits cristaux aciculaires, blancs, analogues à l'arragonite, il est peu dur et se laisse rayer par l'ongle comme le gypse ; sa pesanteur spécifique est 2,33 et 2,36.

Au chalumeau, la magnésie hydro-carbonatée donne beaucoup d'eau dans le tube bouché. Chauffée seule elle blanchit et s'exfolie, elle est infusible, et se colore en rose-pâle avec l'azotate de cobalt.

Mésitinspath. — Carbonate double de magnésie et de fer (Voyez aux Minéraux du fer.)

Magnésite (écume de mer). — La magnésite est généralement blanche, quelquefois teintée de gris ou de rose, elle est légère, et par ses caractères extérieurs elle ressemble à la craie ; sa cassure est conchoïdale, elle est sèche au toucher, et happe fortement à la langue ; sa pesanteur spécifique est 2,6.

Au chalumeau, l'écume de mer donne de l'eau par la calcination ; en la chauffant aussi fortement que possible elle finit par fondre en un émail blanc ; elle se colore en rose-pâle sous l'action de l'azotate de cobalt.

Magnésie boratée (boracite). — La boracite est blanche ou grisâtre, translucide, rarement hyaline, quelquefois opaque ; elle est toujours cristallisée et ses cristaux sont remarquables par leur dissymétrie ; leur forme est généralement le cube, mais celui-ci est toujours plus ou moins modifié ; une moitié des facettes placées sur les angles manque toujours, tandis que les facettes placées sur les arêtes sont au complet ; de plus, ces cristaux ont cela de remarquable qu'ils possèdent la propriété de dépolariiser la lumière, quoique appartenant au système régulier, et cela en vertu de leur constitution lamellaire.

La boracite est assez dure, elle raye le verre, mais elle est rayée par le quartz ; sa cassure est inégale, ou un peu conchoïdale ; sa pesanteur spécifique est 2,974.

Au chalumeau, ce minéral se boursoufle et fond en un globule blanc et opaque, qui se recouvre d'aiguilles cristallines en se refroidissant.

Chauffé à l'extrémité du fil de platine avec de l'acide sulfurique, ou avec un mélange de spath fluor et de bisulfate, il colore la flamme en vert (caractères des borates).

Rhodizite. — La rhodizite est un borate de magnésie très-rare, cristallisant en dodécaèdres; les cristaux sont blancs, transparents, à éclat vitreux, d'une grande dureté.

Au chalumeau, la rhodizite fond difficilement, colore d'abord la flamme en vert puis ensuite en rouge-pourpre, ce qui fait supposer que ce minéral contient de la lithine.

Hydro-boracite. — L'hydro-boracite constitue un borate double de chaux et de magnésie hydraté, qui se présente en masses fibro-lamelleuses, nacrées, d'un beau blanc, quelquefois colorées en rouge par du peroxyde de fer; sa dureté est celle de la chaux sulfatée, sa pesanteur spécifique est 1,9. Au chalumeau, elle abandonne d'abord de l'eau, puis donne les caractères de la boracite ordinaire.

Magnésie phosphatée (wagnérite). — Ce minéral est très-rare, ses cristaux sont assez complexes et dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique; sa couleur varie du jaune de vin au jaune-orangé, son éclat est vitreux, sa dureté est égale à celle de la chaux phosphatée; sa pesanteur spécifique a été trouvée 3,01 et 3,13.

Au chalumeau, la magnésie phosphatée fond difficilement en un émail vert-grisâtre foncé; chauffée avec de l'acide sulfurique à l'extrémité du fil de platine, elle colore la flamme en vert-pâle (caractère des phosphates); elle se dissout dans le borax et dans le sel de phosphore, et donne des verres transparents légèrement colorés en vert-jaunâtre.

Magnésie sulfatée (epsomite). — Le sulfate de magnésie

natif est fibreux à la manière du gypse, il est fortement translucide, son éclat est vitreux assez brillant, il est soluble dans l'eau, il est fragile ; sa pesanteur spécifique est 1,751.

Au chalumeau, il donne de l'eau et présente tous les caractères de la magnésie et des sulfates.

Amphiboles. — Les diverses amphiboles sont des silicates de magnésie et de chaux, dont les propriétés pyrognostiques sont à peu près semblables ; les principales amphiboles sont :

La *trémolite* qui se présente en masses fibreuses blanches, grises ou verdâtres, assez dures pour rayer la chaux carbonatée, et dont la pesanteur spécifique varie de 2,93 à 3,14. Au chalumeau, la trémolite fond tantôt en émail, tantôt en verre blanc.

La *chrysotile*, minéral fibreux, blanc-jaunâtre, d'un éclat soyeux. Au chalumeau il blanchit, devient cassant et fond difficilement en perle blanche ; il donne la réaction de la magnésie, avec l'azotate de cobalt.

Les caractères de ces deux variétés s'appliquent au minéral que l'on désigne sous le nom d'*amiante* ou *asbeste*.

Le *jade oriental*, minéral blanc laiteux ou blanc-verdâtre, demi-transparent, son aspect est cireux, sa cassure est esquilleuse, il raye le verre ; il a une grande ténacité ; sa pesanteur spécifique est 2,97. Au chalumeau il ne change pas d'aspect dans le tube bouché, mais lorsqu'on le chauffe seul dans la flamme, il bouillonne et fond lentement en un émail blanc de lait.

L'*actinote* (amphibole verte), minéral se présentant le plus souvent en cristaux très-allongés, souvent bacillaires, quelquefois en masses fibreuses ou en masses lamelleuses, les cristaux sont transparents ou fortement translucides. Leur couleur présente toutes les teintes du vert ; vert-olive, vert-poireau, vert-pistache, vert-jaunâtre, etc. ; sa pesanteur spécifique est 3,05.

Au chalumeau, l'actinote fond et donne un verre verdâtre, mais peu coloré.

La *hornblende* (amphibole noire) ; ce minéral se trouve le plus souvent cristallisé en prismes à six faces paraissant réguliers, il est noir, opaque, éminemment lamelleux ; sa pesanteur spécifique est 3,167. Au chalumeau, la hornblende fond en un émail noir.

L'*anthophyllite*, ce minéral se trouve cristallisé ou en masses lamelleuses, sa couleur est le gris-jaunâtre passant au brun, son éclat est légèrement métalloïde, il raye fortement le spath fluor et même le verre. Au chalumeau, il perd sa transparence, en abandonnant une petite quantité d'eau pure, il est infusible.

Chonikrite : ce minéral est un silicate triple de chaux de magnésie et d'alumine ; il est compacte, d'un blanc mat, translucide sur les bords, il est rayé par la chaux carbonatée ; sa pesanteur spécifique égale 2,95.

Au chalumeau, il donne de l'eau et fond difficilement en un verre grisâtre.

Clinochlore et toutes ses variétés : 1° le *clinochlore* : ce minéral se présente en tables minces d'un vert plus ou moins foncé, ces tables sont souvent biselées sur leurs bords horizontaux. Quelquefois aussi le clinochlore est cristallisé en petits dodécaèdres bipyramidés, il raye la chaux sulfatée, mais il est rayé par la chaux carbonatée ; il est quelquefois dichroïque, et sa couleur qui est verte par transmission normale aux lames, est brune ou rouge-hyacinthe, par transmission parallèle à leur plan, les cristaux sont demi-transparentes. Sa poussière est d'un vert-blanchâtre, onctueuse au toucher ; sa densité est 2,774.

Au chalumeau, ce minéral s'exfolie, devient opaque et d'un brun-jaune ; il fond sur les bords en un verre noir.

2° L'*helminthe* ; 3° la *chromochlorite*. Ces deux variétés

de clinocllore possèdent, à peu de chose près, les mêmes caractères que le clinocllore ; au chalumeau ces minéraux présentent les réactions du chrome.

4° La *kammérérite*. Ce minéral est d'un bleu-violet, quelquefois cependant il est verdâtre ; à l'état compacte il ressemble au spath fluor ; il cristallise en prismes à six faces, sa structure est lamellaire ; des lames minces placées entre des tourmalines donnent la croix noire, il est translucide sur les bords, son éclat est gras et luisant, sa cassure compacte et à grains fins.

Au chalumeau, la kammérérite donne de l'eau non acide et fonce en couleur, elle est complètement infusible ; avec les fondants vitreux elle donne la réaction de l'oxyde de chrome.

5° La *loganite*. Minéral brun-girofle ou brun-chocolat transparent ; sa poussière est blanche, il cristallise en prismes surbaissés à base rhombe ; sa pesanteur spécifique est 2.6.

Au chalumeau, la loganite donne de l'eau dans le tube bouché ; chauffée avec la pince à bouts de platine, elle devient blanchâtre, mais ne fond pas.

6° La *vermiculite*. Ce minéral se présente en masses lamelleuses composées de deux parties, l'une vert-foncé, lamelleuse et très-tendre, l'autre blanchâtre, d'un éclat nacré, également lamelleuse ; son éclat est savonneux, il est doux au toucher et a beaucoup d'analogie avec le talc ; il est rayé facilement par le gypse ; sa pesanteur spécifique est 2,525.

Au chalumeau, la vermiculite se contracte comme un ver ; chauffée vers le rouge, elle projette des lumières rougeâtres qui se contournent comme le ferait une masse de petits vers en mouvement ; à une température plus élevée, elle prend un aspect argenté, avec une légère teinte de rouge ou de jaune ; elle est infusible.

Chlorite et ses variétés. — Les chlorites sont des silicates de magnésie et d'alumine hydratés ; elles se présentent en lames ou en cristaux quelquefois assez épais, dont la forme

est celle de tables hexagonales régulières. Sur certains échantillons les faces verticales portent des troncatures symétriques sur toutes les arêtes. Leur couleur est le vert plus ou moins foncé et dont les teintes sont très-variées depuis le beau vert-émeraude jusqu'au vert-bronze jaunâtre très-foncé. Ce sont des minéraux tendres et onctueux au toucher, flexibles, translucides et même transparents. Leur pesanteur spécifique varie de 2,65 à 2,72.

Au chalumeau, les chlorites s'exfolient, blanchissent et fondent difficilement en un émail grisâtre.

Pennine. — La pennine est un silicate de magnésie d'alumine et fer hydraté. Ce minéral se présente en masses cristallines lamellaires, ou en cristaux dont la forme primitive est un rhomboèdre aigu ; sa couleur est d'un vert-noir sur les faces du rhomboèdre, et d'un vert-émeraude sur les faces de clivage. Les lames minces et les petits cristaux sont transparents ; ils jouissent au plus haut degré du dichroïsme. La lumière transmise dans le sens du grand axe est d'un beau vert-émeraude, tandis qu'elle est brune ou rouge-hyacinthe, perpendiculairement à cet axe.

La pennine placée entre deux lames de tourmaline ne rétablit point la lumière polarisée, mais si on l'incline convenablement dans un prisme de Nicol, elle produit des colorations qui annoncent que ce minéral possède un seul axe de double réfraction perpendiculaire au plan des lames.

La dureté de la pennine varie sur un même échantillon ; elle est un peu supérieure au gypse ou égale à celle de la chaux carbonatée ; sa poussière est blanc-verdâtre, onctueuse au toucher. Sa pesanteur spécifique varie de 2,629 à 2,653.

Au chalumeau, la pennine dégage de l'eau dans le tube bouché ; chauffée seule à la pince à bouts de platine, elle s'exfolie, blanchit et fond difficilement en un émail grisâtre.

Cordièrite (dichroïte). — La cordièrite est un silicate d'a-

lumine et de magnésie dont les cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal droit. Ce minéral est fortement dichroïque, sa couleur vue dans l'axe des cristaux est bleue, plus ou moins claire; elle est d'un gris-jaunâtre dans une direction perpendiculaire à cet axe. Il est un peu plus dur que le quartz qu'il raye légèrement, son éclat est vitreux, analogue au quartz; il est translucide et quelquefois transparent. Sa pesanteur spécifique varie entre 2,56 et 2,664.

Au chalumeau, la cordiérite fond lentement sur les bords et seulement à la plus haute température; elle donne alors un verre transparent de la même couleur que le minéral.

Condrotite ou chondrodite. — La condrodite est un silico-fluate de magnésie que l'on trouve en gros grains cristallins, jaune de cire ou bruns; son éclat est vitreux, sa cassure conchoïde et inégale; il est translucide ou opaque; sa pesanteur spécifique est 3,199.

Au chalumeau, la chondrotite perd sa couleur, devient opaque et présente des indices de fusion sur les bords aigus des fragments; elle se dissout lentement dans les fondants vitreux et donne des perles transparentes légèrement jaunâtres. Quand la chondrotite n'est pas colorée par du fer, la magnésie peut y être décelée par le cobalt; elle présente les caractères du fluor.

Diallages (bronzite, schillerspath, pikrophyllite, diallage talqueux). — Les diallages sont des silicates de magnésie et de fer.

1° *La bronzite.* — Minéral d'un brun-verdâtre foncé à éclat métalloïde. Il a la dureté du verre. Sa pesanteur spécifique est 3,125. Au chalumeau, la bronzite prend une couleur plus claire, mais elle est infusible, sans addition.

2° *Le schillerspath.* — Ce minéral peut être vert-noirâtre, vert-olive ou gris-verdâtre. Il raye la chaux carbonatée, mais il est rayé par le quartz. Sa pesanteur spécifique varie de

3,115 à 3,261. Au chalumeau il devient dur et donne une masse qui ressemble à la porcelaine.

3° *La pikrophyllite*. — Minéral d'un vert foncé, à éclat gras, un peu nacré; il est peu dur. Son poids spécifique est 2,731. Au chalumeau, il blanchit en conservant son éclat, mais il est complètement infusible même en lames minces.

4° *Diallage talqueux*. — Minéral d'un blanc tirant légèrement sur le vert d'huile, feuilleté comme le talc, présentant les mêmes caractères au chalumeau que la pikrophyllite.

Métaxite. — Silicate de magnésie hydraté d'un vert-olive un peu jaunâtre, en fibres droites ou radiées soudées ensemble, ressemblant à de l'asbeste; sa dureté égale celle de la chaux carbonatée; sa pesanteur spécifique est de 2,421.

Au chalumeau, la métaxite donne de l'eau, noircit et s'arrondit à peine sur les bords des esquilles très-minces.

Péridot (olivine, silicate de magnésie anhydre). — Ce minéral est vert-jaunâtre ou vert-olive, il est transparent ou fortement translucide, son éclat est vitreux, ses cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal droit, il raye le verre, mais difficilement. Sa pesanteur spécifique varie de 3,3 à 3,4.

Au chalumeau, les variétés dites *péridot oriental* et *olivine* sont infusibles, les autres variétés fondent très-difficilement sur les bords.

Picrosmine. — Ce minéral est un silicate de magnésie hydraté, d'un vert-grisâtre, à peine translucide sur les bords, rarement cristallisé en prismes rhomboïdaux, il est rayé par la chaux carbonatée; sa pesanteur spécifique est de 2,596 à 2,66.

Au chalumeau, la picrosmine donne de l'eau, noircit, puis devient blanche et opaque, mais elle ne fond pas sous l'action de la chaleur; elle acquiert une dureté égale à celle de la chaux phosphatée.

Pyrosclérite. — Ce minéral est un silicate de magnésie et d'alumine hydraté, il se présente sous forme de petites plaques cristallines lamelleuses d'un vert-pomme très-clair, peu dures. Son éclat est nacré, il est fortement translucide sur les bords; sa densité est 2,6.

Au chalumeau, il donne de l'eau et fond difficilement en un verre transparent, légèrement coloré en vert par l'oxyde de chrome que ce minéral renferme toujours.

Pyroxène. — (Voyez à la chaux, page 177.)

Rétinalite. — Ce minéral est un silicate de soude et de magnésie hydraté. Il se présente en masses ressemblant à de la résine, sa couleur est d'un jaune-brunâtre, son éclat résineux, sa cassure est luisante, conchoïdale; il est translucide sur les bords, sa dureté égale celle de la chaux carbonatée; sa pesanteur spécifique est de 2,493.

Au chalumeau, la rétinale devient blanche, friable, mais elle est infusible.

Serpentine et ses variétés. — Les minéraux qui portent le nom de serpentine sont des silicates de magnésie hydratés, renfermant de petites quantités d'autres bases telles que la chaux, l'alumine, les oxydes de fer, de manganèse, de chrome, qui colorent ordinairement ces silicates.

La couleur de la serpentine est le vert plus ou moins foncé, quelquefois de teinte homogène, mais le plus souvent elle présente des taches ou des bandes d'un vert clair sur un fond vert foncé, ou les mêmes taches et les mêmes bandes d'un vert foncé sur un fond vert clair; il existe cependant des serpentines blanches: ce sont celles qui ne renferment point d'oxyde métallique.

Sa cassure est inégale et esquilleuse, elle a un éclat gras, elle est douce au toucher, très-tenace, elle peut recevoir l'empreinte du marteau, elle est très-tendre et se laisse faci-

lement rayer par la chaux carbonatée. Sa pesanteur spécifique varie de 2,50 à 2,66.

Au chalumeau, la serpentine donne de l'eau, durcit, mais ne fond pas. Elle entre en fusion dans les fondants vitreux en donnant des verres colorés en vert plus ou moins clair, ou en jaune-verdâtre.

Spinelle et ses variétés. — Les minéraux appelés spinelles sont des aluminates de magnésie. Cependant cette base peut être remplacée par d'autres bases isomorphes, comme cela arrive par exemple, pour le *pléonaste du Vésuve* dans lequel le fer remplace le magnésium.

Les spinelles cristallisent en octaèdres à l'exception du pléonaste qui a pour forme le dodécaèdre régulier.

Les couleurs des spinelles sont variées. Quelques-uns sont incolores, blanc-violacé ou bleuâtres, d'autres sont rouge vif plus ou moins clair; la *ceylanite* est vert foncé, la *candite* et le *pléonaste* sont noir foncé. Les variétés blanches, rouges, violettes et bleues sont hyalines ou fortement translucides, les autres variétés sont opaques.

L'éclat du spinelle est vitreux, sa cassure est conchoïde, sa dureté est grande; il raye le quartz avec facilité, mais il est rayé par le corindon.

Sa pesanteur spécifique varie de 3,523 à 3,585.

Au chalumeau, le spinelle est infusible. Les variétés rouges noircissent et deviennent opaques lorsqu'on les chauffe, mais en se refroidissant elles prennent d'abord par transmission une couleur d'un beau vert; deviennent ensuite presque incolores et enfin elles repassent au rouge.

Talc et ses variétés. — Le talc est un silicate de magnésium hydraté. C'est un minéral d'un blanc-verdâtre très-clair (rarement foncé en couleur), à reflets argentins; onctueux au toucher, très-tendre, il se laisse rayer par l'ongle; son éclat, un peu nacré, est gras; sa poussière, d'un blanc de neige, est,

par le toucher, semblable à la poudre de savon dur. Sa pesanteur est de 2,565 à 2,58.

Au chalumeau, le talc est infusible.

Villarsite. — Ce minéral est un silicate de magnésie hydraté. Il se présente sous forme de grains arrondis demi-transparents, d'un vert-jaunâtre; sa cassure est grenue, très-tendre; sa pesanteur spécifique est de 2,975.

Au chalumeau la villarsite est infusible, elle entre en fusion dans le borax et donne un émail vert.

Pierre de savon et ses variétés. — Silicate de magnésie et d'alumine hydraté. Ce minéral se présente en masses compactes, onctueuses, faciles à couper au couteau. Sa couleur est le blanc-gris, le blanc-rosé, le blanc-bleuâtre, le brun-cho-colat, le verdâtre, etc. Il est presque infusible au chalumeau, il se colore facilement en rose pâle sous l'influence de l'azotate de cobalt.

Stéatite (craie de Briançon). — Silicate de magnésie hydraté. Ce minéral est onctueux, très-tendre, il se présente en petites masses feuilletées ou en masses compactes et terreuses. Sa couleur est le blanc de lait, le blanc-gris, le blanc-jaunâtre ou rougeâtre. Sa densité varie de 2,65 à 2,8.

Au chalumeau, la stéatite perd de l'eau, se gonfle et s'ex-folie, devient blanc mat, perd son onctuosité et se fritte légèrement sur les bords minces.

ALUMINIUM.

Aluminium. — L'aluminium, que les principaux caractères physiques peuvent faire confondre avec le magnésium, se distingue de celui-ci, au chalumeau, en ce qu'il s'oxyde assez lentement lorsqu'on le chauffe fortement, et sans s'enflammer comme le fait le magnésium. L'alumine qui résulte

de la réaction se colore en un beau bleu lorsqu'on la chauffe fortement avec de l'azotate de cobalt.

Alumine et composés de l'alumine. — L'alumine et les sels d'alumine ne colorent point la flamme; ces sels sont presque tous décomposables sous l'action de la chaleur et laissent de l'alumine blanche très-légère. Le caractère distinctif de l'alumine, au chalumeau, est la belle coloration bleue qu'elle prend lorsqu'on la chauffe fortement avec l'azotate de cobalt; elle est infusible et ne se dissout que très-lentement dans les fondants vitreux en produisant des verres incolores; elle ne se dissout point dans la soude.

Minéraux de l'alumine.

Les principaux minéraux contenant de l'alumine sont : le corindon et ses variétés; la gibsite, l'hydrargylite, le diaspore, la wavellite (*alumine phosphatée*) et ses variétés, l'amblygonite, la klaprothine (*lazulite*) la childrénite, la turquoise, la chlorophyllite, la fluellite (*fluorure d'aluminium*) la cryolithe, la chiolite, l'alumine sulfatée, la webstérite, l'alunite et ses variétés. L'allanite, la cérine, l'orthite, la pyrorthite, la xanthorthite, les météorites, quelques minerais de fer oxydé hydraté, le fer chromé, l'aluminate de manganèse, le plomb-gomme (*aluminate de plomb*), la liroconite (*cuivre arséniaté alumineux*), enfin les nombreux silicates d'alumine simples et multiples. L'alumine se rencontrant presque dans toutes les roches à bases de silicates, nous donnerons ici les noms de ces principaux silicates; le disthène et ses variétés, la sillimanite, la pyrophyllite, la worthite, l'andalousite et ses variétés, la staurotide, la pholérite, l'hydrobucholite, la gilbertite, les kaolins, les argiles et leurs variétés, l'allophane, la collyrite, les grenats, l'idocrase et ses variétés, l'épidote et ses variétés, la wernérite et ses variétés, la méionite, l'esmarkite, la praséolite, l'amphodélite, la gehlénite, la

glaucolite, la margarite, l'éphésite, la cordiérite et ses variétés, les fahlunites, la weissite, la gigantolite, la pinite, la bonsdorfite, la néphrite, la sordawalite, l'émeraude, l'eucrasé, le feldspath orthose et ses variétés, le feldspath albite et ses variétés, l'oligoclase et ses variétés, le labrador et ses variétés, le pétalite, le triphane, l'anorthite et ses variétés, la rhyacolite, la greseckite, l'amphigène, la sodalite, la cancrinite, la néphéline, le dipyre, la couzérinite, l'humboldtite, la mellilite, la sarcolite, la mésotype et ses variétés, la scolézite et ses variétés, la stilbite et ses variétés, l'heulandite, l'épistilbite, la brewstérite, la béaumontite, la faujasite, la gismondine, la phillipsite, l'édingtonite, la laumonite, la préhnite, la chabasie, la prakolite, la lévyne, la glottalite, l'hydrolithe, l'herschélite, l'harmotome, la christianite, l'analcite et ses variétés, l'ittnérite, la thomsonite et ses variétés, la scoulérite, l'ottrélite, la killinite, l'agalmatolite, la pierre de savon et ses variétés, la rhodalite, la karpfolite, le clinochlore et ses variétés, les chlorites et leurs variétés, la pennine, la pyrosclérite, la kirvanite, la chonikrite, les terres vertes alumineuses, la seibertite, la sismondine et ses variétés, la bombite, la gédrite, la topaze, les micas et leurs variétés, les tourmalines, l'axinite, le lapis-lazuli, l'haüyne, le spinellane, les spinelles, la gahnite, la cymophane, la turnérite, la melite, etc.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE L'ALUMINE.

Corindon et ses variétés. — Ce minéral est de l'alumine pure cristallisée. Les cristaux de corindon ont pour formes ordinaires, soit le prisme régulier à six faces, soit le dodécaèdre triangulaire isocèle, soit le rhomboèdre basé.

Les variétés hyalines comprennent, le corindon ou *saphir blanc* (incolore), le *rubis oriental* (rouge-cramoisi, rouge-rose et rouge-violet), le *saphir oriental* (bleu-azur plus ou moins clair), le *saphir indigo* (bleu-indigo), l'*améthyste*

orientale (violette), la *topaze orientale* (jaune), l'*émeraude orientale* (verte).

Quelques corindons sont dichroïques. La variété lamelleuse dite *harmophane* est gris-jaunâtre brunâtre ou verdâtre; la variété opaque dite *émeri* est gris de fumée, gris-bleuâtre ou brun foncé. La dureté du corindon est considérable, le diamant seul peut le rayer. Sa pesanteur spécifique varie de 3,97, à 4,16. Au chalumeau, le corindon est infusible.

Gibbsite (alumine hydratée). — La gibbsite se présente sous forme de stalactites grossières, terreuses, d'un blanc plus ou moins pur et qui est quelquefois verdâtre, ce minéral est très-tendre; sa pesanteur spécifique est de 2,091, à 2,4. Au chalumeau, la gibbsite perd beaucoup d'eau, elle blanchit, se contracte légèrement, mais elle est infusible. Elle se colore en bleu par le cobalt.

Hydrargylite (alumine hydratée). — Ce minéral cristallise en prismes à six faces, souvent réunis par deux, ce qui forme des prismes à douze faces; il est blanc-rougeâtre, translucide; il raye la chaux sulfatée.

Au chalumeau, l'hydrargylite blanchit en perdant de l'eau, elle devient opaque et feuilletée; elle est infusible et répand une vive lumière lorsqu'on la chauffe.

Diaspore (alumine hydratée). — Ce minéral se présente sous divers aspects, il peut être en masses lamelleuses d'un gris de perle, à éclat nacré, en masses bacillaires plates d'un brun-rougeâtre, couleur qui est due à de l'oxyde de fer interposé entre ses lamelles, et que lui font perdre les acides; en petits cristaux hyalins d'un jaune-clair ou blanchâtres.

Le diaspore est souvent dichroïque; il raye le verre. Sa pesanteur spécifique, varie de 3,30 à 3,45.

Au chalumeau, il donne de l'eau, mais il est infusible. Il se colore en bleu avec le cobalt.

Wavellite (alumine phosphatée). — Ce minéral se présente toujours en globules radiés, isolés, ou adhérents entre eux. Sa cassure est fibreuse, radiée, sa couleur est le blanc un peu verdâtre, jaunâtre et quelquefois même brunâtre, sa dureté égale celle de la chaux carbonatée; sa pesanteur spécifique est de 2,337 à 2,353.

Au chalumeau, la wavellite donne d'abord beaucoup d'eau, elle se gonfle et devient blanche comme de la neige, elle ne fond pas, quand on la chauffe fortement, elle dégage souvent de l'acide fluorhydrique qui attaque le verre. Chauffée au bout du fil de platine avec de l'acide sulfurique, elle colore la flamme en vert pâle. Elle se colore en bleu avec le cobalt.

Amblygonite. — Ce minéral est un phosphate double d'alumine et de lithine, il est blanc un peu verdâtre, demi-translucide, son éclat est vitreux un peu gras, il est aussi dur que le feldspath; sa pesanteur spécifique est 3,04. Au chalumeau, l'amblygonite colore la flamme légèrement en rouge, elle est fusible en un verre transparent qui devient opaque en refroidissant; chauffée avec de l'acide sulfurique, elle colore la flamme d'abord en vert puis en rouge. Elle devient bleue lorsqu'on la chauffe avec l'azotate de cobalt.

Klaprothine (lazulite). — Ce minéral est un phosphate double d'alumine et de magnésie, il cristallise en prisme rhomboïdal droit, sa couleur est le bleu; bleu-céleste pour les cristaux, et bleu foncé pour les morceaux amorphes; son éclat est vitreux, il raye le verre; sa pesanteur spécifique est 3,05.

Au chalumeau, la klaprothine donne un peu d'eau, elle se boursoufle, prend un aspect gris vitreux, mais elle est infusible; chauffée avec de l'acide sulfurique elle colore la flamme en vert.

Turquoise. — Ce minéral est un phosphate d'alumine hy-

draté plus ou moins pur, coloré en bleu-clair ou en vert-clair par un peu de phosphate ou de silicate de cuivre. Il se trouve en petits rognons de la grosseur d'une noisette, opaques, à peine translucides sur les bords; il est un peu plus dur que la chaux phosphatée; sa pesanteur spécifique varie de 2,836 à 3.

Au chalumeau, la turquoise donne de l'eau, elle est infusible, elle fournit les caractères de l'acide phosphorique lorsqu'on le chauffe avec de l'acide sulfurique; elle se colore en bleu sous l'influence de l'azotate de cobalt.

Cryolithe. — Ce minéral est un fluorure double de sodium et d'aluminium; il se présente en masses lamelleuses d'un blanc laiteux quelquefois un peu jaunâtre, son éclat est vitreux, peu vif, il raye la chaux sulfatée, mais il est rayé par le spath fluor; sa pesanteur spécifique est 2,963.

Au chalumeau, la cryolithe est d'une fusibilité extrême elle fond même dans la flamme de la bougie sans qu'on ait besoin d'employer le chalumeau, elle donne alors un émail blanc; chauffée avec de l'acide sulfurique ou avec un mélange de borax et de bisulfate, elle donne les caractères des fluorures en colorant la flamme en vert.

Chiolite. — Ce minéral est également un fluorure double de sodium et d'aluminium présentant les mêmes caractères que la cryolithe, seulement on ne le rencontre qu'en grains cristallins.

Alumine sulfatée. — Ce minéral forme des houppes concrétionnées à la surface des roches, ou des fibres déliées analogues à de la soie; il présente au chalumeau tous les caractères des sels d'alumine hydratés et des sulfates.

Webstérite. — Ce minéral est un sous-sulfate d'alumine qui se présente en masses terreuses blanches, tachant les doigts

à la manière de la craie. Sa pesanteur spécifique est de 1,66 à 1,82. Au chalumeau, il se comporte comme les sels d'alumine hydratés, et donne les caractères des sulfates.

Alunite (pierre d'alun). — Ce minéral est rarement pur, on le rencontre cependant en petits cristaux rhomboédriques dans les cavités existant quelquefois dans l'alunite, qui ordinairement n'a pas de forme déterminée; l'alunite en effet se trouve disséminée dans des roches en décomposition qui prennent alors le nom de pierre d'alun; ces pierres sont blanches, à cassure compacte ou terreuse, dures comme des roches quartzieuses, ou assez tendres, quelques-unes sont cavernueuses comme de la pierre meulière; l'alunite se trouve aussi en masses concrétionnées grisâtres. Sa pesanteur spécifique varie de 2,694 à 2,752; les cristaux rayent la chaux carbonatée.

Au chalumeau, l'alunite présente les caractères de l'alumine, de la potasse et des sulfates, elle colore légèrement la flamme en violet, elle devient soluble en partie dans l'eau lorsqu'elle a été calcinée.

Disthène (cyanite). — Le disthène est du silicate d'alumine pur, il est presque toujours cristallisé, on le trouve aussi en plaques lamelleuses, ou en fibres grossières; la forme primitive de ce minéral est un prisme oblique non symétrique. Sa couleur ordinaire est le bleu-clair, quelques échantillons sont incolores, d'autres sont jaunâtres. Ses cristaux sont transparents ou fortement translucides, à éclat vitreux assez vif. Le disthène raye le verre. Sa pesanteur spécifique varie de 3,567 à 3,6.

Au chalumeau, il blanchit lorsqu'on le chauffe fortement, mais il est infusible. Il se dissout très-lentement dans le borax en donnant un verre incolore et transparent.

Pyrophyllite. — Ce minéral est un silicate d'alumine hydraté qui se présente sous forme de rognons à fibres rayon-

nées, divergentes, qui sont plates, lamelleuses dans le sens de la longueur. Sa couleur varie du vert d'herbe au vert-de-gris, quelques échantillons sont presque blancs, sa poussière est blanche. Les lames minces sont transparentes, leur éclat est nacré. Sa pesanteur spécifique est de 2,7 à 2,8.

Au chalumeau, la pyrophyllite donne de l'eau et s'exfolie rapidement, elle occupe alors un volume beaucoup plus considérable, devient d'un blanc de neige, opaque, prend l'éclat soyeux et répand une lumière blanche phosphorescente. A une forte chaleur les fibres se soudent ensemble, mais ne fondent pas.

Wörthite. — Ce minéral est un silicate d'alumine hydraté ; il est blanc, translucide, à structure lamelleuse, il raye le quartz, mais difficilement ; sa pesanteur spécifique est de 3. Au chalumeau, il donne de l'eau et est infusible.

Andalousite et ses variétés. — Ce minéral est un silicate d'alumine anhydre, dont les cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal droit. Ces cristaux sont ordinairement translucides sur les bords, rarement transparents. Leur couleur est le rouge de chair, le grisâtre et même le noir, ils rayent le quartz. Leur pesanteur spécifique est 3,10 à 3,20.

Au chalumeau, l'andalousite est infusible. Chauffée avec la soude, elle ne donne qu'une scorie.

Staurotide. — La staurotide est un silicate double d'alumine et de peroxyde de fer. Sa couleur est le brun-rougeâtre, elle est translucide sur les bords ; ses cristaux ont pour forme primitive un prisme rhomboïdal droit, ils sont presque toujours croisés deux à deux et présentent alors la forme d'une croix. Son éclat est vitreux et résineux, elle raye difficilement le quartz. Sa pesanteur spécifique varie de 3,3 à 3,7.

Au chalumeau, la staurotide est difficilement fusible en une scorie noire ; quand elle renferme peu d'oxyde de fer elle

est infusible. Avec les fondants vitreux, et sur le charbon avec la soude, elle donne les caractères du fer.

Pholélite. — Silicate d'alumine hydraté ; en petites écailles cristallines blanches, ou en lames minces, douces au toucher ; très-friables, happant à la langue comme une argile.

Au chalumeau, la pholélite donne de l'eau, mais elle est infusible.

Hydrobucholzite. — Silicate d'alumine hydraté ; minéral d'un bleu-verdâtre très-clair, composé de petites écailles brillantes, translucides ; il est rayé par la chaux carbonatée, sa poussière est blanche ; sa pesanteur spécifique est 2,855.

Au chalumeau, l'hydrobucholzite tombe en poussière par la perte de son eau, et devient d'un blanc de neige.

Argiles et toutes leurs variétés. — Les argiles sont des silicates d'alumine hydratés qui sont rarement purs. Leur couleurs sont très-variées, depuis le blanc-gris jusqu'au gris le plus foncé, le gris-verdâtre, le gris-bleuâtre, le gris-jaunâtre, le vert-clair, le jaune-rougeâtre, etc., très-souvent l'argile grise est veinée par des bandes d'un jaune-rougeâtre, quelquefois les argiles sont colorées par des bitumes. Elles happent fortement à la langue, et répandent quand on les humecte une odeur particulière caractéristique, nommée *odeur argileuse*. Leur pesanteur spécifique varie de 2 à 2,5.

Au chalumeau, toutes les argiles commencent par perdre leur eau, fortement chauffées elles se contractent et changent de couleur, elles deviennent ordinairement rouge-clair. Les argiles pures sont complètement infusibles au chalumeau, quelques argiles impures éprouvent un commencement de fusion sur les bords, quelques-unes même fondent et donnent un verre transparent coloré ordinairement en vert de bouteille foncé.

Kaolins. — Les kaolins sont des masses minérales provenant de la décomposition de roches feldspathiques.

Ces masses prennent le nom de *roches kaoliniques*; soumises à des lavages elles donnent une poudre fine d'une grande blancheur, ressemblant à de la farine, et qu'on désigne sous le nom de *kaolin*.

Les roches kaoliniques sont d'un blanc pur, ou d'un blanc-rosé, et quelquefois aussi un peu jaunâtre, leur texture est lâche, terreuse, souvent grenue, on y reconnaît facilement la nature des grains qui les composent, tels que quartz, feldspath, mica. Leur densité varie de 2,2 à 2,4.

Au chalumeau, quelques roches kaoliniques sont fusibles, d'autres sont infusibles. Le kaolin est infusible, mais il durcit beaucoup sous l'action de la chaleur; les kaolins se colorent en bleu quand on les chauffe fortement avec de l'azotate de cobalt.

Allophane. — Ce minéral est un silicate d'alumine hydraté légèrement cuprifère ou ferrugineux, il est opalin, blanc, ou coloré en bleu ou en vert par du cuivre, ou en jaune par du fer; il est peu dur et prend de l'éclat par le frottement. Sa pesanteur spécifique est de 1,8 à 1,9.

Au chalumeau, l'allophane donne de l'eau, mais elle est infusible.

Collyrite. — Ce minéral est un silicate d'alumine fortement hydraté, renfermant en moyenne 15 de silice, 45 d'alumine et 40 d'eau; il est opalin, demi-translucide, il ressemble à de la gélatine.

Au chalumeau, la collyrite donne de l'eau en abondance, tombe en poussière, mais elle est infusible; elle se colore en bleu sous l'action de l'azotate de cobalt.

Grenats. — Les grenats sont des silicates multiples dans lesquels le silicate d'alumine est combiné : au silicate de

chaux (*grenats grossulaires*), au silicate de fer (*grenats almandins*), au silicate de magnésie (*grenat magnésien*), au silicate de manganèse (*grenat manganésien*, etc.). Nous avons déjà fait connaître les propriétés des grenats grossulaires aux minéraux de la chaux (page 172), nous allons donner ici d'une manière générale les propriétés des autres grenats :

Les grenats cristallisés ont pour forme le dodécaèdre rhomboïdal. Quelquefois le grenat est en masse granulaire. La couleur des grenats est variable selon les éléments qui les composent, il y en a de rouge-violacé (couleur grenat), de rouge-brun, de rouge-orangé et rouge-clair, le brun foncé, de noirs, de jaunes, de vert-foncé, de vert-émeraude (*grenat chromifère*, etc.).

Les grenats rayent ordinairement le quartz ; leur pesanteur spécifique varie de 3,65 à 4,23.

Au chalumeau, tous les grenats sont fusibles, mais plus ou moins ; les grossulaires sont les moins fusibles, les grenats almandins fondent en un globule noir souvent attirable à l'aimant, d'autres donnent des verres noirs, les manganésiens donnent un verre d'un violet très-foncé, presque noir ; les grenats chromifères donnent un verre vert, de même couleur que le minéral lui-même.

Wernérite et ses variétés. — Les minéraux qui appartiennent à l'espèce nommée wernérite sont des silicates d'alumine et de chaux, auxquels sont mélangées de petites quantités de silicate de potasse ou de soude, de chaux, de magnésie ou de fer (voyez, pour les caractères, à la chaux, page 174).

Meionite (voyez à la chaux, p. 174).

Esmarkite. — Ce minéral est un silicate d'alumine et de magnésie hydraté, renfermant de petites quantités d'oxydes métalliques (fer, manganèse, cuivre, plomb, cobalt et titane) ; il forme des cristaux prismatiques allongés ; ces cristaux sont

presque toujours recouverts d'une couche verdâtre talqueuse qui en voile les caractères ; ils rayent la chaux carbonatée. Sa pesanteur spécifique égale 2,709.

Au chalumeau, l'esmarkite donne de l'eau, devient gris-bleu et ne fond que sur les arêtes aigües en un verre de couleur verdâtre.

Praséolite. — Ce minéral est un silicate d'alumine et de magnésie hydraté, ayant la même composition que l'esmarkite, et contenant les mêmes oxydes métalliques que cette dernière ; on le trouve cristallisé en prismes à quatre, à huit et même à douze faces, ou en masses compactes ressemblant à de la serpentine. Sa couleur varie du vert-clair au vert-foncé ; sa pesanteur spécifique est égale à 2,705.

Au chalumeau, la praséolite fond difficilement en un verre grisâtre.

Amphodélite. — Silicate d'alumine, de chaux et de magnésie ; ce minéral est en masses amorphes, de couleur gris-rougeâtre, rose fleur de pêcher, ou gris-verdâtre ; sa cassure est esquilleuse, il raye le spath fluor, mais il est rayé par la chaux phosphatée. Sa densité est égale à 2,763. L'amphodélite est fusible au chalumeau, en un verre légèrement jaunâtre.

Gehlénite. — Silicate polybasique d'alumine, de chaux, de magnésie et d'oxyde de fer ; ce minéral se présente en cristaux dont tous les angles sont droits, et qui dérivent d'un prisme à base carrée. Sa couleur est le gris-clair, le gris-noirâtre ou le gris-verdâtre, mais les cristaux sont quelquefois recouverts d'un enduit blanchâtre ou jaunâtre. Son aspect est gras et huileux, il raye la chaux carbonatée. Sa densité est de 3,029.

Au chalumeau, le gehlénite fond difficilement.

Glaucolite. — Ce minéral est un silicate polybasique dans lequel l'alumine et la chaux dominant, et où l'on trouve de la

soude et de la potasse. Il est amorphe, sa couleur est bleu-lavande et quelquefois bleu-verdâtre; sa cassure est inégale et esquilleuse, son éclat gras et vitreux, sa dureté égale celle de la chaux phosphatée. Sa densité varie de 2,72 à 3,20.

Au chalumeau, la glaucolite perd sa couleur; elle fond difficilement sur les bords.

Margarite. — Ce minéral est un silicate polybasique dans lequel domine surtout l'alumine; il se présente en lames minces se croisant dans tous les sens; il ressemble beaucoup au mica, mais il est plus dur que ce dernier qu'il raye; il est blanc argentin, son éclat est analogue à celui des perles ou de la nacre. Sa pesanteur spécifique est 3,032.

Au chalumeau, la margarite s'exfolie, se boursoufle et fond en une perle blanche.

Ephésite. — Silicate de même composition que la margarite, ayant à peu près les mêmes propriétés que cette dernière. L'éphésite est blanc de perle, elle raye le verre, sa densité est 3,15 à 3,20.

Cordiérite (dichroïte, saphir d'eau et ses variétés). — Ce minéral est un silicate triple d'alumine, de magnésie et de fer. Sa couleur est le bleu plus ou moins foncé; il est fortement dichroïque: ainsi il est d'un beau bleu dans la direction de l'axe des cristaux, et d'un gris-jaunâtre dans une direction perpendiculaire à cet axe. Ses formes cristallines, qui sont des prismes à six ou à douze faces, dérivent d'un prisme rhomboïdal droit. Il raye fortement le verre et légèrement le quartz. Il est translucide, et quelquefois transparent, sa cassure et son éclat sont vitreux et analogues au quartz. Sa pesanteur spécifique varie de 2,56 à 2,664.

Au chalumeau, la cordiérite fond très-lentement et donne un verre non bulleux, transparent et de même couleur que le minéral. Avec les fondants vitreux, et sur le charbon avec la soude, elle donne les caractères du fer.

Fahlunite (triklasite). — Silicate polybasique hydraté dans lequel dominant l'alumine, l'oxyde de fer et la magnésie. Ce minéral se présente en masses compactes indistinctement lamelleuses, portant des fissures transversales qui simulent des clivages. Sa couleur est le brun-rougeâtre foncé, le bleuâtre, le gris-bleuâtre, le brun-verdâtre ou le brun-noir. Il est translucide sur les bords, son éclat est mat et cireux. Il est rayé par une pointe d'acier, mais une variété de cordiérite appelé fahlunite dure n'est pas rayée, cette variété du reste est bleue ; sa densité varie de 2,62 à 2,79.

Au chalumeau, la fahlunite blanchit et ne fond que sur les bords minces, en un verre blanc bulleux ; avec les fondants vitreux, elle donne des verres légèrement colorés par le fer.

Weissite. — Silicate ayant à peu près la composition de la fahlunite. Ce minéral se présente en petites masses de la grosseur d'une noisette. Sa couleur est le gris-cendré tirant vers le brun, son éclat est à la fois nacré et gras ; il est translucide, il raye le spath fluor, mais il est rayé par l'acier ; sa densité est égale à 2,808.

Au chalumeau, la weissite devient d'un beau blanc et fond sur les bords. Elle donne les réactions du fer.

Gigantolite. — Silicate polybasique hydraté, mais dans lequel dominant surtout l'alumine et le fer.

Ce minéral cristallise en longs cristaux dont la forme est celle d'un prisme à six faces. Sa couleur est le brun-rougeâtre, son éclat est gras et cireux. Sa densité est 2,7.

Au chalumeau, la gigantolite est fusible en une scorie d'un vert-clair ; avec les fondants vitreux elle donne des verres transparents.

Pinite. — Silicate polybasique dans lequel dominant l'alumine, le fer et la potasse. Ce minéral se présente en cristaux assez volumineux dont la forme primitive est un prisme droit

non symétrique; ces cristaux sont opaques sans éclat, leur couleur est le gris-cendré ou le gris-rougeâtre; ils rayent avec peine la chaux carbonatée; leur pesanteur spécifique varie de 2,78 à 2,98.

Au chalumeau, la pinite blanchit, elle fond sur les bords en un verre blanc bulleux. Cependant la pinite de Saxe est complètement infusible. Avec les fondants vitreux elle fond difficilement, et donne des verres transparents légèrement colorés par le fer. Elle communique à la flamme la coloration violette de la potasse.

Bonsdorfite. — Silicate d'alumine, de magnésie et de fer hydraté. Ce minéral se présente sous forme de petits cristaux qui semblent arrondis; leur forme est un prisme à six faces portant des facettes sur toutes les arêtes verticales. Leur couleur est le vert-olive, leur éclat est comparable à celui du talc, ils sont translucides en fragments minces. La dureté de la bonsdorfite est analogue à celle de la chaux carbonatée. Sa densité est 2,76.

Au chalumeau, la bonsdorfite donne de l'eau, elle est fusible en un verre transparent légèrement coloré par le fer.

Feldspath orthose et toutes ses variétés. — L'orthose est un silicate d'alumine et de potasse anhydre. Ses variétés contiennent en outre d'autres bases comme la magnésie, la chaux, etc. Ce minéral se trouve en cristaux engagés dans les roches anciennes, en cristaux tapissant l'intérieur de certaines géodes, et en masses lamelleuses. Les cristaux de feldspath orthose dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique; quelques-uns sont transparents et lisses, mais ces cristaux sont rares, ordinairement ils sont vitreux à leur surface.

La couleur du feldspath est le blanc de lait, le blanc-grisâtre, le blanc-verdâtre, le blanc-rougeâtre ou rouge de chair. Une variété, la *Pierre des amazones*, est d'un beau vert. Il peut être transparent, translucide ou opaque; sa cassure est

éminemment lamelleuse. Il raye le verre, mais il est rayé par le quartz. Sa densité varie de 2,39 à 2,60.

Au chalumeau, le feldspath orthose devient blanc vitreux, il fond difficilement en un verre blanc bulleux demi-transparent; il se dissout avec une extrême lenteur dans les fondants vitreux, surtout dans le sel de phosphore, et donne des verres transparents. Il colore la flamme en violet-pâle.

Feldspath albite et ses variétés. — L'albite est un feldspath dans lequel la potasse est remplacée, complètement ou en partie, par de la soude. Ses propriétés sont en tout semblables au feldspath orthose; sa densité cependant varie de 2,61 à 2,63, et ses cristaux ont la forme d'un prisme oblique non symétrique. L'albite colore la flamme en jaune-rougeâtre.

Oligoclase et ses variétés. — L'oligoclase est un feldspath dont la composition est sensiblement la même que celle de l'albite, à cette exception toutefois, qu'il renferme une quantité plus considérable de chaux que cette dernière.

Ce minéral cristallise comme l'albite en prismes obliques non symétriques, mais on le rencontre plus fréquemment en masses lamelleuses presque toujours striées par des lignes fines. Sa couleur est le gris-clair, le gris-laiteux, le gris-verdâtre, rarement le rougeâtre ou le rosé; une variété de Norvège est rouge de cuivre passant au rouge-doré. L'oligoclase est translucide; elle raye le verre, mais elle est rayée par le quartz. Sa densité est de 2,64 à 2,66.

Au chalumeau, elle est fusible en un émail blanc.

Labrador et ses variétés. — Le labrador est un silicate d'alumine, de chaux et de soude, quelquefois le fer remplace une partie de la soude: on le rencontre en masses lamelleuses ou en petits cristaux rarement isolés, mais qui sont ordinairement disséminés dans certaines roches (basaltes et laves). Les masses lamelleuses sont d'un gris-cendré avec

des reflets rouges, bleus, jaunes ou verts; elles sont souvent striées. Les cristaux isolés sont nacrés, d'un blanc-grisâtre ou blanc-verdâtre; une variété est rouge de cuivre; ceux qui sont contenus dans les roches volcaniques ont peu d'éclat. Ce minéral cristallisé en prismes à six faces, dérivant d'un prisme oblique non symétrique; il raye le verre. Sa pesanteur spécifique varie de 2,695 à 2,75. Il est fusible au chalumeau. Il est attaqué par les acides.

Pétalite (feldspath lithinifère). — Ce minéral est un feldspath dans lequel la potasse et la soude sont remplacées par de la lithine. Il se présente en masses lamelleuses d'un blanc laiteux ou d'un blanc-rosé; il est translucide en lames minces, son éclat est vitreux, il raye difficilement le verre. Sa densité est 2,44.

Au chalumeau, le pétalite colore la flamme en rouge-pourpre, il blanchit, devient vitreux, demi-transparent, puis il fond avec difficulté.

Triphane. — Le triphane est encore un silicate d'alumine et de lithine. Ce minéral se présente en masses lamelleuses blanchâtres ou gris-verdâtre; on le trouve dans le Massachussets, cristallisé en longs cristaux d'un gris-verdâtre très-fins, et dont la forme appartient à un prisme rhomboïdal oblique. En lames minces il est translucide, son éclat est un peu nacré, il raye le verre. Sa densité varie de 3,13 à 3,18.

Au chalumeau, le triphane colore la flamme en rouge-pourpre. Il attaque le platine lorsqu'en le chauffe sur la lame de platine. Chauffé seul il se boursoufle et fond en un verre incolore presque transparent. Il se dissout très-lentement dans les fondants vitreux, tout en se boursouflant.

Anorthite et ses variétés. — L'anorthite et ses variétés sont des silicates polybasiques, mais dans lesquels l'alumine et la chaux dominant. Ce minéral est presque toujours en cristaux

bien formés, limpides, d'un éclat vitreux semblable à celui du quartz ; quelquefois ils n'ont pas de transparence ; leur forme primitive dérive d'un prisme oblique non symétrique.

La couleur des diverses anorthites est très-variable : elle peut être blanc-grisâtre, blanc-verdâtre, rose-clair, rouge-grenat, bleu-lavande, brunâtre, noir-verdâtre et même noire. L'anorthite et ses variétés rayent le verre. Leur pesanteur spécifique varie de 2,66 à 2,76 ; une variété, la *wichtine*, a même 3,02.

Au chalumeau, l'anorthite et ses variétés sont fusibles ; elles donnent des émaux blancs ou colorés suivant les oxydes métalliques qui entrent dans leur composition.

Rhyacolithe. — Ce minéral est une espèce de feldspath renfermant deux fois plus de soude que de potasse ; ses caractères sont ceux du feldspath, à l'exception toutefois qu'il est attaqué par les acides ; sa densité égale 2,618.

Au chalumeau, la rhyacolithe fond seulement sur les bords des esquilles minces, elle colore fortement la flamme en jaune.

Amphigène. — Ce minéral est un silicate d'alumine et de potasse, contenant presque autant de potasse que d'alumine. Il est toujours cristallisé en trapézoèdres, ses cristaux sont blancs ou gris, quelquefois teints en rouge de chair par de l'oxyde de fer, ils possèdent la double réfraction. Il raye difficilement le verre ; sa densité est de 2,43.

Au chalumeau, l'amphigène est infusible, elle fond difficilement dans les fondants vitreux en donnant des verres transparents. Elle colore la flamme en violet-pâle.

Sodalite. — Silicate d'alumine et de soude combiné avec du chlorure de sodium. Ce minéral est ordinairement bleu-saphir plus ou moins foncé, il en existe de vert-grisâtre, de vert-azuré, de vert d'eau et même de blanc. Sa dureté est un peu

plus faible que celle du feldspath. Sa densité varie de 2,29 à 2,89.

Au chalumeau, la sodalite s'arrondit sur les bords et fond difficilement en un verre blanc brillant. Avec les fondants vitreux elle donne des verres transparents. Chauffée en poudre fine avec du bisulfate, elle dégage de l'acide chlorhydrique. Elle colore la flamme en jaune.

Cancrinite. — Silicate d'alumine et de soude combiné avec du carbonate de chaux. Ce minéral se présente en petites masses compactes de couleur rose, il est translucide et même transparent dans les fragments minces ; son éclat est gras, il raye la chaux phosphatée, mais il est rayé par le feldspath ; sa densité est 2,453.

Au chalumeau, la cancrinite se décolore, devient opaque et fond avec facilité en un verre blanc brillant, en produisant une légère effervescence. Elle est attaquée facilement par les acides.

Néphéline (beudantine, davyne, covellénite). — Ce minéral est un silicate polybasique dans lequel dominant l'alumine, la soude et la potasse. Il est blanc ou transparent, quelquefois gris ; il cristallise en prismes à six faces, son éclat est vitreux, il raye le verre. Sa densité est 2,36.

Au chalumeau, la néphéline est fusible en un verre blanc bulleux. Un fragment transparent mis dans l'acide azotique à froid y devient nuageux ; c'est ce caractère qui lui a fait donner son nom.

Dipyre. — Silicate d'alumine de chaux et de soude cristallisé en prismes quadrangulaires à base carrée ou en prismes octogones, arrondis à leurs extrémités. Ses cristaux sont transparents ou blanc mat. Il raye le verre, il est très-cassant ; sa densité est 2,646.

Au chalumeau, le dipyre perd sa transparence et fond en un

verre blanc bulleux, en produisant un léger bouillonnement, il entre facilement en fusion dans les fondants vitreux, mais dans le sel de phosphore, il laisse un squelette de silice qui nage dans la perle en fusion.

Couzeranite. — Silicate polybasique contenant de l'alumine, de la chaux, de la magnésie, de la soude et de la potasse. Mais les deux premières bases y sont dominantes. Ce minéral cristallise en prisme rhomboïdal oblique, sa couleur est le gris-clair, le gris-noirâtre ou le noir; son éclat vitreux est assez vif, il est opaque, il raye le verre, mais est rayé par le quartz. Sa densité est 2,69.

Au chalumeau, la couzeranite est fusible en un émail blanc.

Mésotype et ses variétés. — La mésotype et ses variétés sont des silicates d'alumine et de soude hydratés.

Les cristaux de mésotype dérivent d'un prisme rhomboïdal droit, ils sont transparents et portent des stries verticales assez profondes, ils jouissent de la double réfraction à deux axes, leur éclat est vitreux, ils rayent la chaux carbonatée; leur densité est 2,249.

La mésotype se présente aussi en masses fibreuses, aciculaires et même compactes, blanches et quelquefois rouges.

Au chalumeau, elle donne de l'eau, puis elle fond en un émail spongieux, avec bouillonnement. Elle est attaquée par les acides.

Stilbite et ses variétés. — Silicates d'alumine et de chaux hydratés. La stilbite est en cristaux, en lamelles cristallines ou en masses mamelonnées à structure fibreuse radiée. Ses cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal droit. Son éclat est nacré; sa couleur est le blanc laiteux ou le blanc-jaunâtre, quelques échantillons sont bruns, il en existe une variété rouge; elle raye la chaux carbonatée, mais elle est rayée par la chaux phosphatée; sa densité est 2,16.

Au chalumeau, elle donne de l'eau, puis elle se boursoufle avant de fondre; elle donne un verre bulleux incolore. Elle est attaquée par les acides.

Heulandite. — Silicate d'alumine et de chaux hydraté. Ce minéral est presque toujours bien cristallisé, ses cristaux ont pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique, ils sont fortement translucides et quelquefois transparents. Son éclat est nacré, sa couleur est le blanc de neige, quelques échantillons cependant sont rouge de chair; il raye la chaux carbonatée. Sa densité est 2,2.

Au chalumeau, la heulandite donne de l'eau, devient phosphorescente et fond avec bouillonnement en un globule blanc et opaque.

Épistilbite. — Silicate ayant la même composition que la heulandite, elle diffère de cette dernière par ses cristaux qui dérivent d'un prisme droit rectangulaire. Elle se comporte au chalumeau comme la heulandite.

Brewstérite. — Silicate polybasique hydraté contenant de l'alumine, de la chaux, de la baryte, de la strontiane et de la soude. Ce minéral cristallise suivant un prisme rhomboïdal oblique; il est blanc ou gris-jaunâtre, il raye le spath fluor. Sa pesanteur spécifique est de 2,25 à 2,4.

Au chalumeau, la brewstérite perd son eau, devient opaque, se gonfle et fond avec difficulté.

Beaumontite. — Silicate polybasique hydraté, dans lequel l'alumine domine. Ce minéral très-rare se présente en petits prismes à base carrée, surmontés par des pyramides obtuses; leur couleur est le blanc-jaunâtre, ils sont translucides, ils rayent le spath fluor. Leur densité est 2,14.

Au chalumeau, la beaumontite donne de l'eau, elle blanchit, gonfle et devient farineuse, elle fond sur le fil de platine en une perle blanche opaline.

Faujasite. — Silicate d'alumine de chaux, et de soude hydraté. Ce minéral se trouve en petits cristaux octaédriques, limpides et très-brillants, ils sont fragiles, rayent le verre et ont pour densité 1,923.

Au chalumeau, la faujasite abandonne son eau qu'elle ne perd complètement qu'à la température du rouge vif; à ce moment seulement elle perd sa transparence, devient d'un blanc laiteux, se gonfle et fond en un émail blanc bulleux.

Gismondine. — Silicate d'alumine de chaux, et de potasse hydraté. Ce minéral se trouve en octaèdres dérivant d'un prisme rhomboïdal ou d'un prisme à base carrée, il est hyalin et très-brillant, quelquefois d'un blanc laiteux, son éclat est vitreux, il raye la chaux carbonatée. Sa densité est 2,265.

Au chalumeau, la gismondine donne de l'eau, elle est fusible avec boursoufflement. Elle est soluble dans les acides et forme gelée.

Phillipsite. — Silicate d'alumine, de chaux et de potasse hydraté. Ce minéral cristallise en prismes rectangulaires terminés par un pointement à quatre faces, placé sur les arêtes des prismes et quelquefois sur les angles. Certains cristaux sont blancs laiteux et opaques; d'autres sont hyalins et incolores; ces cristaux sont souvent groupés de telle sorte qu'ils forment des mamelons très-serrés, sur lesquels on aperçoit seulement des pointes de cristallisation. Le phillipsite raye la chaux carbonatée. Sa densité est 2,213.

Au chalumeau, elle donne de l'eau, blanchit, s'exfolie sans augmenter sensiblement de volume et fond en un verre limpide. Elle se dissout complètement dans les acides en formant une gelée incolore et transparente.

Edingtonite, laumonite, prehnite. (voyez à la chaux, page 176).

Chabasie et ses variétés, acadolite, phakolite, lévyne. —

Silicates d'alumine, de chaux, de soude ou de potasse hydratés. Ces minéraux cristallisent en rhomboédres se rapprochant plus ou moins du cube, leurs cristaux sont transparents ou translucides, leur éclat est vitreux, leur couleur est le blanc laiteux ou le blanc-rougeâtre ; ils rayent le verre. Leur densité est 2,1 ou 2,2.

Au chalumeau, ils donnent de l'eau et sont fusibles. Ils sont attaqués par les acides et forment gelée.

Hydrolithe. — Silicate d'alumine, de chaux et de soude hydraté. Ce minéral cristallise en prismes à six faces, surbaissés et surmontés de pyramides à six faces. Sa couleur ordinaire est le rose-chair, quelquefois le blanc laiteux, rarement il est hyalin et vitreux ; il raye le spath fluor, mais il est rayé par la chaux phosphatée. Sa densité est 2,05.

Au chalumeau, l'hydrolithe donne de l'eau ; elle fond en se boursoufflant en un verre blanc hyalin ; elle est attaquée par les acides.

Herschélite. — Ce minéral a la composition de l'hydrolithe ; il renferme cependant beaucoup moins de chaux que celle-ci, chaux qui se trouve remplacée par de la potasse. Il présente également les mêmes caractères physiques et chimiques ; il est fusible en un émail blanc de lait.

Christianite. — Ce minéral a sensiblement la même composition que la phillipsite et les mêmes caractères physiques ; il cristallise cependant en prisme rhomboïdal droit, ses cristaux rayent le verre.

Au chalumeau, la christianite donne de l'eau et devient friable au premier coup de feu ; elle fond ensuite sans se boursouffler, en un verre translucide et bulleux. Les acides l'attaquent facilement.

Analcime et ses variétés. — Silicates d'alumine et de soude

hydratés plus ou moins purs. L'analclime cristallise dans le système cubique. Sa couleur est le blanc avec des nuances rouge de chair; quelques variétés sont tout à fait rouge de chair, d'autres sont blanc laiteux, vert-grisâtre ou brun-clair. Elle raye la chaux phosphatée. Sa densité varie de 2,068 à 2,28.

Au chalumeau, l'analclime donne de l'eau; elle fond sans boursoufflement, en globe vitreux. Elle est attaquée par les acides.

Ittnérite. — Silicate polybasique hydraté, mélangé à une certaine quantité de sulfate de chaux et de chlorure de sodium. Ce minéral est cristallisé en prisme à six faces, ou bien il est en masses d'un gris foncé; il raye le verre. Sa densité est 2,361.

Au chalumeau, l'ittnérite donne de l'eau, elle fond facilement en un verre transparent; elle fait gelée avec les acides.

Thomsonite et ses variétés. — Silicates d'alumine, de chaux et de soude hydratés. La thomsonite cristallise en prisme rhomboïdal droit, quelques variétés se présentent en masses fibreuses et même en masses compactes. Ses cristaux sont translucides et quelquefois transparents. Sa couleur est le blanc ou le blanc laiteux, certaines variétés sont jaune-paille ou brun-rouge. Elle raye le spath fluor. Sa densité varie de 2,29 à 2,37.

Au chalumeau, la thomsonite donne de l'eau, blanchit, se gonfle et ne fond pas, certaines variétés fondent difficilement en un verre poreux (*comptonite*, *chalilite*, *savite*), d'autres variétés fondent facilement en émail blanc (*micro-thomsonite*, *portite*, *sloanite*, *schneidérite*).

Agalmatolite (pagodite, pierre de lard) et ses variétés *onchosine*, *parophite*. — Silicates polybasiques hydratés, dans lesquels l'alumine et la potasse dominent. Ce minéral, qui

vient de Chine sous forme de statuettes, pagodes, etc., paraît n'être qu'une pâte homogène. Sa couleur varie beaucoup, il peut être blanc, blanc-rosé, blanc-verdâtre, gris, jaunâtre, vert, rouge ou brun; ces couleurs sont toujours très-claires. Il est fortement translucide; très-tendre, il se laisse couper et tailler facilement, avec un instrument tranchant; son aspect est mat et cireux. Sa densité est de 2,6 à 2,815.

Au chalumeau, l'agalmatolite donne de l'eau, elle devient alors dure, luisante et écailleuse. Elle est infusible.

Pyrophyllite. — Silicate d'alumine hydraté contenant des petites quantités de silicates de chaux, de magnésie et de fer. Ce minéral forme des rognons à fibres rayonnées et divergentes. Sa couleur varie du vert d'herbe au vert-de-gris; son éclat est nacré, sa poussière blanche, il est tendre comme le talc. Sa densité est de 2,7 à 2,8.

Au chalumeau, la pyrophyllite donne de l'eau; au premier coup de feu elle s'exfolie rapidement, en augmentant beaucoup de volume, elle devient d'un blanc de neige, répand une lumière blanche très-intense, et prend la forme de filets très-minces, soyeux, qui se soudent ensemble par leurs pointes; elle se colore en bleu intense avec l'azotate de cobalt.

Topaze. — Fluo-silicate d'alumine. Ce minéral est toujours cristallisé. Ses cristaux ont la forme de prismes allongés qui dérivent d'un prisme rhomboïdal droit; ils sont hyalins, une variété, la *picnite*, est bacillaire, opaque ou seulement translucide sur les bords. Il existe aussi de gros cristaux de topaze opaques, appelés *pyrophyssalites*. La couleur de la topaze est le jaune plus ou moins nuancé de brun ou de rouge, il en existe cependant de couleur jaune-paille, d'incolores, de bleuâtres et de verdâtres; quand la topaze a été chauffée fortement à l'abri de l'air, elle prend une teinte rouge ou rouge-violet; on la désigne alors dans le commerce sous le nom de *topaze brûlée*. La topaze possède la double réfraction à deux axes;

elle devient électrique par la chaleur, en deux points opposés ; elle acquiert également l'électricité par le frottement ou par la pression ; elle raye le quartz. Sa densité varie de 3,499 à 3,540.

Au chalumeau, la topaze est infusible, elle fond très-lentement dans le borax en donnant un verre transparent. Chauffée avec du bisulfate dans le tube bouché ou avec un mélange de bisulfate de potasse et de borax au fil de platine, elle donne les caractères du fluor en dégageant de l'acide fluorhydrique qui attaque le tube, ou en colorant la flamme en vert.

Mica et ses nombreuses variétés. — Les micas sont des silicates polybasiques dans lesquels l'alumine domine presque toujours ; les autres bases principales qu'on trouve dans les micas sont surtout la magnésie, puis la potasse, et le peroxyde de fer. Dans les micas lithinifères la lithine remplace la potasse. Un grand nombre de micas renferment du fluor.

Les micas se reconnaissent à leur structure lamelleuse et à leur éclat particulier ; ils sont toujours cristallins, mais leurs cristaux sont rarement nets ; ils dérivent tous d'un prisme rhomboïdal droit, leur forme habituel est le prisme à six faces en lamelles ou en paillettes plus ou moins épaisses. Ces lamelles ou paillettes sont flexibles et très-élastiques, on peut les plier sur elles-mêmes sans les briser ; elles sont diaphanes. Les couleurs des micas sont très-variées, leurs nuances sont : le blanc, le gris, le violet, le rouge, le vert, le brun et le noir. Les teintes les plus habituelles sont le blanc argentin, le vert-grisâtre et le noir. Les micas sont rayés par la chaux carbonatée, mais ils sont plus durs que la chaux sulfatée. Leur densité varie de 2,65 à 2,949. Les micas possèdent la double réfraction ; quelques cristaux n'ont qu'un axe de double réfraction et parmi ceux-ci il y en a d'attractifs et de répulsifs ; d'autres cristaux ont deux axes.

Au chalumeau, les micas se comportent différemment selon

leur composition. Ils perdent tous leur éclat sous l'action de la chaleur; ceux qui contiennent du fluor deviennent mats, et les autres acquièrent un éclat demi-métallique, argenté ou doré. Quelques micas sont infusibles; mais la plupart fondent assez facilement et donnent des verres ou des émaux plus ou moins transparents, et diversement colorés. Les micas lithinifères sont moins fusibles que les autres variétés, ils ont la propriété de colorer la flamme en rouge pourpre; ce phénomène ne se produit ordinairement qu'après qu'on a soufflé pendant quelque temps; dans les premiers instants la flamme se colore en jaune. Les micas potassiques colorent la flamme en violet pâle.

On constate la présence du fluor dans les micas, en les chauffant à l'extrémité du fil de platine avec un mélange de bisulfate et de borax; la flamme se colore en vert lorsqu'ils contiennent du fluor. Ce caractère est beaucoup plus net que celui qui consiste à chauffer fortement le mica seul, ou avec du sel de phosphore fondu dans un tube ouvert aux deux extrémités, et de constater le fluor à l'altération du verre, et au changement de teinte que prend le papier de Fernambouc.

Tourmalines. — Les tourmalines sont des boro-silicates polybasiques, mais où l'alumine domine avant tout. On les divise en *tourmalines potassiques, sodiques, lithiniques, magnésiennes, ferrugineuses, manganésiennes*, etc., suivant les bases qui viennent dominer avec l'alumine. Les tourmalines sont toujours cristallisées; leurs cristaux appartiennent au système rhomboédrique; leur forme est généralement un prisme à six ou à neuf faces, quelques-uns sont hémédriques. Les cristaux taillés en plaques parallèles à l'axe possèdent la propriété d'éteindre l'un des rayons polarisés, et lorsqu'on place deux de ces lames en croix, la partie du croisement est tout à fait obscure. On se fonde sur cette propriété pour étudier la nature de la double réfraction des cristaux.

Les couleurs des tourmalines sont très-variées, les principales sont le noir, le noir-brunâtre et le vert avec toutes ses nuances ; il en existe d'incolores, de rouges et de bleues. Les brunes et les noires sont opaques, les autres sont plus ou moins hyalines ; les variétés bleues et vertes sont dichroïques.

Les tourmalines rayent le verre et le quartz ; leur densité varie de 3,069 à 3,076.

Au chalumeau, les variétés brunes et noires se boursoufflent et fondent en une scorie noire ; les variétés vertes et rouges se boursoufflent mais ne fondent pas ; la variété rouge nommée *tourmaline apyre* est complètement infusible.

Les tourmalines colorent la flamme en vert lorsqu'on les chauffe au bout du fil de platine avec de l'acide sulfurique concentré, ou mieux avec un mélange de bisulfate de potasse et de spath fluor.

Les variétés lithinifères colorent la flamme en rouge lorsqu'on les chauffe fortement.

GLUCINIUM.

Glucinium. — Le glucinium métallique est peu connu, il a l'aspect extérieur du zinc. Sa densité égale 2,1.

Au chalumeau, il fond à une assez haute température et ne s'oxyde que superficiellement.

Composés du glucinium. — La glucine et les sels de glucine ne présentent pas de caractères bien tranchés au chalumeau : ils ne colorent point la flamme, mais ils prennent beaucoup d'éclat sous l'influence de la chaleur. Chauffés avec de l'azotate de cobalt ils se colorent, lorsqu'ils sont très-purs, en *bleu-lilas clair*, les composés ordinaires prennent une teinte gris-bleuâtre.

La glucine se dissout assez difficilement dans le borax et dans le sel de phosphore, elle donne alors des perles incolores qui deviennent blanc de lait au flamber, ou lorsqu'elles sont chargées d'un excès de glucine.

Chauffée avec de la soude sur la lame de platine, la glucine n'entre pas en fusion, elle reste en suspension dans la matière fondue.

Minéraux de la glucine.

Les minéraux qui renferment de la glucine sont : le phénakite, l'émeraude, l'eucrase, la leucophane, la mélinophane, l'helvine et la cymophane.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE LA GLUCINE.

Phénakite. — Silicate de glucine. Ce minéral est hyalin et incolore, sa cassure est conchoïdale et vitreuse, il raye le quartz, mais il est fragile ; la forme primitive de ses cristaux est un rhomboèdre obtus. Sa densité est de 2,969.

Au chalumeau, la phénakite est infusible. Elle fond bien dans le borax et donne un verre transparent.

Émeraude (béryl ; aigue-marine). — Silicate de glucine et d'alumine. L'émeraude se présente toujours cristallisée en prisme à six faces régulier. Sa couleur ordinaire est le vert, mais cette teinte varie depuis le beau vert-émeraude jusqu'au vert d'eau très-clair du béryl ; rarement elle est incolore, quelquefois elle est bleue ou bleu-verdâtre, certaines variétés sont jaunes, jaune-verdâtre, jaune-orange ou jaune-rouge ; enfin celle que l'on trouve à l'île d'Elbe est rose. L'émeraude raye le quartz ; sa densité varie de 2,678 à 2,732.

Au chalumeau, l'émeraude devient blanche et opaque sur les bords des fragments minces, mais elle est infusible. Elle se dissout assez bien dans le borax et donne un verre transparent et incolore, ou légèrement coloré en vert pâle.

Eucrase. — Ce minéral est comme l'émeraude un silicate de glucine et d'alumine. Sa couleur est le vert d'eau, quelques échantillons sont bleuâtres et même bleus ; il est toujours cris-

tallisé, la forme de ses cristaux dérive d'un prisme rhomboïdal oblique; il possède la double réfraction à un haut degré; il est électrique par la simple pression, et peut conserver cette vertu pendant plus de vingt-quatre heures. Il raye le quartz, mais il est extrêmement fragile à cause de son facile clivage. Sa densité est de 3,098.

Au chalumeau, l'eulase fond sur les bords en un émail blanc lorsqu'on la chauffe fortement. Elle se dissout lentement dans le borax en se gonflant avec effervescence, et donne un verre transparent et incolore.

Leucophane. — Fluo-silicaté de glucine, de chaux et de soude. Ce minéral est blanchâtre ou blanc-verdâtre. La forme de ses cristaux se rapporte à un prisme rhomboïdal droit. Il est phosphorescent par le frottement et par la chaleur; par le frottement il émet une lumière jaune-orange; par la chaleur, cette lumière est d'une belle couleur violette. Il est aussi dur que le spath fluor. Sa pesanteur spécifique est de 2,97.

Au chalumeau, la leucophane est fusible en une perle transparente légèrement violette. Elle donne les caractères du fluor lorsqu'on la chauffe avec les réactifs qui décèlent ce corps simple.

Mélinophane. — Fluo-silicate polybasique dans lequel on trouve de l'alumine, de la glucine, de la chaux, de la potasse, de la soude, etc. Ce minéral est jaune-citron, son éclat est vitreux, il est très-fragile.

Au chalumeau, il donne les mêmes réactions que la leucophane.

Helvine. — Silicate de glucine et de manganèse combiné avec du sulfure de manganèse. Ce minéral est rare, on le trouve en petits cristaux tétraédriques d'une couleur jaune de cire, son éclat est résineux; il raye le verre; son densité égale 3,166.

Au chalumeau, sur le charbon, l'helvine fond avec efferves-

cence, dans la flamme de réduction, elle donne alors un globule de même couleur que le minéral. Dans la flamme d'oxydation la fusion est plus difficile à obtenir, et la couleur du globule est plus foncée. Les fondants vitreux sont colorés en violet par l'helvine, les verres sont transparents.

Cymophane (chrysolite, chrysobénil). — La cymophane est un aluminat de glucine légèrement ferrugineux, quelquefois elle contient des traces de chrome.

Ce minéral se trouve ordinairement en cristaux roulés, dont la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit, sa couleur ordinaire est le blanc laiteux à reflets bleuâtres; des échantillons sont jaune-verdâtre (chrysolite), d'autres sont d'un beau vert-émeraude (chrysobénil). La cymophane est hyaline, elle raye fortement le quartz. Sa densité varie de 3,689 à 3,733.

Au chalumeau, la cymophane est infusible. Elle se dissout lentement dans les fondants vitreux en un verre limpide. Sa poudre bleuit avec l'azotate de cobalt.

ZIRCONIUM.

Zirconium. — Le zirconium n'est connu qu'à l'état de poudre noire; cette poudre chauffée sur le charbon s'enflamme vers le rouge, et brûle avec une vive lumière en se transformant en zircone blanche.

Composés du zirconium. — La zircone et les sels de zircone ne présentent pas de caractères bien nets au chalumeau. Ils ne colorent point la flamme, mais ils prennent un grand éclat sous l'influence de la chaleur. Sous l'action de l'azotate de cobalt ils se colorent en noir-violet, difficile à distinguer des bases analogues, qui donnent la même teinte avec l'azotate de cobalt.

La zircone est infusible, elle se dissout assez bien dans le borax et difficilement dans le sel de phosphore, elle donne alors des verres incolores qui restent transparents tant qu'ils

ne sont pas trop chargés de zircon, mais qui deviennent opalins ou blanc de lait, lorsqu'on les chauffe au flamber ou lorsqu'ils contiennent un excès de base. La zircon ne fond pas avec le carbonate de soude.

Minéraux de la zircon.

Les minéraux qui contiennent de la zircon sont : Le zircon ou hyacinthe et ses nombreuses variétés (*erdmannite*, *calypsolite*, *ostranite*, *ærstedite*, *malakon* ou *hydrosilicate de zircon*), la catapléite, le tachyaphaltite, l'æschnynite, la polymignite, la polykrase, la wœhlérite, l'ærstedtite, l'eudyalite, l'eukolite, quelques variétés de pyrochlore, la fergusonite et le cérium phosphaté. Ces trois dernières espèces ne contiennent que de petites quantités de zircon.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE LA ZIRCON.

Zircon (hyacinthe) et ses variétés. — Les zircons sont des silicates de zircon plus ou moins colorés par de petites quantités de silicate de fer, quelques-uns contiennent de l'eau, comme le *malakon* ou *hydrosilicate de zircon*.

La forme primitive des zircons est le prisme à base carrée, mais leurs modifications sont nombreuses, leurs cristaux ont généralement leurs arêtes arrondies comme s'ils avaient été roulés; ils ne sont jamais volumineux, leur grosseur moyenne est comme une forte tête d'épingle.

La couleur des zircons est variable, il y en a d'incolores, de blanc laiteux, de jaune-brunâtre, de verdâtres, de rouge-brun, d'orangé-brun, de grisâtres, de brun-foncé, mais leur couleur principale est le rouge-hyacinthe un peu orangé; ils possèdent un éclat très-vif, et ceux qui sont hyalins ressemblent au diamant par l'éclat.

Les zircons possèdent la double réfraction à un haut degré. Leur dureté est très-grande, ils rayent le quartz. Leur densité varie de 4,51 à 4,68.

Au chalumeau, les zircons sont infusibles; ils sont un peu phosphorescents; ils restent transparents après l'action de la chaleur, mais ils se décolorent complètement surtout lorsqu'ils sont purs. Ils paraissent augmenter de densité par la calcination.

Les zircons se dissolvent très-difficilement dans les fondants vitreux; ils donnent alors des verres diaphanes, mais qui deviennent opaques au flamber, ou lorsqu'ils sont trop chargés de substance. Ils sont insolubles dans la soude:

Catapléite. — Silicate de soude et de zircone hydraté. Ce minéral se trouve en petits cristaux dont la forme est un prisme hexagonal; sa couleur est le rouge-hyacinthe foncé ou le brun-jaunâtre; sa poussière est jaune-isabelle. Sa densité est de 2,8.

Au chalumeau, la catapléite donne de l'eau; elle fond facilement en un émail blanc; le borax la dissout avec difficulté et donne un verre limpide incolore. Sa poussière est attaquée par l'acide chlorhydrique sans faire gelée.

Tachyaphalite. — Silicate de zircone et de thorine hydraté (voy. aux minéraux de la thorine).

Æschynite. — On comprend sous ce nom différents minéraux qui sont: des *tilanates*, des *tantalates* ou des *niobates* polybasiques, mais dont les principales bases sont la zircone, l'yttria, le cérium, le lanthane et le fer.

L'æschynite est noir foncé, son éclat est à la fois métallique et résineux; la forme primitive de ses cristaux, qui sont rarement nets, est le prisme rhomboïdal droit; les cristaux sont striés en longueur; elle raye la chaux phosphatée, mais elle est rayée par le feldspath. Sa densité est de 5,10.

Au chalumeau, l'æschynite donne un peu d'eau au tube bouché; sur le charbon elle bouillonne et devient brun-rouille; avec le borax au feu d'oxydation elle donne une perle jaunâtre

à chaud, qui devient incolore en se refroidissant ; au feu de réduction la perle devient rouge de sang, surtout en y ajoutant de l'étain ; avec le sel de phosphore au feu d'oxydation, elle donne une perle incolore, au feu de réduction avec étain, la perle rouge devient améthyste.

Le carbonate de soude agglomère la poudre d'æschnite, mais ne la fait point entrer en fusion.

Polymignite. — Titanate polybasique très-rare, dans lequel domine la zircone, l'yttria et le fer (voyez aux minéraux du titane).

Polykrase. — Titanate et niobate polybasiques dans lesquels dominant la zircone, l'yttria, le fer, l'urane et le cérium (voyez aux minéraux du niobium).

Wæhlérite. — Silico-niobate de zircone et de chaux, etc. (voyez aux minéraux du niobium).

Ærstedtite. — Silico-titanate de zircone hydraté, avec traces de chaux, de magnésie et de fer.

Ce minéral se trouve en cristaux bruns et brillants, dont la forme est celle d'un prisme à quatre faces, surmonté d'un octaèdre. Sa dureté est intermédiaire entre la chaux phosphatée et le feldspath. Sa densité est de 3,629.

Au chalumeau, l'ærstedtite donne de l'eau dans le tube bouché ; elle est infusible.

Avec les fondants vitreux, elle donne des verres présentant les caractères du titane.

Eudyalite. — Mélange de silicate, tantalate et niobate, dans lequel dominant la zircone, la chaux, la soude et le fer.

Ce minéral se trouve en masses lamelleuses violettes. Il est rarement cristallisé ; sa forme alors est un rhomboèdre aigu ; il est translucide sur les bords seulement ; il raye la chaux phosphatée. Sa densité est 2,90.

$\frac{52}{52}$ Au chalumeau, l'eudyalite donne un peu d'eau ; elle fond en un verre transparent d'un vert sombre. Elle se dissout bien dans le borax, et la perle est colorée par le fer. Elle gonfle beaucoup dans le sel de phosphore qui ne l'attaque que très-difficilement. Elle fait gelée avec les acides.

Eukolite. — Silicate, tantalate et niobate polybasiques, analogues à l'eudyalite.

Ce minéral forme de petites masses vitreuses rouge-brunâtre, dans la syénite zirconienne de Brewig en Norvège ; elle présente au chalumeau les mêmes caractères que l'eudyalite. Sa pesanteur spécifique est de 3,007.

THORIUM.

Thorium. — Le thorium n'est connu qu'à l'état de poudre noire. Si l'on chauffe cette poudre, elle s'enflamme et brûle avec une lumière des plus éclatantes, en se transformant en thorine d'un blanc de neige.

Thorine et sels de thorine. — Les composés du thorium ne présentent aucuns caractères saillants au chalumeau. La thorine prend beaucoup d'éclat sous l'influence de la chaleur ; comme les autres terres, elle est infusible, ne colore point la flamme, se dissout en très-petite quantité dans le borax et dans le sel de phosphore en donnant des verres incolores et transparents, mais qui deviennent opalins lorsqu'ils sont trop chargés de thorine ; ils ne deviennent point opaques au flamber. La thorine ne se dissout point dans le carbonate de soude ; elle n'est pas colorée par l'azotate de cobalt.

Minéraux du thorium.

Les minéraux qui contiennent de la thorine sont : la thoritè, l'orangite, la monazite, quelques variétés de pyrochlore et la tachyphaltilite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU THORIUM.

Thorite. — Silicate de thorine hydraté renfermant de petites quantités d'autres bases (*alumine, chaux, magnésie, fer, manganèse, étain, urane, plomb, soude et potasse*). La thorite est noire; elle est amorphe, sa cassure est conchoïde, luisante, un peu résineuse; elle est rayée par l'acier; sa poussière est brun-rougâtre. Sa densité égale 4,63.

Au chalumeau, la thorite donne de l'eau dans le tube bouché. Chauffée fortement elle perd sa couleur noire et devient rouge brun-pâle; elle est infusible. Avec les fondants vitreux, elle donne des verres qui sont colorés par le fer qu'elle renferme.

Orangite. — Silicate de thorine hydraté, analogue à la thorite, mais renfermant un tiers de plus de thorine que ce dernier minéral.

L'orangite est jaune-orangé transparent. Sa cassure est résineuse, elle raye facilement le verre; sa densité est la plus élevée des silicates connus, elle est de 5,19.

Au chalumeau, l'orangite chauffée dans le tube bouché décrépite, donne de l'eau et perd sa transparence en prenant une teinte plus pâle. Chauffée plus fortement dans un creuset de platine, elle acquiert une teinte plus foncée tirant sur le brun. A la flamme du chalumeau elle se décolore et reste infusible. Fondue avec le borax, l'orangite donne un verre jaune-orangé à chaud, qui perd sa transparence et ressemble, lorsqu'il est refroidi, à un émail blanc-grisâtre; mais si l'on ajoute un peu de nitre à la matière en fusion, la teinte jaune-orangé de la perle persiste après le refroidissement.

L'acide chlorhydrique attaque l'orangite réduite en poudre fine, et la convertit en gelée.

Monazite. — Phosphate polybasique dans lequel domine

le cérium, le lanthane et la thorine (voyez aux minéraux du lanthane).

Pyrochlore de Miask et de Brevig; tantalate ou niobate polybasique (voyez aux minéraux du tantale et du niobium).

Tachyphalinite. — Silicate de zircon et de thorine. Ce minéral se trouve en petits cristaux dérivant d'un prisme à base carrée, sa couleur est le noir passant au rouge-brun, sa poussière est jaune-brunâtre foncé, il est demi-transparent, son éclat est vitreux et métalloïde. Sa densité est 2,9.

Au chalumeau, la tachyphalinite blanchit par l'action de la chaleur, elle donne de l'eau dans le tube bouché, elle est infusible sans addition et se dissout difficilement dans le borax.

YTTRIUM.

Yttrium. — L'yttrium à l'état métallique n'est pas connu.

Yttria et ses composés. — L'yttria et ses composés ne présentent au chalumeau aucun caractère sensible.

L'yttria est infusible, elle ne colore point la flamme, elle ne fond pas dans le carbonate de soude, l'azotate de cobalt ne la colore pas; elle se dissout en assez grande quantité dans le borax et dans le sel de phosphore, et donne des verres incolores qui deviennent laiteux en se refroidissant.

Minéraux de l'yttria.

Les minéraux qui contiennent de l'yttria sont : l'yttria phosphatée et hydrophosphatée, l'yttria silicatée, l'yttria fluatée (*yttrrocérîte*), les yttrotalites, l'euxénite, la fergusonite, la gadolinite, le cérium fluaté, l'orthite, la pyrorthite, l'urano-tantale, l'ytthro-titanite, la keilhaüite et la tyrite; on trouve l'yttria en petite quantité dans certains pyrochlores, dans la microlite, la warweckite, l'épidote cérifère (*oural-orthite*), le grenat yttrifère, la bodénite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE L'YTTRIA.

Yttria phosphatée. — Ce minéral est très-rare; on le trouve dans un granit à grains fins; il est en cristaux mal définis, jaune-brunâtre et brun-jaunâtre, dont l'éclat est résineux; leur forme primitive est un prisme à base carrée; ils sont très-courts et surmontés d'un octaèdre obtus. Sa dureté égale celle du spath fluor. Sa densité est de 4,55.

Au chalumeau, l'yttria phosphatée est infusible; réduite en poudre fine et chauffée au fil de platine avec de l'acide sulfurique concentrée, elle colore la flamme en vert-jaunâtre (caractère de l'acide phosphorique). Mélangée avec du bisulfate de potasse et avec du borax; elle colore également la flamme en vert (caractère du fluor).

Yttria hydrophosphatée. — Minéral très-rare, d'un blanc-gris ou jaune pâle, à éclat adamantin, qui raye le spath fluor, mais qui peut être rayé par une pointe d'acier.

Au chalumeau, l'yttria hydrophosphatée donne de l'eau lorsqu'on la chauffe dans le tube bouché; chauffée fortement, elle blanchit, mais ne fond point; elle se dissout avec une extrême lenteur dans les fondants vitreux, et donne des perles incolores au feu de réduction, mais qui deviennent blanches et opaques au feu d'oxydation; elle présente les caractères de l'acide phosphorique.

Yttria silicatée. — Ce minéral est en grains arrondis, piquetés de petits trous à leur surface. Sa couleur est le brun-cannelle; il raye faiblement le verre. Sa densité égale 4,79.

Au chalumeau, l'yttria silicatée blanchit, mais ne fond point; elle ne se dissout pas dans le sel de phosphore.

Yttria fluatée (yttrocérite). — Fluorure d'yttria, de cérium et de chaux; ce minéral est très-rare, il se trouve associé

à la pegmatite, soit à Fimbo, soit à Brodbo, il est rarement cristallisé; on le trouve en masses bleu-violet, gris-bleuâtre, ou blanchâtres, qui se laissent cliver parallèlement aux faces d'un dodécaèdre rhomboïdal; il raye le spath fluor, mais l'acier le raye; sa densité varie de 3,44 à 4,15.

Au chalumeau, l'yttria fluatée dégage des vapeurs d'acide fluorhydrique qui corrodent le verre; elle se décolore, devient d'un gris-clair, mais elle est infusible; avec le mélange de bisulfate de potasse et de borax, elle donne les caractères du fluor en colorant la flamme en vert.

Ytthro-tantalites. — Les ytthro-tantalites sont des tantalates d'yttria (voyez pour leur description aux minéraux du tantale).

Euxénite. — Tantalate d'yttria (voyez au tantale).

Fergusonite. — Tantalate d'yttria, de cérium et de zirconie (voyez aux minéraux du tantale).

Gadolinite. — Silicate d'yttria, de cérium et de fer ou d'yttria, de glucine et de fer. Ce minéral est rarement cristallisé; il se trouve ordinairement en masses compactes noires ou d'un vert-noirâtre, opaques, ou seulement translucides sur les bords; son éclat est vitreux et résineux; il raye le verre. Sa densité varie de 4,15 à 4,24.

Au chalumeau, la gadolinite devient subitement incandescente, elle fond en un verre opaque quelquefois avec boursofflement, en formant des ramifications; elle se dissout difficilement dans les fondants vitreux; elle fait gelée avec les acides.

Cérium fluaté. — (Voyez aux minéraux de cérium).

Orthite et pyrorthite. — (Voyez aux minéraux du cérium).

Urano-tantale. — (Voyez aux minéraux du niobium).

Ytthro-titanite et keilhauïte. (Voyez aux minéraux du titane).

Tyrite. — (Voyez aux minéraux du tantale).

TERBIUM ET ERBIUM.

Terbine, erbine et leurs composés. — L'erbium et le terbium forment des oxydes et des sels qui se comportent au chalumeau absolument comme la glucine et l'yttria. Ces composés sont du reste encore peu connus.

Minéraux de la terbine et de l'erbine.

Les minéraux qui renferment la terbine et l'erbine ne sont point encore bien caractérisés; on sait seulement que ces deux nouvelles bases accompagnent ordinairement l'yttria dans quelques-uns de ces minéraux.

LANTHANE.

Lanthane. — Le lanthane métallique est très-peu connu, il se présente sous la forme d'une masse de couleur gris de plomb, infusible, qui se réunit, sous le brunissoir, en paillettes ayant l'éclat métallique. Chauffé sur le charbon il s'enflamme presque aussitôt, et se transforme en oxyde de lanthane.

Oxyde de lanthane et sels de lanthane. — L'oxyde de lanthane et les sels de lanthane ne présentent aucun caractère sensible au chalumeau. L'oxyde de lanthane ne colore point la flamme, il est infusible, il ne se dissout pas dans le carbonate de soude, il ne produit aucune coloration avec l'azotate de cobalt. Avec le borax et avec le sel de phosphore, il donne des perles incolores qui deviennent opaques par le refroidissement.

Minéraux du lanthane.

La monazite, l'edwardsite, le cérium hydrofluaté de Bastnaës, la tschewkinitite, l'épidote cérifère, la mosandrite, l'erd-

mannite, la lanthanite, la parisite, la bodénite, la tritomite. On trouve aussi de petites quantités de lanthane dans certains pyrochlores, dans l'euxinite, la phosphorécite, la xanthorhite, l'hyposclérite d'Arendal, l'æschynite, l'eukolite de Norvège et la tyrite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU LANTHANE.

Monazite et edwardsite. — Phosphate polybasique dans lequel dominant le cérium, le lanthane et la thorine. Ce minéral se présente en petits cristaux rouge-brun ou rouge-hyacinthe, dont la forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique, leurs facettes sont mates, leur éclat est gras et un peu nacré, ils sont légèrement translucides sur les bords. La monazite raye la chaux phosphatée, mais elle est rayée par le feldspath. Sa densité varie de 4,922 à 5,019.

Au chalumeau, la monazite devient gris-foncé, elle est infusible, elle se dissout dans les fondants vitreux et donne des verres opaques, rouge-jaunâtre à chaud, mais qui deviennent incolores après le refroidissement, la perle de sel de phosphore chauffée avec de l'étain présente la réaction du titane. Chauffée avec de l'acide sulfurique concentré à l'extrémité du fil de platine, elle colore la flamme en vert pâle, caractère de l'acide phosphorique.

Cérium hydrofluaté de Bastnaës. — Oxyfluorure de cérium et de lanthane hydraté. Ce minéral est compact, d'un jaune de cire clair, à éclat vitreux, il est aussi dur que le spath fluor.

Au chalumeau, le cérium hydrofluaté de Bastnaës donne de l'eau dans le tube bouché, il se dissout dans les fondants vitreux et donne un verre jaunâtre à chaud qui se décolore presque entièrement à froid. Mélangé avec du bisulfate de potasse et du borax, il donne les caractères des fluorures en colorant la flamme en vert.

Tschewkinite. — Silico-titanate de cérium, de lanthane, de didyme et de fer. Ce minéral rare se trouve dans un granit aux environs de Miask et de Slatoust, en petites masses amorphes d'un noir-brun foncé; sa cassure est conchoïde, il est presque complètement opaque, paraît translucide sur les bords très-minces. Son éclat est vitreux et résineux; il raye la chaux phosphatée. Sa densité varie de 4,508 à 4,549.

Au chalumeau, la tschewkinite se gonfle d'une manière remarquable à la première impression du feu, en même temps elle rougit d'abord, puis brunit, enfin elle finit par fondre en une boule noire. Elle se gonfle également lorsqu'on la chauffe dans le tube bouché et donne une petite quantité d'eau. Les fondants vitreux la dissolvent assez facilement en donnant des verres qui sont légèrement colorés par le fer, et qui ne sont transparents que lorsqu'ils ne contiennent que peu de matière minérale. L'acide chlorhydrique l'attaque en donnant une liqueur vert-jaunâtre qui fait gelée après quelque temps.

Épidote cérifère (oural-orthite). — Silicate polybasique hydraté dans lequel on trouve de l'alumine, de la chaux, de la magnésie, du fer, du cérium, du lanthane et de l'yttria.

L'oural-orthite est noir brunâtre; il se présente en cristaux tabulaires, son éclat est gras, il est aussi dur que le feldspath. Sa densité varie de 3,41 à 3,60. Il est très-rare.

Au chalumeau, il ne fond sur les bords qu'à une très-haute température, sans bouillonnement; il donne de l'eau dans le tube bouché; il se dissout lentement dans les fondants vitreux en donnant les caractères des composés du fer. Il est attaqué par l'acide chlorhydrique.

Mosandrite. — Silico-titanate polybasique hydraté dans lequel dominant la chaux, le cérium, le lanthane et le didyme. Ce minéral, rare, se trouve dans une syénite de Langesunafjord, en Norwége; il cristallise en prismes rhomboédriques

aplatis, de couleur rouge foncé; il est aussi dur que le spath fluor. Sa densité est de 3,02.

Au chalumeau, la mosandrite donne de l'eau dans le tube bouché. Chauffée seule elle fond en un verre brun-verdâtre; elle se dissout dans le borax en un verre couleur améthyste et donne, avec le sel de phosphore, les réactions du titane.

Erdmannite de Stokoën (Norvège). — Silicate polybasique dans lequel dominant le cérium, le lanthane et l'alumine. Ce minéral est en grains ou en lamelles amorphes d'un brun foncé, son éclat est vitreux, il est translucide sur les bords. Sa densité égale 3,1.

Au chalumeau, l'erdmannite donne de l'eau au tube bouché; elle fond difficilement en un globule noirâtre; avec les fondants vitreux, elle donne des perles jaunâtres ou verdâtres, selon qu'elles sont obtenues au feu d'oxydation ou au feu de réduction.

Lanthanite. — Carbonate de lanthane et de didyme hydraté. Ce minéral très-rare se trouve en masses rouge tendre formées par l'agrégation de petits cristaux nacrés, qui paraissent incolores lorsqu'ils sont isolés, et qui sont roses en masses; il est peu dur, il raye cependant la chaux sulfatée; sa densité est de 2,66.

Au chalumeau, la lanthanite dégage beaucoup d'eau dans le tube bouché; chauffée seule, elle se contracte, devient blanche et opaque, mais en refroidissant elle brunit et prend un aspect argentin; elle est infusible. Avec les fondants vitreux, elle donne les réactions du lanthane et du didyme (oxydation, perles blanches; réduction, perles violacées). La lanthanite est soluble dans l'acide chlorhydrique avec effervescence.

Parisite (musite). — Carbonate de lanthane contenant du fluorure de calcium. Ce minéral, qui est rare, se trouve cristallisé en beaux prismes hexagonaux réguliers, d'une couleur

jaune-brun doré, à éclat adamantin. La parisite est légèrement chatoyante et translucide; elle raye difficilement le verre, elle est entamée par une pointe d'acier. Sa densité égale 4,35.

Au chalumeau, la parisite donne de l'eau dans le tube bouché, elle prend une teinte brun-cannelle et devient friable, elle est infusible, elle donne avec les fondants vitreux les réactions du lanthane et du didyme. Chauffée avec un mélange de bisulfate de potasse et de borax, elle colore la flamme en vert et accuse ainsi la présence du fluor.

DIDYME.

Didyme. — Le didyme est très-peu connu à l'état métallique.

Oxyde de didyme et ses composés. — Les composés du didyme ne colorent point la flamme; l'oxyde de didyme est infusible, il ne se dissout pas dans le carbonate de soude et il ne se colore point sous l'action de l'azotate de cobalt.

Il présente comme caractère distinctif, au chalumeau, la propriété de colorer les perles de sels de phosphore et de borax en bleu clair à chaud; la teinte devient violacée à froid, au feu de réduction comme au feu d'oxydation. Ce caractère se rapproche de celui du titane, qui colore les fondants vitreux de la même manière au feu de réduction seulement. Cependant le titane ne colore pas en violet les perles de borax, cette teinte ne se produit qu'avec le sel de phosphore. Le titane se dissout dans le carbonate de soude, caractère qui le distingue de l'oxyde de didyme, qui reste en suspension dans la soude en fusion.

Minéraux du didyme.

On n'a pas jusqu'à présent caractérisé de véritables miné-

raux de didyme. Cette base accompagne presque toujours le cérium et le lanthane dans leurs minerais, et les caractères de ces derniers s'appliquent aussi au didyme.

CÉRIUM.

Cérium. — Le cérium métallique est peu connu, celui qu'on a préparé jusqu'à présent est une poudre brun-chocolat, qui s'altère assez rapidement au contact de l'air. Chauffé sur le charbon, il s'enflamme bien au-dessous du rouge, brûle avec activité et se transforme en oxyde de cérium.

Oxydes de cérium et leurs composés. — Les composés du cérium ne colorent point la flamme; le protoxyde et ses composés chauffés seuls se transforment en sesquioxyde brun-cannelle, ou en sels de sesquioxyde de couleur jaunâtre.

Les oxydes de cérium, donnent avec le borax, des perles qui sont colorées en jaune-rougeâtre lorsqu'elles ont été obtenues au feu d'oxydation; leur teinte diminue beaucoup d'intensité par le refroidissement, et lorsqu'elles sont complètement froides elles sont jaune-clair, et même complètement incolores si elles contiennent peu de cérium. Au feu de réduction, les perles de borax se décolorent entièrement. Lorsque la perle est saturée d'oxyde de cérium, elle devient opaque.

L'oxyde de cérium se comporte avec le sel de phosphore de la même manière qu'avec le borax, seulement au feu d'oxydation la coloration jaune-rougeâtre de la perle, disparaît complètement après le refroidissement, et au feu de réduction la perle est incolore à chaud comme à froid. Enfin le verre de sel de phosphore reste transparent, même lorsqu'il est saturé d'oxyde de cérium.

Les oxydes de cérium ne se dissolvent pas dans le carbonate de soude; si l'essai se fait sur le charbon, le fondant entre dans ce support, et l'oxyde de cérium reste à l'état de

protoxyde blanc ou gris. L'azotate de cobalt ne colore pas les oxydes de cérium.

Minéraux du cérium.

L'ytthro-cérite (*yttria fluatée*), l'euxénite, la fergusonite, la gadolinite, le cérium carbonaté (*lanthanite*), le cérium phosphaté (*edwardsite*, *criptolithe*, *phosphocérite*), la monazite, le cérium fluaté, le cérium hydrofluaté, l'allanite, la cérite, la cérine, la tschewkinite, l'orthite, la pyrorthite, l'épidote cérifère, la mozandrite, l'æschynite, la polymignite, la polykrase, l'eukolite de Norvège, l'erdmannite, la parisite, la bodénite, la tritomite, la tyrite, quelques pyrochlores, et le mélinophane.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU CÉRIUM.

Ytthro-cérite (*yttria fluatée*). — (Voyez aux minéraux de l'yttria.)

Euxénite. — (Voyez aux minéraux du tantale.)

Fergusonite. — (Voyez aux minéraux du tantale.)

Gadolinite. — (Voyez aux minéraux de l'yttria.)

Cérium carbonaté (*lanthanite*). — Carbonate de cérium hydraté. On trouve ce minéral qui est très-rare, en petites couches minces cristallines, d'un blanc-grisâtre, sur la cérite. Au chalumeau, il donne de l'eau au tube bouché; avec les fondants vitreux, il donne les caractères des composés du cérium. Il est facilement attaqué par les acides.

Cérium phosphaté. — Trois variétés : l'*edwardsite*, la *criptolithe* et la *phosphocérite*.

Edwardsite. — Minéral se trouvant cristallisé en prismes rhomboïdaux obliques modifiés de deux manières bien dif-

férentes (prismes aplatis, et prismes surmontés d'un pointement à quatre faces). Sa couleur est le rouge de zircon, son éclat est vitreux, il raye le spath fluor. Sa densité varie de 4,2 à 4,6.

Au chalumeau, l'edwardsite perd sa couleur rouge et devient gris-perle un peu jaune; elle fond avec difficulté sur les bords des fragments minces, en verre transparent; avec les fondants vitreux, elle donne les caractères du cérium. Chauffée avec de l'acide sulfurique concentré au bout du fil de platine, elle colore la flamme en vert pâle (acide phosphorique).

Criptomolithe. — Ce phosphate de cérium se trouve disséminé dans l'apatite verte et rouge d'Arandal, il cristallise en prismes hexagonaux aciculaires, il est jaune de vin, transparent. La densité 4,6.

Au chalumeau, la criptomolithe donne les caractères du cérium et de l'acide phosphorique.

Phosphocérite. — Phosphate de cérium qui se trouve en cristaux microscopiques dans le cobalt de Tunaberg; ces cristaux sont des octaèdres ou des prismes terminés par des pyramides à quatre faces, leur couleur est le jaune-grisâtre, le jaune de soufre, quelquefois même ils sont incolores. Densité 4,78.

Au chalumeau, la phosphocérite fond partiellement en un verre, sur les bords, elle colore la flamme en un vert pâle, cette coloration devient plus sensible lorsqu'on la chauffe avec de l'acide sulfurique concentré. Elle colore les fondants vitreux en bleu-violet pâle à chaud; cette teinte paraît provenir de la présence du didyme ou de traces de cobalt.

Monaxite. — (Voyez aux minéraux du lanthane.)

Cérium fluaté. — Ce minéral se trouve dans l'albite à Fimbo et à Brodbo en Suède, il est cristallisé en prismes à six

faces, réguliers, très-courts, ou en masses amorphes. Sa couleur est le rouge-orange, le jaune-rougeâtre ou le jaune-verdâtre, sa dureté égale celle du spath fluor. Sa densité est de 4,7.

Au chalumeau, le cérium fluaté donne un peu d'eau au tube bouché et des vapeurs qui attaquent le verre ; chauffé seul, il brunit, mais il est infusible ; si, après l'avoir chauffé, on le laisse refroidir, il repasse du noir-brun au brun-rouge, au rouge, puis à l'orangé. Chauffé avec le bisulfate dans le tube bouché, ou avec le mélange de bisulfate et de borax, il donne les réactions du fluor. Avec les fondants vitreux, il donne les caractères du cérium ; il est inattaquable par la soude. Les acides le dissolvent.

Cérium hydrofluaté. — Ce minéral se trouve également dans l'albite de Fimbo, il n'est connu qu'à l'état amorphe. Ses caractères sont identiques avec ceux du cérium fluaté ; il donne une plus grande quantité d'eau dans le tube bouché.

Allanite. — Silicate polybasique dans lequel dominant principalement le cérium, le fer et, dans quelques variétés, l'alumine. Ce minéral se trouve disséminé dans un granit, ses cristaux ont pour forme primitive un prisme oblique non symétrique, il est noir-brunâtre, mat à l'extérieur, éclatant à l'intérieur, opaque, à cassure conchoïde à petites cavités, il raye le verre facilement, sa poussière est gris-verdâtre. Sa densité varie de 3,2 à 4.

Au chalumeau, l'allanite fond difficilement en une scorie noire. Avec les fondants vitreux elle donne les caractères du fer. Elle fait gelée avec les acides.

Cérite. — Silicate de cérium, la cérite se trouve ordinairement en masses amorphes, dont la couleur est le violet-brun, le rouge-brunâtre et quelquefois le rouge-carmin ; elle a un faible éclat gras, sa cassure est esquilleuse, elle raye

difficilement le verre et elle est rayée par le feldspath. Sa pesanteur spécifique est de 4,912.

Au chalumeau, la cérîte donne de l'eau dans le tube bouché, elle est infusible, sans addition; elle donne avec les fondants vitreux les caractères du cérium; avec la soude elle donne une masse scoriacée jaune-orange; les acides l'attaquent facilement.

Cérine. — Silicate de cérium, de fer, d'alumine et de chaux. Ce minéral accompagne presque toujours la cérîte, il est noir un peu brunâtre, opaque, à éclat vitreux et résineux. Sa pesanteur spécifique est de 4,173.

Au chalumeau, la cérine ne donne point d'eau dans le tube bouché, elle fond aisément avec boursoufflement, en un globule noir, opaque, mais éclatant. Avec le borax elle donne un verre noir, opaque, qui, chauffé dans la flamme extérieure, devient rouge-sanguin à chaud et qui passe au jaune sombre après le refroidissement. Elle est peu attaquable par les acides.

Tschewkinite. — (Voyez aux minéraux du lanthane).

Orthite. — Silicate polybasique hydraté dans lequel dominent le cérium, l'alumine et le fer. Ce minéral se trouve à Fimbo, en Suède, dans du feldspath laminaire, sous forme de baguettes minces, noires ou brun-noirâtre, à éclat vitreux et résineux; sa cassure est conchoïde, sa poussière est grise un peu brunâtre, il est plus dur que le feldspath. Sa densité varie de 3,15 à 3,28.

Au chalumeau, l'orthite donne de l'eau au tube bouché; chauffée seule, elle fond en se boursoufflant, en un globule noirâtre bulbeux; avec le borax, elle donne un verre jaunâtre transparent, elle fait gelée avec les acides.

Pyrorthite. — Silicate polybasique hydraté analogue à l'orthite, mais qui renferme une quantité considérable de carbone

(30 pour 100). Ce minéral se trouve comme l'orthite en baguettes prismatiques d'un brun-noirâtre et même noires, intercalées dans du felspath ou du quartz. Sa cassure est inégale, conchoïde, son éclat résineux, il est rayé par le carbonate de chaux. Sa densité est de 2,19.

Au chalumeau, la pyrorthite donne de l'eau dans le tube bouché, et dégage une odeur empyreumatique. Chauffée seule, elle prend feu et si on l'abandonne à elle-même, elle continue à brûler sans flamme, ni fumée ; elle devient blanche et fond en émail noir, les acides l'attaquent facilement.

Epidote cérifère. — (Voyez aux minéraux du lanthane.)

Mosandrite. — (Voyez aux minéraux du lanthane.)

Aeschynite. — (Voyez aux minéraux de la zircone.)

Polymignite. — (Voyez aux minéraux du titane.)

Polykrase. — (Voyez aux minéraux du niobium.)

Erdmannite. — (Voyez aux minéraux du lanthane.)

Tritomite. — Silicate polybasique dans lequel dominant le cérium et le lanthane. Ce minéral est brun foncé, sa poussière est gris-jaunâtre, son éclat est vitreux un peu métallique, il raye la chaux phosphatée. Sa densité varie de 4, à 4,66.

Au chalumeau, la tritomite donne de l'eau dans le tube bouché, chauffée seule à la pince à bouts de platine, elle décrépite, blanchit et fond sur les bords en un verre noirâtre. Elle manifeste les réactions du fluor.

Tyrite. — (Voyez aux minéraux du tantale.)

MANGANÈSE.

Manganèse. — Le manganèse pur est peu connu, on ne connaît ce métal qu'à l'état de fonte de manganèse, qui se

présente en masses fondues d'une couleur blanc-grisâtre, dont l'éclat métallique n'est pas très-vif; sa cassure est irrégulière, son grain est grenu, et quelquefois tellement fin, que la cassure paraît lisse et unie. Il est cassant et se laisse pulvériser facilement; il n'est pas magnétique. Sa densité égale 8.

Le manganèse s'altère peu à peu au contact de l'air, même dans des flacons qui paraissent bien fermés; il se change alors en une poudre brun-foncé, qui possède la propriété de s'enflammer à une température peu élevée, et de brûler à la manière de l'amadou en dégageant une odeur alliée des plus désagréables; après la combustion, la poudre est devenue noire.

Au chalumeau, la fonte de manganèse n'est pas altérée lorsqu'on la chauffe soit au feu oxydant, soit au feu réducteur.

Chauffée sur la lame de platine avec de la soude et du nitre, elle donne la coloration verte du manganate de potasse.

Oxydes de manganèse et leurs composés. — Le manganèse et tous ses composés sont faciles à caractériser au chalumeau.

Les composés du manganèse ne colorent point la flamme. Les sels chauffés seuls brunissent en se transformant en sesquioxyde ou en oxyde rouge; ce caractère rapproche les sels de manganèse des sels de cérium; ces derniers brunissent également lorsqu'on les chauffe seuls, mais la teinte qu'ils prennent est plus claire (couleur de cannelle) que celle qu'on obtient avec les sels de manganèse. Les oxydes de manganèse sont infusibles lorsqu'ils sont purs, ils peuvent fondre au contraire lorsqu'ils sont mélangés à de la silice, ils donnent alors des globules vitreux, noirs ou de couleur jaune-topaze très-foncé.

Le borax dissout facilement les oxydes et les sels de manganèse; il donne alors au feu d'oxydation, des verres qui sont couleur améthyste foncée tant qu'ils sont chauds, la teinte se modifie sensiblement par le refroidissement, elle s'éclaircit

et devient rouge-violet; au feu de réduction, les verres se décolorent complètement lorsqu'ils ne contiennent que peu de manganèse, ils conservent une teinte violacée faible lorsqu'ils en sont chargés. On peut aider beaucoup à la réduction de l'oxyde de manganèse qui colore une perle, en chauffant celle-ci après y avoir ajouté un peu d'étain. Si l'on veut au contraire avoir le maximum de coloration améthyste, surtout quand la perle ne contient que des traces de manganèse, on chauffe cette perle au feu d'oxydation après y avoir ajouté une parcelle de nitre.

Une perle de borax trop chargée de manganèse paraît opaque, et sa couleur semble noire; mais si on l'étire en fil fin lorsqu'elle est chaude, ce fil est transparent et de couleur améthyste. Les verres qu'on obtient ainsi en introduisant un excès d'oxyde de manganèse dans les fondants vitreux, ne se décolorent pas totalement au feu de réduction, même en y ajoutant de l'étain, ils conservent toujours une teinte améthyste très-foncée.

Avec les composés manganésifères qui contiennent du fer en quantité sensible, les perles de borax qu'on obtient au feu d'oxydation paraissent jaune-topaze foncé tant qu'elles sont chaudes, la couleur améthyste n'apparaît qu'après l'entier refroidissement du verre. Au feu de réduction, ces perles restent colorées en brun-verdâtre plus ou moins clair, selon les quantités de fer que contenait le mélange.

Le sel de phosphore se comporte avec les composés du manganèse sensiblement de la même manière que le borax; cependant il peut dissoudre beaucoup plus d'oxyde de manganèse que ce dernier, sans cesser d'être transparent, et à quantités égales, les teintes améthystes sont toujours plus claires avec le sel de phosphore qu'avec le borax, et ces teintes sont toujours plus violetées; il résulte également de cette propriété, qu'il est plus facile d'obtenir au feu de réduction une décoloration complète d'une perle de sel de phosphore, que d'une perle de borax.

Le caractère le plus sensible que les composés du manganèse présentent au chalumeau est la réaction qu'ils produisent avec la soude. La matière à essayer est réduite en poudre très-fine au mortier d'agate ; on la mélange ensuite avec trois ou quatre fois son poids de carbonate de soude et l'on chauffe le tout fortement sur la lame de platine, au feu d'oxydation, ou en dirigeant le dard de la flamme sous la lame de platine à l'endroit où se trouve le mélange. Le manganèse se dissout alors dans la soude en fusion en se transformant en manganate de soude, qui colore toute la masse fondue en un très-beau *vert*. Des traces imperceptibles de manganèse suffisent pour produire cette réaction, mais dans ce cas la teinte est vert-bleuâtre clair, au lieu d'être vert foncé. La réaction est plus nette lorsqu'on ajoute au mélange un peu de nitre ; on peut même la produire aussi facilement avec du nitre seul mélangé à la matière, sans carbonate de soude. La masse verte qu'on obtient dans ces conditions doit se dissoudre dans l'eau, et colorer celle-ci en vert, enfin le liquide vert au contact de l'air, passe peu à peu, du vert au violet et du violet au rouge (*caméléon minéral*).

Les matières manganésifères qui renferment du soufre ou de l'arsenic doivent être grillées sur le charbon, avant d'être soumises aux réactifs du chalumeau.

Les composés du manganèse ne sont point réduits à l'état métallique lorsqu'on les chauffe sur le charbon avec la soude ; dans ce cas, la soude fond et entre dans le charbon, tandis que le manganèse reste sous forme de protoxyde irréductible.

Minéraux du manganèse.

Les principaux minéraux du manganèse sont :

Les minéraux oxygénés. — L'hausmannite, la braunite, la pyrolusite, l'acérodèse, le peroxyde de manganèse hydraté et ses variétés, le peroxyde aluminifère, la psilomélane, la

brucite, et la franklinite. On trouve un peu d'oxyde de manganèse dans presque tous les oxydes de fer.

Les minéraux sulfurés. — Le manganèse sulfuré, l'hauérite (*bisulfure de manganèse*).

Les minéraux phosphorés et arséniés. — L'huréaulite, l'hétérozite, la triphylline, les manganèses phosphatés ferri-fères (*triplite, alluaudite, eisen-apatite*), le manganèse arsenical.

Les minéraux carbonatés. — Le manganèse carbonaté, l'oligonspath.

Les minéraux silicatés. — Le bisilicate de manganèse et ses variétés, le trisilicate de manganèse.

Les minéraux à acides métalliques. — Tungstate ferrifère, tantalates et tantalites ferrifères, titanates ferrifères.

En dehors des minéraux du manganèse, nous citerons les autres minéraux qui renferment des quantités notables de ce métal.

Le cobalt oxydé noir, les grenats manganésiens et beaucoup de grenats ordinaires, l'épidote manganésifère, la partschine, quelques variétés de pinite, la latrobite (variété d'anorthite), l'ottrélite, la phyllite, la karpholite, le péridot ferrugineux, la knébélite (*péridot manganésien*) la cronstedtite, l'arfwedsonite de Faroë (v. *d'amphibole*), les pyroxènes manganésiens (*jeffersonite, hypersthène, boltonite, etc.*), le liège de montagne, quelques micas, quelques variétés de tourmalines, surtout les lithinifères, l'helvine, le dysluite, la torrélite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU MANGANÈSE.

Hausmannite (oxyde rouge). — Ce minéral, qui est rare, est d'un noir-brunâtre, à éclat demi-métallique : sa poussière est brun-châtaigne, sa dureté est un peu supérieure à la chaux phosphatée. La forme primitive de ses cristaux est un prisme à base carrée, cependant on ne trouve pas de cristaux prismatiques, les cristaux les plus ordinaires sont des octaèdres

aigus à base carrée, surmontés souvent d'un autre octaèdre plus obtus. Sa densité est 4,722.

Au chalumeau, l'hausmannite est infusible ; elle donne avec les réactifs tous les caractères du manganèse.

Braunite (oxyde brachytype). — Sesquioxyde de manganèse. Ce minéral se trouve cristallisé ou en masses cristallines ; sa couleur est le brun-noir très-foncé ; sa poussière a la même teinte ; son éclat est imparfaitement métallique ; il est assez fragile quoique sa dureté soit supérieure à celle du feldspath. Sa densité varie de 4,75 à 4,818.

Au chalumeau, la braunite pure est infusible, mais lorsqu'elle renferme de la silice, elle peut fondre, quoique difficilement, en un globule noir, terne à sa surface. Elle prend une teinte rougeâtre lorsqu'on la chauffe au feu d'oxydation ; elle ne dégage pas d'eau dans le tube bouché ; elle contient souvent assez de baryte pour colorer la flamme en vert pâle. Avec les fondants vitreux et avec la soude, elle donne les caractères du manganèse.

Pyrolusite (oxyde prismatique). — Peroxyde de manganèse. Ce minéral se trouve cristallisé en prismes à huit pans terminés par un biseau, en masses botryoïdes rayonnées ou en masses mamelonnées. Sa couleur est le gris-noir ou le noir de fer ; sa poussière est complètement noire ; son éclat est métallique ; sa dureté est à peu près égale à celle de la chaux sulfatée. Sa densité varie de 4,83 à 4,94.

Au chalumeau, la pyrolusite ne donne pas sensiblement d'eau dans le tube bouché ; elle est infusible, mais elle devient rougeâtre lorsqu'on la chauffe, elle dégage alors de l'oxygène qu'il est facile de constater avec le tube bouché, à l'extrémité duquel une allumette présentant un point en ignition peut se rallumer ; avec les réactifs, elle présente tous les caractères du manganèse. Lorsqu'on la dissout dans les fondants vitreux, elle produit un bouillonnement du au dégage-

ment d'oxygène. Elle peut contenir assez de baryte pour colorer la flamme en vert pâle.

Acerdèse. — Sesquioxyde de manganèse hydraté. Ce minéral se trouve principalement en masses cristallines, fibreuses et radiées. Sa couleur est le gris de fer ou le gris d'acier, mais sa poussière est brune, ce qui le distingue de la pyrolusite dont il possède les caractères extérieurs; sa dureté est à peu près celle de la chaux carbonatée. La forme primitive de ses cristaux est un prisme rhomboïdal droit. Sa densité est de 4,33.

Au chalumeau, l'acerdèse donne beaucoup d'eau dans le tube bouché; elle est infusible, dégage peu d'oxygène et devient rougeâtre comme tous les oxydes de manganèse. Elle bouillonne beaucoup lorsqu'on la dissout dans les fondants vitreux, avec lesquels elle donne les réactions du manganèse.

Peroxyde de manganèse hydraté et toutes ses variétés. — Cet oxyde ne se trouve qu'en masses terreuses d'un brun très-foncé; sa poussière est brun-chocolat; sa densité est de 3 à 3,2.

Au chalumeau, il dégage beaucoup d'eau et d'oxygène; il présente avec les réactifs, les caractères du manganèse.

Tous les acides l'attaquent facilement; il produit instantanément du chlore quand on le traite par l'acide chlorhydrique.

Psilomélane (manganèse barytique). — Ce minéral, très-abondant à la Romanèche, n'est jamais cristallisé; il forme des masses concrétionnées botryoïdes, et même des stalactites; le plus ordinairement il est amorphe; sa cassure, égale ou conchoïde, est toujours mate; sa couleur est le noir-bleuâtre légèrement métalloïde; quelques parties sont souvent recouvertes d'une matière pulvérulente, d'un beau noir de

velours ; il raye le spath fluor, mais il est rayé par la chaux phosphatée. Sa densité est 4,145.

Au chalumeau, la psilomélane donne un peu d'eau au tube bouché ; elle dégage de l'oxygène en devenant rougeâtre ; elle est infusible et donne, avec les réactifs, les caractères du manganèse. La baryte qu'elle contient lui communique la propriété de colorer la flamme en vert pâle.

Brucite. — (Voyez aux minerais de zinc.)

Franklinite. — (Voyez aux minerais de fer.)

Manganèse sulfuré. — Ce minéral est très-rare, il est d'un gris d'acier foncé, éclatant dans sa cassure fraîche, mais qui se ternit promptement à l'air : il est assez tendre pour qu'on puisse le couper au couteau, cependant certains échantillons peuvent rayer la chaux carbonatée. On le trouve en masses lamelleuses possédant un triple clivage fort distinct, et quelquefois en cubes, le cube est sa forme primitive, mais ces cristaux sont excessivement rares. Sa densité égale 4,014.

Au chalumeau, le manganèse sulfuré se grille dans le tube ouvert sans émettre de sublimé ; chauffé sur le charbon il répand l'odeur de l'acide sulfureux, et à un certain moment du grillage on peut le fondre en une scorie brune, il se dissout imparfaitement dans la soude.

Le borax le dissout difficilement en donnant un verre qui est jaunâtre après le refroidissement ; on ne peut obtenir la couleur améthyste du manganèse avec le borax, qu'après avoir parfaitement grillé le minéral.

Il se dissout dans le sel de phosphore avec une vive effervescence, en produisant un dégagement de sulfure de phosphore gazeux qui brûle en colorant la flamme en un vert pâle ; le verre que l'on obtient est transparent ou incolore à chaud, mais il jaunit légèrement en refroidissant, il faut le chauffer longtemps au feu d'oxydation pour qu'il prenne la teinte amé-

thyste, qui caractérise le manganèse. Avant que le sulfure soit entièrement décomposé dans le sel de phosphore, le verre est brun, à chaud, et si on le laisse refroidir il devient noir, et contient une matière fixe en suspension.

Hauérite (bisulfure de manganèse). — Ce minéral se trouve cristallisé en cube, sa couleur est le brun-rougeâtre passant au brun-noir, sa poussière est rouge-brun, il raye la chaux carbonatée. Sa densité est de 3,46.

Au chalumeau, l'hauérite donne beaucoup de soufre, et se transforme en sulfure simple dont les caractères ont été décrits précédemment.

Huréaulite. — L'huréaulite est un phosphate de manganèse et de fer hydraté; ce minéral est cristallisé en prisme rhomboïdal oblique surmonté d'un biseau incliné, sa couleur est le jaune-rougeâtre, sa cassure est vitreuse, il est fortement translucide; il est aussi dur que la chaux phosphatée. Sa densité égale 2,27.

Au chalumeau, l'huréaulite donne de l'eau dans le tube bouché, elle est très-fusible en une perle noire, brillante. Chauffée avec de l'acide sulfurique concentré au fil de platine, elle colore la flamme en vert pâle, caractère de l'acide phosphorique. Les acides la dissolvent très-bien.

Hétérozite et Triphylline. — Phosphates de fer et de manganèse contenant plus de fer que de manganèse (voyez aux minéraux du fer).

Manganèses phosphatés ferrifères. — (Triplite, alluandite, eisen-apatite). Ces minéraux sont des phosphates de fer et de manganèse présentant sensiblement la même composition. On les trouve ordinairement en masses lamellaires ou en rognons. Leur couleur est le brun plus ou moins foncé, leur éclat est gras et résineux, leur dureté est assez considérable, ils rayent le verre faiblement. Leur densité varie de 3,44 à 3,97.

Au chalumeau, les manganèses phosphatés ferrifères sont fusibles avec bouillonnement, et donnent des globules noirs d'un lustre métallique, qui sont plus ou moins magnétiques. Avec les fondants vitreux et avec la soude, ils donnent les caractères du manganèse, avec l'acide sulfurique concentré, les caractères de l'acide phosphorique, et sur le charbon avec la soude, les caractères du fer.

Quelques variétés contiennent du fluor.

Manganèse arsenical. — Ce minéral se trouve en petites masses composées de couches mamelonnées, sa couleur est le blanc-gris, son éclat est métalloïde, assez vif ; sa texture est grenue, il est dur, mais cassant. Sa densité est de 5,55.

Au chalumeau, le manganèse arsenical donne dans le tube bouché avec de la soude et du charbon, les réactions de l'arsenic ; sur le charbon, il brûle avec une flamme bleu-livide en répandant l'odeur d'ail caractéristique, et en produisant des vapeurs blanches d'acide arsénieux, qui se déposent sous forme d'enduit blanc, sur le charbon ; sous l'action de la chaleur il tombe en poudre. Après avoir été parfaitement grillé il donne les réactions du manganèse avec la soude et avec les fondants vitreux.

Manganèse carbonaté. — Le carbonate de manganèse ne s'est jamais rencontré à l'état de pureté parfaite, il est toujours combiné à des quantités plus ou moins considérables de carbonates isomorphes de chaux, de fer et de magnésie.

Le manganèse carbonaté est presque toujours cristallisé ou lamelleux, cependant les cristaux bien nets sont rares, ils dérivent d'un rhomboèdre obtus. Sa couleur principale est le rose de chair perlé, légèrement translucide ; exposé pendant quelque temps à l'air humide, il brunit en absorbant de l'oxygène ; les échantillons qui contiennent du fer sont souvent colorés en brun. Il raye facilement la chaux carbonatée. Sa densité égale 3,59.

Au chalumeau, le manganèse carbonaté est infusible; sous l'action de la chaleur il perd sa couleur, devient gris-brun et même noir. Il donne avec la soude et avec les fondants vitreux les caractères du manganèse. Les acides le dissolvent avec effervescence.

Oligonspath. — Carbonate double de fer et de manganèse (voyez aux minéraux de fer).

Bisilicate de manganèse (manganèse silicaté rose). — Ce minéral se trouve en masses cristallines, en masses grenues et même en masses compactes; sa couleur est le rose-rouge, il en existe cependant des variétés noires. Il est translucide, son éclat est un peu nacré, sa cassure est lamelleuse, inégale ou esquilleuse, selon l'état de sa texture, il raye facilement le verre. Sa densité varie de 3,538 à 3,68.

Au chalumeau, le bisilicate de manganèse change de couleur, il brunit; au feu de réduction il fond en un émail ou en un verre transparent, de couleur rose, au feu d'oxydation il donne un globule noir métalloïde. Avec la soude et avec les fondants vitreux, il donne les réactions du manganèse.

Trisilicate de manganèse. — Ce minéral est rose, il forme des zones ondulées, son éclat est résineux, il raye le verre, mais il est fragile. Densité, 2,8.

Au chalumeau, il se comporte comme le précédent.

Il existe d'autres variétés de silicate de manganèse qui paraissent toutes provenir de la décomposition du bisilicate, leur couleur est le brun-clair, le rouge-brun, le jaunâtre et même le verdâtre, généralement leur densité est moins élevée que celle du bisilicate.

Wolfram. — Tungstate de fer et de manganèse (voyez aux minéraux du tungstène).

Tantalite (colombite, baiérine). — Tantalate de fer et de manganèse (voyez aux minéraux du tantale).

Titanate ferrifère. — (Voyez aux minéraux du titane.)

Cobalt oxydé noir. — (Voyez aux minéraux du cobalt.)

Grenat-manganésien. — (Voyez les grenats aux minéraux de l'alumine.)

Épidote manganésifère. — (Voyez aux minéraux de la chaux.)

Karpholite. — Silicate d'alumine, de manganèse et de fer hydraté. Ce minéral se présente en fibres soyeuses rayonnées, d'un jaune-paille foncé ou clair; son éclat est légèrement nacré, il raye le spath-fluor, mais il est rayé par le feldspath. Sa densité est de 2,935.

Au chalumeau, la karpholite donne de l'eau dans le tube bouché; chauffée seule sur le charbon elle blanchit, se gonfle, puis fond lentement en un verre brun, opaque, qui est plus foncé après avoir été chauffé à la flamme oxydante. Avec les fondants vitreux et avec la soude, la karpholite donne les caractères du manganèse.

Knébélite (Péridot manganésien). — Silicate de fer et de manganèse. Ce minéral est en masses compactes et tenaces, d'un gris-brunâtre, à cassure conchoïde, un peu luisante. Sa densité est 3,714.

Au chalumeau, la knébélite est infusible, elle donne avec les réactifs, tous les caractères du manganèse.

Helvine. — (Voyez aux minéraux de la glucine.)

Torrélite. — (Voyez aux minéraux du tantale.)

FER.

Fer, fontes, aciers, alliages. — Le fer, les fontes et les alliages qui renferment du fer se reconnaissent facilement à

leur aspect particulier connu de tous, ils possèdent, en outre, la propriété caractéristique d'être fortement magnétiques.

Des petits fragments de fer, de fonte ou d'acier chauffés à une haute température, au feu d'oxydation, brûlent en lançant des étincelles brillantes dans tous les sens. Le fer chauffé avec la soude sur le charbon est complètement infusible, tandis que la fonte et l'acier peuvent fondre sous forme de petits culots; mais pour obtenir ce résultat il faut chauffer fortement, et n'opérer que sur de très-petites quantités de matière.

Oxydes et sels de fer. — Quelques oxydes de fer sont magnétiques.

Les composés du fer ne colorent point la flamme. Le peroxyde de fer est infusible, il est inaltérable au feu d'oxydation, mais il noircit et devient magnétique au feu de réduction; lorsqu'il est hydraté et qu'on le chauffe, il devient anhydre en changeant de couleur, ainsi de jaune-ocre ou de rouille plus ou moins foncé qu'il était, il devient rouge-brun très-foncé. Le peroxyde de fer anhydre lui-même devient noir-brun sous l'action de la chaleur, mais en refroidissant il reprend sa couleur rouge primitive qui est à peine modifiée, tandis que le peroxyde hydraté qui a été chauffé reste rouge après le refroidissement.

Presque tous les sels de fer sont décomposés par la chaleur; la plupart jaunissent d'abord en passant à l'état de sous-sels, puis ils laissent un résidu de peroxyde de fer, ou d'oxyde de fer magnétique.

Les oxydes et les sels de fer se comportent avec les fondants vitreux de la manière suivante :

Avec le borax au feu d'oxydation ils donnent des perles qui, lorsqu'elles ne sont pas trop chargées de matière, sont rougâtres tant qu'elles sont chaudes, et qui deviennent jaunes en refroidissant. Cette dernière teinte s'affaiblit peu à peu et les perles sont tout à fait incolores lorsqu'elles sont froides. Quand la perle est sursaturée d'oxyde de fer, elle est rouge-

brun à chaud, et elle reste jaune plus ou moins foncé après le refroidissement.

Au feu de réduction, les perles de borax contenant du fer paraissent brun-rouge tant qu'elles sont chaudes, puis cette teinte disparaît pour faire place à la couleur vert-bouteille qui est caractéristique pour le fer. Cette teinte est due à la transformation du peroxyde de fer en oxyde magnétique ; elle est quelquefois si foncée que les perles paraissent noires et opaques. On obtient facilement la réduction du peroxyde de fer dans les fondants vitreux, en ajoutant aux perles un peu d'étain, alors la réduction est complète et souvent la teinte vert-bouteille se change en vert clair, tout à fait semblable au sulfate de protoxyde de fer, ce qui paraît indiquer que dans ce cas le fer est entièrement ramené à l'état de protoxyde.

Avec le sel de phosphore, les composés du fer se comportent au feu d'oxydation et au feu de réduction sensiblement de la même manière qu'avec le borax. Cependant il faut employer beaucoup plus de matière ferrugineuse pour obtenir, avec le sel de phosphore, des perles ayant les mêmes teintes que les perles de borax ; aussi la décoloration complète des perles après le refroidissement, s'obtient-elle plus facilement avec le sel de phosphore qu'avec le borax.

Lorsque les perles de sel de phosphore sont sursaturées d'oxyde de fer, elles prennent au feu d'oxydation et après le refroidissement complet, une teinte rougeâtre ; dans le même cas, les perles de borax sont jaunes.

Quand le fer est uni au soufre ou à l'arsenic, il est indispensable d'opérer un grillage complet de la matière avant de l'essayer avec les fondants vitreux ; sans cette précaution, on n'obtient que des perles brunes ou noires.

Les composés du fer se réduisent facilement à l'état métallique lorsqu'on les chauffe sur le charbon avec du carbonate de soude ; le fer étant infusible reste disséminé dans la masse fondue, sous forme de poudre noire qui est très-magnétique, et que l'on peut isoler facilement par des lavages à l'eau. Voici

du reste comment on opère pour obtenir cette réduction, pour isoler le fer et constater son magnétisme : La matière est pulvérisée en poudre fine et mélangée, dans les cas ordinaires, avec deux ou trois fois son poids de carbonate de soude sec, et avec cinq ou six fois son poids du même sel, lorsque la matière est siliceuse. On fond le mélange sur le charbon en opérant dans la flamme réductrice, on chauffe jusqu'à ce que la masse fondue paraisse bien noire ; on la laisse refroidir et on l'enlève avec la pointe d'un couteau. Il arrive parfois que le mélange fondu a été absorbé par le charbon ; dans ce cas, on enlève avec le couteau une certaine épaisseur de charbon, là où la matière a été absorbée. La substance retirée du charbon est pulvérisée en poudre fine sur le mortier d'agate, puis on la triture avec le pilon après y avoir ajouté une certaine quantité d'eau, celle-ci dissout les sels de soude qui se sont formés, et tient en suspension la poudre de fer métallique et du charbon très-divisé ; mais comme ce dernier est très-léger, il surnage tandis que le fer se rassemble rapidement au fond du liquide ; on décante avec précaution, on lave à plusieurs reprises avec de l'eau distillée ; enfin lorsque toute la soude et tout le charbon ont été séparés, on dessèche la poudre de fer à une douce chaleur, et après le refroidissement complet, on constate ses propriétés magnétiques avec le barreau aimanté. C'est en opérant avec soin, comme il vient d'être dit, qu'il est facile de déceler la présence de petites quantités de fer dans les silicates naturels.

Lorsque le fer est mélangé avec du cérium, il n'est guère possible de distinguer ces deux métaux d'après les teintes que présentent les perles vitreuses, attendu que le cérium présente au feu d'oxydation les mêmes phénomènes de coloration et de décoloration que le fer ; cependant, au feu de réduction, les perles de cérium se décolorent, et les perles contenant du fer restent colorées en vert-bouteille.

Les mélanges de fer et de manganèse se reconnaissent facilement au chalumeau. Avec les fondants vitreux, au feu d'oxy-

dation, on obtient des perles qui sont jaunâtres à chaud et qui deviennent améthyste après le refroidissement. Au feu de réduction les perles qui sont jaunâtres à chaud deviennent vert-sale à froid. Avec la soude sur le charbon, on obtient du manganate de soude vert, soluble dans l'eau, et du fer en poudre noire, facile à isoler, comme il a été dit plus haut.

Minéraux du fer.

Les principaux minéraux du fer sont : *Le fer métallique*.
Fer météorique.

Les minéraux oxygénés. — Le fer oxydulé (*oxyde magnétique*), la franklinite, le fer oligiste (*peroxyde de fer*), le fer oxydé hydraté (*limonite, hématite brune*).

Les minéraux sulfurés et tellurés. — Le fer sulfuré (*pyrites jaunes et blanches*), le fer sulfuré magnétique (*pyrite magnétique*). Le fer telluré (*tellure natif*).

Les minéraux arsénio-sulfurés et arséniés. — Le mispickel (*pyrite arsenical*). Le fer arsenical (*arsénio-sidérite*).

Minéraux sulfatés. — Le fer sulfaté vert, le fer sulfaté rouge, la coquimbite, la copiapite, la pittizite et ses variétés (*fer sous-sulfaté*), l'alun de plume (*davyte*).

Minéraux arséniatés et arsénio-sulfatés. — Le fer arséniaté et ses variétés (*pharmacosidérite, scorodite, arsénio-sidérite*), la sidéritine.

Minéraux phosphatés. — Les fers phosphatés bleux (*vivianite, fer phosphaté bleu terreux*), le fer phosphaté vert (*dufrénite*), le fer phosphaté brun terreux (*delvauxine*), le kakoxène.

Minéraux carbonatés. — Le fer carbonaté (*fer spathique*) et ses variétés (*oligonspath, mésitinspath, junckérite*), l'oxalate de fer (*humboldtite*).

Minéraux silicatés. — La cronstedtite, la sidéroschisolite, l'hisingérite et ses variétés, la chloropale, la chamoisite (voy. plus bas les silicates multiples contenant du fer).

Minéraux à acides métalliques. — Le fer chromé, les fers titanés (*ilménite*, la *crichtonite*, la *mengite*, les *sables titani-fères*, les tantalates (*tantalite* ou *columbite*, *baïérine*), les tungstates (*wolfram* ou *schéelin ferrugineux*).

A cette liste de minéraux du fer, il faut ajouter un nombre considérable de silicates, multiples dont les principaux sont : les pierres météorites, la staurotide, le grenat almandin, la mélanite, les épidotes ferrugineuses (*thallite*, *achmatite*, *puschlinité*, *bucklandite*, *partschine*), la cordiérite, la sordawallite, la whicthine, la mellilite, l'ottrélite, la rhodalite, la vermiculite, la ripidolithe, la chlorite et ses variétés, la pennine, la kirwanite, les terres vertes alumineuses, la sismondine et ses variétés (*chloritspath*, *chloritoïde*, *masonite*), la bombite, la pierre ollaire, quelques serpentines, le péridot, quelques variétés d'amphibole, le habingtonite, les pyroxènes ferrugineux (*pargasite*, *hedenbergite*, *jeffersonite*, *hudsonite*, *grunerite*, *augite*, *hypersthène*, *basalle*, etc.), le diallage, la gédrite, la palagonite, l'ilvaïte, l'achmite, la krokidolite, quelques micas, les tourmalines, l'axinite, la schorlamite, quelques spinelles, la dysluite, etc.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU FER.

Fer oxydulé (oxyde magnétique). — Ce minéral se rencontre bien cristallisé ou en masses granuleuses ou grenues; sa couleur est le gris de fer foncé, sa poussière est noire, son éclat métallique. Sa cassure à grains fins est brillante comme de l'acier; il raye le spath fluor, mais est rayé par le quartz. Il est fortement magnétique et le plus souvent magnétique polaire; sa forme primitive est l'octaèdre; l'octaèdre régulier est du reste sa forme habituelle. Sa densité est de 5,094.

Au chalumeau, le fer oxydulé est infusible; sous l'influence de la chaleur il prend une teinte brune et cesse d'être magnétique. Avec les réactifs vitreux et réducteurs il présente tous les caractères du fer.

Franklinite. — Ce minéral ressemble beaucoup à l'oxyde magnétique; il est en grains ou en masses amorphes, il cristallise aussi en octaèdres réguliers, sa couleur est noire métalloïde, sa poussière est rouge-brun foncé, sa cassure est conchoïde; il est luisant, magnétique, mais beaucoup moins que le fer oxydulé, il ne possède pas le magnétisme polaire. Sa densité est de 5,09.

Au chalumeau, la franklinite donne les caractères du fer, du manganèse et du zinc.

Fer oligiste. — Ce minéral se présente avec des aspects différents qui divisent le fer oligiste en trois groupes qui sont : *le fer oligiste métalloïde, le fer oligiste concrétionné ou hématite rouge, et le fer oxydé rouge terreux.*

1° Le fer oligiste métalloïde est le plus ordinairement en cristaux dont la forme primitive est un rhomboèdre; on le trouve aussi en masses lamelleuses très-brillantes, qui reçoivent le nom de *fer spéculaire*, et en masses composées de paillettes qui ont reçu le nom de *fer micacé*. Le fer oligiste métalloïde est gris d'acier, son éclat est métallique; certains cristaux ont leur surface irisée et présentent des couleurs variées, semblables à celles de la gorge des pigeons. Ses lames minces sont translucides; sa poussière est rouge. Il raye la chaux phosphatée; il est rayé par le quartz. Sa densité égale 5,240;

2° Fer oligiste concrétionné (*hématite*). — Masses uniformes ou stalactites, d'un rouge-brun, mais dont la poussière est rouge; sa structure est fibreuse. Sa dureté égale celle du fer oligiste métalloïde; il sert pour brunir les métaux et prend le nom de *brunissoir*. Sa densité varie de 4,80 à 5;

3° Fer oxydé terreux. — Ce minéral est compact, granulaire ou terreux. Sa couleur est rouge; il est sans éclat, sa cassure est unie ou conchoïde, grenue ou terreuse. Cette variété est très-fréquemment mélangée d'oxyde de manganèse et de fer oxydé hydraté.

Au chalumeau, toutes les variétés de fer oligiste présentent

les caractères du fer ; elles sont toutes infusibles ; lorsqu'on les chauffe, leur teinte fonce beaucoup en passant au violet-brun foncé, mais en refroidissant elles reprennent leur teinte rouge ordinaire. Elles deviennent toutes altérables à l'aimant, après avoir été chauffées quelques instants sur le charbon.

Fer oxydé hydraté. — Ce minéral qui est très-abondant se présente sous des formes très-variables ; il est, soit en masses concrétionnées, soit en roches, soit en grains isolés ou en grains agglutinés de grosseurs variables ; ces différences de formes lui font donner des noms différents ; il est connu sous les noms d'*hématite brune*, *minerai en roches*, *minerai géodique* ou *œtite*, *minerai en grains*, *minerai oolitique*, *minerai terreux*, *minerai vitreux*, *résineux*, *limoneux*, etc. Le fer oxydé hydraté est brun, sa poussière est jaune-brun, sa dureté ne dépasse pas celle de la chaux carbonatée. Sa densité peut s'élever jusqu'à 3,4 ; elle descend quelquefois à 3.

Au chalumeau, le fer oxydé hydraté donne de l'eau dans le tube bouché ; il change de couleur en devenant anhydre, et de jaune-brun il devient rouge, cette dernière teinte se maintient après le refroidissement ; chauffé fortement sur le charbon, il laisse une scorie noire attirable à l'aimant ; il se comporte du reste comme tous les composés du fer.

Fer sulfuré. — *Pyrite jaune.* — *Pyrite blanche.* — Le fer sulfuré jaune, pyrite jaune ou pyrite commune, est d'un beau jaune d'or, ou d'un jaune de laiton ; son éclat est métallique, les faces de ses cristaux sont très-éclatantes. Sa forme dominante est le cube, ses modifications sont le dodécaèdre pentagonal et l'icosaèdre ; on le trouve aussi sous forme de stalactites cylindriques, globuleuses ou simplement mamelonnées. Sa dureté est considérable, il fait feu au briquet, il raye le feldspath, mais il est rayé par le quartz ; sa poussière est d'un vert-noirâtre. Sa densité égale 4,83.

Le fer sulfuré blanc ou pyrite blanche est d'un blanc-jau-

nâtre, à reflets verdâtres avec éclat métallique; il constitue des cristaux et des concrétions, mais il existe fréquemment sous forme de boules à cassure radiée, et presque toujours la surface de ces boules est hérissée de tous côtés de pointes qui sont des extrémités de cristaux.

Sa forme primitive est un prisme droit rhomboïdal de $106^{\circ}2'$ et $73^{\circ}58'$. Sa dureté est la même que celle de la pyrite jaune. Sa densité est de 4,75.

La plupart des pyrites blanches s'effleurissent au contact de l'air, et se transforment en sulfate.

Au chalumeau, les pyrites jaunes et les pyrites blanches se comportent de la même manière; chauffées seules dans le tube bouché, elles laissent volatiliser du soufre qui vient se déposer sur les parties froides du tube, et dégagent une faible odeur d'acide sulfureux; elles se transforment alors en protosulfure ou en sulfure magnétique; dans le tube ouvert, elles se grillent complètement en dégageant l'odeur de l'acide sulfureux; chauffées à l'extrémité de la pince à bouts de platine ou sur le charbon, elles répandent à la première impression du feu, une odeur de soufre particulière qui se change bientôt en celle de l'acide sulfureux; presque toujours la matière s'enflamme et brûle à la manière du soufre, c'est-à-dire avec une flamme bleue à peine visible. Il est difficile de les transformer complètement en oxyde de fer par le grillage dans la flamme oxydante. Sur le charbon, les pyrites se transforment en sulfure magnétique qui fond en un globule dans la flamme réductrice.

Les pyrites ne donnent les caractères du fer avec les fondants vitreux qu'après avoir été parfaitement grillées.

Les pyrites chauffées avec de la soude sur le charbon se transforment en protosulfure qui est fusible, et qui reste en suspension, sous forme de culot métallique, dans le sulfure de sodium qui s'est produit.

Fer sulfuré magnétique (pyrite magnétique). — Ce mi-

néral est couleur jaune de bronze foncé; mélangé de rouge, son éclat métallique est peu prononcé; il forme des masses grossièrement lamelleuses, quelquefois grenues; il cristallise rarement; sa forme est un prisme hexaèdre régulier dans lequel un des côtés de la base est à peu près égal à la hauteur. Sa cassure est inégale et se ternit à l'air.

La pyrite magnétique est moins dure que les autres pyrites; elle est rayée par le spath fluor, mais elle raye la chaux carbonatée. Sa densité varie de 4,52 à 4,66. Elle agit sur le barreau aimanté.

Au chalumeau, la pyrite magnétique n'éprouve aucune altération dans le tube bouché; dans le tube ouvert, elle se grille facilement en dégageant de l'acide sulfureux, mais sans produire de sublimé. Sur le charbon dans la flamme oxydante, elle se transforme en peroxyde de fer; chauffée fortement dans la flamme réductrice, elle fond en un globule dont l'ignition persiste quelques instants après qu'on l'a retiré du feu; après le refroidissement, ce globule paraît noir, sa surface est inégale et cristalline. Sa cassure est cristalline, de couleur jaunâtre et possède l'éclat métallique.

Fer telluré. — (Voyez tellure natif, page 128.)

Mispickel (pyrite arsenical, arsénio-sulfure de fer). — Ce minéral se trouve cristallisé ou en masses amorphes; la forme primitive de ses cristaux est un prisme droit rhomboïdal dont les angles sont $111^{\circ}12'$ et $68^{\circ}48'$. Sa couleur est le blanc d'étain; il possède un grand éclat métallique; sa cassure est grenue; il est assez dur pour faire feu au briquet; il raye la chaux phosphatée, mais il est rayé par le feldspath. Sa densité égale 6,127.

Au chalumeau, le mispickel, chauffé seul dans le tube bouché, donne d'abord un sublimé rouge, de sulfure d'arsenic, puis un sublimé noir et enfin de l'arsenic métallique; il reste un résidu de pyrite magnétique contenant encore de l'arsenic.

Sur le charbon, il répand immédiatement l'odeur d'ail caractéristique de l'arsenic, dégage des fumées épaisses d'acide arsénieux, qui forment un enduit blanc sur le charbon, et fond en un globule noir qui a toute l'apparence du globule donné par la pyrite magnétique; la flamme prend une teinte livide.

Le mispickel contient souvent du cobalt; dans ce cas, lorsqu'il a été parfaitement grillé, il colore les fondants vitreux en bleu, mais cette coloration n'est bien nette que lorsque les perles sont complètement refroidies.

Fer arsenical (arsénio-sidérite). — Ce minéral, qui est rare, ressemble beaucoup au mispickel; il cristallise comme lui en prisme droit rhomboïdal, mais il est plus pesant; sa densité égale 7,22

Au chalumeau, il donne les caractères de l'arsenic et du fer; il est fusible.

Fer sulfaté vert. — Ce sel se produit par l'oxydation des pyrites de fer; il est rarement bien cristallisé; il se présente sous la forme d'efflorescences verdâtres, ou sous celle de filaments soyeux, désignés sous le nom d'*alun de plume*; dans ce cas le sulfate de fer est uni à du sulfate d'alumine. Sa densité égale 1,90.

Au chalumeau, il donne les caractères du fer et de l'acide sulfurique; il est fortement hydraté.

Fer sulfaté rouge. — Ce sel est encore produit par l'altération des pyrites; il est composé de sulfate de protoxyde et de sulfate de peroxyde de fer; il est rouge-hyacinthe ou d'un jaune d'ocre; il est transparent et tendre; il prend de l'éclat sous le couteau. Les cristaux sont groupés sous forme botryoïde; leur forme est un prisme rhomboïdal oblique. Sa densité égale 2,039.

Au chalumeau, il donne les mêmes caractères que le précédent.

Dans cet ordre de minéraux, il faut faire entrer la *coquimbite*, la *copiapite*, la *pittozite* et ses variétés, qui sont tous des sulfates de fer plus ou moins basiques, et qui tous sont le résultat de l'altération des pyrites.

Fer arséniaté et ses variétés (pharmacosidérite, scorodite, arsénio-sidérite). — Ce minéral est toujours cristallisé ; sa forme habituelle est le cube ; les cristaux ont souvent à l'extérieur un éclat vif et adamantin ; sa couleur est le vert-foncé ; en lames minces, il est transparent ; sa cassure présente un éclat gras, elle est inégale et conchoïde. Sa dureté égale celle de la chaux carbonatée ; la chaleur le rend électrique. Sa densité égale 3.

Au chalumeau, dans le tube bouché, les fers arséniatés deviennent blanc-jaunâtre en abandonnant de l'eau, puis passent au vert-sombre taché de rouge, puis enfin rouge, en laissant dégager de l'acide arsénieux. Si, après les avoir desséchés, on les chauffe dans le tube avec du cyanure de potassium ou un mélange de soude et de charbon, ils dégagent de l'arsenic métallique, qui se dépose sous forme d'anneau noir.

Sur le charbon, ils fondent en une scorie grise métallique, attirable à l'aimant, en répandant une fumée abondante d'acide arsénieux, et l'odeur d'ail caractéristique, le charbon se recouvre d'un enduit blanc d'acide arsénieux et la flamme prend une teinte livide.

Fer phosphaté bleu (vivianite, bleu de Prusse natif). — Le fer phosphaté bleu se présente cristallisé ou à l'état fibreux bacillaire, ou en masses terreuses, tendres, à la manière de la craie, ou compactes et ayant une certaine dureté ; quelquefois il prend la forme de cylindres creux. Les cristaux de vivianite dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique. La couleur bleue du fer phosphaté est variable ; elle est claire ou foncée ; quelques échantillons ont une teinte verdâtre, d'autres sont gris de lin, enfin quelques échantillons rares sont

blancs ou blanc-jaunâtre, mais ils s'altèrent au contact de l'air et deviennent bleus. Le fer phosphaté le plus dur est rayé par la chaux carbonatée, mais il raye le gypse. La densité des cristaux est de 2,661.

Au chalumeau, les fers phosphatés donnent beaucoup d'eau dans le tube bouché; ils s'y boursoufflent et se parsèment de taches grises et rouges.

Chauffés seuls sur le charbon, ils commencent par se boursouffler, puis ils fondent facilement en un globule cassant, d'un gris d'acier à éclat métallique.

Avec la soude, sur le charbon au feu de réduction, ils donnent des grains de fer phosphoré attirables à l'aimant.

Chauffés à l'extrémité du fil de platine avec de l'acide sulfurique concentré, ils colorent la flamme en vert-jaunâtre (caractère de l'acide phosphorique).

Avec les fondants vitreux, ils donnent les caractères du fer.

Fer phosphaté vert (dufrénite) et fer phosphaté brun (delvauxine), kakoxène, hétérozite, triphylline et tétraphylline.

La dufrénite constitue des rognons de 6 à 10 millimètres de diamètre, à cassure fibreuse radiée; sa couleur est le vert-poireau ou le vert-olive très-foncé, quelques échantillons sont presque noirs. Sa densité égale 3,227.

La delvauxine se trouve en masses réniformes, fragiles, à texture compacte et à cassure conchoïde; sa couleur est le brun-marron ou le brun-noir; sa poussière est brun-jaunâtre; son éclat est résineux. Sa densité est de 4,85.

La kakoxène se trouve en fibres très-déliées, d'un jaune très-clair; ces fibres ressemblent à de l'asbeste.

L'hétérozite est en masses lamelleuses gris-verdâtre, passant au violet à l'air, elle raye le verre. Sa densité varie de 3,39 à 3,52. Ce minéral donne aussi les caractères du manganèse.

La triphylline et la tétraphylline sont en masses lamel-

leuses d'un gris-bleuâtre, rayant le verre; leur densité égale 3,6. Ces minéraux contiennent du manganèse et de 5 à 8 p. 100 de lithine.

Au chalumeau, toutes ces variétés de fer phosphaté se comportent de la même manière que le fer phosphaté bleu, décrit précédemment.

Fer carbonaté (fer spathique, fer carbonaté lithoïde). — Ce minéral se trouve en cristaux, en masses lamellaires, en masses amorphes et en rognons. Sa couleur varie du blanc légèrement jaunâtre au brun foncé, avec toutes les nuances intermédiaires. Ses cristaux ont pour forme primitive un rhomboëdre obtus de 107° , cette forme est en même temps la plus habituelle; ils sont rarement transparents, mais ils sont toujours fortement translucides; ils possèdent trois cli-vages parallèlement aux faces du rhomboëdre.

Le fer carbonaté cristallisé est un peu plus dur que la chaux carbonatée. Sa densité est de 3,829.

Le fer carbonaté compact ou minerai de fer des houillères est moins dur que le précédent. Sa densité varie de 3 à 3,05.

Au chalumeau, le fer carbonaté décrépité lorsqu'on le chauffe; sous l'action de la chaleur, il noircit, et se divise en poudre fine qui est attirable à l'aimant; il ne dégage point d'eau dans le tube bouché; avec les réactifs, il donne tous les caractères du fer.

Le fer carbonaté se dissout dans les acides avec effervescence, mais la réaction est très-lente à froid; elle ne se fait bien que lorsqu'on chauffe légèrement.

Ces caractères s'appliquent également aux variétés de fer carbonaté qu'on a appelées *oligonspath* et *mésitinspath*; le premier est une combinaison de carbonate de fer et de carbonate de manganèse, et le second, du carbonate de fer combiné avec le carbonate de magnésie.

Fer oxalaté (oxalate de fer, oxalite, humboldtite). — Ce mi-

néral, qui est rare, est d'un jaune-serin ; on le trouve en petites masses terreuses très-tendres, ou en morceaux aplatis, grenus ou cristallins. Sa densité varie de 1,3 à 1,4.

Au chalumeau, dans le tube bouché, le fer oxalaté dégage de l'eau, puis il répand une forte odeur de matière organique brûlée, enfin il noircit et donne un résidu attirable à l'aimant qui présente tous les caractères du fer.

Fers silicatés. — Cronstedtite. — Ce minéral est un silicate de protoxyde de fer hydraté, on le trouve en prismes hexaèdres, en cristaux radiés formant des rognons orbiculaires, et en masses cristallines et réniformes. Sa couleur est le brun-foncé, le vert-noirâtre très-luisant, ou le noir de jais. Sa poussière est vert-poireau foncé, son éclat est résineux, il est opaque, il est très-tendre et se laisse rayer par l'ongle. Sa densité égale 3,348. Il n'est point attirable à l'aimant.

Au chalumeau, la cronstedtite donne de l'eau dans le tube bouché. Sur le charbon, elle se scorifie légèrement sans fondre. Elle donne avec les réactifs les caractères du fer et de la silice. Elle fait gelée avec les acides.

Sidéroschisolite. — Ce minéral est un silicate de peroxyde de fer hydraté, on le trouve cristallisé en petits prismes à six faces. Sa couleur est le noir de velours. Sa poussière est verte; il est opaque, le chaux carbonatée le raye. Sa densité est de 3.

Au chalumeau, dans le tube bouché, la sidéroschisolite donne de l'eau. Sur le charbon, elle fond avec facilité en une scorie noire attirable à l'aimant ; elle donne avec les réactifs les caractères du fer et de la silice. Elle fait gelée avec les acides.

Hisingérite et ses variétés. — Silicate hydraté contenant le fer sous ses deux états d'oxydation. Ce minéral se trouve en rognons de 2 à 3 centimètres de diamètre, possédant un clivage facile qui leur communique une structure feuilletée, cepen-

nant ce minéral est terreux. Sa couleur est le noir-brun ; il est très-peu dur, sa densité est de 3,045.

Au chalumeau, l'hisingérite donne de l'eau dans le tube bouché, chauffée sur le charbon elle devient magnétique, elle fond difficilement. Avec les réactifs elle donne les caractères du fer et de la silice.

Chloropale. — Silicate de protoxyde de fer hydraté. Ce minéral est compact ou terreux, sa couleur est le vert-pré ou le vert-brunâtre, sa cassure est terreuse ou résineuse, il est opaque ou translucide. Sa densité est égale à 2.

Au chalumeau, la chloropale donne de l'eau dans le tube bouché, elle change de couleur lorsqu'on la chauffe, elle noircit puis devient brune. Elle est infusible. Avec les réactifs, elle donne les caractères du fer et de la silice.

Chamoisite. — Silicate de protoxyde de fer alumineux hydraté. Ce minéral est compact, oolitique, de couleur gris foncé verdâtre, attirable à l'aimant, aussi dur que la chaux carbonatée. Sa densité égale 3,4.

Au chalumeau, la chamoisite donne de l'eau dans le tube bouché, elle est fusible sur le charbon, elle donne avec les réactifs les réactions du fer et de la silice, elle fait gelée avec les acides.

Fer chromé. — (Voy. aux minéraux du chrome.)

Fers titanés. — (Voy. aux minéraux du titane.)

Tantalite ou colombite. — (Voy. aux minéraux du tantale.)

Wolfram. — (Voy. aux minéraux du tungstène.)

CHROME.

Chrome métallique. — Le chrome métallique est assez rare, il se présente sous plusieurs états allotropiques qui possèdent des affinités différentes pour l'oxygène.

Certain chrome métallique chauffé sur le charbon s'enflamme presque aussitôt, et se transforme en sesquioxyde de chrome vert-foncé presque noir, d'autres ne s'altèrent qu'à la surface.

Oxydes de chrome et composés du chrome. — Les oxydes de chrome et les composés du chrome se reconnaissent avec facilité au chalumeau.

Les oxydes de chrome ne sont point réduits sur le charbon; ils sont infusibles à la température du chalumeau ordinaire, mais chauffés au chalumeau alimenté par de l'oxygène, ils fondent en une matière noir-verdâtre, à aspect pierreux, d'une grande dureté.

Les oxydes et les composés du chrome ne colorent point la flamme; chauffés avec de la soude et du nitre sur la lame de platine, ils sont tous attaqués et se transforment en chromate neutre de potasse et de soude, d'une couleur jaune caractéristique; la matière fondue est très-soluble dans l'eau à laquelle elle communique sa couleur jaune. Si l'on sature la liqueur par de l'acide acétique, et qu'on y ajoute ensuite de l'acétate de plomb, on obtient à l'instant un beau précipité jaune de chromate de plomb (caractéristique).

Les composés du chrome colorent les fondants vitreux, tant au feu d'oxydation qu'au feu de réduction, en un beau vert-émeraude qui est caractéristique, toutefois la teinte verte n'est bien nette que lorsque la perle vitreuse est complètement froide: à chaud, la perle est souvent jaune un peu verdâtre, et quelquefois tout à fait jaune, surtout avec le borax. Avec le sel de phosphore les perles chaudes sont violacées.

La dissolution de l'oxyde de chrome dans les fondants vitreux se fait lentement.

La soude ne réduit point l'oxyde de chrome sur le charbon, mais elle le dissout et l'entraîne dans celui-ci, lorsqu'on opère la fusion au feu d'oxydation; cette réaction permet de séparer le fer du chrome; au feu de réduction, la soude entre seule

dans le charbon, et laisse l'oxyde de chrome sous forme spongieuse.

Le fer peut être séparé du chrome dans les essais en traitant la matière sur la lame de platine avec la soude et le nitre, le chrome entre en dissolution à l'état de chromate, tandis que le fer reste insoluble.

Les mélanges de manganèse et de chrome se distinguent, au chalumeau, en les traitant avec la soude et le nitre sur la lame de platine ; la masse verte qu'on obtient n'indique que le manganèse, car sa couleur masque celle du chrome ; mais si l'on reprend par l'eau et qu'on filtre le liquide, les manganates alcalins sont décomposés par le papier du filtre, et la liqueur passe colorée en jaune, par les chromates alcalins, que l'on caractérise ensuite en saturant par l'acide acétique et en précipitant par l'acétate de plomb.

Les mélanges de manganèse et de chrome traités avec les fondants vitreux donnent des perles qui sont d'un violet sale au feu d'oxydation, et d'un vert-émeraude au feu de réduction, surtout si l'on fait intervenir l'étain, dans les cas où le manganèse est en excès.

Minéraux du chrome.

Les minéraux du chrome sont : le chrome oxydé et ses variétés (*wolckonskite*, *miloschine*, *serbian*), le chrome sulfuré, le fer chromé, le plomb chromé (*vauquelinite*), le plomb chromaté (*plomb rouge*, *mélanochroïte*), l'ouwarite ou grenat chromifère et quelques minéraux, roches ou silicates, qui ne contiennent que quelques centièmes ou même quelques millièmes d'oxyde de chrome, tels sont : l'émeraude verte, le spinelle rouge ou rubis, certains diallages, des serpentines, des micas, quelques clinochlores, etc.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE CHROME.

Chrome oxydé (*wolckonskite*, *miloschine*, *serbian*). — Le chrome oxydé et ses variétés peuvent être considérés comme

des argiles chromifères. Ces corps terreux recouvrent quelquefois des roches quartzesuses, ou se trouvent en masses compactes, qui ressemblent à de l'écume de mer qui serait colorée en vert par de l'oxyde de chrome. Leur couleur verte varie du vert-clair au vert-sombre. Leur densité est environ 2,2.

Au chalumeau, le chrome oxydé donne beaucoup d'eau dans le tube bouché en devenant plus foncé en couleur ; chauffé fortement, il devient jaune-brun. Avec les réactifs il donne les caractères du chrome. Il fait gelée avec les acides.

Chrome sulfuré. — Ce minéral est extrêmement rare ; il n'a été trouvé qu'une seule fois dans une pierre météorique recueillie en Amérique. Sa forme était des grains cristallins métalloïdes d'un brun-noirâtre, formés de petits prismes fortement striés.

Au chalumeau, le chrome sulfuré donne des fumées abondantes de soufre, et fond en produisant un verre noir magnétique. Avec les réactifs il produit les caractères du chrome.

Fer chromé. — Ce minéral se trouve principalement en masses amorphes, on le rencontre aussi en masses cloisonnées, en gros grains amorphes et en grains cristallisés en octaèdres réguliers. Sa couleur est le gris de fer un peu bleuâtre, ou le brun-noirâtre ; il est doué d'un léger éclat métallique dans sa cassure, qui est imparfaitement lamelleuse, il raye le verre mais il est rayé par le feldspath. Sa densité égale 4,498.

Au chalumeau, le fer chromé est infusible ; sous l'action de la chaleur il devient attirable à l'aimant ; avec les réactifs il donne tous les caractères du chrome et du fer.

Plomb chromé (vauquelinite). — Plomb sous-chromaté cuivreux. Ce minéral se trouve en petits cristaux aciculaires qui paraissent être des prismes hexaèdres ; il est de couleur verte, il est rayé par le spall fluor. Sa densité varie de 6,6 à 7,2.

Au chalumeau, le plomb chromé se dissout dans les fondants vitreux en produisant une effervescence visqueuse, et donne au feu extérieur des perles vertes, qui deviennent rouges ou noires au feu de réduction.

Seul sur le charbon, il fond avec production d'écume et se convertit en une boule d'un gris-sombre ayant l'éclat métallique; si l'on ajoute de la soude, il fond plus facilement, le réactif entre dans le charbon en entraînant le chrome, et il reste des grains métalliques de plomb. Dans tous les cas le charbon se recouvre de l'enduit jaune-clair dû à l'oxyde de plomb.

Sur le platine, avec la soude et le nitre, il forme au feu d'oxydation une masse de couleur jaune-brun à chaud, mais qui devient jaune-clair à froid. Il y a dans ce cas production de chromate alcalin, ce qui est caractéristique. Au feu de réduction, avec de la soude seule, la masse devient verte. Dans cette réaction, le platine est souvent attaqué par le plomb réduit à l'état métallique.

Plomb chromaté. — Plomb rouge. — Ce minéral est d'un beau rouge-orange; il est toujours cristallisé, mais ses formes sont difficiles à déterminer; il cristallise en prismes rhomboïdaux obliques, dont les angles sont de $92^{\circ} 30'$ et $86^{\circ} 30'$; son éclat est adamantin, il est translucide et même transparent; sa cassure est lamelleuse, sa poussière est jaune-vif, ses cristaux sont fragiles, ils sont rayés par le spath fluor; sa densité égale 6,63.

Au chalumeau, le plomb chromaté chauffé seul décrépité et se fendille; sa couleur fonce beaucoup, mais en refroidissant il reprend sa teinte ordinaire.

Seul sur le charbon, il fond et s'étend; la partie en contact avec le charbon se réduit en produisant les fumées particulières au plomb, qui colorent la flamme en bleu-azur et qui se déposent sous forme d'enduit jaune-clair sur le charbon.

Avec la soude sur le charbon, il donne des culots métal-

liques de plomb malléable, et une matière fondue qui entre dans le charbon.

Avec la soude et le nitre sur le platine, il donne la réaction caractéristique du chrome.

Avec les fondants vitreux, il donne les réactions du chrome, mais au feu de réduction les perles deviennent grises et même noires, à cause du plomb qui se réduit.

La *mélanochrome* est un sesquichromate de plomb dont les propriétés physiques et chimiques se rapprochent beaucoup du plomb chromaté; au chalumeau cependant, chauffé seul sur le charbon, il décrépité, mais il fond ensuite sans s'étaler, et donne un globule noir qui, en refroidissant, prend une texture cristalline.

Ouwarovite ou grenat chromifère. — Ce grenat dans lequel le sesquioxyde de chrome remplace l'alumine est d'une belle couleur vert-émeraude. Sa forme cristalline est un dodécaèdre rhomboïdal; ce minéral raye les autres grenats et le quartz; sa cassure a peu d'éclat, il est à peine translucide sur les bords, sa poussière est d'un beau vert. Sa densité égale 5,51.

Au chalumeau, l'ouwarovite est infusible, et elle ne change point de couleur sous l'action de la chaleur.

Avec les réactifs elle donne les réactions du chrome.

NICKEL.

Nickel métallique. — Le nickel métallique n'est pas altéré par la flamme du chalumeau.

Oxyde et composés du nickel. — L'oxyde de nickel est complètement infusible, mais il est réductible sur le charbon et donne du nickel métallique sous l'aspect de poudre gris d'acier, qui ne peut se réunir en culot à cause de son infusibilité; la réduction n'est complète qu'en présence de la

soude; la poudre métallique de nickel est fortement attirable à l'aimant. Si l'on emploie trop de soude pour opérer la réduction de l'oxyde de nickel, le fondant entraîne la poudre métallique dans le charbon; c'est donc dans ce dernier qu'il faut rechercher le métal par des lavages et la lévigation.

Les composés du nickel ne colorent point la flamme. La plupart des sels chauffés seuls dans le tube bouché perdent leur belle couleur verte, et deviennent jaune sale en passant à l'état anhydre.

Les fondants vitreux sont colorés par le nickel de la manière suivante : Au feu d'oxydation, les perles sont rouge-jaunâtre tant qu'elles sont chaudes, puis elles passent au jaune de plus en plus clair au fur et à mesure qu'elles refroidissent, et lorsqu'elles sont peu chargées d'oxyde de nickel, elles sont tout à fait incolores quand elles sont froides; une plus forte quantité d'oxyde donne des perles qui restent jaune-brun clair ou jaune-acajou après l'entier refroidissement. A quantités égales de matières, les teintes sont toujours beaucoup plus faibles avec le sel de phosphore qu'avec le borax.

Au feu de réduction, les perles vitreuses chargées d'oxyde de nickel deviennent grises par suite de la réduction de l'oxyde en métal; avec la perle de sel de phosphore cette réduction est difficile à obtenir, mais elle est instantanée si l'on y ajoute un peu d'étain.

Lorsqu'on emploie trop d'étain pour faciliter la réduction de l'oxyde de nickel dans le borax comme dans le sel de phosphore, la teinte grise ne se produit pas, la perle devient incolore, et le métal réduit forme un amas grisâtre, qui nage dans le fondant. Si l'opération se fait sur du charbon, le nickel réduit s'allie à l'étain et donne un culot métallique. C'est en opérant ainsi la réduction de l'oxyde de nickel dans les perles vitreuses, qu'on peut s'assurer si cet oxyde contient de petites quantités de cobalt, car alors les perles restent colorées en bleu plus ou moins intense, lorsque la teinte jaune du nickel a disparu.

Selon M. Harkort, l'oxyde de nickel colore en bleu-pourpre les fondants vitreux qui contiennent de la potasse, en brun, ceux qui contiennent de la soude, et en brun-rouge ceux qui renferment de la lithine.

La soude ne dissout pas l'oxyde de nickel.

Pour séparer et caractériser le nickel dans ses mélanges avec le fer, le manganèse et le chrome, on traite d'abord le mélange au feu d'oxydation, sur le charbon avec le borax qui dissout tous les oxydes, puis on ajoute un peu de plomb pauvre ou de l'étain, et l'on chauffe au feu de réduction ; les oxydes de fer, de manganèse et de chrome restent dissous dans le borax, tandis que le nickel est réduit et forme avec le plomb ou l'étain un alliage ; on sépare l'alliage de la matière vitreuse, et on le chauffe dans une autre partie du charbon, avec du sel de phosphore, à la flamme oxydante ; l'alliage s'oxyde complètement, et l'oxyde de nickel formé vient communiquer sa coloration au sel de phosphore.

Minéraux du nickel.

Les minéraux qui contiennent du nickel sont : Le nickel sulfuré, le nickel sulfuré bismuthifère, le nickel telluré ou mélonite, le nickel arsenical (*kupfernickel*), la rammelsbergite ou nickel arsenical blanc, la placodine, le nickel antimonial, le nickel antimonié sulfuré, le nickel arsénio-sulfuré (*nickel gris*), le nickel arséniaté, le nickel arsénié, le nickel hydrocarbonaté, le nickel sulfaté, la pimélite ou nickel hydro-silicaté, les météorites, quelques talcs, la gymnite nickélifère, quelques péridots.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU NICKEL.

Nickel sulfuré. — Ce minéral est assez rare, on le trouve en cristaux capillaires et en petits cristaux aciculaires d'un jaune de bronze, éclatants ; les filaments capillaires sont un peu flexibles et tendus. L'éclat métallique de ce minéral l'avait

fait considérer comme étant du nickel natif. Sa densité varie de 5,26 à 5,65.

Au chalumeau, le nickel sulfuré chauffé seul dégage l'odeur de l'acide sulfureux, et il devient noir. Sur le charbon il se réduit en partie et se transforme en une fritte métalloïde, très-magnétique. Avec les réactifs il donne les caractères du nickel.

Il est attaquable par l'acide azotique.

Nickel sulfuré bismuthifère. — Ce minéral est de couleur gris d'acier clair, passant quelquefois au blanc d'argent; sa poussière est d'un gris-foncé; il cristallise en octaèdre régulier; sa dureté est plus grande que celle de la fluorine, mais il est rayé par la chaux phosphatée. Sa densité égale 5,13.

Au chalumeau, le nickel sulfuré bismuthifère présente les mêmes caractères que le nickel sulfuré; il est plus fusible cependant, et lorsqu'on le traite par de la soude sur le charbon, on distingue dans la masse des petits grains de bismuth fondu, et le charbon se recouvre de l'enduit jaune d'oxyde de bismuth.

Nickel telluré ou mélonite. — (Voy. aux minéraux du tellure, page 131.)

Nickel arsenical, kupfernickel. — Ce minéral qui est le plus abondant des minéraux de nickel est rarement cristallisé; on le trouve en masses amorphes d'un gris-rougeâtre métallique approchant du rouge de cuivre, très-fragiles, et dont la cassure conchoïde ou unie se ternit rapidement à l'air.

Le nickel arsenical est plus dur que la chaux fluatée, mais il est rayé par le feldspath; sous le choc du briquet il étincelle et répand une odeur d'ail qui caractérise l'arsenic. Sa densité varie de 7,29 à 7,69; dans quelques cas elle s'abaisse à 6,6, mais alors c'est que le minéral n'est pas pur.

Au chalumeau, le kupfernickel chauffé seul dans le tube bouché ne donne rien de volatil, à part une petite quantité

d'acide arsénieux qui se forme aux dépens de l'air du tube. La matière éprouve un commencement de fusion lorsque le verre commence à se ramollir. Mais si on le chauffe dans le même tube avec du cyanure de potassium ou un mélange de soude et de charbon, il produit l'anneau noir miroitant d'arsenic métallique, qui se dépose dans la partie froide du tube.

Dans le tube ouvert, il se grille aisément, produit beaucoup d'acide arsénieux, et se transforme en une substance d'un vert-jaunâtre, qui étant grillée de nouveau sur le charbon, puis chauffée avec de la soude et un peu de borax, donne un globe métallique assez malléable, et qui est magnétique.

Seul, sur le charbon, il se grille facilement en répandant l'odeur d'ail caractéristique, puis il fond en un globe métallique blanc, cassant et très-magnétique.

Après avoir été bien grillé, il donne, avec les fondants vitreux, les caractères du nickel et souvent aussi ceux du cobalt, parce qu'il contient presque toujours un peu de ce dernier métal.

Nickel arsenical blanc ou rammelsbergite. — Ce minéral se trouve en masses amorphes, à cassure grenue, et en cristaux, souvent groupés en masses bacillaires, et dont la forme est un prisme hexaèdre régulier. Sa couleur est le blanc d'étain tirant sur le gris-bleuâtre. Sa densité varie de 6,4 à 7,1.

Au chalumeau, il se comporte sensiblement comme le kupfernichel; il donne cependant plus d'acide arsénieux lorsqu'on le grille. Avec le borax il donne toujours le caractère du cobalt, mais la perle renferme un bouton métallique d'arséniure de nickel qui, fondu à plusieurs reprises, avec le sel de phosphore, finit par donner les caractères du nickel.

Placodine. — Ce minéral est un sous-arséniure de nickel; il se présente sous forme de tables aplaties dont la forme dérive d'un prisme rhomboïdal oblique, ou en masses amorphes.

Sa couleur est le jaune-bronze; son éclat est métallique; sa cassure est inégale et conchoïde; sa dureté est plus grande que celle de la fluorine. Sa densité varie de 7,98 à 8,6.

Au chalumeau, la placodine se comporte comme les autres arséniures de nickel.

Nickel antimonial. — Le nickel antimonial a beaucoup de ressemblance avec le nickel arsenical; sa couleur rouge est cependant plus claire, elle a une légère tendance au violet. Sa poussière est brun-rougeâtre; on le trouve cristallisé en petites tables à six faces, très-minces; il raye la chaux phosphatée, mais il est rayé par le feldspath. Sa densité égale 7,54.

Au chalumeau, le nickel antimonial, chauffé dans le tube bouché, donne un léger sublimé blanc qui paraît formé aux dépens de l'air du tube.

Dans le tube ouvert, il se grille facilement et donne une abondante fumée blanche d'oxyde d'antimoine; il entre en fusion, mais aussi loin que l'on pousse le grillage de la boule métallique, elle reste fusible et ne devient pas malléable. Dans ce grillage, les vapeurs qui se dégagent ont souvent l'odeur de l'acide sulfureux, et décolorent le papier de Fernambouc introduit dans le tube.

Chauffé seul sur le charbon, il donne les fumées blanches de l'antimoine et répand une odeur alliée particulière, se rapprochant beaucoup de celle de l'arsenic; cette odeur est due à l'antimoine. Il est très-réfractaire et ne peut fondre que lorsqu'il est en petits fragments.

Traité sur le charbon avec la soude, il ne dégage aucune odeur, la soude ne s'introduit pas dans le charbon, elle forme avec le minéral une boule noire fondue. Mais si l'on ajoute du cyanure de potassium à la matière et que l'on chauffe de nouveau, on voit apparaître des grains d'antimoine, et le tout s'étale sur le charbon.

Avec les fondants vitreux, on obtient les réactions du nickel et plus souvent celles du cobalt.

Nickel antimonié sulfuré. — Ce minéral est blanc d'argent ; son éclat métallique est vif ; il est plus dur que la chaux phosphatée ; il cristallise en cubes, en cubo-octaèdres et en octaèdres réguliers. Sa densité égale 6,45.

Au chalumeau, il est fusible, dégage quelquefois l'odeur d'ail et présente tous les caractères du nickel antimonial.

Nickel arsénio-sulfuré (nickel gris). — Ce minéral se trouve en masses amorphes ou cristallisé ; la forme de ses cristaux est le cube modifié, soit par l'octaèdre, soit par le dodécaèdre pentagonal. Sa couleur est le gris d'acier ou le gris d'étain ; son éclat est métallique ; il se ternit un peu à l'air. Il est plus dur que la chaux phosphatée ; sa cassure est grenue et quelquefois lamelleuse. La densité de la variété cristallisée égale 6,7 ; celle de la variété amorphe varie de 6,02 à 6,20.

Au chalumeau, le nickel gris chauffé seul décrépité avec violence ; dans le tube bouché, il distille du sulfure d'arsenic qui se dépose après les parois du verre sous forme d'une masse fondue, transparente, rougeâtre, laquelle conserve sa transparence après le refroidissement ; le résidu prend l'aspect du kupfernichel et se comporte avec les réactifs comme ce minéral.

Sur le charbon, il dégage à la fois l'odeur d'ail de l'arsenic et l'odeur de l'acide sulfureux.

Nickel arséniaté. — Ce minéral est presque toujours adhérent au kupfernichel qui lui a donné naissance, par suite de son oxydation au contact de l'air. Il est tantôt compact et d'un beau vert-pomme, et tantôt friable et d'un blanc-verdâtre.

Au chalumeau, le nickel arséniaté, chauffé seul dans le tube bouché, donne beaucoup d'eau et fonce en couleur. Dans le même tube avec le cyanure ou avec la soude et le charbon, il donne l'anneau noir d'arsenic métallique.

Sur le charbon, il répand l'odeur d'ail qui caractérise l'arsenic et fond en un globule de sous-arséniure de nickel.

Avec les fondants vitreux, il se comporte comme de l'oxyde de nickel, mais il accuse souvent les caractères du cobalt.

Nickel arsénié. — Ce minéral est également le produit de l'altération des minerais de nickel arsénifère; il est noir ou gris-foncé, terreux.

Au chalumeau, dans le tube bouché, il donne de l'eau, puis donne un faible sublimé d'acide arsénieux qui se transforme en anneau noir d'arsenic métallique sous l'influence du cyanure ou de la soude et du charbon. Sur le charbon et avec les fondants vitreux, il se comporte comme le nickel arséniaté.

Nickel hydrocarbonaté. — Ce minéral est assez rare; on l'a trouvé dans le comté de Lancastre, en Pensylvanie, recouvrant un fer chromé, et à Swinanss, dans le Shetland, associé à de la serpentine. C'est une matière terreuse ou concrétionnée, d'un vert-émeraude. Sa densité varie de 2,57 à 2,69.

Au chalumeau, le nickel hydrocarbonaté, chauffé seul dans le tube bouché, donne de l'eau et perd sa couleur qui devient très-foncée.

Dans le tube bouché, avec le bisulfate de potasse, il produit une vive effervescence et se dissout en donnant une matière d'un jaune-verdâtre.

Avec les réactifs, il se comporte comme de l'oxyde de nickel.

Nickel hydrosilicaté (pimélite, chrysoprase terreux, alizite). — Ce minéral, qui est assez rare, est vert-jaunâtre lorsqu'il est associé à une roche micacée, et vert-émeraude lorsqu'il est en rognons dans de la serpentine; il est doux et gras au toucher; il est opaque; sa cassure est unie et terne; il est aussi tendre que la chaux sulfatée.

Au chalumeau, le nickel hydrosilicaté, chauffé seul dans le tube bouché, donne de l'eau et noircit en répandant une

odeur bitumineuse; la couleur noire, qui est due à du charbon divisé provenant d'une matière organique, disparaît sous l'action de la chaleur, et la matière devient d'un gris-verdâtre. Il est infusible, mais il se scorifie dans les parties minces et devient gris-sombre.

Avec les réactifs, il donne les caractères du nickel et de la silice.

COBALT.

Cobalt métallique. — Le cobalt métallique est assez rare quoiqu'il soit facile à obtenir. Au chalumeau, il est infusible, mais il est plus ou moins altéré par la chaleur qui, au contact de l'air, le transforme en oxyde noir quand il n'est pas fortement agrégé. Le cobalt fondu n'est pas sensiblement altéré par la chaleur du chalumeau ordinaire.

Oxyde et composés du cobalt. — L'oxyde de cobalt est infusible. Sur le charbon, il se réduit facilement, mais la réduction n'est complète que si l'on a ajouté de la soude; on obtient alors du cobalt métallique sous forme de poudre noire tout à fait infusible et qui est attirable à l'aimant, mais moins fortement que le fer ou le nickel.

Le cobalt et ses composés ne colorent point la flamme. Les sels hydratés, en perdant leur eau sous l'influence de la chaleur, changent de couleur : de rouge-groseille qu'ils étaient, ils deviennent bleus, bleu-lavande ou gris-bleuâtre.

Les composés du cobalt se caractérisent au chalumeau d'une manière bien nette, par la coloration bleu intense qu'ils communiquent aux perles vitreuses, soit au feu de réduction, soit au feu d'oxydation. Une très-faible quantité de matière suffit pour produire une coloration sensible. Lorsque les perles contiennent un excès de substance cobaltique, elles paraissent noires et opaques, à cause de l'intensité de la couleur, mais si l'on étire le fondant vitreux pendant qu'il est encore mou, on obtient des fils fins transparents, d'un joli bleu-foncé.

La teinte bleue donnée par le cobalt n'est bien pure que lorsque les perles sont tout à fait refroidies. Pendant qu'elles sont chaudes, elles paraissent violacées, surtout celles qui sont produites avec le sel de phosphore.

Au feu d'oxydation, les matières cobaltifères qui contiennent du fer, du nickel ou du manganèse en quantité notable donnent aux perles vitreuses des teintes qui, avec le fer et le nickel, sont plus ou moins vertes ou verdâtres et qui sont violettes ou bleu-violacé avec le manganèse. Ces teintes disparaissent pour ne laisser que du bleu pur, lorsqu'on chauffe les perles au feu de réduction; cette réaction n'est bien nette qu'en ajoutant un peu d'étain à la perle.

La soude dissout un peu d'oxyde de cobalt en se colorant en bleu.

Les minéraux du cobalt, du nickel, et quelques minerais de fer, contiennent ordinairement ces trois métaux réunis; pour les distinguer dans ces mélanges où leurs proportions varient beaucoup, on fond la matière sur le charbon avec de la soude et de l'arsenic métallique, pour transformer les trois métaux en arséniures qui sont fusibles, et qui donnent alors un culot que l'on sépare de la masse fondue. Le culot est ensuite chauffé sur le charbon avec du borax à la pointe de la flamme oxydante, dans ce cas l'arséniure de fer s'oxyde le premier et l'oxyde de fer vient communiquer une teinte vert-jaunâtre au borax dans lequel il se dissout; lorsqu'on voit la teinte du fondant passer au vert-bleuâtre, c'est l'indice que l'arséniure de cobalt commence à s'oxyder à son tour; on arrête alors l'opération pour séparer le fondant du culot et l'on traite de nouveau celui-ci avec une nouvelle quantité de borax, qui cette fois se colore en bleu; on renouvelle plusieurs fois le borax, et cela tant que celui-ci se colore en bleu, puis lorsqu'on voit apparaître dans le verre des stries brunâtres, c'est l'indice que le nickel s'oxyde à son tour, si à ce moment on remplace encore le borax, ce fondant ne présente plus que les teintes dues au nickel.

Minéraux du cobalt.

Le cobalt oxydé noir, le cobalt argentifère, le cobalt sulfuré, le cobalt arsenical, le cobalt gris ou arsénio-sulfuré, le cobalt arséniaté, un zinc arséniaté, un plomb sélénié, les météorites, presque tous les minerais de nickel, quelques oxydes et carbonates de manganèse.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU COBALT.

Cobalt oxydé noir. — Ce minéral se trouve à la surface des minéraux sulfurés ou arséniurés, qui lui ont donné naissance par suite de leur altération, il est d'un noir-bleuâtre ou brun, on le trouve en masses amorphes ou botryoïdes ; sa cassure est terreuse, il est terne et prend de l'éclat quand on le frotte avec un corps dur, caractère qui le distingue de l'oxyde de manganèse avec lequel on peut le confondre ; il est peu dur. Sa densité égale 2,20 à 2,60, il est presque toujours mélangé à de l'oxyde de fer ou à de l'oxyde de manganèse.

Au chalumeau, il donne les caractères du cobalt.

Cobalt argentifère. — Ce minéral est du cobalt oxydé noir renfermant de l'argent natif reconnaissable à l'œil nu ou avec la loupe, il contient de 6 à 10 pour 100 d'argent. J'ai fait l'analyse d'un petit échantillon venant des environs de Grenoble qui en renfermait 33 pour 100.

Au chalumeau, le cobalt argentifère donne avec les fondants vitreux les caractères du cobalt, et sur le charbon, avec de la soude, il donne des globules d'argent métallique.

Cobalt sulfuré. — Ce minéral, qui est assez rare, est d'un gris d'acier clair, quelquefois un peu rougeâtre ; il cristallise en octaèdres réguliers, mais sa cristallisation est souvent confuse ; sa cassure est inégale et ne présente aucun clivage. Il raye la chaux phosphatée, mais il est rayé par le feldspath. Sa densité varie de 4,90 à 5,20.

Au chalumeau, le cobalt sulfuré ne décrépité point lorsqu'on le chauffe; il ne donne rien de volatil dans le tube bouché.

Dans le tube ouvert, il se grille aisément, dégage de l'acide sulfureux, et il se dépose sur les parois du verre des gouttelettes très-fines d'acide sulfurique, il se transforme alors en poudre noire.

Sur le charbon, il ne dégage pas l'odeur de l'arsenic. Il fond après le grillage en un globule gris métalloïde qui retient encore du soufre que le grillage ne peut plus lui enlever. Additionné de soude, la réaction est sensiblement la même, mais le soufre se combine avec le fondant au lieu de se dégager à l'état d'acide sulfureux.

Avec les fondants vitreux, il donne les caractères du cobalt, caractères qui peuvent masquer la présence du fer et du cuivre.

Cobalt arsenical. — Ce minéral se trouve cristallisé, en masses amorphes et à l'état de concrétions. Sa couleur est le gris-blanc métallique ou gris d'étain; son éclat est fortement métallique, mais il noircit un peu à l'air, altération qui est très-visible dans la cassure fraîche; celle-ci est grenue.

Les cristaux de cobalt arsenical dérivent du cube, qui est leur forme la plus ordinaire; ils sont assez durs pour rayer la chaux phosphatée, mais ils sont rayés par le feldspath. La densité de ce minéral varie de 6,33 à 6,60.

Au chalumeau, le cobalt arsenical, chauffé dans le tube fermé, dégage quelquefois un peu d'arsenic métallique et d'acide arsénieux. Certains échantillons ne donnent rien, mais si on les mélange avec du cyanure de potassium, ou avec de la soude et du charbon, toutes les variétés donnent alors l'anneau noir d'arsenic métallique.

Dans le tube ouvert, il dégage beaucoup d'acide arsénieux qui se dépose à l'état cristallin sur les parois froides du tube. Sur le charbon, il produit d'abondantes fumées blanches d'a-

cide arsénieux, dégage l'odeur d'ail caractéristique, et après le grillage il fond en un bouton métallique gris-clair, qui reste très-cassant même après avoir été chauffé à plusieurs reprises avec de la soude et du borax.

Avec les fondants vitreux il donne les caractères du cobalt.

Cobalt gris ou arsénio-sulfure de cobalt. — Ce minéral ressemble beaucoup au cobalt arsenical avec lequel on l'a confondu pendant longtemps, cependant il est bien plus éclatant que ce dernier, et de plus il est mieux cristallisé, car ses cristaux sont cités pour leur netteté remarquable; leur forme appartient au système régulier, on le trouve en cube, en octaèdre, en cubo-octaèdre, et il porte souvent des traces du dodécaèdre pentagonal ou de l'icosaèdre; sa couleur est gris-blanc métallique, un peu rougeâtre, ce qui le distingue encore du cobalt arsenical; il est plus dur que la chaux phosphatée, il fait feu au briquet. Sa densité est de 6,298.

Au chalumeau, le cobalt gris se comporte comme il suit:

Dans le tube bouché, seul, il n'est pas altéré, mais réduit en poudre et mélangé à du cyanure de potassium, ou à un mélange de soude et de charbon, il donne un anneau noir miroitant d'arsenic métallique; cette réaction ne se produit qu'à la température du ramollissement du verre.

Dans le tube ouvert, il se grille difficilement, répand l'odeur de l'acide sulfureux, et ne donne de l'acide arsénieux qu'à un feu très-vif; il se transforme alors en une matière noire.

Sur le charbon, il donne des fumées blanches arsenicales accompagnées de l'odeur d'ail caractéristique, puis, après quelque temps de grillage, il fond et donne un globule gris métallique comme le cobalt arsenical. Avec les fondants vitreux, il donne la coloration bleue du cobalt.

Cobalt arséniaté. — Ce minéral provient de la décomposition du cobalt arsenical et du cobalt gris, sur lesquels on le trouve toujours; il est cristallisé en prismes quadrangulaires

ou en pyramides hexagonales aiguës, qui ont la forme d'aiguilles très-fines, ou il est amorphe. Sa couleur ordinaire est le rose fleur de pêcher, quelquefois il est rouge vif, ou rose très-pâle; il est tendre et léger. Sa densité est de 2,948.

Au chalumeau, le cobalt arséniaté donne les réactions suivantes :

Dans le tube bouché, seul, il donne de l'eau en fonçant de couleur, mais ne dégage point d'acide arsénieux; mais, si après l'avoir desséché on le mélange avec du cyanure de potassium ou avec de la soude et du charbon, il donne l'anneau noir d'arsenic métallique.

Dans le tube ouvert, il ne donne que de l'eau.

Sur le charbon, il produit des fumées blanches arsenicales à odeur alliée, et finit par se transformer en arséniure de cobalt fusible.

Avec les fondants vitreux, il donne les caractères du cobalt.

Zinc arséniaté. — (Voyez aux minéraux du zinc.)

Plomb sélénié. — (Voyez aux minéraux du plomb.)

URANIUM.

Uranium métallique. — L'uranium métallique est à peine connu.

Oxydes et composés de l'uranium. — Les oxydes d'uranium sont infusibles, ils sont tous ramenés par l'action de la chaleur à l'état d'oxydure noir-verdâtre. Sur le charbon, ils ne sont point réduits, même en présence de la soude et du cyanure de potassium; ces deux réactifs peuvent l'entraîner dans le charbon lorsqu'ils sont employés en excès.

Sur la lame de platine, avec de la soude, ils semblent d'abord se dissoudre en colorant la masse en jaune-brun, mais bientôt l'uranate qui s'est formé se décompose, et la masse fondue devient jaune-verdâtre.

Les oxydes et les composés de l'uranium donnent, avec les fondants vitreux, les caractères suivants :

Avec le borax, au feu d'oxydation, on obtient des perles qui paraissent jaune-orangé tant qu'elles sont chaudes ; elles passent ensuite au jaune d'or, et lorsqu'elles sont tout à fait froides, elles sont d'un beau jaune légèrement dichroïque en vert ; les perles qui sont chargées d'un excès d'oxyde d'urane deviennent opaques tout en conservant leur teinte jaune ; ce caractère distingue l'urane du fer qui offre avec le borax à peu près les mêmes teintes. Au feu de réduction, les perles deviennent vert-sale, et si elles sont saturées d'oxydes, elles sont susceptibles de devenir noires par le flamber, mais en restant parfaitement vitreuses.

Avec le sel de phosphore, au feu d'oxydation, les perles sont jaune-sombre à chaud, puis la teinte s'affaiblit, et lorsqu'elles sont froides, leur couleur est passée au vert-jaunâtre. Au feu de réduction, ces perles sont vert-sale à chaud, mais en refroidissant elles deviennent d'un beau vert pur.

Minéraux de l'uranium.

Les minéraux qui contiennent de l'urane sont :

La pechblende ou urane oxydulé, l'urane oxydé hydraté, l'uranite ou urane phosphaté calcifère, la chalkolite ou urane phosphaté cuprifère, l'urano-tantale (*samaraskite*), la johannite ou urane sous-sulfaté, l'urane carbonaté calcarifère ou liébigite, le pyrochlore, l'ytthro-tantalite, l'euxénite, la fergusonite, l'orangite, la tyrite, la polykrase.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX D'URANIUM.

Pechblende ou urane oxydulé. — Ce minéral n'est jamais cristallisé ; on le trouve en masses souvent concrétionnées, on aperçoit des mamelons à sa surface. Sa couleur est le noir de poix dont l'intensité correspond à sa pureté ; sa cassure est testacée ; son éclat est métalloïde, luisant et résineux. Il

est plus dur que la chaux phosphatée, mais il est rayé par le feldspath et par l'acier. Sa densité varie de 6,350 à 6,468.

Au chalumeau, la pechblende est inaltérable et infusible; seule, sur le charbon, elle dégage souvent l'odeur de l'acide sulfureux et celle de l'ail à cause des sulfures et des arséniures qu'elle renferme.

Avec la soude, sur le charbon, elle ne se dissout point, mais elle donne quelquefois des grains de plomb et de bismuth, et le charbon se recouvre de l'enduit jaune-clair que donnent ces métaux.

Avec les fondants vitreux, elle donne les caractères de l'urane, mais ceux-ci sont souvent masqués par d'autres oxydes métalliques qui altèrent sa pureté, et qui colorent eux-mêmes les fondants vitreux. La pechblende pure ne colore point la flamme en vert, comme cela est écrit dans beaucoup d'ouvrages.

Urane oxydè hydraté (et ses variétés : gummierz, éliasite). — Ce minéral est le plus souvent le produit de l'altération de la pechblende sur laquelle on le trouve; cependant on le rencontre quelquefois isolé; sa couleur est alors plus foncée et il ressemble à du succin ou à du plomb-gomme; sa couleur est le jaune ou le rouge-hyacinthe; il est pulvérulent ou compact; dans ce cas, sa cassure est conchoïde et résineuse; il est opaque, mais quelquefois translucide; il s'écrase entre les doigts. Sa densité varie de 3,9 à 4,2.

Au chalumeau, dans le tube bouché, l'oxyde d'urane hydraté donne de l'eau pure par calcination; il change alors de couleur et devient rouge-brun; il est infusible.

Avec les réactifs, il donne les caractères de l'urane.

Uranite ou urane phosphaté calcifère. — Ce minéral se présente cristallisé en lames carrées entre-croisées, translucides, d'un très-beau jaune, ayant quelquefois des reflets verdâtres ou tirant sur le rouge; son éclat est nacré; il est tendre et très-fragile. Sa densité est 3,115.

Au chalumeau, l'uranite se comporte comme il suit :

Dans le tube bouché, elle donne de l'eau, devient d'un jaune-pâle et perd sa translucidité.

Sur le charbon, elle se réduit en une scorie noire qui se fond aisément en un globule de même couleur, et dont la surface est cristalline. Avec la soude, elle produit une scorie jaune infusible. Avec les fondants vitreux, elle donne les caractères de l'urane.

Réduite en poudre et chauffée à l'extrémité du fil de platine avec de l'acide sulfurique concentré, elle colore la flamme en vert-jaunâtre (caractère de l'acide phosphorique).

Elle est soluble dans les acides.

Chalkolite ou urane phosphaté cuprifère. — Ce minéral se présente avec la même forme et les mêmes caractères extérieurs que l'uranite; il n'en diffère que par la couleur qui est d'un beau vert-émeraude; du reste l'uranite et la chalkolite sont souvent mélangées ensemble en toutes proportions.

Au chalumeau, les caractères sont également les mêmes, mais la chalkolite, chauffée sur le charbon avec de la soude, donne des grains blancs métalliques de phosphure de cuivre; en outre elle colore les fondants vitreux à la manière du cuivre, mais les teintes des perles sont modifiées par la présence de l'urane.

Urano-tantalate ou samarskite. — (Voyez aux minéraux du niobium.)

Urane sous-sulfaté ou johannite. — Ce minéral se rencontre rarement; on le trouve à la surface des minerais d'urane; il est d'un brun-jaunâtre, à cassure résineuse ou terreuse, très-fragile, quelquefois il est cristallisé en petits cristaux d'un beau vert d'herbe, qui dérivent d'un octaèdre rectangulaire et qui sont solubles dans l'eau; il constitue

alors un sulfate neutre qui est toujours mélangé à du sulfate de cuivre. L'urane sous-sulfaté est insoluble dans l'eau. Sa densité égale 3,19.

Au chalumeau, la johannite donne de l'eau dans le tube bouché. Avec les réactifs, elle donne les caractères de l'urane et de l'acide sulfurique. Souvent on y constate la présence du cuivre.

Urane carbonaté calcarifère ou liébigite (voglite). — Ce minéral se trouve sur la pechblende qui le produit par altération. Elle y forme des concrétions mamelonnées, disposées en plaques demi-transparentes, d'un jaune-verdâtre ou d'un beau vert-pomme (*voglite*); dans ce dernier cas, elle renferme du cuivre. Sa dureté est un peu supérieure à celle du gypse.

Au chalumeau, la liébigite dégage beaucoup d'eau dans le tube bouché; elle devient d'un gris-jaunâtre. Chauffée au rouge, elle noircit sans fondre et devient rouge-orange en refroidissant. Avec les réactifs, elle donne les caractères de l'urane, de la chaux et de l'acide carbonique. La voglite donne les réactions du cuivre.

Pyrochlore. — (Voyez aux minéraux du tantale, du titane et du niobium.)

Ytthro-tantalite. — (Voyez aux minéraux du tantale.)

Euxénite. — (Voyez aux minéraux du tantale.)

Tyrite. — (Voyez aux minéraux du tantale.)

Polykrase. — (Voyez aux minéraux du titane.)

TANTALE.

Tantale métallique. — Le tantale métallique est une poudre noire d'une densité de 10,5; il s'enflamme lorsqu'on le chauffe au chalumeau sur le charbon, en se transformant en acide tantalique.

Acide tantalique et composés du tantale. — L'acide tantalique et les composés du tantale n'ont pas de caractères bien tranchés au chalumeau.

Ils ne colorent point la flamme.

L'acide tantalique est infusible; il jaunit légèrement par la chaleur, mais il redevient blanc en refroidissant; il n'est point réduit sur le charbon, même en présence de la soude, mais il produit avec celle-ci une vive effervescence; si l'on a ajouté du borax à la soude, l'acide tantalique entre en dissolution, et cette réaction permet de constater la présence, dans cet acide, de petites quantités d'oxyde d'étain qui se trouvent réduites à l'état métallique dans ces conditions.

Avec le borax, il donne des perles incolores, transparentes, qui ne deviennent opaques en refroidissant qu'autant qu'elles renferment un excès d'acide tantalique et qu'elles ont été chauffées au flamber; cependant l'opacité peut disparaître lorsqu'on réchauffe la perle par un feu soutenu.

Avec le sel de phosphore, il produit des verres incolores, transparents, qui conservent leur transparence après le refroidissement, lors même qu'ils renferment un excès d'acide tantalique. Ce caractère est le seul qui distingue le tantale, de la glucine, de l'yttria et de la zircone. Ces trois dernières bases donnent, avec le sel de phosphore, des perles qui deviennent opaques après le refroidissement, lorsqu'elles contiennent une certaine quantité de base.

Si l'on ajoute un très-grand excès d'acide tantalique au sel de phosphore, la perle paraît bien opaque après le refroidissement, mais il est facile de reconnaître que cette opacité est due à l'interposition de l'acide tantalique dans la perle, à la manière de la silice.

L'acide tantalique se colore sous l'influence de l'azotate de cobalt en gris clair à chaud, et devient légèrement rose en refroidissant, à la manière de la magnésie. La présence d'un peu d'alcali communique au mélange une couleur d'un noir bleuâtre.

Minéraux du tantale.

Les minéraux qui contiennent du tantale sont :

Le pyrochlore tantalique, l'açorite et la microlite, l'ytthro-tantalite, l'euxénite, la fergusonite, le tantalite, la baïérine, quelques émeraudes, l'aeschynite, l'eudyalite, l'eukolite, et la tyrite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU TANTALE.

Pyrochlore de Miask. — Ce minéral est un mélange de niobate et de tantalate polybasiques dans lesquels domine la chaux, mais qui contient de la zircone, de la thorine, de l'yttria, du cérium, du lanthane, du fer, du manganèse, du titane, du tungstène, du sodium, du potassium et du fluor; on le trouve en grains arrondis, ou cristallisé en petits octaèdres réguliers. Sa couleur est le brun-rougeâtre; il est opaque, son éclat est vitreux et résineux; il est plus dur que la chaux phosphatée et moins que le feldspath. Sa densité varie de 4,1 à 4,3.

Au chalumeau, le pyrochlore de Miask perd une petite quantité d'eau; il change de couleur et devient verdâtre; il est infusible.

Açorite et microlite. — Tantalate de chaux. (Voyez aux minéraux du calcium, page 170.)

Ytthro-tantalite. — Ce minéral est un mélange de niobate et de tantalate d'yttria; il en existe trois variétés qui se distinguent par leurs couleurs: la variété noire, la variété jaune et la variété brune.

La variété noire renferme 57 pour 100 d'acide tantalique, 20 d'yttria, 8 d'acide tungstique, 6 de chaux et 3 de fer, etc. Elle possède un éclat demi-métalloïde; sa cassure mate et terne, quoique un peu vitreuse, est tantôt lamellaire, tantôt granulaire; elle raye la chaux phosphatée. Sa densité varie

de 5,39 à 5,88. On la trouve en petits prismes allongés ou en petits nodules de la grosseur au plus d'une noisette.

La variété jaune contient 60 pour 100 d'acide tantalique, 30 d'yttria, 6 d'urane, etc. On la trouve en petits grains de la grosseur d'un grain de blé, d'un jaune-brunâtre ou verdâtre. Sa poussière est d'un blanc sale. Sa densité est de 5,882.

La variété brune contient 52 d'acide tantalique, 38, 5 d'yttria, 3 de chaux, 1 d'urane, etc. On la trouve en lames minces, rarement en grains; elle est brun-noirâtre foncé; sa poussière est gris clair; sa dureté et sa densité sont les mêmes que pour la variété jaune avec laquelle elle est toujours mélangée.

Au chalumeau, les ytthro-tantalites sont infusibles. La variété jaune et la variété brune décrépitent légèrement et leurs couleurs s'éclaircissent; toutes fondent avec addition de soude ou de borax et donnent des matières vitreuses d'un jaune plus ou moins foncé, qui sont opaques après le refroidissement.

Euxénite. — Ce minéral est un mélange de niobate et de tantalate d'yttria tout à fait identique aux ytthro-tantalites; il contient 50 pour 100 d'acide tantalique et 25 d'yttria; il est amorphe, brun foncé, à éclat métalloïde, résineux. Sa densité, qui est de 4,6, diffère seule en cela des ytthro-tantalites. Il se comporte au chalumeau de la même manière que ces derniers.

Fergusonite. — Ce minéral est aussi un mélange de niobate et de tantalate d'yttria, mais il contient du cérium et de la zircone. On le trouve souvent cristallisé ou à l'état cristallin; la forme primitive de ses cristaux est un prisme droit à base carrée; il est d'un brun-noir, opaque; son éclat est demi-métallique, un peu résineux; sa cassure est conchoïde; il raye le verre. Sa densité est 5,838.

Au chalumeau, la fergusonite est infusible; sous l'influence de la chaleur, elle devient jaunâtre.

La soude l'attaque en produisant une masse jaunâtre.

Les fondants vitreux la dissolvent en donnant des verres qui sont jaune-verdâtre au feu d'oxydation et qui sont presque incolores au feu de réduction; les perles de borax passent au rouge lorsqu'elles ont été chauffées au flamber.

Tantalites ou columbites (baïérine). — Les tantalites sont des tantalates et des niobates de fer et de manganèse; la plupart contiennent de l'étain et de l'acide tungstique; il existe plusieurs variétés de ce minéral, qui varie selon les localités d'où il est extrait; les caractères des principales variétés sont les suivants :

Tantalite de kimito en Finlande. — En grains amorphes, lisses et peu éclatants à la surface, mais présentant l'éclat métallique dans la cassure; leur couleur est le noir de fer clair; ils sont tendres et donnent une poussière couleur cannelle. Sa densité est de 7,96.

Au chalumeau, la tantalite de Kimito est infusible; elle se dissout difficilement dans les fondants vitreux et donne des perles vert-bouteille pâle, qui deviennent opaques et grisâtres en refroidissant lorsqu'elles sont chargées de minerai.

Avec la soude, sur le platine, elle donne les caractères du manganèse.

Sur le charbon, chauffée avec la soude additionnée de borax qui retient le composé tantalifère et empêche la réduction du fer, elle donne quelques globules d'étain métallique.

Tantalite de Broddbo, en Suède. — Amorphe, noire, éclat métalloïde, cassure conchoïde, poussière gris foncé; raye le verre; densité 6,29. Au chalumeau, cette tantalite, chauffée seule ou avec le borax, se comporte comme la précédente; mais avec le sel de phosphore, dans lequel elle se dissout lentement, elle donne, au feu d'oxydation, une perle colorée en jaune comme avec le fer. Au feu de réduction, la perle passe au rouge; cette teinte augmente par le refroidissement, caractère qui indique la présence du tungstène, seulement l'addition d'étain à la perle n'altère point cette couleur rouge et ne la

fait point passer au vert comme cela a lieu pour le tungstène pur.

Avec la soude sur le platine, et avec la soude et du borax sur le charbon, elle donne les mêmes caractères que la précédente tantalite, cependant elle donne plus d'étain métallique.

Tantalite de Finbo, en Suède. — Mêmes caractères extérieurs que la tantalite de Broddbo. Densité 6,59. Elle se comporte au chalumeau comme la tantalite de Kimito, mais elle donne à la réduction plus d'étain.

Tantalite de Bodenmais, en Bavière. — *Baiérine*. — Masses amorphes, ou cristaux dérivant d'un prisme rhomboïdal droit, couleur brun-noir ou noire, légèrement métalloïde, porte des stries verticales très-prononcées, cassure conchoïde, raye le verre. Densité 6,038. Au chalumeau, cette tantalite chauffée seule est inaltérable. Avec le borax elle donne un verre de couleur noire ou vert-bouteille très-foncé, paraissant opaque; au flamber, le verre ne devient opaque qu'après avoir acquis une couleur donnée par le fer, tellement intense qu'il ne transmet plus la lumière par transparence. Cette circonstance sert à distinguer la tantalite avec excès de base de la tantalite neutre (Berzelius).

Avec le sel de phosphore, la baiérine se dissout lentement en donnant un verre coloré par le fer et qui ne devient pas rouge à la réduction.

Avec la soude seule, et mélangée de borax, elle se comporte comme la tantalite de Kimito.

Tantalite du Connecticut, États-Unis. — Mêmes caractères physiques que la précédente. Densité 5,7.

Au chalumeau, chauffée seul ou avec le borax, elle se comporte comme la tantalite de Bodenmais; mais avec le sel de phosphore, elle donne au feu de réduction des perles rouges, comme la tantalite de Broddbo, indice de la présence du tungstène.

Toutes les autres tantalites, comme celles de *Limoges* en France, de *Tamela* en Finlande, de *Chesterfield* dans le Mas-

sachussets, etc., présentent des caractères identiques avec ceux qui viennent d'être décrits : la différence que l'on observe au chalumeau entre les diverses variétés et qui distingue les tantalites avec excès de bases, des tantalites neutres, se manifeste à la teinte plus ou moins foncée des perles de borax, comme il a été dit plus haut. Les tantalites tungstifères donnent avec le sel de phosphore au feu de réduction, des perles rouges de sang.

Æschynite. — Ce minéral, qui est très-rare, est un mélange de niobate, de titanate et de tantalate polybasiques dans lesquels dominent la zircone, le fer et l'yttria. On le trouve en cristaux striés en longueur, dérivant d'un prisme rhomboïdal droit; il est noir foncé, son éclat est métalloïde et résineux, sa cassure presque conchoïdale; il raye la chaux phosphatée. Sa densité est de 5,4.

Au chalumeau, l'æschynite donne une petite quantité d'eau dans le tube bouché; sur le charbon, il bouillonne et devient brun-rouille.

Avec le borax, il donne au feu d'oxydation, des perles qui sont jaunes à chaud et qui se décolorent par le refroidissement; au feu de réduction, ces perles deviennent rouge de sang, surtout avec addition d'étain.

Avec le sel de phosphore, il se dissout difficilement en donnant au feu d'oxydation un verre jaune à chaud et incolore à froid, et au feu de réduction un verre rouge-améthyste, surtout après y avoir ajouté de l'étain.

Avec la soude, la poudre d'æschynite s'agglomère sans entrer en fusion.

Eudyalite et eukolite. — (Voyez aux minéraux du zirconium, pages 125 et 126).

Tyrite. — Ce minéral est un mélange de niobate et de tantalate polybasiques dans lesquels domine l'yttria; il ressemble à la fergusonite et a la même forme cristalline; il raye le

feldspath, mais il est rayé par le quartz. Sa densité est de 5,36.

Au chalumeau, la tyrite chauffée seule, décrépité fortement, dégage de l'eau et devient jaune.

Avec le borax, elle donne des perles qui sont jaune-rougeâtre à chaud, et incolores à froid.

Avec le sel de phosphore, les perles sont jaune-verdâtre à chaud, et vertes à froid.

NIOBIUM.

Niobium métallique. — Le niobium métallique est une poudre noire d'une densité de 6,5. Il s'enflamme, lorsqu'on le chauffe au chalumeau, en répandant une lumière intense et se transforme en acide hyponiobique.

Acide hyponiobique et acide niobique. — Les acides du niobium ne colorent point la flamme.

L'*acide hyponiobique* est infusible; lorsqu'on le chauffe seul, surtout dans la flamme intérieure, il devient jaune-verdâtre et il reste jaune tant qu'il est chaud, il redevient blanc en refroidissant.

Il se dissout en grande quantité dans le sel de phosphore et donne, au feu d'oxydation, des perles incolores; au feu de réduction, les perles sont incolores lorsqu'elles contiennent très-peu d'acide, elles sont violettes au contraire lorsqu'elles renferment une assez grande quantité d'acide hyponiobique; enfin, elles sont d'un beau bleu pur lorsqu'elles sont sursaturées d'acide. Ces diverses colorations s'obtiennent aussi bien sur le charbon qu'avec le fil de platine, elles disparaissent facilement lorsqu'on chauffe les perles dans la flamme oxydante. La teinte bleue fournie par l'acide hyponiobique avec le sel de phosphore, ne peut s'obtenir qu'avec un acide ayant été préparé par la décomposition du sesquichlorure de niobium par l'eau; l'acide hyponiobique obtenu avec du bisulfate de potasse ne produit point cette coloration. Ce dernier, dans les mêmes circonstances, colore les perles en brun, et cette teinte ne peut pas passer au bleu ni même au violet.

Si l'on ajoute du sulfate de fer aux perles de sel de phosphore saturées d'acide hyponiobique, elles deviennent rouge de sang lorsqu'on les chauffe à la flamme réductrice.

Le mélange d'acide tantalique avec l'acide hyponiobique préparé au moyen du sesquichlorure n'empêche pas la coloration bleue de se produire, seulement elle est plus foncée. De petites quantités d'acide niobique n'empêchent pas non plus cette coloration, mais lorsqu'il y en a une certaine quantité mélangée à l'acide hyponiobique, les perles sont brunes.

L'acide hyponiobique se dissout facilement dans le borax et forme une perle claire incolore : la perle devient opaque par une insufflation intermittente, lorsqu'elle est surchargée d'acide ; cependant elle peut redevenir claire par une insufflation prolongée, mais alors elle ne se colore point au feu de réduction ; tandis qu'une perle devenue opaque après le refroidissement, devient violette ou gris-bleuâtre, tout en restant opaque, lorsqu'on la chauffe quelques instants dans la flamme réductrice.

Avec la soude, l'acide hyponiobique se comporte comme l'acide tantalique. (H. Rose.)

L'acide niobique devient gris-jaunâtre sous l'action de la chaleur ; mais par le refroidissement, il reprend sa couleur blanche ordinaire.

Dans le sel de phosphore, il se dissout en grande quantité et donne au feu d'oxydation une perle qui est jaunâtre tant qu'elle est chaude, mais qui devient incolore en refroidissant.

Dans la flamme réductrice, la perle reste claire, mais elle devient brune ; cette teinte a souvent une pointe de violet : la coloration brune disparaît en réchauffant la perle au feu d'oxydation ; elle peut s'obtenir aussi bien sur le charbon qu'avec le fil de platine.

L'acide niobique, employé en quelque proportion que ce soit, ne peut pas donner une perle bleue dans la flamme intérieure avec le sel de phosphore : ce qui distingue essentiellement l'acide niobique de l'acide hyponiobique obtenu au

moyen du sesquichlorure de niobium ; l'acide hyponiobique qui a été obtenu par la fusion avec le sulfate acide de potasse se comporte cependant comme l'acide niobique, et de son côté l'acide niobique qui a été maintenu longtemps en fusion avec le bisulfate d'ammoniaque, ce qui le transforme partiellement en acide hyponiobique, peut donner avec le sel de phosphore une perle bleue dans la flamme réductrice.

Les perles brunes obtenues avec l'acide niobique et le sel de phosphore au feu intérieur, deviennent rouge de sang lorsqu'on les chauffe au même feu, avec du sulfate de fer.

Avec le borax, l'acide niobique se comporte comme l'acide tantalique ; pour de petites quantités d'acide niobique, la perle ne devient pas opaque au flamber, l'opacité ne se produit qu'avec une grande quantité d'acide et plus difficilement que pour l'acide tantalique. La perle opaque peut redevenir claire par une insufflation prolongée.

Dans la flamme intérieure, si la perle contient une assez grande proportion d'acide niobique, elle devient tout de suite opaque, mais elle ne brunit pas, au moins sur le fil de platine.

Avec la soude, l'acide niobique se comporte comme l'acide tantalique. (H. Rose.)

L'azotate de cobalt colore l'acide niobique en gris à chaud, la teinte passe au vert sale par le refroidissement.

Minéraux du niobium.

Les minéraux connus contenant du niobium sont : le pyrochlore de Miask, la baiérine, les tantalites de Kimito, de Bodenmais, etc., la samarskite ou ytthro-ilménite, l'aeschynite, la bragite de Hella, la fergusonite, la tyrite, la polykrase, la wœhlérite, l'ytthro-tantalite, l'euxénite, l'eukolite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU NIOBIUM.

Pyrochlore de Miask. — (Voyez aux minéraux du tantale, page 291.)

Tantalites, colombites et baiérine. — (Voyez aux minéraux du tantale, page 293.)

Samarskite ou ytthro-ilménite (urano-tantale). — Ce minéral est un niobate d'urane, de fer et d'yttria. On le trouve en grains aplatis de la grosseur au plus d'une noisette et présentant des traces de cristallisation. Il est noir velouté, à cassure brillante et métalloïde; il est opaque; il raye la chaux phosphatée; sa poussière est brun-rougeâtre; sa densité varie de 5,485 à 5,625.

Au chalumeau, la samarskite, chauffée dans le tube bouché, décrépité et dégage un peu d'eau; chauffée seule, elle fond en un verre noir. Avec le borax, elle donne, au feu d'oxydation, une perle jaune qui devient jaune-verdâtre au feu de réduction; la perle jaune devient opaque au flamber, ce qui décèle la présence du tantale.

Avec le sel de phosphore, les perles sont vert-émeraude; ces colorations, que l'on obtient avec les fondants, se rapportent à l'urane et au fer que contient la samarskite; quant au niobium, sa présence ne peut être constatée au chalumeau.

Avec la soude, on obtient la réaction du manganèse.

Aeschynite. — (Voyez aux minéraux de tantale, page 295.)

Bragite de Hella en Norvège. — Ce minéral est un niobate ou hyponiobate polybasique dans lequel domine l'yttria; il est d'un gris-brun métallique; sa poudre est jaune-brun; il ressemble beaucoup à la tyrite; il raye le verre. Sa densité est de 3,36.

Au chalumeau, dans le tube bouché, la bragite décrépité violemment et perd de l'eau; elle est infusible; elle devient jaune sous l'influence de la chaleur. Avec le borax, elle donne un verre qui est jaune-brun à chaud et qui, en refroidissant, passe d'abord au vert, puis au jaune-verdâtre. Elle laisse, dans le sel de phosphore, un squelette de silice.

Fergusonite. — (Voyez aux minéraux du tantale, page 292.)

Tyrite. — (Voyez aux minéraux du tantale, page 295.)

Polykrase. — Ce minéral est un mélange de niobate et de titanate polybasique de zircon, d'yttria, de fer, de cérium et d'urane. On le trouve cristallisé en prismes à huit faces, très-aplatis; sa couleur est noire ou brun-noir, sa poussière est brun-grisâtre, son éclat métalloïde, sa cassure esquilleuse. Il raye le verre; sa densité est 5,105.

Au chalumeau, la polykrase décrépite violemment; elle donne de l'eau dans le tube bouché; elle change de couleur et sa poussière est jaune d'ocre après calcination; elle est infusible. Avec le borax, elle donne des perles qui sont jaunâtres au feu d'oxydation et brunes au feu de réduction.

Avec le sel de phosphore, les perles sont jaune-brunâtre dans la flamme oxydante et deviennent verdâtres ou vert sale après le refroidissement.

Wæhlérite. — Niobate et silicate de zircon, de chaux, de fer, de soude, etc. Ce minéral se trouve en grains anguleux ou en beaux cristaux ayant 2 ou 3 centimètres de longueur, chargés de facettes brillantes, et qui appartiennent à un prisme rectangulaire droit; sa couleur varie du jaune de miel au jaune-rougeâtre et même au brun-rouge; sa poussière est blanc-jaunâtre; il est presque transparent; sa cassure est conchoïdale.

Au chalumeau, la wæhlérite est fusible à une haute température en un verre jaunâtre.

Ytthro-tantalite. — (Voyez aux minéraux du tantale, page 291.)

Euxénite. — (Voyez aux minéraux du tantale, page 292.)

Eukolite et *eudyalite.* — (Voyez aux minéraux du zirconium, pages 125 et 126.)

TITANE.

Titane métallique. — Ce métal, très-difficile à obtenir pur, est une poudre noire qui ressemble au fer réduit par

l'hydrogène; lorsqu'on le chauffe au chalumeau, il s'enflamme avec une vive incandescence en se transformant en acide titanique.

Acide titanique. — L'acide titanique est infusible et inaltérable lorsqu'on le chauffe seul, même sur le charbon, mais il jaunit sous l'action de la chaleur et redevient blanc lorsqu'il refroidit.

Il ne colore point la flamme.

Avec le borax, il donne au feu d'oxydation des perles qui sont légèrement jaunes à chaud et tout à fait incolores à froid. Lorsque ces perles ne contiennent pas une trop faible proportion de titane, elles deviennent blanc de lait au flamber, mais lorsqu'elles en sont chargées, elles tournent au blanc d'émail par l'effet seul du refroidissement. Au feu de réduction, les perles de borax deviennent jaunâtres ou brunâtres selon les quantités de métal qu'elles contiennent, et s'il y a sursaturation, elles présentent un émail légèrement bleuâtre. Après une longue insufflation, il arrive parfois que les perles de borax deviennent bleu-violacé en refroidissant, mais ce caractère ne se manifeste qu'avec certains minéraux titanifères, et avec de l'acide titanique qui a été préparé dans certaines conditions.

Avec le sel de phosphore, l'acide titanique donne, au feu d'oxydation, des perles qui sont jaunâtres à chaud et incolores à froid. Au feu de réduction, elles deviennent d'un beau violet clair; mais la teinte est généralement faible et n'est bien nette qu'autant que les perles sont tout à fait froides; lorsqu'elles sont chaudes, elles sont jaunâtres; pour les verres sursaturés d'acide titanique, la teinte violette paraît quelquefois noire tant elle est intense, et les perles prennent de l'opacité sans cependant passer à l'état d'émail.

La coloration violacée caractéristique que donne le titane avec le sel de phosphore, est souvent difficile à obtenir; elle ne se produit bien qu'après une insufflation pro-

longée dans la flamme réductrice ; on l'obtient, au contraire avec facilité, par l'addition d'étain, et, dans tous les cas, plus facilement sur le charbon que sur le fil de platine.

Lorsque les minerais du titane contiennent du fer, ou lorsqu'on ajoute du fer aux perles de sel de phosphore colorées par du titane, on obtient, au feu de réduction, des verres qui sont colorés en rouge de sang, plus ou moins intense, selon les proportions de fer et de titane contenues dans ce fondant vitreux ; lorsqu'il y a excès de fer, les perles sont jaune-rougeâtre ; dans le cas contraire, elles sont d'un beau rouge ; ces teintes ne sont bien nettes que lorsque les perles sont entièrement froides : si à ces perles, ainsi colorées et chauffées au feu de réduction, on ajoute de l'étain, la coloration rouge est détruite et la teinte violette du titane reparait ; ce caractère peut permettre de distinguer le titane du tungstène, qui donne aussi avec le fer des perles colorées en rouge de sang, mais qui, additionnées d'étain, passent au vert sale ou au bleu ; ces réactions n'ont pas lieu avec le borax.

Avec la soude sur le charbon, l'acide titanique n'est pas réduit, mais il se dissout dans le fondant avec une vive effervescence en produisant une matière fondue, transparente et jaune tant qu'elle est chaude, mais qui devient opaque en cristallisant par refroidissement, tout en passant au blanc-grisâtre. La matière fondue ne pénètre pas dans le charbon, à moins qu'elle ne contienne un excès de soude. Lorsqu'elle commence à se solidifier, elle dégage une quantité de chaleur suffisante pour reporter au rouge très-vif le globule presque solidifié : ce phénomène ne se produit qu'autant que la soude et la matière titanifère sont mélangées dans certaines proportions, et chauffées de telle sorte que toute la matière titanifère soit bien dissoute.

Sous l'influence de l'azotate de cobalt, l'acide titanique pur prend une teinte vert-jaunâtre.

L'azoture de titane que l'on trouve dans les scories des

hauts-fourneaux, cristallisé en cubes rouge-rosé, se dissout très-difficilement dans les fondants vitreux. Avec le sel de phosphore au feu de réduction, il donne une teinte rougeâtre au lieu de la teinte violette caractéristique, même en présence de l'étain.

Minéraux du titane.

Les principaux minéraux du titane sont :

Le rutile, l'anatase, la brookite et l'arkansite, la warwickite, la perowskite, le pyrochlore titanifère, l'euxénite, la tschewkinite, la crichtonite, le fer titané ou ilménite, la washingtonite, la mengite, les sables titanifères ou fer titané, quelques grenats titanifères, la mosandrite, le péridot titanifère, l'aeschynite, la polymignite, la polykrase, l'œrstedtite, l'amphibole aegyryne, le sphène et ses variétés, la schorlamite, l'eukolite titanifère, la pyromélane, la rutherfordite et l'yttritanite.

Beaucoup d'autres minéraux métalliques et même certaines roches contiennent de petites quantités de titane.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU TITANE.

Rutile, titane oxydé. — Ce minéral se trouve en masses aciculaires et fibreuses, ou en cristaux dont la forme primitive dérive d'un prisme à base carrée ; ces cristaux sont transparents, translucides ou opaques. Sa couleur est variable ; les échantillons en masses sont brun-rougeâtre, avec des nuances de jaune, les cristaux peuvent être rouge-hyacinthe, brun-rougeâtre, jaune-mordoré, jaune d'or et jaune-paille. Sa poussière est rouge de grenade ou d'un blond sale. Il est presque aussi dur que le quartz ; sa cassure est éclatante, il est aigre. Sa densité varie de 4,209 à 4,291.

Au chalumeau, le rutile est infusible, et, avec les réactifs, il donne les caractères de l'acide titanique pur.

Anatase, oisanite. — Ce minéral, qui est de l'acide tita-

nique presque pur, est assez rare ; on le trouve cristallisé en octaèdres aigus, forme qui lui avait fait donner le nom d'*octaédrite*. Sa couleur est le bleu-indigo ou le brun-rougeâtre foncé ; il est presque toujours transparent ou du moins fortement translucide ; son éclat est métalloïde ; sa cassure est lamelleuse ; il raye le verre. Sa densité égale 3,857.

Au chalumeau, l'anatase est infusible et présente, avec les réactifs, les caractères de l'acide titanique pur.

Brookite et arkansite. — Ces minéraux, composés d'acide titanique, sont deux variétés distinctes d'une même espèce, qui présentent une composition identique.

Le brookite se présente en cristaux ayant la forme de tables très-minces, chargées de facettes, d'un brun-rougeâtre, fortement translucides et ayant un éclat adamantin ; ces cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal droit ; ils sont assez durs pour rayer le feldspath. Leur densité varie de 4,128 à 4,167.

L'arkansite se trouve en cristaux isolés ou groupés, dont la forme la plus ordinaire est celle d'un dodécaèdre à triangles isocèles, dérivant d'un prisme rhomboïdal droit, et souvent compliqué de facettes ; leur couleur est le gris de fer avec éclat métallique ; leur poussière est gris-cendré ; ils rayent le feldspath. Leur densité est 4,105.

La brookite et l'arkansite contiennent en moyenne 99 pour 100 d'acide titanique. Au chalumeau, elles sont infusibles et donnent les réactions du titane.

Warwickite (fluorure de titane et de fer.) — Ce minéral se trouve cristallisé dans une dolomie blanche où il est accompagné de gros cristaux de spinelle noir et de condrodite. Les cristaux de warwickite dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique ; ils portent tous une troncature sur les arêtes obtuses, tandis que les arêtes aiguës ainsi que les sommets sont arrondis. Leur couleur est le gris-brunâtre à éclat métalloïde et à reflets bronzés ou rouge de cuivre ; ils sont opaques, excepté dans les fragments minces ; leur poussière est brun-chocolat,

ils rayent la chaux phosphatée. Leur densité varie de 3,14 à 3,29.

Les cristaux de warwickite sont souvent altérés : alors ils sont presque noirs et deviennent assez tendres pour être rayés par la chaux carbonatée.

Au chalumeau, la warwickite est infusible, mais elle s'agglutine en une masse poreuse lorsqu'on la chauffe fortement en poudre; dans ce cas, elle devient noire et perd environ 8 pour 100 de son poids.

Avec les fondants, elle donne les caractères du titane et du fer.

Avec un mélange de bisulfate de potasse et de borax, elle donne le caractère distinctif des fluorures en colorant la flamme en vert. Le fluor se constate aussi en chauffant fortement ce minéral seul ou avec du sel de phosphore dans le tube ouvert; ce dernier est attaqué par le fluor qui se dégage. L'acide sulfurique dégage également de l'acide fluorhydrique de la warwickite.

Perowskite. (Voyez aux minéraux du calcium, page 169.)

Pyrochlore titanifère. (Voyez aux minéraux du calcium, page 169.)

Euxénite. (Voyez aux minéraux du tantale.)

Tschewkinite. (Voyez aux minéraux du lanthane, page 233.)

Crichtonite, titanate de fer oxydulé. Ce minéral se trouve en petits rhomboédres très-aigus, dont la couleur est le noir éclatant; ils sont opaques, leur éclat est métallique et leur cassure conchoïde, éclatante; ils sont rayés par la chaux phosphatée. Leur densité est de 4,727.

Au chalumeau, la crichtonite est infusible, elle donne avec le sel de phosphore des perles qui deviennent rouge de sang au feu de réduction, lorsqu'elles sont tout à fait froides; ces perles passent au violet lorsqu'on les chauffe avec de l'étain au feu de réduction (caractères des mélanges de fer et de titane).

Ilménite, fer titané. — Ce minéral se trouve en masses dans un granit avec lequel il paraît avoir été fondu ; les cristaux d'ilménite eux-mêmes, qui ont quelquefois 4 à 5 centimètres de longueur, ont leurs arêtes arrondies et paraissent avoir subi une température élevée ; l'ilménite est noir de fer ; sa poussière est également noire ; elle raye le verre, mais elle est rayée par le feldspath, son éclat est métallique un peu terne ; elle n'est point magnétique. Sa densité varie de 4,675 à 4,766.

Au chalumeau, l'ilménite est infusible, mais sous l'influence de la chaleur elle devient brune.

Avec les fondants, elle donne les réactions des mélanges de fer et de titane.

Washingtonite et mengite. — Ces deux minéraux sont encore des titanates de fer qui se rapprochent beaucoup de l'ilménite, dont ils sont des variétés. La washingtonite cristallise en prismes hexagonaux aplatis, portant des facettes sur leurs angles, elle est noir-brun, raye le phosphate de chaux. Sa densité est 4,992.

La mengite forme de petits cristaux prismatiques disséminés dans l'albite et dont la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit. Elle est noire, son éclat est métalloïde, la surface des cristaux est brillante. Sa poussière est brun châtaigne, sa cassure est inégale et conchoïde ; elle raye légèrement le verre. Sa densité est 5,48.

Au chalumeau, la washingtonite et la mengite sont infusibles : avec les réactifs, elles se comportent comme l'ilménite. La mengite donne avec la soude la réaction du manganèse.

Sables titanifères. — *Fer titané, nigrine.* — On désigne sous le nom de sables titanifères des fers titanés en grains plus ou moins fins, qui ne sont jamais magnétiques. Les minerais de fer qui contiennent des quantités appréciables d'acide titanique mais qui conservent leur magnétisme, n'entrent pas dans cette classe, tels sont par exemple les fers oxydulés.

Les sables titanifères sont presque toujours amorphes, quel-

ques-uns portent cependant des facettes cristallines se rapportant à l'octaèdre régulier ; ils sont noirs, ils rayent le verre. Leur densité varie de 4,02 à 4,89.

Au chalumeau, ils sont infusibles et présentent avec les réactifs les caractères du titane et du fer.

Mosandrite. (Voyez aux minéraux de lanthane, page 232.)

Æschynite. (Voyez aux minéraux de la zirconie.)

Polymignite. — Titanate polybasique contenant de la zirconie, du fer, de l'yttria, du cérium, de la chaux et du manganèse. Ce minéral est cristallisé en prismes allongés et cannelés, dérivant d'un prisme rhomboïdal droit. Il est noir, opaque, très-brillant, presque métallique ; sa poussière est brune, sa cassure est conchoïde, un peu vitreuse ; il raye le verre. Sa densité est 4,808.

Au chalumeau, la polymignite présente les caractères suivants :

Elle est infusible et inaltérable sans addition.

Avec le borax, elle donne une perle jaunâtre qui devient opaque au flamber, et qui prend une couleur rougeâtre avec l'étain.

Avec le sel de phosphore, elle donne une perle rouge au feu de réduction, et qui n'éprouve pas de changement par l'addition de l'étain.

Avec la soude elle se change en une masse d'un gris-rougeâtre sans se fondre.

Polykrase. (Voyez aux minéraux du niobium.)

Erstedtite. (Voyez aux minéraux du zirconium, page 225.)

Sphène et ses variétés (greenovite, pictite, ligurite, keilhauite). — Ce minéral et ses variétés se trouvent fréquemment répandus en petits grains dans les roches primitives ; on le rencontre rarement en cristaux un peu gros ; ces cristaux ont des

formes variées, desquelles il est assez difficile de faire dériver la forme primitive, celle-ci pouvant être un prisme rhomboïdal droit, un prisme rhomboïdal oblique ou un octaèdre rhomboïdal; en outre, les cristaux offrent fréquemment des hémotropies. La couleur du sphène est variable : il en existe des échantillons blanc-jaunâtre, jaune-isabelle, brunâtres, jaune-orangé, violacés, gris-verdâtre, verdâtres, vert-rougeâtre; la pictite est gris sale avec reflet jaunâtre, et la greenovite est rose. Les variétés de couleur claire sont transparentes; les brunes sont opaques, leur éclat est vif et adamantin. La cassure du sphène est inégale et conchoïde; il raye le verre. Sa densité varie de 3,35 à 3,60.

Au chalumeau, à une température élevée, le sphène fond en un verre sombre avec un léger boursoufflement.

Avec le borax, il se dissout parfaitement et donne un verre d'un jaune plus ou moins brun. Il se dissout moins facilement dans le sel de phosphore, et produit une perle qui présente la couleur du titane lorsqu'on le chauffe au feu de réduction, surtout avec de l'étain.

La soude le convertit en un verre opaque.

Schorlamite. — Silico-titanate de chaux et de fer. Ce minéral se trouve en masses noires, ayant une teinte bleuâtre; sa poussière est gris foncé avec une teinte bleu-lavande, son éclat est vitreux, sa cassure conchoïde, il raye le quartz. Sa densité est 3,85.

Au chalumeau, la schorlamite fond avec difficulté sur les bords seulement, en une masse noire.

Avec les réactifs, elle donne les caractères du titane mélangé de fer, elle laisse un squelette de silice dans le sel de phosphore.

Eukolite titanifère. — Ce minéral ressemble à l'eukolite ordinaire (voyez aux minéraux du zirconium, page 226); il est cependant un peu plus dur, et sa densité est de 3,57.

Au chalumeau, l'eukolite titanifère est fusible avec bouillon-

nement, en un verre foncé. Avec les réactifs, elle donne les réactions de la soude, de la silice, du fer et du titane.

Pyromélane. — Titanate d'alumine et de fer. Ce minéral se trouve en grains et provient des lavages de l'or dans la Caroline du Nord. Sa couleur est le brun-rouge, allant presque jusqu'au noir; il est translucide, son éclat est résineux passant au vitreux, il raye le feldspath. Sa densité est de 3,87,

Au chalumeau, la pyromélane est infusible, elle devient noire et opaque au feu. Avec les réactifs, elle donne les réactions du titane et du fer.

Rutherfordite. — Ce minéral est très-rare, il est analogue à la pyromélane. Sa densité est 5,6.

Ytthro-titanite. — Silico-titanate polybasique contenant de la chaux, de l'alumine, de la glucine, de l'yttria, du fer et du manganèse. Ce minéral paraît identique avec le keilhauïte, variété de sphène, il possède la même forme cristalline que ce dernier; on le trouve en grandes masses cristallines et en cristaux. Sa couleur est le brun foncé, sa poussière est jaune sale clair; il raye la chaux phosphatée.

Au chalumeau, l'ytthro-titanite présente les mêmes caractères que le sphène.

VANADIUM.

Vanadium métallique. — Le vanadium métallique est à peine connu.

Oxydes et acide du vanadium. — Les composés oxygénés du vanadium ne colorent point la flamme.

Les oxydes sont infusibles, mais l'acide vanadique fond, au contraire, très-facilement. Si l'on opère sa fusion sur le charbon, une partie de la matière fondue entre dans le support et le reste se transforme en protoxyde de vanadium, ressemblant à du graphite, et qui est infusible.

Avec le borax et avec le sel de phosphore, les composés du vanadium se comportent de la même manière. Au feu d'oxydation, ils donnent, lorsque le fondant contient peu de vanadium, des perles qui sont un peu jaunâtres tant qu'elles sont chaudes, mais qui sont tout à fait incolores après le refroidissement. Lorsque les perles sont saturées du composé vanadique, elles restent colorées en jaune lorsqu'elles sont froides. Au feu de réduction, les perles de borax et les perles de sel de phosphore paraissent brun-verdâtre tant qu'elles sont chaudes, mais lorsqu'elles sont froides, elles sont colorées en un beau vert-émeraude, tout à fait semblable à la couleur que le chrome communique aux mêmes fondants vitreux.

Avec la soude, les composés du vanadium entrent facilement en fusion, et la matière fondue s'introduit dans le charbon. Traités avec la soude et le nitre, à la manière du chrome et du manganèse, les composés du vanadium sont attaqués et donnent une matière fondue colorée en jaune plus ou moins foncé, selon la quantité de substance employée, et qui ressemble à une attaque de matière chromique; cependant la teinte jaune est plus claire qu'avec le chrome : dans ce cas douteux, pour s'assurer auquel des deux métaux est due la réaction, on reprend la matière fondue par l'eau, on la sur-sature par l'acide acétique, on précipite par l'acétate de plomb, qui produit du chromate ou du vanadate de plomb, qui sont jaunes; on recueille le précipité et on l'essaie au chalumeau avec les fondants vitreux.

Cette dissolution de l'acide vanadique dans la soude permet de séparer le vanadium, du plomb et du cuivre avec lesquels il est uni dans certains minéraux; en chauffant ces minéraux sur le charbon avec la soude, on obtient le plomb et le cuivre sous forme de culots métalliques, tandis que le vanadium reste dans la scorie qui, bien souvent, s'introduit dans le charbon où il faut aller la prendre pour y trouver le vanadium.

Minéraux du vanadium.

Les minéraux qui contiennent le vanadium sont :

Le plomb vanadiaté (*vanadinite, eusynchite*), la descloizite, la déchenite, l'aræoxène, le vanadate double de plomb et de cuivre, et le cuivre vanadiaté.

Un grand nombre de minerais de fer, de minerais d'urane, de roches et d'argiles contiennent de petites quantités de vanadium.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU VANADIUM.

Plomb vanadiaté (*vanadinite, eusynchite*). — Le plomb vanadiaté ou vanadinite est un minéral assez rare; on le trouve quelquefois cristallisé, soit en petits prismes, soit en tables à six faces aplaties; il forme ordinairement des petits globules mamelonnés, ou des mamelons que l'on rencontre à la surface de certaines calamines. Sa couleur est le blond légèrement rosé ou le brun clair un peu jaunâtre; sa poussière est blanc-jaunâtre; sa cassure est luisante et lisse; il raye la chaux carbonatée. Sa densité varie de 6,6 à 6,9.

Au chalumeau, le plomb vanadiaté bouillonne et se transforme en une scorie ressemblant à de la plombagine. Avec le borax, il donne une perle transparente qui est rouge pendant qu'elle est en fusion et qui devient opaque, tout en changeant de couleur, en refroidissant; la teinte qu'elle prend est le bleu foncé lorsqu'elle est très-chargée de matière; la teinte est verte lorsque la perle contient peu de vanadium.

Avec le sel de phosphore, il produit des perles qui sont d'un beau vert-émeraude au feu de réduction et jaune-verdâtre à l'oxydation.

Avec la soude sur le charbon, il donne des globules de plomb malléable et une masse fondue de couleur jaunâtre.

Eusynchite. — Ce minéral est une variété de plomb vana-

diaté que l'on trouve en croûtes concrétionnées, terreuses et ocracées.

Au chalumeau il donne les mêmes réactions que la vanadinite.

Les vanadates de plomb contiennent souvent du chlorure de plomb. Le chlore peut être caractérisé par les procédés ordinaires.

Descloizite. — Ce minéral est un vanadate de plomb exempt de chlorure. Il cristallise en petits octaèdres rhomboïdaux dérivant d'un prisme rhomboïdal droit. Sa couleur est le noir foncé ou la teinte olive avec éclat bronzé et chatoyant ; vu par transparence, il laisse apercevoir sur les bords une teinte brune tirant sur le rouge. Dans sa cassure, il présente des zones colorées en jaune pâle, en brun-rougeâtre et en noir ; il est rayé par le spath fluor. Sa densité est de 5,839.

Au chalumeau, la descloizite présente les caractères suivants :

Dans le tube bouché, elle dégage un peu d'eau et fond au rouge naissant.

Sur le charbon, chauffée seule, elle donne des globules de plomb métallique enveloppés d'une matière scoriacée, et la masse fondue est entourée d'une auréole jaune clair d'oxyde de plomb. Avec la soude, la réduction est complète pour le plomb. Quant au vanadium, il reste combiné à la soude avec laquelle il forme une masse fondue jaunâtre qui s'introduit presque entièrement dans le charbon.

Avec les fondants vitreux au feu d'oxydation, elle donne des perles jaune-brun tirant sur le rouge ; au feu de réduction, ces perles deviennent vertes.

Déchenite. — Ce minéral, d'après Bergemann, est un vanadate de plomb pur ; il se présente en masses botryoïdes à texture cristalline. Sa couleur est le rouge foncé ou le jaune-rougeâtre ; sa poussière est jaunâtre ; son éclat est gras ; il raye la chaux carbonatée. Sa densité est de 5,81.

Au chalumeau, la déchenite est fusible et elle donne, avec les réactifs, les caractères du plomb et du vanadium.

Aræoxène (vanadate de plomb et de zinc). — Ce minéral est cristallin, de couleur rouge foncé passant au brun; il est rayé par la chaux carbonatée. Sa densité est de 5,32.

Au chalumeau, l'aræoxène fond avec intumescence; elle répand une odeur arsenicale et donne sur le charbon des globules de plomb. Le charbon se recouvre d'une auréole qui est jaunâtre près de l'essai, mais qui est blanche plus loin; cette partie blanche caractérise le zinc, elle devient verte lorsqu'on la chauffe après l'avoir mouillée avec de l'azotate de cobalt.

Avec les fondants vitreux, elle donne les réactions du vanadium.

Vanadate de plomb et de cuivre. — Ce minéral est amorphe, d'un brun-noirâtre plus ou moins foncé.

Au chalumeau, il est très-fusible en une perle noire un peu boursouflée. Avec les fondants vitreux, il donne des perles vertes. Sur le charbon avec la soude, il donne un culot de plomb cuprifère, et le vanadium se combine avec la soude.

Cuivre vanadaté (volborthite). — Ce minéral se présente sous la forme de petits rognons formant globules par leur assemblage, ou en cristaux lamellifères; sa couleur est le vert-olive, le vert-jaunâtre ou le vert-serin; il en existe une variété qui est grise. Les lamelles ont un éclat nacré.

Le cuivre vanadaté est très-friable, il s'écrase entre les doigts; sa poussière raye le gypse. Sa densité varie de 3,49 à 3,55.

Au chalumeau, le cuivre vanadaté, chauffé dans le tube bouché, donne de l'eau et devient noir.

Sur le charbon, il donne une scorie noire au milieu de laquelle on aperçoit des grains de cuivre métallique; ces grains de cuivre peuvent se réunir en culot par l'addition de la soude.

Avec les fondants vitreux, il donne des perles vertes.

MOLYBDÈNE.

Molybdène métallique. — Le molybdène, lorsqu'il a été fondu, est blanc d'argent, et sa densité est 8,6; dans cet état, il n'est pas altéré par la flamme du chalumeau.

Le molybdène que l'on obtient dans les laboratoires est ordinairement une poudre métallique grise qui, lorsqu'on la chauffe sur le charbon à la flamme oxydante du chalumeau, s'oxyde lentement en se transformant d'abord en oxyde bleu de molybdène, et finalement en acide molybdique, mais il faut soutenir longtemps le feu pour arriver à cette complète oxydation; pendant toute la durée de l'opération, l'extrémité du dard est colorée en vert-jaunâtre. Après l'essai, on trouve sur le charbon, près du métal, un dépôt cristallin d'acide molybdique qui est jaunâtre tant qu'il est chaud, mais qui est blanc lorsqu'il est froid, cet enduit devient bleu lorsqu'on le chauffe légèrement au feu de réduction; on remarque également près de la matière d'essai un enduit de couleur cuivrée, dû à du bioxyde de molybdène.

Le molybdène ne s'altère pas au feu de réduction.

Composés oxygénés du molybdène. — L'acide molybdique et les autres composés du molybdène chauffés au feu d'oxydation colorent la flamme en vert-jaunâtre, à la manière de la baryte, de l'acide phosphorique et de l'acide borique.

L'acide molybdique, chauffé seul dans le tube bouché, fond à une température peu élevée en un liquide jaunâtre, qui émet des fumées blanches, celles-ci viennent se condenser sur les parois froides du tube, sous forme de poudre blanche cristalline et d'aiguilles légèrement teintées de jaune.

Sur la feuille de platine, l'acide molybdique fond également avec facilité et dégage des fumées blanches; la partie fondue prend une couleur brune, mais si on la laisse refroidir, elle devient jaunâtre et cristalline. Au feu de réduction, la matière fondue bleuit, et si on la chauffe fortement, elle passe au brun.

Sur le charbon au feu d'oxydation, l'acide molybdique fond, devient brun, s'étend, se volatilise et forme une auréole cristalline qui est jaunâtre à chaud et qui devient blanche en se refroidissant. Si l'on volatilise ce dépôt en le chauffant de nouveau au même feu, il reste à sa place une couche mince d'un oxyde de molybdène rouge de cuivre foncé; cet oxyde rouge de cuivre se forme constamment sur le charbon autour de la matière d'essai. Au feu de réduction, l'acide molybdique se réduit facilement, tout en s'introduisant dans le charbon; on le retrouve sous forme de poudre grise en lévigeant, après l'avoir pulvérisée, la partie du charbon où il s'est introduit.

Avec le borax, les composés du molybdène donnent, au feu d'oxydation, des perles transparentes qui sont jaunes à chaud et qui deviennent incolores par le refroidissement; quand ces perles sont sursaturées d'acide molybdique, elles sont jaune-rougeâtre et opalines lorsqu'elles sont chaudes, et passent à l'état d'émail gris-bleuâtre en refroidissant. A la flamme de réduction, les perles de borax passent au brun. Les perles qui contiennent peu de matière, deviennent brun sale et conservent leur transparence; mais lorsqu'elles contiennent des quantités de molybdène qui ne sont pas encore par trop considérables, elles sont d'un beau brun foncé et tout à fait opaques; si l'on examine ces perles avec la loupe, on reconnaît qu'elles doivent leur opacité à des lamelles cristallines, brunes, d'oxyde de molybdène, tandis que le verre est à peine teinté en brun; cette réaction est caractéristique pour le molybdène.

Avec le sel de phosphore, le molybdène donne, au feu d'oxydation, des perles qui sont verdâtres à chaud et qui deviennent vert clair en refroidissant. Au feu de réduction, ces perles sont colorées en brun-verdâtre tant qu'elles sont chaudes, mais après le refroidissement, elles sont d'un beau vert-émeraude. Avec le sel de phosphore, il ne se forme point, au feu de réduction, de lamelles brunes d'oxyde de molybdène comme avec le borax, et les perles ne deviennent jamais brunes.

Avec la soude sur la feuille de platine ou après le fil de platine, l'acide molybdique fond en une matière transparente en produisant une vive effervescence; après le refroidissement, la matière fondue devient blanc de lait. Si cette matière contient peu de molybdène, elle prend, au feu de réduction, la même couleur brune qu'avec le borax.

Si l'on opère sur le charbon, une grande partie de l'acide molybdique est réduite à l'état métallique; le métal peut se retrouver par lévigation sous forme de poudre grise.

Minéraux du molybdène.

Les minéraux du molybdène sont :

Le molybdène sulfuré, l'acide molybdique, le plomb molybdaté et le plomb molybdaté basique.

Outre ces minéraux, le molybdène se rencontre encore, mais en faibles quantités, dans quelques produits métallurgiques du cuivre et de l'étain, soit dans ces métaux à l'état d'alliage, soit dans les scories provenant du traitement des minerais de ces métaux.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU MOLYBDÈNE.

Molybdène sulfuré. — Ce minéral est d'un gris de plomb un peu bleuâtre, doué d'un léger éclat métallique. Il a une très-grande ressemblance avec le graphite; cependant sa teinte est plus claire et son éclat plus métallique; il est fragile, lamelleux ou grenu, onctueux au toucher, assez tendre pour être rayé par l'ongle, mais assez dur pour rayer le talc; il laisse sur le papier, des traces grises par le frottement, comme le graphite; sur la porcelaine, les traits paraissent verdâtres. On le trouve quelquefois cristallisé en tables ou en prismes à six faces; mais ordinairement il se présente en petites masses lamelleuses. Sa densité varie de 4,55 à 4,65.

Au chalumeau, le sulfure de molybdène donne les réactions suivantes : Chauffé à la pince à bouts de platine il ne fond pas,

il dégage un peu d'acide sulfureux et colore la flamme en vert-jaunâtre ; il ne produit rien dans le tube bouché.

Dans le tube ouvert, il ne donne pas de sublimé, mais il ternit le verre aux environs de l'essai et dégage un peu d'acide sulfureux.

Sur le charbon, il fume, répand l'odeur de l'acide sulfureux et donne un dépôt pulvérulent, jaunâtre, d'acide molybdique mélangé d'acide sulfurique, précédé d'un enduit rouge de cuivre ; le dépôt disparaît lorsqu'on le chauffe directement ; le sulfure de molybdène est extrêmement difficile à brûler ; les parties centrales résistent au grillage malgré une très-longue insufflation. Pendant tout le temps de l'essai la flamme est colorée en vert-jaunâtre.

Les fondants vitreux n'altèrent pas le sulfure de molybdène, à moins d'ajouter aux perles un peu de nitre, qui détermine l'oxydation du sulfure.

Avec la soude sur le charbon, il se dissout en produisant une vive effervescence et donne une matière fondue rougeâtre et nacré, qui noircit la lame d'argent.

Acide molybdique. — L'acide molybdique naturel est une espèce d'efflorescence blanche ou jaunâtre, qui prend naissance à la surface du sulfure de molybdène, par suite de l'oxydation de ce dernier.

Au chalumeau, l'acide molybdique naturel présente toutes les réactions de l'acide molybdique qu'on obtient dans les laboratoires.

Plomb molybdaté (plomb jaune). — Ce minéral se trouve très-bien cristallisé, ou en masses cristallines lamelliformes ; la forme de ses cristaux est l'octaèdre à base carrée, ou celle de lames carrées dérivant d'un prisme à base carrée. Sa couleur est le jaune cirieux plus ou moins foncé, mais ordinairement assez pâle. Son éclat est gras et résineux, il est translucide, il est rayé par la chaux carbonatée. Sa densité est 6,76.

Au chalumeau, le plomb molybdaté donne les réactions suivantes :

Seul, dans le tube bouché, il décrépité fortement et brunit sous l'action de la chaleur, mais en refroidissant il reprend sa couleur ordinaire.

Sur le charbon, il fond et se réduit en plomb métallique qui reste sur le support, tandis qu'une partie de la matière fondue s'introduit dans le charbon. Si on lave la partie du charbon qui a absorbé la matière, on obtient un mélange de plomb en grains malléables, de molybdène métallique et de molybdure de plomb, qui offre l'éclat métallique; ces deux derniers ne sont ni malléables ni fusibles.

Avec le borax, il se dissout facilement et donne à la flamme oxydante un verre transparent, légèrement jaunâtre à chaud, et incolore à froid; dans la flamme réductrice, le verre est transparent tant qu'il est chaud, mais en refroidissant il devient opaque et brun foncé.

Avec le sel de phosphore, il donne un verre qui est vert et transparent lorsqu'il ne contient qu'une petite quantité de molybdate de plomb, mais qui est noir et opaque lorsqu'il est saturé de molybdate.

Avec la soude, sur le charbon, il donne des globules de plomb, et la masse fondue s'introduit dans le charbon.

Plomb molybdaté basique. — Ce minéral, qui n'a été trouvé qu'une fois au Mexique par M. Boussingault, est un mélange de molybdate, de carbonate, de phosphate, de chromate et de chlorure de plomb. Il présente au chalumeau toutes les réactions qui caractérisent ces substances.

TUNGSTÈNE.

Tungstène métallique. — Le tungstène métallique n'a pas encore été obtenu à l'état de fusion parfaite, il se présente sous forme de poudre gris de fer, plus ou moins agglomérée, dont la densité varie de 16,5 à 18,3. Sous l'influence de la chaleur,

au feu d'oxydation, il se transforme en acide tungstique. S'il est à l'état pulvérulent, il s'enflamme comme de l'amadou.

Composés oxygénés du tungstène et acide tungstique. — L'acide tungstique et les autres composés oxygénés du tungstène sont infusibles sans addition. Au feu de réduction, sur le charbon, l'acide tungstique verdit, puis il devient noir.

Les composés du tungstène ne colorent pas la flamme.

Avec le borax, le tungstène donne, au feu d'oxydation, un verre transparent et incolore. Si le verre est chargé de métal, il est jaunâtre à chaud, et il peut passer à l'état d'émail au flamber. Au feu de réduction, si la proportion d'acide tungstique est faible, la perle reste incolore; mais si le borax est chargé de tungstène, la perle est jaune-rougeâtre tant qu'elle est chaude, et en refroidissant elle devient brun-jaunâtre.

Avec le sel de phosphore et le tungstène, on obtient, au feu d'oxydation des perles qui sont incolores ou jaunâtres, selon la quantité de matière employée.

Au feu de réduction, ces perles deviennent d'un beau bleu pur; cette coloration, qui est caractéristique, est difficile à produire lorsque la matière contient soit de la silice, soit de l'alumine; mais dans tous les cas on l'obtient toujours en ajoutant à la perle un peu d'étain. La coloration bleue n'est bien nette qu'après l'entier refroidissement de la matière vitreuse.

Lorsque le tungstène contient du fer, ou lorsqu'on a ajouté du sulfate de fer à une perle de sel de phosphore colorée par du tungstène, on n'obtient plus au feu de réduction la coloration bleue caractéristique, mais une coloration rouge de sang, comme cela arrive pour le titane qui contient du fer. La teinte rouge de sang disparaît par l'addition de l'étain, et la perle devient bleu-verdâtre ou verte, mais jamais elle ne reprend la belle coloration bleue qu'elle avait avec le tungstène pur; dans les mêmes conditions, au contraire, les perles colorées par du titane ferrifère reprennent la teinte violette du titane pur, c'est

à ce caractère seul qu'on peut distinguer les minéraux qui contiennent du tungstène ou du titane combinés au fer.

La soude dissout l'acide tungstique en produisant une vive effervescence, et donne sur la lame de platine et au fil de platine, une matière qui est transparente et jaune sombre tant qu'elle est fondue, qui cristallise par le refroidissement en devenant opaque, blanche ou jaunâtre. Si l'on opère sur le charbon, avec très-peu de soude et au feu de réduction, on obtient une scorie métallique d'un gris d'acier, qui donne, lorsqu'on la broie avec de l'eau, du tungstène qui prend de l'éclat métallique par le frottement. Lorsqu'on a employé un excès de soude, la masse fondue entre dans le charbon; si l'on chauffe alors fortement et qu'on lève ensuite, après l'avoir pulvérisée, la partie du charbon qui a absorbé la matière, on obtient des petites particules métalliques jaune d'or ou jaune-brun mordoré, qui ne sont autre chose que la combinaison du tungstène et de la soude, découverte par M. Wohler.

Avec l'azotate de cobalt, l'acide tungstique se colore en noir bleuâtre métallique.

Minéraux du tungstène.

Les minéraux qui contiennent du tungstène sont : l'acide tungstique, la chaux tungstatée (*schéelin calcaire*), le wolfram et le plomb tungstaté.

Le tungstène se rencontre encore, mais en très-faibles quantités, dans quelques produits métallurgiques (étain, acier, crasses et scories d'affinage de l'étain).

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU TUNGSTÈNE.

Acide tungstique. — Ce composé est très-rare, on le rencontre quelquefois à la surface du wolfram, dont il est un produit d'altération; c'est une matière pulvérulente, jaunâtre. Quelquefois, mais cela est extrêmement rare, l'acide tungstique est cristallisé en petits cristaux microscopiques, d'apparence cubique, d'un blanc-jaunâtre nacré.

Au chalumeau, l'acide tungstique présente toutes les réactions qui le caractérisent.

Chaux tungstatée (schéelin calcaire, wolfram blanc). — Ce minéral est toujours cristallisé, soit en octaèdres aigus, soit en octaèdres surbaissés; la forme primitive de ces cristaux est le prisme à base carrée. Sa couleur est le blanc de neige, le blanc-gris, le blanc-jaunâtre, et quelquefois le brun; son éclat est gras, vif, et fortement adamantin: il est translucide sur les bords, fragile, sa cassure est lamelleuse ou imparfaitement conchoïde. Il raye le spath fluor, mais il est rayé par la chaux phosphatée. Sa densité est considérable, elle est représentée par 6,076.

Au chalumeau, la chaux tungstatée présente les caractères suivants :

Dans le tube bouché, elle ne subit aucune altération.

Chauffée seule, fortement, à l'extrémité de la pince à bouts de platine ou sur le charbon, elle fond très-difficilement sur les bords minces, en un verre translucide.

Avec le borax, elle se dissout bien et donne un verre transparent, incolore ou légèrement fauve, ce verre peut devenir opaque, blanc de lait et cristallin. Au feu de réduction, il ne se colore pas, même avec de l'étain.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout facilement et donne, dans la flamme extérieure, un verre incolore; dans la flamme de réduction le verre se colore, et tant qu'il est chaud sa couleur est verte, mais lorsqu'il est froid il est d'un beau bleu de saphir, ce qui caractérise le tungstène.

Avec la soude, elle forme une scorie blanchâtre arrondie sur les bords.

La chaux tungstatée contient souvent du fluor, qui se caractérise avec le mélange de bisulfate et de borax par la coloration verte de la flamme.

Wolfram (schéelin ferrugineux). — Tungstate de fer et de manganèse. Ce minéral se trouve cristallisé, ou en masses

distinctement lamelleuses dans un sens ; il est noir-brunâtre, éclatant, à cassure lamelleuse dans un sens, grenue et inégale dans les autres sens. La forme primitive de ses cristaux est difficile à apprécier ; d'après M. Descloizeau, cette forme serait celle d'un prisme rhomboïdal oblique. Le wolfram raye le spath fluor, mais il est rayé par une pointe d'acier ; sa poussière est brun foncé. Sa densité est 7,333.

Au chalumeau, le wolfram se comporte de la manière suivante :

Dans le tube bouché il n'est pas altéré, mais parfois il décrépite, il donne souvent une petite quantité d'eau.

A la pince à bouts de platine et sur le charbon, il est fusible à une haute température, et se résout en un globule dont la surface se recouvre de cristaux lamelleux d'un gris de fer ; pendant cette opération, quelques échantillons répandent l'odeur d'ail qui caractérise la présence de l'arsenic.

Sur le charbon avec la soude, le minerai se réduit facilement en donnant un alliage de tungstène et de fer, qu'il est facile d'isoler par lévigation.

Avec le borax, le wolfram donne facilement des perles qui présentent les réactions du fer et du manganèse, sans qu'il soit possible d'y constater la présence du tungstène.

Avec le sel de phosphore, il se dissout aisément en donnant des perles qui, au feu d'oxydation, sont colorées par le fer et par le manganèse, mais qui deviennent rouge de sang au feu de réduction ; si dans ces conditions on ajoute de l'étain à la perle, celle-ci devient verte ; mais il ne faut pas chauffer trop longtemps, sans quoi la couleur verte disparaît, et le verre prend une faible teinte rougeâtre.

La coloration rouge de sang qui se produit au feu de réduction avec le sel de phosphore et le wolfram, n'est bien nette qu'en n'employant que très-peu de minerai ; dans le cas contraire, les perles sont tellement colorées qu'elles paraissent opaques et qu'il est difficile d'apprécier leur couleur.

Avec la soude sur le platine, on obtient la réaction du manganèse, surtout si l'on ajoute un peu de nitre au mélange.

Plomb tungstaté. — Ce minéral est très-rare, on le trouve cristallisé en octaèdre très-aigu, à base carrée et modifiée; il dérive d'un prisme à base carrée, ses cristaux sont blanchâtres, gris-brun ou jaunâtres. Ils rayent la chaux sulfatée, mais ils sont rayés par la chaux carbonatée. Sa densité est 8.

Au chalumeau, dans le tube bouché, le plomb tungstaté décrépité, mais n'éprouve aucune altération.

Sur le charbon, il fond en dégageant des fumées blanches de plomb; il se réduit en un globule métallique cristallisé, d'un gris sombre; et le charbon se recouvre de l'auréole jaune clair.

Avec le borax il donne, au feu d'oxydation, une perle incolore qui devient jaunâtre au feu de réduction, mais qui, en refroidissant, devient grise et opaque: si l'on chauffe longtemps la perle de borax au feu de réduction, le plomb se volatilise sous forme de fumée, et le verre devient en refroidissant transparent et rouge sombre.

Avec le sel de phosphore, au feu d'oxydation, les perles sont incolores; au feu de réduction elles deviennent bleu-saphir, tout en conservant leur transparence; cependant, si l'on a employé un excès du minéral, les perles sont verdâtres et opaques.

Avec la soude sur le charbon, le plomb tungstaté donne des globules de plomb, et l'auréole jaune-clair.

Le plomb tungstaté contient quelquefois du manganèse.

ZINC.

Zinc métallique. — Si l'on chauffe du zinc métallique sur le charbon, au chalumeau, il commence par fondre, puis à une température élevée il s'enflamme et brûle avec une flamme très-éclatante, d'un blanc-verdâtre, et dégage une fumée blanche intense, due à la production de l'oxyde de zinc qui se dépose sur le charbon sous forme d'un enduit, qui est jaune-citron tant qu'il est chaud, mais qui, en refroidissant, rede-

vient tout à fait blanc. Cet enduit, mouillé avec de l'azotate de cobalt et chauffé au feu d'oxydation, se colore en un beau vert caractéristique.

Oxyde de zinc et composés du zinc. — Les composés du zinc ne colorent point la flamme.

Chauffés seuls, l'oxyde de zinc et les composés de ce métal commencent par jaunir; la coloration, qui est jaune-citron, n'est visible qu'à la lumière du jour; à la clarté des lumières artificielles elle ne se voit point, quoiqu'elle soit assez intense. La coloration jaune se maintient tant que le corps est chaud, elle disparaît peu à peu, à mesure que celui-ci se refroidit, et lorsque le refroidissement est complet, la substance est redevenue entièrement blanche.

L'oxyde de zinc et les composés fixes du zinc chauffés fortement, produisent une lumière éblouissante. Cette lumière est légèrement verte, elle semble due à une espèce de phosphorescence ou fluorescence, elle est réellement caractéristique pour tous les composés du zinc, qui ne sont pas fusibles ou volatils.

L'oxyde de zinc est infusible, lorsqu'on le chauffe au feu de réduction. Sur le charbon, seul ou avec de la soude, il se réduit facilement, mais il ne donne jamais de culot métallique à cause de la volatilité du zinc. Le métal en se volatilissant se réoxyde en traversant les bords de la flamme, il produit alors une fumée blanche d'oxyde de zinc qui se dépose en partie sur le charbon sous forme d'enduit qui est jaune tant qu'il est chaud, mais qui redevient blanc lorsqu'il est froid; si l'on dirige le dard de la flamme extérieure sur cet enduit il ne bouge pas, mais si on le chauffe avec la flamme de réduction, il disparaît de la place où il était pour se porter en partie un peu plus loin, mais le plus souvent il se volatilise complètement dans l'air.

Tous les composés du zinc chauffés sur le charbon avec de la soude, se comportent de la même manière.

Avec le borax, l'oxyde de zinc donne, au feu d'oxydation, des perles qui sont transparentes et incolores, même lorsque la quantité d'oxyde employée est considérable. Ces perles deviennent laiteuses au flamber, et si la proportion d'oxyde de zinc est assez sensible, elles prennent la blancheur de l'émail en refroidissant. Au feu de réduction, le zinc se réduit et se volatilise, mais la perle ne devient pas grise, elle reste incolore.

Avec le sel de phosphore on obtient les mêmes réactions qu'avec le borax, seulement la réduction dans la flamme intérieure est plus facile à produire, et les perles se colorent légèrement en brun-jaunâtre.

Il résulte de ces réactions qu'avec les fondants vitreux l'oxyde de zinc se comporte comme les terres proprement dites, à part toutefois la réduction de l'oxyde de zinc contenu dans les perles, sous l'influence de la flamme réductrice.

La soude ne dissout point l'oxyde de zinc sur la lame de platine; mais ce réactif aide beaucoup à sa réduction lorsqu'on opère sur le charbon, comme il a été dit plus haut.

Si l'on chauffe fortement au feu d'oxydation, de l'oxyde de zinc ou un sel de ce métal, humecté préalablement d'azotate de cobalt, la matière prend une belle coloration verte, mais la teinte n'est bien nette que lorsque le tout est parfaitement froid; tant que la matière est chaude, elle paraît d'un jaune-verdâtre. Il arrive aussi quelquefois que la substance conserve à la surface une teinte jaune-brun verdâtre, même après le refroidissement complet; mais si l'on enlève la matière du charbon, on reconnaît que les parties inférieures sont colorées en vert pur.

Il faut toujours calciner préalablement sur le charbon, les composés du zinc pour les déshydrater avant de les humecter avec la dissolution de cobalt.

Cette réaction est caractéristique pour reconnaître le zinc, mais il ne faut pas oublier que les composés blancs et fixes de l'étain, du titane et de l'antimoine se colorent également en vert sous l'influence de l'azotate de cobalt; seulement la teinte verte

qu'on obtient avec ces substances, n'est pas aussi belle que celle que donne le zinc.

Lorsque le zinc se trouve associé dans des minéraux avec le plomb et le bismuth qui donnent des enduits colorés, l'enduit blanc du zinc se trouve masqué; pour le caractériser, on mouille l'enduit avec le cobalt et l'on chauffe au feu d'oxydation; dans ce cas, sous l'influence du charbon, le plomb et le bismuth sont réduits et se volatilisent, et, après refroidissement, on reconnaît la teinte verte de la combinaison du zinc et du cobalt. Cette opération est assez délicate à exécuter, lorsque le zinc n'existe qu'en faible proportion dans le composé essayé; on peut, dans ce cas, mouiller d'abord le charbon avec la solution de cobalt dans la direction du dard, à l'endroit où doit se former l'enduit, puis chauffer, comme il vient d'être dit, cet enduit au feu d'oxydation.

D'autre part, si la matière essayée contenait de l'antimoine en même temps que le zinc, il faut se rappeler que l'antimoine donne également un enduit blanc qui prend une teinte verdâtre avec le cobalt et qui n'est pas déplacé par la flamme oxydante; dans ce cas, il faut se débarrasser de l'antimoine, en chauffant préalablement l'essai sur le charbon au feu d'oxydation; l'antimoine se volatilise et le zinc reste dans le résidu fixe; on chauffe ensuite ce résidu, à une autre place du charbon, dans la flamme réductrice, on obtient alors l'enduit qui caractérise le zinc.

Minéraux du zinc.

Les minéraux du zinc sont : La blende ou zinc sulfuré, la voltzine ou zinc oxysulfuré, le zinc sélénié, le zinc carbonaté ou calamine, le zinc hydro-carbonaté, la buratite, le zinc silicaté, appelé aussi calamine, et toutes ses variétés, la willemite, l'hopéite, la brucite ou zinc oxydé rouge, le zinc hydraté cuprifère, le zinc arséniaté, le zinc sulfaté, la franklinite, l'igléiasite, des variétés de plomb vanadiaté, quelques cui-

vres gris, la brochantite, la gahnite et ses variétés, la kreittonite et la dysluite.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU ZINC.

Blende (zinc sulfuré). — Ce minéral se présente avec des aspects très-variés; on le rencontre cristallisé, en masses lamellaires, grenues, concrétionnées ou compactes. Les formes de ses cristaux appartiennent au système régulier; ce sont le tétraèdre, l'octaèdre et le dodécaèdre rhomboïdal. La couleur de la blende est également variable; celle qui est parfaitement cristallisée est d'un jaune de soufre plus ou moins foncé, quelquefois verdâtre, le plus souvent brun-rouge, rarement brun foncé ou noire. Un même cristal peut offrir plusieurs teintes en même temps. Dans quelques cristaux on voit des parties qui paraissent incolores.

Les masses lamellaires, grenues, etc., sont ordinairement d'un gris-brun plus ou moins foncé; quelques échantillons sont jaunâtres et d'autres sont presque noirs.

Les cristaux de blende sont transparents, ou au moins fortement translucides, rarement opaques; les masses, vues sous une petite épaisseur, sont presque toutes translucides.

La blende raye la chaux carbonatée, mais elle est rayée par la chaux phosphatée. Elle est fragile; sa cassure est lamelleuse, fibreuse ou grenue. Sa poussière est grise. Sa densité varie de 3,77 à 4,16.

Au chalumeau, la blende donne les réactions suivantes :

Seule dans le tube bouché, elle ne donne rien. Dans le tube ouvert, elle ne dégage pas de fumée et ne s'altère que très-peu. Chauffée à l'extrémité de la pince à bouts de platine ou sur le charbon, elle décrépité souvent et quelquefois même avec force; elle ne fond pas; cependant à une haute température, elle s'arrondit sur les bords minces; elle développe une faible odeur d'acide sulfuré; elle est difficile à griller.

Sur le charbon, chauffée à une haute température, au feu

d'oxydation, elle s'oxyde très-lentement, répand l'odeur de l'acide sulfureux, et forme sur le charbon l'aurole qui caractérise l'oxyde de zinc.

Avec le borax, la blende donne des perles incolores et transparentes au feu d'oxydation, mais elle s'y dissout très-lentement et nage dans le fondant à la manière de la silice, tout en dégageant de l'acide sulfureux. Ces perles deviennent laiteuses lorsqu'on les réchauffe au flamber, ou à une température inférieure à celle de la fusion du fondant.

Au feu de réduction, les perles restent incolores et transparentes à chaud comme à froid, mais la matière disparaît dans cette partie de la flamme; il se dégage des fumées de zinc, visibles surtout lorsqu'on retire la perle rouge de la flamme.

Avec le sel de phosphore, au feu d'oxydation, elle donne des perles qui sont incolores et transparentes tant qu'elles sont chaudes et qui deviennent opalines et presque en émail par le refroidissement. A la réduction, les perles deviennent légèrement brunâtres, elles restent transparentes ou à peine opalines après le refroidissement.

Avec la soude, sur le charbon, la blende chauffée à la flamme de réduction n'est attaquée que très-lentement, le zinc est réduit à l'état métallique, il se volatilise et brûle en passant dans les bords de la flamme avec son éclat ordinaire, en déposant sur le charbon des fleurs de zinc.

Lorsqu'on pulvérise de la blende avec du bisulfate de potasse dans le mortier d'agate, il se produit un faible dégagement d'hydrogène sulfuré (Jannettaz).

Voltzine (oxysulfure de zinc). — Ce minéral, qui paraît être le produit de l'altération de la blende, se présente sous forme de petits mamelons accolés, hémisphériques et testacés, qui peuvent se diviser facilement en calottes très-minces; il est opaque ou faiblement translucide; sa couleur est le rose sale ou le rose-jaunâtre, de plus, il est nuancé de bandes brunes; son éclat, très-vif, est vitreux et résineux; il est

nacré dans le sens des couches testacées; il est rayé par l'acier, mais il raye le spath fluor. Sa densité est égale à 3,66.

Au chalumeau, la voltzine se comporte comme la blende; cependant, chauffée dans le tube bouché, elle dégage l'odeur empyreumatique et goudronneuse des matières organiques bitumineuses, caractère que ne présente pas la blende.

Zinc sélénié (séléniure de zinc et de mercure). — (Voyez aux minéraux du mercure.)

Zinc carbonaté anhydre (calamine). — Ce minéral est le plus abondant des minerais de zinc; on le trouve cristallisé, en masses concrétionnées, compactes, cavernueuses ou cloisonnées. Sa couleur est variable, les échantillons purs sont incolores ou blanc-jaunâtre, d'autres sont jaune-ocre, jaune-brun ou tout à fait bruns, colorations qui sont dues à la présence du fer. Quelques-uns sont bleuâtres ou verdâtres; ces teintes sont dues à la présence du cuivre.

Le zinc carbonaté cristallisé dérive d'un rhomboèdre obtus de l'angle de $107^{\circ} 40'$; il est hyalin, demi-transparent ou translucide, son éclat est vif. Certains cristaux sont recouverts d'une couche ocreuse, qui paraît due à l'altération des cristaux.

Le zinc carbonaté en masses concrétionnées se présente sous forme de mamelons hérissés de petites aspérités cristallines; ces mamelons sont laiteux à la surface, mais très-brillants et vitreux dans la cassure; ils sont souvent recouverts d'une couche ocreuse. Cette variété a quelquefois la forme de stalactites. La variété compacte est extrêmement variée dans ses formes; on y remarque presque toujours la texture cristalline, qui dessine dans la masse des filets grenus, dont la teinte est plus claire que le reste; quelques échantillons sont tout à fait fibreux.

Les variétés cavernueuses ou cloisonnées sont les plus abondantes; elles sont formées de lames cristallines plus ou moins épaisses, qui s'entrecroisent dans tous les sens, et souvent

les vides qu'elles laissent entre elles sont remplis d'une partie terreuse; leur aspect rappelle celui de la pierre meulière; dans certains échantillons, les lames sont très-espacées et semblent se couper régulièrement, et de telle manière que le vide qu'elles laissent entre elles présente la forme d'un rhomboèdre.

Le zinc carbonaté a un éclat vitreux assez vif; il est fragile, mais assez dur; il raye le spath fluor. Sa densité varie de 3,00 à 3,45.

Au chalumeau, la calamine se comporte comme l'oxyde de zinc. Cependant lorsqu'on la chauffe seule, elle produit d'abord un émail blanc.

Les échantillons de calamine qui contiennent du cadmium, exposés au feu de réduction sur le charbon, s'entourent, au premier coup de feu, d'un anneau brun-rouge irisé, dû à l'oxyde de cadmium; la coloration de l'anneau n'apparaît bien qu'après l'entier refroidissement de l'essai.

Zinc hydro-carbonaté (zinconise). — Ce minéral se trouve en concrétions feuilletées, formées de couches concentriques qui se séparent bien, ou en masses compactes formées également de feuilletés qui se distinguent par des nuances; il est blanc ou blanc légèrement jaunâtre, opaque; sa cassure est mate et terreuse, à grains très-fins. On le rencontre quelquefois sous la forme oolithique, depuis la grosseur d'une forte tête d'épingle, jusqu'à celle d'une grosse noix. Il happe à la langue; lorsqu'on le plonge dans l'eau, il peut en absorber plus du tiers de son poids. Sa densité est de 3,59.

Au chalumeau, le zinc hydro-carbonaté donne de l'eau dans le tube bouché, et il se comporte avec les réactifs comme l'oxyde de zinc pur.

Buratite. — Carbonate de zinc, de cuivre et de chaux. Ce minéral, qui n'est pas très-abondant, se présente sous forme de fibres qui sont formées par autant de petits prismes allongés, terminés à leur extrémité libre par un pointement. Il est

transparent, d'un bleu azuré, avec des reflets nacrés. Sa densité est de 3,32.

Au chalumeau, la buratite noircit dans le tube bouché, tout en conservant son aspect fibreux, puis elle décrépète et donne une assez grande quantité d'eau.

Seule, sur le charbon ou avec de la soude, elle donne les réactions du zinc et du cuivre; ce dernier donne des globules métalliques et le charbon se recouvre de fumée de zinc.

Avec les fondants vitreux on obtient les colorations du cuivre, mais les perles deviennent opaques par le refroidissement à cause du zinc qu'elles contiennent.

Zinc silicaté (calamine électrique). — Silicate de zinc hydraté. Ce minéral est souvent mélangé avec le carbonate de zinc, et c'est à ce mélange que s'applique le nom de *calamine*, qui est donné également au silicate et au carbonate de zinc.

Le zinc silicaté se trouve cristallisé, à l'état lamellaire et fibreux, en concrétions et en masses compactes. Sa couleur est le blanc, le blanc-grisâtre ou jaunâtre, quelquefois elle est bleuâtre, teinte qui est due au cuivre; il est rarement brun.

La forme primitive de ses cristaux est un prisme droit rhomboïdal; les cristaux sont ordinairement fortement aplatis et ressemblent à des tables extrêmement minces. Il est transparent, translucide ou opaque. Sa cassure est lamelleuse, rayonnée ou compacte. Il raye le spath fluor. Il devient fortement électrique par la chaleur. Sa densité est 3,379.

La variété fibreuse, aciculaire, forme des aiguilles déliées, qui adhèrent ordinairement sur le zinc silicaté en masse, et qui ressemblent beaucoup au gypse et à certaines zcolithes.

La variété concrétionnée se présente en mamelons ou en croûtes concrétionnées, formés de petits cristaux aciculaires très-serrés les uns contre les autres; souvent la cassure de ces concrétions est fibreuse radicée.

Au chalumeau, le zinc silicaté est infusible, mais il se gonfle

légèrement à un feu très-vif; dans le tube bouché, il décrépite un peu, donne de l'eau et devient laiteux.

Avec le borax, il donne un verre incolore qui ne devient pas laiteux, même par le flamber. Avec le sel de phosphore, il donne un verre incolore qui devient opaque par le refroidissement, et dans lequel on n'aperçoit pas la silice, à moins cependant qu'on ait employé un grand excès du minéral.

Il est irréductible sur le charbon, même avec la soude; aussi donne-t-il peu ou point de fumée avec ce réactif.

Avec l'azotate de cobalt, il se colore en vert à une température peu élevée; mais à un feu vif, il prend une belle teinte bleu clair, et on aperçoit alors un commencement de fusion.

Zinc silicaté anhydre (willemite, troostite). — Ce minéral se trouve en petites quantités dans certaines mines de calamine. Il est cristallisé ou en masses amorphes mamelonnées; la forme de ses cristaux est un prisme hexaèdre terminé par un rhomboèdre obtus. Il est blanc, jaunâtre, jaune-brun, rouge-brun ou rouge-violet. Il raye facilement le verre. Sa densité est 4,18 à 4,25.

Au chalumeau, le zinc silicaté anhydre donne les caractères du zinc et de la silice. Il ne donne pas d'eau au tube bouché, et les cristaux transparents deviennent opaques par la chaleur. Il fait gelée avec les acides.

Hopéite. — Minéral très-rare dont la composition n'est pas rigoureusement connue; il contient du zinc et un peu de cadmium, et peut-être aussi de l'acide borique ou de l'acide phosphorique, car il colore la flamme en vert. Il cristallise en prisme rhomboïdal droit terminé aux deux extrémités par des pointements parfaitement identiques. Il est rayé par la chaux carbonatée. Sa densité est 2,8.

Au chalumeau, l'hopéite donne beaucoup d'eau dans le tube bouché.

Sur le charbon, elle fond facilement en un globule transparent, qui colore la flamme en vert.

Avec la soude, sur le charbon, à une haute température, elle donne une scorie jaune, et il se dépose autour de l'essai de l'oxyde de zinc et une auréole brun-rouge irisé de cadmium.

Brucite (zinc oxydé rouge ou manganésifère). — La brucite est d'un rouge-orangé approchant du rouge de sang ; sa poussière est d'un beau rouge-orangé. Elle est en grains amorphes, lamelleux. Sa cassure est éclatante, lamelleuse dans un sens et légèrement conchoïde dans un autre sens. Les éclats minces sont transparents ; elle raye la chaux carbonatée, mais elle est rayée par la chaux phosphatée. Sa densité est 5,432.

Au chalumeau, la brucite est infusible sans addition ; elle paraît brune tant qu'elle est chaude, mais elle reprend sa couleur primitive en se refroidissant.

Au feu de réduction, sur le charbon, elle recouvre ce dernier de fumée de zinc.

Le borax la dissout aisément ; au feu d'oxydation, la perle est colorée en violet-améthyste par le manganèse, elle devient opaque au flamber et par le refroidissement.

Avec le sel de phosphore, elle donne un verre incolore, qui ne prend la teinte violette du manganèse que lorsqu'il est saturé de matière, de manière à être opaque.

Elle ne se dissout pas dans la soude, mais elle donne, avec ce réactif et un peu de nitre, sur la lame de platine, la réaction du manganèse.

Zinc hydraté cuprifère. — Ce minéral se trouve en mamelons à texture feuilletée, ou lamelleux et radiés. Il est vert pomme ou vert-de-gris avec une nuance bleuâtre, il a un éclat nacré, il est transparent sur les bords minces ; il raye le talc, mais il est rayé par le gypse. Sa densité est 3,098.

Au chalumeau, sur le charbon, il fond en un globule noirâtre, il dégage beaucoup d'eau dans le tube bouché, et donne, avec les réactifs, les caractères du zinc et du cuivre.

Zinc arséniaté. — Ce minéral paraît être le résultat de l'al-

tération de minerais arsénifères en présence de la calamine, et principalement du cobalt arsenical avec lequel on le trouve associé. Sa couleur est rose fleur de pêcher ; il forme des masses amorphes et des croûtes cristallines fibreuses. Il est rayé par la chaux carbonatée. Sa densité est 3,10.

Au chalumeau, le zinc arséniaté donne de l'eau dans le tube bouché, il devient en même temps d'un bleu de cobalt pâle.

Sur le charbon, au feu d'oxydation, il change de couleur, fond en perle, dégagé l'odeur alliagée de l'arsenic, et donne l'aurole du zinc sur le charbon.

Avec les fondants vitreux, il donne la réaction du cobalt. Il est soluble dans les acides étendus.

Zinc sulfaté. — Ce sel se trouve dans les galeries de mines de zinc abandonnées. Il forme des aiguilles ou des croûtes cristallines solubles dans l'eau. Sa densité est 2,1.

Au chalumeau, il donne de l'eau par la calcination, et toutes les réactions du zinc et de l'acide sulfurique.

Franklinite. — (Voyez aux minéraux du fer, page 258.)

Igléiasite. — (Voyez aux minéraux du plomb.)

Gahnite (spinelles zincifères) et ses variétés, la *kreittonite* et la *dysluite*. — La gahnite cristallise en octaèdres réguliers ; elle est d'un vert-grisâtre foncé ; sa poussière est d'un gris-verdâtre clair ; en masse, elle est opaque, mais ses fragments minces sont légèrement translucides, son éclat est vitreux et un peu résineux. Sa cassure est lamelleuse dans un sens et inégale dans d'autres sens ; elle raye le quartz. Sa densité est 4,232.

Au chalumeau, la gahnite est inaltérable, infusible et irréductible ; cependant, si on la mêle bien intimement avec la soude, elle donne sur le charbon, au feu de réduction, l'aurole des fumées de zinc.

Elle se dissout avec une extrême difficulté dans les fondants vitreux, même lorsqu'elle est en poudre très-fine. Elle fond plus facilement dans un mélange de soude et de borax, en

donnant une perle qui est colorée par l'oxyde de fer qu'elle contient.

Avec la soude seule, elle ne fond pas, mais elle s'agglomère en une sorte de scorie de couleur sombre.

La *kreittonite* présente les mêmes caractères que la gahnite, elle est d'un vert plus noir et sa densité est 4,49.

La *dysluite* cristallise comme la gahnite en octaèdres réguliers, mais sa couleur est le jaune-brunâtre, cette teinte varie d'intensité dans chaque échantillon. Sa densité est 4,55.

Au chalumeau, lorsqu'on la chauffe seule, elle prend une couleur rouge qu'elle perd par le refroidissement; elle est infusible.

Avec le borax, elle se dissout difficilement et donne des perles qui sont colorées en rouge-grenat.

CADMIUM.

Cadmium métallique. — Le cadmium métallique ressemble à l'étain, quoiqu'il soit un peu plus gris; il est plus volatil que le zinc; sa densité est 8,6. Chauffé au chalumeau sur le charbon, il s'enflamme au rouge et brûle en produisant des fumées brunes d'oxyde de cadmium, qui se déposent sur le charbon sous forme d'auréole, dont la couleur brun-rouge ou orangé-brun présente une irisation sensible: cette auréole est caractéristique.

Oxyde de cadmium et composés du cadmium. — L'oxyde de cadmium et les composés du cadmium ne colorent point la flamme.

L'oxyde de cadmium, chauffé seul au feu d'oxydation sur la lame de platine, n'éprouve aucun changement, à moins que ce ne soit son hydrate qui, de blanc, passe au brun-rougâtre, qui est la couleur de l'oxyde anhydre.

Si on le chauffe sur le charbon, au feu de réduction, il se volatilise en peu de temps, par suite de sa réduction, et vient former, sur le charbon, l'enduit brun-rougâtre bigarré qui

caractérise le cadmium. La couleur de l'enduit n'est bien nette que lorsque le refroidissement est complet, et le phénomène est si sensible, qu'il est facile de constater la présence du cadmium dans les minerais de zinc, à ce caractère; en effet, les minerais de zinc cadmifères, exposés un instant au feu de réduction, déposent, à peu de distance de l'essai, une légère auréole orangé-brun, bien avant que le dépôt blanc de l'enduit du zinc apparaisse.

Dans le borax, l'oxyde de cadmium se dissout facilement et en grande quantité; il donne alors, au feu d'oxydation, des perles transparentes, qui sont légèrement jaunes à chaud et incolores à froid; lorsque les perles sont à peu près saturées, elles deviennent laiteuses au flamber, et lorsqu'elles le sont complètement, elles prennent d'elles-mêmes la blancheur de l'émail en se refroidissant. Au feu de réduction, le cadmium se volatilise.

Sur le charbon, les perles de borax éprouvent un bouillonnement continu, le cadmium réduit se sublime, et le charbon se recouvre de l'enduit brun caractéristique.

Le sel de phosphore dissout facilement une grande quantité d'oxyde de cadmium, en donnant naissance à des perles qui présentent les mêmes réactions que celles du borax; seulement elles deviennent blanc de lait par le refroidissement seul, sans qu'il soit nécessaire de les chauffer au flamber.

La soude ne dissout point l'oxyde de cadmium sur le platine. Sur le charbon, elle le réduit très-facilement en produisant l'auréole qui caractérise le cadmium.

L'oxyde de cadmium ne donne aucune réaction sensible avec l'azotate de cobalt.

Minéraux du cadmium.

Jusqu'à présent on n'a pas rencontré de véritables minerais de cadmium; on a signalé cependant dans le comté de Renfrow, en Angleterre, le *cadmium sulfuré*, mais il n'y existe qu'en très-faible quantité.

Le cadmium se trouve ordinairement dans les minerais de zinc sulfurés ou carbonatés, qui n'en contiennent jamais plus de deux à trois millièmes.

Cadmium sulfuré ou greenockite. — Ce minéral est disséminé en très-petits cristaux dans les cavités d'une roche amygdaloïde, où il est accompagné de chaux carbonatée cristallisée et de prehnite. Les cristaux sont des prismes à six faces portant plusieurs rangées de tronçatures sur leurs bords horizontaux. Leur couleur varie du jaune de miel au rouge-orangé; leur éclat vif et résineux est tout à fait adamantin; ils sont fortement translucides et les lames minces sont parfaitement transparentes, ils ont la dureté de la chaux carbonatée. Leur densité est 4,80.

Au chalumeau, la greenockite décrépité et devient d'un beau rouge foncé, qui passe au brun à une température plus élevée, mais par le refroidissement elle reprend sa couleur jaune ordinaire; elle est infusible. Sur le charbon, elle se réduit, dégage des fumées de cadmium et l'odeur de l'acide sulfureux; le charbon se recouvre de l'enduit jaune-brun caractéristique.

Elle se comporte avec les fondants vitreux comme l'oxyde de cadmium, si ce n'est qu'elle se dissout avec une extrême lenteur et qu'elle dégage l'odeur de l'acide sulfureux.

Avec la soude, elle donne la réaction du cadmium et des sulfures.

Le sulfure de cadmium artificiel se comporte au chalumeau comme le cadmium sulfuré naturel. Mais lorsqu'on le chauffe fortement seul à la pince de platine, les parties non chauffées se recouvrent de petits cristaux microscopiques qui tranchent, par leur couleur brun-rouge foncé; du sulfure jaune après le refroidissement.

ANTIMOINE.

Antimoine métallique. — L'antimoine métallique se reconnaît facilement à ses caractères extérieurs; à sa structure

foliacée, à sa fragilité, et à sa densité qui est de 6,71, etc. Au chalumeau, lorsqu'on chauffe de l'antimoine métallique sur le charbon, il fond aisément et donne des fumées blanches d'oxyde d'antimoine, qui se déposent sur le charbon sous forme d'un enduit d'une entière blancheur; lorsqu'on a cessé de chauffer le globule métallique, il peut rester longtemps encore en ignition, et il continue à produire des fumées blanches fuligineuses pendant un certain temps; lorsqu'on l'examine avec attention en s'aidant de la loupe, quand il est froid, on le trouve couvert très-souvent de petites aiguilles blanches microscopiques d'oxyde d'antimoine; on trouve également de ces aiguilles sur le charbon, mais très-près du culot métallique.

La production des aiguilles d'oxyde d'antimoine n'a lieu que lorsque le culot d'essai est un peu gros, et surtout lorsqu'il se refroidit très-lentement. Les aiguilles fondent et se volatilisent lorsqu'on dirige dessus la flamme de réduction. L'enduit blanc de l'antimoine paraît bleuâtre, lorsqu'il est en couches minces.

Dans le tube bouché, l'antimoine ne produit rien, mais dans le tube ouvert, lorsqu'on le chauffe, il brûle comme sur le charbon en donnant des fumées d'oxyde d'antimoine, qui se déposent sur les parois froides du tube, sous forme d'enduit blanc, présentant çà et là des traces de cristallisation; cet enduit est fusible et volatil; il peut être déplacé par la chaleur, mais, pour obtenir ce caractère, il faut éviter qu'il se produise une suroxydation du sublimé qui se transformerait alors en antimoniate d'oxyde d'antimoine, qui est infusible et non volatil.

L'antimoine et tous ses composés, chauffés au feu d'oxydation, communiquent à la flamme une teinte livide azurée, un peu verdâtre. Ils répandent en même temps une odeur métallique désagréable qui leur est particulière, et qui se rapproche assez de l'odeur alliée de l'arsenic.

Oxydes d'antimoine et composés de l'antimoine. — Le

protoxyde d'antimoine est fusible et volatil ; il fond facilement dans le tube bouché en donnant un liquide jaunâtre, qui semble être repoussé par la chaleur, en montant après les parois froides du tube, où il redevient blanc après le refroidissement.

L'*acide antimonique* est infusible et fixe ; sous l'influence d'une température élevée, il dégage de l'oxygène et se transforme en antimoniate d'oxyde d'antimoine, également infusible et fixe. Pendant cette réaction, la matière jaunit, puis elle redevient blanche après le refroidissement. On peut observer le dégagement d'oxygène avec une allumette qui présente encore un point en ignition, et en opérant dans un tube bouché dont on a étiré l'extrémité ouverte, après y avoir introduit la matière.

L'*antimoniate d'oxyde d'antimoine* est infusible et fixe.

Tous les composés oxygénés de l'antimoine projettent une vive lumière sous l'influence de la chaleur ; ils sont facilement réduits sur le charbon, seuls ou avec de la soude, et mieux encore avec du cyanure de potassium ; ils produisent alors des globules d'antimoine métallique, assez difficiles à réunir en un seul culot ; ces globules sont blancs, cassants, ils s'écrasent en poudre sous le marteau ; si on les chauffe, ils produisent les réactions qui ont été décrites plus haut en parlant de l'antimoine métallique, c'est-à-dire qu'ils donnent des fumées blanches et un enduit blanc sur le charbon, etc. Ces réactions sont tout à fait caractéristiques pour tous les composés de l'antimoine.

Le borax dissout une grande quantité de composé oxygéné d'antimoine ; les perles qui en résultent sont jaunâtres pendant qu'elles sont chaudes, mais elles deviennent incolores après le refroidissement. Au feu de réduction, les perles deviennent opaques et grisâtres, par suite de la réduction de l'antimoine ; mais si l'on soutient le feu pendant quelque temps, le métal se sublime et les perles redeviennent incolores.

Avec le sel de phosphore, on obtient les mêmes résultats qu'avec le borax, mais si la matière contient du fer, les perles

de sel de phosphore chauffées au feu de réduction deviennent rouges à la manière du tungstène et du titane ferrifères ; si l'on maintient le feu longtemps, l'antimoine se volatilise et la perle perd sa couleur rouge ; le même effet se produit immédiatement par l'addition de l'étain.

La soude dissout très-bien sur le platine les composés oxygénés de l'antimoine, et forme avec eux un verre incolore et transparent à chaud, mais qui tourne au blanc opaque par le refroidissement.

Les composés oxygénés de l'antimoine, chauffés avec de l'azotate de cobalt, sur le charbon ou sur le platine, se colorent en gris-jaunâtre, et non en vert foncé sale comme cela est décrit dans les ouvrages traitant du chalumeau. Cette dernière teinte n'a lieu que lorsque la matière antimonique contient de l'étain, du zinc ou de l'alumine.

Minéraux de l'antimoine.

Les minéraux de l'antimoine sont : L'antimoine natif, l'antimoine arsenical, l'antimoine sulfuré, la zinkénite, la plagiomite, la jamesonite, la berthiériste, l'antimoine oxysulfuré, l'antimoine oxydé (*sénarmontite*, *valentinite*, *exitèle*), l'acide antimonieux, la roméine, le nickel antimonial, le nickel antimonié sulfuré, le tellure auro-plombifère, quelques variétés de sulfure de plomb, la boulangériste, la brongniardite, la bournonite, le plomb antimonié, l'antimoniote de plomb, le cuivre gris, le cuivre antimonial, l'argent antimonial, l'argent noir ou argent sulfuré fragile, la polybasite, l'argent sulfuré antimonifère et plombifère, l'argent rouge ou argent antimonié-sulfuré, la miargyrite et l'argent carbonaté.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE L'ANTIMOINE.

Antimoine natif. — Ce minéral se trouve en masses cristallines ou à lames larges et développées, il est blanc d'étain, fragile, peu dur. Sa densité est 6,646. Au chalumeau, l'anti-

imoine natif se comporte comme l'antimoine métallique ordinaire. Il contient presque toujours un peu d'argent.

Antimoine arsenical. — Ce minéral est gris d'acier, très-éclatant, mais il se ternit à l'air; sa texture est testacée; il forme des croûtes épaisses dont la surface est ondulée; sa cassure est grenue ou à grains tellement fins qu'il paraît compacte; il est plus dur que l'antimoine natif, mais sa dureté ne dépasse pas celle de la chaux carbonatée. Sa densité est 6,13.

Au chalumeau, l'antimoine arsenical, chauffé seul dans le tube bouché, donne un sublimé abondant d'arsenic métallique, et laisse un résidu métallique qui entre facilement en fusion. Ce résidu, chauffé sur le charbon, se comporte comme l'antimoine métallique, tout en dégageant une forte odeur arsenicale.

Antimoine sulfuré. — Le sulfure d'antimoine est le véritable minéral d'antimoine; on le trouve cristallisé, en masses fibreuses, grenues et quelquefois compactes. Les cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal droit, ils sont ordinairement très-allongés et cannelés, ce qui leur donne souvent la forme cylindroïde. La disposition fibreuse est tellement sensible dans ce minéral, qu'on la retrouve même dans les variétés grenues et compactes, où elle se trahit toujours dans quelques parties. La texture devient souvent bacillaire.

L'antimoine sulfuré possède toujours l'éclat métallique. Il est gris d'acier et présente souvent une teinte bleuâtre, surtout dans les parties qui ont subi l'action de l'air. Il est très-brillant dans sa cassure. Il est rayé par la chaux carbonatée. Sa densité est de 4,62.

Au chalumeau, l'antimoine sulfuré fond facilement à la flamme de la bougie. Il communique à la flamme du chalumeau une teinte livide.

Dans le tube bouché, il fond facilement mais n'est pas altéré; il se volatilise cependant un peu de sulfure qui paraît

noir à chaud, mais qui devient rouge-jaunâtre à froid, et quelquefois un peu de sulfure d'arsenic.

Dans le tube ouvert; il se grille aisément et complètement; il donne d'abord beaucoup d'oxyde d'antimoine qui se sublime, puis ensuite il se transforme en partie en oxyde d'antimoine qui continue à se sublimer, en partie en antimoniade d'oxyde d'antimoine infusible et non volatil. Berzelius appelle l'attention sur ce phénomène, en faisant remarquer que lorsqu'on opère avec l'antimoine métallique, on n'obtient dans les mêmes conditions que de l'oxyde entièrement volatil. L'air qui sort du tube pendant l'essai répand l'odeur de l'acide sulfureux.

Seul, sur le charbon, il fond très-vite, puis il est absorbé en ne laissant sur le charbon qu'une espèce d'enduit vitreux noir; si l'on continue à chauffer, on voit bientôt se former de petits globules métalliques qui paraissent être un sous-sulfure, et le charbon se recouvre d'un enduit blanc. Il répand souvent l'odeur alliagée de l'arsenic, en même temps que l'odeur qui est particulière à l'antimoine. Chauffé avec de la soude ou un mélange de soude et de cyanure, il se réduit facilement, donne des globules métalliques qui sont blancs, cassants, et qui donnent des fumées lorsqu'on les chauffe; le charbon se recouvre de l'enduit blanc d'oxyde d'antimoine.

Zinkénite. — *Plagionite.* — *Jamesonite.* — Ces trois minéraux sont des sulfures doubles de plomb et d'antimoine.

La *zinkénite* ne se trouve qu'en cristaux dont la forme est un prisme à six faces, surmonté d'un pointement à six faces, elle est opaque, d'un gris d'acier avec éclat métallique, elle est moins dure que la chaux carbonatée. Sa densité est 5,303.

La *plagionite* donne des cristaux qui dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique. Sa couleur est le gris de plomb foncé, elle est moins dure que la zinkénite. Sa densité est 5,4.

La *jamesonite* cristallise dans le système du prisme rhomboïdal droit, les cristaux sont rares et imparfaits; elle est souvent fibro-laminaire; sa couleur est le gris d'acier foncé, son

éclat est très-vif, elle est moins dure que la zinkénite. Sa densité est de 5,564.

Au chalumeau, ces trois minéraux présentent les mêmes caractères. Dans le tube bouché, ils décrépitent fortement et entrent en fusion. Sur le charbon, seuls ou avec de la soude, ils répandent d'abondantes fumées blanches et donnent des globules métalliques de plomb, qu'il faut chauffer longtemps pour les débarrasser de l'antimoine qu'ils contiennent et qui les rend cassants, le charbon se recouvre d'un enduit qui présente des zones blanches et jaunes, d'oxyde d'antimoine et d'oxyde de plomb.

Berthiérîte. (Sulfure d'antimoine et de fer). — Ce minéral forme des masses prismatiques allongées à structure bacillaire. Sa couleur est le gris de fer, sa surface est souvent couverte de teintes irisées, son éclat est assez vif, surtout dans sa cassure ; il est rayé par la chaux carbonatée.

Au chalumeau, la berthiérîte est fusible, elle présente les réactions du sulfure d'antimoine et du sulfure de fer.

Antimoine oxysulfuré. (Kermès minéral.) — Ce minéral est assez rare ; on le trouve toujours associé à du sulfure d'antimoine dont il paraît être un produit d'altération ; il se présente sous forme d'aiguilles cristallines, ou en masses aciculaires, droites ou radiées ; sa couleur est le rouge sombre mordoré ; son éclat est métallique et un peu adamantin, ses cristaux sont translucides, ils ne sont pas plus durs que le gypse. Sa densité varie de 4,5 à 4,6.

Au chalumeau, l'antimoine oxysulfuré se comporte comme l'antimoine sulfuré.

Antimoine oxydé. (Sénarmontite, Exitèle, Valentinite.) — L'antimoine oxydé se trouve sous deux formes cristallines différentes, qui sont l'octaèdre et le prisme rhomboïdal droit, ce qui constitue deux variétés d'antimoine oxydé. La variété octaédrique porte le nom de *sénarmontite* ; ses cristaux sont

incolores, transparents ou translucides, leur éclat et leur forte réfringence leur donnent un aspect adamantin des plus caractéristiques; leur cassure est toujours très-nette, elle est lamelleuse et résineuse, ils sont fragiles, peu durs. On trouve également cette variété en masses vitreuses et compactes. Sa densité est 5,2.

La variété prismatique est appelée *exitèle* ou *valentinite*; on la trouve en petits cristaux tabulaires, en fibres déliées et soyeuses et en masses fibreuses aciculaires; elle n'est pas plus dure que la variété octaédrique. Sa densité, qui avait été donnée comme étant 5,566, n'est réellement que 3,70 pour des cristaux très-purs.

Au chalumeau, quelques variétés prismatiques dégagent de l'eau dans le tube bouché. Toutes sont fusibles dans le même tube et volatiles.

Sur le charbon et avec les réactifs, elles se comportent comme l'oxyde d'antimoine des chimistes.

Acide antimonieux, ou plutôt antimoniate d'oxyde d'antimoine. — Ce minéral est une matière terreuse d'un blanc-jaunâtre, que l'on trouve à la surface du sulfure d'antimoine. Quelquefois il est en masses plus compactes ayant la dureté de la chaux carbonatée; son éclat est terne et comme gras; sa densité est 4,084.

Au chalumeau, il est infusible et non volatil. Sur le charbon et avec les réactifs, il se comporte comme tous les composés de l'antimoine.

Roméine (chaux antimoniatée). — (Voyez aux minéraux du calcium, page 169.)

Nickel antimonial. — (Voyez aux minéraux du nickel, page 277.)

Nickel antimonie sulfuré. — (Voyez aux minéraux du nickel, page 278.)

Tellure auro-plombifère. — (Voyez aux minéraux du tellure et de l'or.)

Boulangérite. — (Voyez aux minéraux du plomb.)

Brongniardite. — (Voyez aux minéraux de l'argent.)

Bournonite. — (Voyez aux minéraux du plomb.)

Plomb antimonié. — (Voyez aux minéraux du plomb.)

Antimoniate de plomb. — (Voyez aux minéraux du plomb.)

Cuivre gris. — (Voyez aux minéraux du cuivre.)

Cuivre antimonial. — (Voyez aux minéraux du cuivre.)

Argent antimonial, argent noir, polybasite, argent sulfuré antimonifère, argent rouge, miargyrite et argent carbonaté. — (Voyez aux minéraux de l'argent.)

ÉTAÏN.

Étain métallique. — L'étain métallique est facile à caractériser par ses propriétés physiques. Sa densité est 7,285. Lorsqu'on le chauffe sur le charbon à la flamme oxydante, il fond au premier coup de feu, puis il brûle sans produire de flamme en se transformant en acide stannique, qui est blanc-jaunâtre à chaud et qui devient blanc-grisâtre à froid; pendant la combustion le globule métallique semble se gonfler beaucoup, parce qu'il se recouvre d'acide stannique pulvérulent. Si, après avoir oxydé complètement l'étain dans la flamme oxydante, on chauffe la matière pulvérulente blanche dans la flamme réductrice, elle se réduit et l'on obtient un culot d'étain métallique dont la surface, après le refroidissement, est grise et terne à cause d'une légère oxydation que le métal éprouve en se refroidissant.

Cet aspect gris et terne des globules d'étain métallique se présente presque constamment, même en présence de la soude

et du cyanure de potassium. Ces globules métalliques ne restent brillants que lorsqu'ils sont entièrement noyés dans le fondant réducteur, ou lorsqu'on a ajouté à ce dernier un peu de borax.

L'étain métallique n'étant pas volatil ne donne aucune auréole sur le charbon. Ses globules sont très-malléables et s'aplatissent très-bien sous le marteau. Ces dernières réactions sont caractéristiques pour l'étain. Cependant le bisulfure d'étain donne, lorsqu'on le chauffe sur le charbon, un léger enduit blanc provenant du grillage à l'air d'une partie du sulfure qui s'est volatilisé.

Oxydes d'étain et composés de l'étain. — Les composés de l'étain ne colorent point la flamme ; ils jaunissent légèrement par la chaleur, mais souvent ils redeviennent blancs en refroidissant. Les oxydes d'étain sont infusibles dans la flamme oxydante ; ils prennent un assez vif éclat sous l'influence de la chaleur. Chauffés seuls sur le charbon au feu de réduction, ils se transforment complètement en étain métallique. Cette réduction faite sans le secours d'aucun réactif est assez difficile à exécuter pour les personnes qui n'ont pas encore l'habitude du chalumeau ; on sait que la réduction de l'étain oxydé est un des exemples donnés pour apprendre à bien employer le feu de réduction.

Le *protoxyde d'étain*, chauffé sur le charbon dans la flamme oxydante, s'allume au premier coup de feu et continue à brûler comme de l'amadou, en se transformant en acide stannique blanc

Le borax dissout les oxydes d'étain avec beaucoup de difficulté, et seulement en petite quantité, en donnant aux deux feux, des perles incolores et transparentes qui ne deviennent point opaques au flamber ni par le refroidissement. Cependant lorsque le borax est saturé d'oxyde et qu'après le refroidissement on le chauffe de nouveau au feu d'oxydation sans amener la fusion, la perle devient opaque, et subit une sorte de cristallisation confuse par le refroidissement.

Avec le sel de phosphore, les oxydes d'étain se comportent comme avec le borax. Si l'on ajoute à une perle de sel de phosphore contenant de l'étain une quantité d'oxyde de fer proportionnée à la quantité d'oxyde d'étain contenue dans la perle, le fer perd la propriété de colorer le verre. La présence de l'arsenic rend le verre opaque (Berzelius).

La soude dissout très-bien les oxydes d'étain sur la lame de platine, en produisant une vive effervescence. Le résultat de la combinaison est une masse boursouflée, infusible et qu'une plus grande quantité de soude ne peut dissoudre. Sur le charbon, elle se réduit aisément et donne des globules d'étain.

Certains minerais d'oxyde d'étain, et particulièrement ceux qui contiennent du tantale, se réduisent si difficilement avec la soude qu'on pourrait croire, après un premier essai, qu'ils ne contiennent pas d'étain; mais si l'on ajoute à la matière une petite quantité de borax, la réduction a lieu sur-le-champ. (Berzelius.) Cette addition du borax à la soude, permet de découvrir, au feu de réduction, des traces d'étain dans les minerais d'urane, de titane, de tantale, etc.; dans cette circonstance, le borax sert de dissolvant aux oxydes métalliques qui empêchent l'étain de se réunir en petits globules.

L'azotate de cobalt colorent les oxydes d'étain au feu d'oxydation, en un vert-bleuâtre; cette teinte ne peut être confondue avec la belle teinte verte donnée par l'oxyde de zinc avec le même réactif.

Minéraux de l'étain.

Le seul minerai d'étain connu jusqu'à présent est l'*oxyde*; il existe aussi le *sulfure*, mais il est très-rare, et encore est-il combiné avec du sulfure de cuivre. Quelques minéraux du tantale, de l'yttria, du cérium, du titane et de l'urane renferment de petites quantités d'étain; il en est de même de certaines roches.

Étain oxydé. — Ce minéral est presque toujours cristallisé; —

on le trouve aussi en concrétions dont la structure fibreuse et en couches concentriques de couleur jaune-bois foncé, fortement veinées de brun et de noir, a fait donner à cette variété le nom d'*étain de bois*. L'étain oxydé cristallise en prismes à base carrée; les cristaux portent ordinairement des pointements à quatre ou à huit faces. Sa couleur varie du brun-rouge pâle au brun-noir foncé, certains échantillons sont gris-jaunâtre, verts ou verdâtres, et même presque incolores, mais ce cas est rare. Les variétés à teintes claires sont transparentes ou fortement translucides; les autres sont opaques. Les cristaux ont un éclat assez vif sur leurs faces; ils sont vitreux dans leur cassure, qui est inégale et conchoïde. L'étain oxydé est presque aussi dur que le quartz; il fait feu au briquet; sa poussière est grisâtre. Sa densité varie de 6,519 à 6,96.

Au chalumeau, l'étain oxydé est infusible sans addition. Sur le charbon, il ne se réduit bien seul que lorsqu'il est pur, et en le chauffant longtemps à un bon feu réducteur; l'addition de la soude ou du cyanure de potassium rend la réduction très-facile, mais elle est encore difficile à produire lorsque le minerai contient du tantale; dans ce cas, pour réduire complètement et facilement le minerai, il faut ajouter du borax à la soude ou au cyanure.

Avec les fondants vitreux, il se comporte comme l'oxyde d'étain des chimistes. Avec le borax, on reconnaît que le minerai contient du tantale, à la propriété que possède le verre de devenir opaque au flamber.

Étain sulfuré. — Ce minéral est très-rare; c'est un double sulfure d'étain et de cuivre. Il se présente en masses compactes et sublamellaires, tendres et aigres. Sa cassure est inégale. Sa couleur tient du gris d'acier et du jaune de laiton; son éclat est métallique. Sa densité varie de 4,3 à 4,7.

Au chalumeau, l'étain sulfuré chauffé sur le charbon fond à une haute température; il répand l'odeur de l'acide sulfu-

reux, devient blanc de neige à sa surface, et recouvre le charbon d'une poussière blanche d'oxyde d'étain très-rapprochée de l'essai. Ce cas exceptionnel de l'étain donnant une auréole sur le charbon pourrait induire en erreur et faire croire à la présence de l'antimoine ou du zinc, mais cet enduit blanc diffère des enduits donnés par ces derniers métaux en ce qu'il reste fixe lorsqu'on le chauffe, soit au feu d'oxydation, soit au feu de réduction.

Après un grillage prolongé sur le charbon, le sulfure d'étain laisse une boule métallique grise non malléable, qui donne, avec les fondants, les réactions du cuivre et du fer. Chauffé avec un mélange de soude et de borax, il donne un globule métallique de cuivre dur, livide et peu malléable.

PLOMB.

Plomb métallique. — Le plomb métallique, dont les propriétés physiques sont connues et qui a une densité égale à 11,44, se comporte au chalumeau de la manière suivante :

Lorsqu'on le chauffe sur le charbon au feu d'oxydation, il fond facilement, se recouvre d'abord d'une pellicule grise qui disparaît bientôt pour laisser la surface du métal fondu brillante et irisée; il s'oxyde alors rapidement, dégage des fumées blanchâtres qui ont une odeur métallique, colore la flamme en bleu-azuré, et dépose sur le charbon un enduit ou auréole d'oxyde de plomb, qui est jaune assez foncé tant qu'il est chaud, mais qui devient jaune clair par le refroidissement. Cet enduit se déplace facilement lorsqu'on dirige dessus la flamme oxydante; il se volatilise au feu de réduction en colorant la flamme en bleu-azur.

A la flamme de réduction, le plomb n'est pas altéré; cependant, comme il est sensiblement volatil, il communique à la flamme la teinte bleu-azur, et forme une légère auréole jaune sur le charbon.

Oxydes de plomb et composés du plomb. — Tous les com-

posés du plomb, chauffés au feu de réduction, colorent la flamme en bleu-azur.

Presque tous se colorent en jaune ou foncent de teinte sous l'influence de la chaleur, mais en refroidissant ils reprennent leur couleur ordinaire.

Sur le charbon, ils se réduisent très-facilement, même lorsqu'ils sont chauffés seuls; mais avec de la soude ou du cyanure de potassium la réduction est instantanée: ils donnent alors des culots de plomb métallique très-malléables, dont la surface est ordinairement terne lorsqu'ils sont froids; le charbon se recouvre en même temps de l'enduit jaune d'oxyde de plomb.

Le *protoxyde de plomb* devient jaune-orange et même rouge foncé par la chaleur, mais il redevient jaune clair par le refroidissement; il peut entrer en fusion vers le rouge dans le tube bouché; si l'on casse alors celui-ci, on trouve l'oxyde sous la forme de paillettes jaunes brillantes.

Le *minium* paraît presque noir lorsqu'il est chaud, mais il reprend sa belle teinte rouge-orangé par le refroidissement. Chauffé fortement, il dégage de l'oxygène et passe à l'état de protoxyde jaune.

L'*acide plombique*, qui est brun à froid, paraît noir à chaud. Lorsqu'on le chauffe fortement, il dégage de l'oxygène et se transforme en protoxyde sans passer par l'état intermédiaire, qui est le minium.

Avec le borax, les oxydes de plomb et leurs combinaisons donnent, au feu d'oxydation, des verres qui sont transparents et jaunâtres tant qu'ils sont chauds, mais qui deviennent incolores en refroidissant. Au feu de réduction, les perles deviennent noires miroitantes. Ces verres ne deviennent opaques au flamber que lorsqu'ils sont saturés de plomb; lorsqu'on les chauffe sur le charbon, ils ne conservent point la forme globulaire; ils s'étalent pendant que le plomb se réduit en bouillonnant et vient se rendre sur les bords de la matière vitreuse, sous formes de petits globules métalliques brillants.

Avec le sel de phosphore, les composés du plomb se com-

portent sensiblement de la même manière qu'avec le borax, seulement les perles chauffées sur le charbon sont plus difficiles à réduire, elles deviennent grises et troubles dans la flamme réductrice.

Avec la soude sur le platine, les combinaisons du plomb fondent aisément et donnent naissance à des perles transparentes, qui deviennent jaunâtres et opaques par le refroidissement.

Dans le tube ouvert aux deux extrémités, les composés plombiques ne donnent d'autres réactions que celles qu'ils produisent dans le tube bouché; cependant le chlorure de plomb s'y volatilise sous forme de gouttelettes qui sont jaunâtres tant qu'elles sont fondues, mais qui deviennent blanches en se solidifiant; le sulfure de plomb s'y grille en donnant naissance à un sublimé blanc de sulfate de plomb, et le séléniure y donne un sublimé de séléniure de plomb et d'acide sélénieux.

Sont caractéristiques pour les combinaisons du plomb : *les culots métalliques très-malléables et l'enduit jaune clair, sur le charbon.*

Minéraux du plomb.

Les minéraux du plomb sont : Le plomb natif, le plomb oxydé jaune, le plomb oxydé rouge, la plattnérite ou acide plombique, la galène ou plomb sulfuré et toutes ses variétés, la géokronite, la boulangérite ou plomb antimonie sulfuré, la dufrénoysite ou plomb arsénio-sulfuré, la brongniardite, le plomb sélénié, la séléniure de plomb et de mercure, le séléniure de plomb et de cuivre, la bournonite, le plomb carbonaté, le plomb sulfato-tricarbonaté ou suzanite, le plomb sulfo-carbonaté, le plomb sulfaté ou anglésite, le plomb sulfato-carbonaté cuprifère ou calédonite, le plomb sulfaté cuprifère, le plomb phosphaté, le plomb arséniaté, le plomb vanadiaté, la descloizite, la déchénite, l'araëoxène, le vanadate de plomb et de cuivre, le plomb arséniaté hydraté, le plomb chloro-carbonaté, le plomb chloruré, la churchillite, la matlocklite, le

plomb chromaté ou plomb rouge, la mélanchroïte, le plomb chromé ou vauquelinite, le plomb molybdaté, le plomb molybdaté basique, le plomb tungstaté, le plomb gomme, le plomb antimonié, l'antimoniate de plomb, le phosphate d'alumine plombifère, le tellure auro-plombifère, le tellure plombo-aurifère, le plomb telluré, l'hétéromorphite ou antimoine sulfuré en plumes, la zinkénite, la plagionite, la jamenosite, le bismuth sulfuré plombo-cuprifère, le bismuth sulfuré cuprifère, quelques minerais d'urane, l'argent sulfuré antimonifère et plombifère.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU PLOMB.

Plomb natif. — Les caractères du plomb natif sont les mêmes que ceux du plomb ordinaire du commerce. Sa densité est de 11,445.

Plomb oxydé jaune (massicot). — Ce minéral, qui est assez rare, est tantôt terreux, tantôt lamellaire ; les lamelles en sont flexibles à la manière de l'orpiment, il est jaune de soufre et doué d'un certain éclat métallique à l'extérieur, et mat à l'intérieur ; il est opaque, très-tendre. Sa densité égale 8.

Au chalumeau, il donne les réactions de l'oxyde de plomb.

Plomb oxydé rouge (minium natif). — Cette matière accompagne toujours le plomb sulfuré dont elle paraît être un produit d'altération. On le trouve en couches minces pulvérulentes, d'un rouge-orangé assez vif, analogue au minium artificiel. Sa densité est de 8,94.

Au chalumeau, le plomb oxydé rouge se comporte comme le minium ordinaire.

Plattnérite ou acide plombique. — Ce minéral est également très-rare ; il cristallise en prismes hexagonaux réguliers, d'un noir de fer, à éclat métallique et adamantin.

Au chalumeau, la plattnérite se comporte comme l'acide plombique des chimistes.

Galène, plomb sulfuré (alquifoux). — La galène est le vrai minéral de plomb. Elle est d'un gris de plomb bleuâtre, son éclat métallique est beaucoup plus brillant que celui du plomb lui-même, elle est souvent cristallisée. Ses formes cristallines dérivent du cube ; on la trouve ordinairement en masses lamellaires qui se divisent facilement en petits fragments cubiques, par suite d'un triple clivage très-net. Selon la grandeur des lamelles, on distingue la galène à *grandes facettes* et la galène à *petites facettes* ; cette dernière contient toujours plus d'argent que la première. Quelquefois, mais rarement, la galène est compacte, à cassure lisse ou grenue ; elle est peu dure, la chaux carbonatée la raye, elle est aigre et cassante ; sa poussière est gris métallique. Sa densité varie de 7,22 à 7,785. Dans la galène le plomb est souvent en partie remplacé par de l'argent, de l'antimoine, du bismuth, du fer, etc., ce qui donne naissance à des espèces qui présentent les mêmes caractères physiques que la galène ; leurs densités seules sont inférieures à celle de cette dernière.

Au chalumeau, la galène se comporte de la manière suivante :

Dans le tube bouché, lorsqu'elle est pure, elle ne change pas, seulement elle décrépité quelquefois ; quand elle contient du soufre, ou des pyrites simples ou arsenicales, elle donne un léger sublimé de soufre et de sulfure d'arsenic.

Dans le tube ouvert, elle dégage du soufre, de l'acide sulfureux ; et donne un sublimé blanc de sulfate de plomb ; ce sublimé peut être fondu par un bon feu, mais il ne se volatilise pas de nouveau, il devient souvent gris sous l'action de la chaleur.

Sur le charbon, la galène se grille facilement et n'entre en fusion que lorsqu'une grande partie de son soufre a été brûlée, elle dégage l'odeur de l'acide sulfureux et donne des globules métalliques qui retiennent longtemps du soufre, mais qui, par une insufflation suffisante, se transforment en plomb pur malléable, le charbon se recouvre en même temps de

l'enduit jaune clair d'oxyde de plomb. La réduction de la galène sur le charbon est très-rapide en présence de la soude.

Les culots métalliques obtenus de la galène doivent toujours être passés à la coupellation pour reconnaître si l'échantillon est riche en argent. On peut faire la coupellation en opérant directement sur la galène.

Certaines galènes dégagent, lorsqu'on les grille sur le charbon, l'odeur du sélénium, et d'après Berzelius, il est facile, lorsque le grillage se fait dans le tube ouvert, d'en tirer du sélénium sous la forme d'un léger enduit rouge qui est très-sensible. Il faut pour cela conduire le grillage très-lentement et le pousser fort loin. Ce n'est que vers la fin de l'opération que le sélénium commence à se séparer. Lorsque la galène contient de l'arsenic, on peut confondre le sulfure d'arsenic qui se sublime avec du sélénium.

Géokronite. — Sulfure de plomb renfermant de l'antimoine, de l'arsenic, du cuivre et du fer. Ce minéral se trouve en masses compactes métalloïdes, ou en cristaux assez nets dont la forme est un prisme à six faces surmonté d'un pointement à quatre faces, et qui dérivent d'un prisme rhomboïdal droit; par sa couleur et sa dureté il ressemble à la galène compacte. Sa densité varie de 5,88 à 6,46.

Au chalumeau, la géokronite se comporte comme la galène, mais sur le charbon elle dégage l'odeur alliagée de l'arsenic, et donne des globules métalliques qui dégagent des fumées antimoniales, tant qu'ils sont chauds; de plus elle est très-fusible, elle fond même à la flamme de la bougie.

Boulangérite (plomb antimonié sulfuré). — Minéral ressemblant, par ses propriétés physiques, à de la galène compacte; on ne le connaît pas cristallisé; il est souvent recouvert de taches jaunâtres qui paraissent être de l'antimoniate de plomb. Sa densité varie de 5,75 à 5,97.

Au chalumeau, la boulangérite entre en fusion facilement.

Elle donne les réactions du plomb, de l'antimoine et du soufre.

Dufrénoysite (plomb arsénio-sulfuré). — Ce minéral cristallise en prisme rhomboïdal droit. Sa couleur est le gris de plomb; sa poussière est brun-rougeâtre; il est très-fragile. Sa densité varie de 5,4 à 5,549.

Au chalumeau, la dufrénoysite est très-fusible. Dans le tube bouché, elle donne un sublimé de sulfure d'arsenic qui se dépose sur les parois du verre sous forme de gouttelettes rouge-hyacinthe, transparentes.

Sur le charbon et avec les réactifs, elle donne les réactions du plomb, de l'arsenic et du soufre.

Brongniardite. — (Voyez aux minéraux de l'argent.)

Plomb sélénié. — Ce minéral est très-rare à l'état de pureté; il n'est pas cristallisé, mais, dans les échantillons lamellaires, on obtient des clivages faciles qui se rapportent au cube; il se trouve aussi à l'état grenu. Son éclat métallique, sa couleur gris de plomb et ses clivages lui donnent de l'analogie avec le plomb sulfuré; cependant sa teinte est plus claire et moins bleue que celle de la galène. Sa densité est variable; lorsqu'il est pur, elle est de 8,8; mais dans certains échantillons, elle descend même à 6,8.

Au chalumeau, le plomb sélénié est fusible; chauffé seul ou avec de la soude sur le charbon, il donne du plomb métallique, l'enduit jaune clair d'oxyde de plomb, il répand l'odeur de choux pourris ou de rave, due au sélénium, et il colore la flamme en bleu-azur.

Dans le tube bouché, il donne un faible sublimé de sélénium.

Dans le tube ouvert, on obtient un sublimé rouge foncé de sélénium beaucoup plus net que dans le tube bouché, et un enduit blanc d'acide sélénieux.

Séléniure de plomb et de mercure. — (Voyez aux minéraux du mercure.)

Sélénure de plomb et de cuivre. — Ce minéral est amorphe; son éclat est métalloïde; sa couleur gris de plomb un peu jaunâtre. Il est ductile et se laisse couper au couteau. Sa densité est variable; elle a été trouvée 5,6 pour certains échantillons et 7 pour d'autres.

Au chalumeau, le sélénure de plomb et de cuivre est très-fusible. Dans le tube bouché, dans le tube ouvert et sur le charbon, il donne les caractères du sélénium et du plomb, mais les culots métalliques qu'il produit sur le charbon sont rougeâtres. Avec les fondants vitreux, on obtient les réactions du cuivre.

Bournonite. — Ce minéral est, comme la boulangérite, un plomb antimonié sulfuré, mais la bournonite contient du cuivre en plus.

La bournonite cristallise en prisme rhomboïdal droit; rarement les faces des cristaux sont éclatantes; ordinairement elles ne miroitent que faiblement. Sa couleur est le gris de fer et le gris d'acier; la teinte est plus claire dans la cassure, qui est ordinairement conchoïde. Elle est rayée par la chaux carbonatée. Sa densité varie de 5,7 à 5,9.

Au chalumeau, la bournonite est fusible; elle donne sur le charbon un bouton noir métallique en produisant beaucoup de fumées blanches antimoniales et plombifères; le charbon se recouvre d'un enduit circulaire jaunâtre, mais qui est blanc sur les bords extrêmes; avec le bouton de retour, on constate la présence du plomb par l'oxydation, et celle de cuivre par le borax.

Dans le tube ouvert, elle dégage l'odeur de l'acide sulfureux, et une épaisse fumée blanche qui se dépose en grande partie sur les parois inférieures du tube. Cette partie du sublimé, qui est de l'antimonite de plomb, n'est ni volatile ni fusible; mais la partie supérieure est volatile, elle se compose d'oxyde d'antimoine.

Plomb carbonaté (céruse minérale). — Ce minéral se trouve

crystallisé en beaux cristaux plus ou moins bien déterminés, en cristaux aciculaires, en masses bacillaires, en masses compactes, en rognons à aspect terreux et, dans quelques cas rares, en concrétions. Il est caractérisé par son grand éclat adamantin et par sa couleur blanche; cependant quelques échantillons sont noirs; cette teinte est due soit à du sulfure de plomb, soit à du sulfure d'argent, soit à du bioxyde de cuivre, soit à une matière bitumineuse. Les formes des cristaux de plomb carbonaté sont très-variées, mais elles dérivent toutes d'un prisme rhomboïdal droit. Les cristaux possèdent la double réfraction; ils sont presque toujours transparents, quelquefois translucides; ils rayent difficilement la chaux carbonatée. Sa cassure est conchoïdale. Sa densité varie de 6,40 à 6,72.

Au chalumeau, le plomb carbonaté décrépité; il devient jaune lorsqu'on le chauffe, parce qu'il se transforme en oxyde. Avec les réactifs, il donne les réactions du plomb.

Plomb sulfato-tricarbonaté (suzanite). — Ce minéral est blanc-grisâtre ou brunâtre; certains échantillons ont une teinte verdâtre due à du cuivre; son éclat est adamantin; il cristallise en prismes à six faces très-aplaties, dérivant d'un prisme rhomboïdal oblique. Sa cassure est conchoïdale; il est rayé par la chaux carbonatée. Sa densité égale 6,266.

Au chalumeau, le plomb sulfato-carbonaté se boursoufle en devenant jaune, mais en refroidissant il reprend sa couleur primitive; il se convertit par la fusion en un globule qui blanchit également par le refroidissement. Il donne avec les réactifs tous les caractères du plomb et du soufre.

Plomb sulfo-carbonaté (lanarkite). — Ce minéral est, comme le précédent, une combinaison de carbonate de plomb et de sulfate de plomb, mais ce dernier contient plus de sulfate. On le trouve en cristaux déliés, formant de petits faisceaux composés de prismes allongés, ce qui leur donne souvent une structure bacillaire. Quelques échantillons présentent des ai-

guilles longues, déliées et éclatantes, portant des modifications au sommet. Sa couleur est le blanc-grisâtre et le blanc-verdâtre. Il est translucide, son éclat est vitreux, il est très-tendre. Sa densité varie de 6,8 à 7.

Au chalumeau, il est fusible et présente toutes les réactions du plomb et du soufre.

Plomb sulfaté (anglésite). — Ce minéral se présente cristallisé en octaèdres cunéiformes plus ou moins modifiés et dérivant d'un prisme rhomboïdal droit. Certains échantillons sont en masses lamellaires, d'autres sont vitreux et compacts, enfin quelques-uns ont une structure concrétionnée; cette dernière variété est opaque, toutes les autres sont fortement translucides. Le plomb sulfaté peut être incolore, blanc-grisâtre, blanc-jaunâtre, blanc-verdâtre ou gris-brun, mais toutes ces teintes sont claires. Son éclat est vitreux et très-adamantin; il est tendre, cassant, facile à rayer par l'ongle, mais cependant il raye le gypse. Sa cassure est compacte. Sa densité varie de 6,228 à 6,515.

Au chalumeau, le plomb sulfaté décrépité. Sur le charbon, à la flamme oxydante, il fond et se convertit en une perle transparente qui devient laiteuse en se refroidissant. Au feu de réduction, chauffé seul ou avec de la soude, il se réduit facilement et donne des globules de plomb métallique; lorsqu'on opère la réduction avec la soude, celle-ci se transforme en sulfure de sodium qui noircit la lame d'argent.

Plomb sulfato-carbonaté cuprifère (calédonite). — Ce minéral se trouve en petits cristaux d'un vert-de-gris foncé, ou bleu-verdâtre, transparents, à éclat vitreux très-vif; qui dérivent d'un prisme droit rhomboïdal; ces cristaux sont tendres; leur pesanteur spécifique est 6,4.

Au chalumeau, le plomb sulfato-carbonaté cuprifère se réduit facilement sur le charbon, il donne les réactions du plomb et du cuivre.

Plomb sulfaté cuprifère. — Ce minéral se trouve associé avec le minéral précédent ; il cristallise en prisme rhomboïdal oblique aplati. Sa couleur, qui est bleue, rappelle celle du cuivre carbonaté bleu ; il est plus tendre que le plomb carbonaté. Son éclat est très-vif et presque adamantin. Sa densité est de 5,3 à 5,4.

Au chalumeau, le plomb sulfaté cuprifère donne les réactions du plomb et du cuivre.

Plomb phosphaté (plomb vert, plomb brun). — Ce minéral est plutôt un chloro-phosphate de plomb qu'un phosphate ; il contient en effet toujours en moyenne 10 pour 100 de chlorure de plomb. Sa couleur est le vert d'herbe, le vert-jaunâtre, le jaune-verdâtre et le brun ; rarement il est incolore. On le trouve cristallisé, en masses bacillaires et en masses concrétionnées. La forme primitive de ses cristaux est le prisme régulier à six faces. Sa cassure est conchoïdale, peu éclatante ; il a cependant l'éclat adamantin. Il raye la chaux carbonatée, mais il est rayé par la chaux phosphatée. Sa densité peut varier de 6 à 7,09.

Au chalumeau, le plomb phosphaté se comporte comme il suit :

Dans le tube ouvert, il décrépète souvent, et donne un léger sublimé de chlorure de plomb.

Sur le charbon, à la flamme oxydante, il fond en un globule qui cristallise par le refroidissement et qui est de couleur sombre, et le charbon se recouvre d'un léger enduit blanc de chlorure de plomb. Au feu de réduction, seul, il dégage de la fumée de plomb qui donne l'enduit jaune clair sur le charbon, mais il ne se réduit pas, il fond en une perle d'un blanc nacré qui présente de larges facettes cristallines ; au moment où cette perle se solidifie, elle jette une lueur d'ignition. Quelques échantillons dégagent l'odeur alliagée de l'arsenic.

Avec la soude sur le charbon, il donne des globules de plomb qui contiennent quelquefois de l'argent.

Avec les fondants vitreux, il se comporte comme l'oxyde de plomb.

Chauffé à l'extrémité du fil de platine avec de l'acide sulfurique concentré, il colore la flamme en vert-jaunâtre, ce qui caractérise l'acide phosphorique.

Chauffé avec une perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, il colore la flamme en bleu légèrement pourpré, ce qui caractérise le chlore.

Chauffé à l'extrémité du fil de platine avec un mélange de bisulfate de potasse et de borax, il colore souvent la flamme en un beau vert, ce qui caractérise la présence du fluor.

Plomb arséniaté. — Ce minéral ressemble beaucoup au précédent ; il contient également environ 10 pour 100 de chlorure de plomb et quelques centièmes de phosphate. Sa couleur est le jaune de cire ou le gris-jaunâtre ; il est rarement incolore. Sa densité égale 7,20.

Au chalumeau, le plomb arséniaté, traité seul sur le charbon, fond avec difficulté, puis il se réduit instantanément en donnant des globules de plomb et en produisant des fumées blanches arsenicales dont l'odeur alliagée est caractéristique ; le charbon se recouvre d'un enduit blanc et jaune-clair formé de chlorure de plomb, d'acide arsénieux et d'oxyde de plomb. Lorsqu'il contient du phosphate de plomb, celui-ci n'est pas réduit et reste à l'état de matière fondue qui cristallise par le refroidissement.

Dans le tube bouché, avec de la soude et du charbon, ou mieux avec le cyanure de potassium, il donne l'anneau noir d'arsenic métallique.

A la pince à bouts de platine à la flamme extérieure, il fond aisément à la manière du phosphate, et, comme celui-ci, il cristallise par le refroidissement. Dans cette opération, il faut éviter que la matière fondue atteigne le platine de la pince qu'elle altérerait.

Il colore la flamme en bleu-pourpré, lorsqu'on le chauffe

avec une perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, indice du chlorure.

Chauffé avec l'acide sulfurique à l'extrémité du fil de platine, il colore la flamme en vert-jaunâtre qui est plus livide qu'avec le phosphate, à cause de l'arsenic qu'il contient.

Plomb vanadiaté.—*Descloizite.*—*Déchenite.* — *Aræoxène.* — *Vanadate double de plomb et de cuivre.* — (Voyez aux minéraux du vanadium.)

Plomb arséniaté hydraté. — Ce minéral se présente sous la forme de filaments déliés, soyeux, jaune-paille, soudés ensemble à la manière de l'asbeste.

Au chalumeau, ce minéral donne de l'eau dans le tube bouché. Dans le même tube, avec de la soude et du charbon, ou avec du cyanure, il donne l'anneau noir miroitant d'arsenic métallique.

Sur le charbon, il donne les réactions du plomb et de l'arsenic.

Plomb chloro-carbonaté. — Ce minéral est très-rare, il cristallise en prisme à base carrée. Sa couleur est le blanc, le blanc-jaunâtre, le gris-jaunâtre ou le jaune-orangé, quelquefois il a une légère teinte verte; il est transparent ou translucide, son éclat est adamantin, il est plus tendre que le carbonate de plomb. Sa cassure est conchoïdale. Sa densité égale 6,056.

Au chalumeau, le plomb chloro-carbonaté chauffé seul au feu d'oxydation, sur le charbon, fond en une perle transparente qui devient jaune-pâle en se refroidissant. Avec addition de soude, il donne des globules de plomb métallique, et sur le charbon, l'enduit jaune-clair caractéristique.

Chauffé avec la perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, il colore la flamme en bleu légèrement pourpré.

Plomb chloruré. — *Churchillite.* — *Matlockite.* — La churchillite et la matlockite sont deux variétés de plomb chloruré ou plomb oxychloruré. La churchillite est en

masses lamellaires très-éclatantes, d'un blanc-grisâtre. Sa pesanteur spécifique est de 7,07.

La matlockite est en cristaux tabulaires superposés. Sa couleur est d'un vert-jaunâtre, son éclat est adamantin. Sa densité est de 7,20.

Au chalumeau, ces deux variétés de plomb chloruré se comportent de la même manière : dans le tube bouché, elles décrépitent fortement ; chauffées avec précaution, elles fondent en un globule jaunâtre et se subliment en partie.

Chauffées seules, sur le charbon, elles fondent, s'étalent et se réduisent très-lentement en dégageant des vapeurs de chlorure de plomb, qui se déposent sur le charbon sous forme d'enduit blanc, teinté de jaune par de l'oxyde de plomb.

Sur le charbon, avec de la soude, elles donnent des grains de plomb métallique.

Elles colorent la flamme en bleu légèrement pourpré avec la perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre.

Plomb chromé. — *Mélanochroïte.* — *Plomb chromaté.* — (Voyez aux minéraux du chrome, pages 270, 271 et 272.)

Plomb molybdaté. — *Plomb molybdaté basique.* — (Voyez aux minéraux de molybdène, pages 317 et 318.)

Plomb tungstaté. — (Voyez aux minéraux du tungstène, page 323.)

Plomb-gomme (aluminat de plomb hydraté.) — Ce minéral forme de petites concrétions globuleuses analogues aux gouttes de gomme qui découlent de certains arbres. Sa couleur est le gris-jaunâtre, le brun-rougeâtre ou le jaune-verdâtre ; toutes ces teintes sont claires ; sa cassure est conchoïde et testacée par suite de sa disposition en couches concentriques ; son éclat est résineux. Il raye le verre. Sa densité égale 4,88.

Au chalumeau, le plomb-gomme donne les réactions suivantes :

Chauffé seul, dans le tube bouché, il dégage de la vapeur d'eau; la matière éclate souvent avec violence.

Sur le charbon, il devient opaque, blanchit, se boursoufle comme une zéolithe, et n'éprouve qu'une demi-fusion à une température élevée. Avec addition de soude il se réduit sans qu'il y ait fusion préalable de la matière.

Avec les fondants vitreux, il se comporte comme de l'oxyde de plomb, cependant le sel de phosphore devient opaque en refroidissant lorsqu'il contient une certaine proportion de minéral.

Avec l'azotate de cobalt, il donne une belle couleur bleue.

Plomb antimonié. — Masses testacées, composées de zones successives, différemment colorées de gris-brunâtre et de brun-jaunâtre; à cassure vitreuse, à éclat vif, rayant la chaux phosphatée, mais rayées par le verre. Leur densité est de 4,215 pour les parties jaunes, et de 5,468 pour les parties brunes.

Au chalumeau, le plomb antimonié donne les caractères du plomb et de l'antimoine, seulement les culots métalliques qu'on obtient à la réduction sont aigres et cassants; pour les rendre malléables, il faut les chauffer longtemps au feu de réduction afin de volatiliser tout l'antimoine.

Antimoniate de plomb. — Minéral amorphe, d'un jaune de soufre, quelquefois gris-verdâtre, à cassure compacte; cependant sa structure est quelquefois feuilletée; son éclat est résineux. Sa densité varie de 4,60 à 4,76.

Au chalumeau, il se comporte comme le précédent.

Tellure auro-plombifère, tellure plombo-aurifère, plomb telluré — (Pour ces minéraux, voyez au tellure, page 129.)

Hétéromorphite ou antimoine sulfuré en *plume*. — Ce minéral est une variété de zinkénite (voyez aux minéraux de l'antimoine).

Zinkénite, plagionite, jamesonite. — (Voyez aux minéraux de l'antimoine.)

Bismuth sulfuré plombo-cuprifère. — *Bismuth sulfuré cuprifère.* — (Voyez aux minéraux du bismuth.)

Argent sulfuré antimonifère et plombifère. — (Voyez aux minéraux de l'argent.)

On reconnaît que la galène existe à l'état de liberté dans un minerai de plomb au dégagement d'hydrogène sulfuré qui se produit lorsqu'on broie, dans le mortier d'agate, la substance avec du bisulfate de potasse; quand la galène est combinée à l'état de sulfure double, cette réaction n'a pas lieu (Jannettaz).

BISMUTH.

Bismuth métallique. — Le bismuth est d'un blanc d'argent légèrement rougeâtre; son éclat est brillant, sa structure fortement lamellaire. Il est cassant et facile à réduire en poudre. Sa densité est 9,79.

Au chalumeau, le bismuth se comporte de la manière suivante :

Sur le charbon, il est très-fusible. Chauffé dans la flamme oxydante, il brûle sans colorer la flamme, disparaît complètement en fumée et dépose sur le charbon une auréole dont la couleur est jaune-brun tant qu'elle est chaude, mais qui devient jaune-clair par le refroidissement; cette auréole ressemble à celle que donne le plomb. Lorsque l'enduit est en couche très-mince, il paraît blanc-bleuâtre.

Si l'on dirige sur l'auréole de bismuth le feu de réduction, elle disparaît sans colorer la flamme.

Au feu de réduction, le bismuth ne paraît pas se volatiliser; cependant il donne une légère auréole jaune.

Dans le tube ouvert, le bismuth ne donne point de fumée, le métal s'entoure d'un oxyde fondu brun-jaunâtre, mais qui ne conserve qu'une teinte jaunâtre après le refroidissement; il attaque fortement le verre.

Oxydes et composés du bismuth. — Les composés du bismuth ne colorent pas la flamme. L'oxyde de bismuth est très-fusible; lorsqu'on le chauffe, il fonce de couleur, mais il reprend sa teinte primitive par le refroidissement. Si on le chauffe fortement sur le platine, il attaque ce métal et le perfore.

Sur le charbon, au feu de réduction, les oxydes et les composés du bismuth se réduisent aisément; cette réduction est encore plus facile à obtenir par l'addition de carbonate de soude; ils donnent alors des globules de bismuth métallique qui sont très-brillants tant qu'ils sont chauffés, mais qui deviennent ternes par le refroidissement. Ces globules sont très-cassants; ils se réduisent en poudre sous le marteau; pendant la réduction du composé bismuthique, le charbon se recouvre de l'enduit jaune d'oxyde de bismuth.

Cette réaction sur le charbon est caractéristique pour le bismuth. *Culots métalliques cassants, avec enduit jaune.*

Le borax dissout facilement l'oxyde de bismuth et donne, à l'extrémité du fil de platine et au feu d'oxydation, des perles transparentes qui sont jaunes tant qu'elles sont chaudes, mais qui deviennent incolores en se refroidissant. Lorsque les perles sont sursaturées de bismuth, elles paraissent jaune-rougeâtre à chaud et conservent une légère teinte jaune à froid, tout en perdant un peu de leur transparence. Au feu de réduction, les perles deviennent grisâtres, légèrement troubles, par suite de l'interposition du métal réduit. Ce phénomène est beaucoup plus net si l'on opère sur le charbon, et dans ce cas, si l'on chauffe longtemps, le verre bouillonne, tout le bismuth se volatilise et la perle redevient incolore; l'addition de l'étain active la réaction.

Le sel de phosphore dissout très-facilement l'oxyde de bismuth, en donnant, au feu d'oxydation à l'extrémité du fil de platine, des perles incolores ou légèrement jaunâtres quand elles sont chaudes. Celles qui sont saturées de bismuth deviennent blanc d'émail au flamber, et celles qui sont sursaturées

deviennent blanc d'émail par le simple refroidissement. Au feu de réduction sur le charbon, la perle de sel de phosphore devient incolore et claire à chaud, mais après le refroidissement, elle est gris-noirâtre et opaque ; l'addition de l'étain aide cette réaction.

L'oxyde de bismuth ne se colore pas sous l'influence de l'azotate de cobalt.

Minéraux du bismuth.

Les minéraux du bismuth sont : le bismuth natif, le bismuth oxydé, le bismuth sulfuré, le bismuth sulfuré plombocuprifère, le bismuth sulfuré plombo-argentifère, le bismuth sulfuré cuprifère, le bismuth telluré (*bornite*), le bismuth carbonaté, le bismuth silicaté, un cobalt gris bismuthifère, le nickel sulfuré bismuthifère (*saynite*), la kobellite, le cuivre sulfuré bismuthifère.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU BISMUTH.

Bismuth natif. — Le bismuth natif est le minéral le plus abondant de ce métal ; il ressemble, par ses propriétés physiques, au bismuth ordinaire. Au chalumeau, il donne les réactions du bismuth métallique. Quelques échantillons laissent un bouton d'argent par la coupellation ; d'autres renferment de l'arsenic, quelquefois même en assez grande quantité pour les désigner sous le nom de *bismuth arsenical* ou *bismuth arsénifère*. Ces derniers répandent l'odeur alliée de l'arsenic quand on les chauffe sur le charbon.

Bismuth oxydé (fleur de bismuth). — Ce minéral est terreux, jaune-verdâtre, très-tendre et même friable ; il se comporte au chalumeau comme l'oxyde de bismuth ordinaire des chimistes. Sa densité est 4,36.

Bismuth sulfuré (bismuthine). — Ce minéral se trouve cristallisé en aiguilles rayonnées ou en masses lamelleuses.

Son éclat métallique est très-brillant; sa couleur est le gris de plomb. Sa cassure est éclatante et légèrement conchoïdale; il est aigre, cassant, très-tendre; il tache le papier. Sa densité égale 6,549.

Au chalumeau, le bismuth sulfuré donne les caractères suivants :

Il est très-fusible; il fond même à la chaleur de la bougie sans le secours du chalumeau.

Dans le tube bouché, il fond en donnant un peu de soufre. Dans le tube ouvert, il entre en fusion, dégage des vapeurs d'acide sulfureux et donne un sublimé blanc-jaunâtre. Si on le chauffe fortement, il bouillonne, puis le bouillonnement cesse un instant après; il dépose de l'oxyde de bismuth sur les parois, à la manière du bismuth métallique. Quelques échantillons chauffés dans les mêmes circonstances donnent d'abord un léger sublimé de soufre, puis un autre sublimé blanc-jaunâtre de sulfate de bismuth qui est fusible en forme de gouttelettes à la manière du sublimé donné par le tellure, mais les gouttes fondues sont brunes, puis elles deviennent jaunâtres et opaques par le refroidissement, tandis que celles du tellure sont incolores et transparentes à froid. Après la combustion d'une partie du soufre, la matière d'essai entre en ébullition comme il a été dit précédemment.

Sur le charbon, le sulfure de bismuth fond, bouillonne quelques instants en projetant de petites gouttes incandescentes; quand le bismuth a disparu sous l'influence du feu d'oxydation qui le transforme en oxyde, il reste souvent une légère scorie qui renferme du fer et du cuivre. Le charbon se recouvre de l'enduit jaune d'oxyde de bismuth. Si l'on ajoute de la soude, la réduction du minéral se fait facilement; on obtient des globules de bismuth métallique et l'enduit jaune sur le charbon; la soude passe à l'état de sulfure.

Bismuth sulfuré plombo-cuprifère (nadelierz). — Ce minéral se trouve cristallisé en prismes hexaèdres obliques très-

allongés et contournés; il est gris d'acier avec une légère teinte rougeâtre; sa cassure est éclatante, lamelleuse dans un sens; il raye la chaux carbonatée, mais il est rayé par le spath fluor. Sa densité est de 6,125.

Au chalumeau, le bismuth sulfuré plombo-cuprifère, chauffé dans le tube ouvert, donne des vapeurs d'acide sulfureux et un sublimé blanc fusible en gouttelettes transparentes et fixes, qui sont dues à une petite quantité de tellure que contient le minéral: la matière d'essai se recouvre et s'entoure d'oxyde de bismuth et de plomb.

Sur le charbon, il donne un culot métallique qui est un alliage de cuivre, de plomb et de bismuth; cet alliage se transforme en cuivre presque pur, par une insufflation prolongée.

Bismuth sulfuré plombo-argentifère. — (Voyez aux minéraux de l'argent.)

Bismuth sulfuré cuprifère. — (Voyez aux minéraux du cuivre.)

Bismuth telluré, bornine. — (Voyez aux minéraux du tellure, page 129.)

Bismuth carbonaté (agnésite). — Ce minéral paraît être un produit d'altération du bismuth natif ou du bismuth sulfuré, qu'il accompagne toujours; il est fragile, peu dur; sa couleur est jaune-serin, jaune-paille, gris-pâle ou vert-foncé; sa cassure est conchoïde ou inégale. Sa densité est de 6,8 ou 6,9.

Au chalumeau, le bismuth carbonaté se comporte comme de l'oxyde de bismuth.

Bismuth silicaté (eulitine, wismuth-blende). — Ce minéral est toujours cristallisé; la forme de ses cristaux est un tétraèdre régulier portant sur chacune de ses faces une pyramide triangulaire. Les cristaux sont demi-transparents, quelquefois opaques; leur éclat est assez vif; leur couleur est le

brun-clair ou le jaune-cire; leur poussière est d'un gris-jaunâtre. Ils rayent le verre. Leur densité varie de 5,96 à 6,6.

Au chalumeau, le bismuth silicaté chauffé dans le tube bouché décrépité et donne une petite quantité d'eau. Sur le charbon, il fond en une perle rouge de rubis qui se fonce beaucoup par le refroidissement; le charbon se recouvre de l'enduit jaune d'oxyde de bismuth. Si l'on ajoute de la soude, on obtient des globules de bismuth et une matière vitreuse d'un vert-jaunâtre qui passe au rouge-jaunâtre en refroidissant.

Chauffé à l'extrémité du fil de platine avec de l'acide sulfurique, il donne la réaction de l'acide phosphorique, il colore la flamme en vert-jaunâtre. Il donne également la réaction du fluor en colorant la flamme en un beau vert, lorsqu'on le chauffe avec un mélange de bisulfate et de borax.

Nickel sulfuré bismuthifère. — (Voyez aux minéraux du nickel.)

Kobellite. — Mélange de sulfures de plomb, d'antimoine et de bismuth, avec de petites quantités de fer et de cuivre, que l'on trouve en masses amorphes, d'un gris de plomb ressemblant à de la galène compacte.

Au chalumeau, ce minéral donne les réactions des métaux dont il est composé.

Cuivre sulfuré bismuthifère. — (Voyez aux minéraux du cuivre.)

CUIVRE.

Cuivre métallique. — Ce métal se reconnaît ordinairement à ses propriétés physiques; lorsqu'on le chauffe au chalumeau, sur le charbon dans la flamme oxydante, il commence par noircir à la surface en se transformant en oxyde; une fois cette oxydation commencée, il est difficile de fondre le métal en culot, dans la flamme oxydante.

Dans la flamme réductrice, le métal fond assez facilement à

une haute température; lorsqu'il y a eu préalablement un commencement d'oxydation, il est plus difficile d'obtenir la fusion. Le culot métallique qu'on obtient ainsi avec le cuivre ou avec ses composés possède sa couleur rouge tant qu'il est chauffé, mais en se refroidissant, il noircit à sa surface en s'oxydant. Les globules de cuivre métallique sont très-mal-léables; lorsqu'on les frappe avec le marteau, ils reprennent en partie leur couleur rouge, par suite de la séparation de l'oxyde de cuivre superficiel.

Le cuivre métallique colore la flamme en vert.

Il ne donne point d'enduit sur le charbon.

Oxydes et composés du cuivre. — Tous les composés du cuivre colorent la flamme; la teinte qu'ils lui communiquent est variable selon les composés, mais en général elle est verte ou bleu-verdâtre.

Les chlorures de cuivre colorent la flamme en bleu légèrement pourpré, et c'est ce caractère qu'on cherche à produire lorsqu'on chauffe une perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, avec une matière qu'on suppose contenir du chlore. Il en est de même pour les réactions qui suivent :

Le bromure teint la flamme en bleu un peu verdâtre sur les bords.

L'iode colore la flamme en un beau vert-éméraude tout à fait caractéristique.

Le protoxyde de cuivre, chauffé dans la flamme oxydante, se transforme rapidement en bioxyde. Au feu de réduction, il se réduit facilement. Il est infusible; mais lorsqu'il est en partie transformé en bioxyde, il peut fondre sous forme de scorie noir-brun.

Le bioxyde de cuivre est fusible à la flamme d'oxydation, mais seulement à une haute température, il donne un globule noir qui s'étend bientôt sur le charbon; la partie qui est en contact avec ce dernier est réduite à l'état métallique.

Au feu de réduction, le bioxyde se réduit presque instantanément.

nément mais sans fondre ; la matière réduite brille de l'éclat métallique qui caractérise le cuivre tant que l'on chauffe ; mais aussitôt que l'insufflation cesse, le métal se réoxyde superficiellement comme il a été dit plus haut, et devient noir.

Si l'on continue à chauffer dans la flamme réductrice la matière réduite, le métal finit par se réunir en culot, mais cette opération n'est pas facile à réaliser. Pour la réussir, il faut que la température soit très-élevée et que la flamme réductrice enveloppe toute la matière métallique.

Les oxydes et les composés du cuivre se dissolvent aisément dans les fondants vitreux, en produisant des réactions tout à fait caractéristiques.

Avec le borax, ils donnent au feu d'oxydation, des perles transparentes qui sont vertes tant qu'elles sont chaudes, mais qui deviennent bleu clair par le refroidissement.

Lorsque les perles sont saturées d'oxyde de cuivre, elles sont d'un vert tellement foncé, à chaud, qu'elles paraissent opaques ; mais en refroidissant, elles reprennent de la transparence en passant au bleu, seulement cette teinte est légèrement verdâtre.

Au feu de réduction, les perles de borax contenant du cuivre se décolorent quelquefois complètement, mais en refroidissant elles deviennent rouge sombre et opaques. Ce phénomène est caractéristique ; la teinte de la perle est variable, lorsqu'on a aidé par exemple la réduction par l'addition de l'étain, les perles chaudes sont incolores, puis elles passent tout à coup au rouge vif, en refroidissant ; lorsque la réduction n'est pas complète, les perles sont verdâtres à chaud et d'un rouge-brun plus ou moins foncé à froid ; enfin quelquefois les perles sont de couleur jaune plus ou moins teintée de rouge, mais, dans ce cas, l'opacité des perles n'est pas complète ; de plus, la partie vitreuse est colorée en vert.

Lorsqu'on opère sur de trop faibles quantités de matière, il est difficile d'opérer la réduction du bioxyde de cuivre et d'obtenir la coloration rouge des perles vitreuses, parce que,

pendant le temps que la perle met à se refroidir, elle absorbe de l'oxygène qui empêche la réaction de se produire ; dans tous les cas, l'addition de l'étain obvie à cet inconvénient ; de plus, il faut éviter de chauffer la matière vitreuse trop longtemps.

Lorsque les perles de borax contiennent beaucoup de cuivre, ce métal peut se réduire à l'état métallique au feu de réduction et les perles se décolorent ; ce phénomène se produit principalement lorsqu'on opère sur le charbon ; sur le fil de platine, on obtient la réduction complète du cuivre, par l'addition d'une petite quantité de sulfate de fer ; dans ce cas, les perles paraissent formées de cuivre métallique, ou elles ressemblent à l'aventurine de Venise.

Avec le sel de phosphore on obtient les mêmes réactions qu'avec le borax, seulement pour des quantités égales de substances les teintes obtenues avec le sel de phosphore sont moins intenses que celles qui sont données par le borax.

Lorsque les substances cuivreuses contiennent de l'antimoine, du bismuth ou du plomb, les fondants vitreux ne présentent plus avec netteté le caractère du cuivre au feu de réduction ; les perles, au lieu d'être rouges, sont d'un gris foncé.

Dans ce cas, pour obtenir les réactions du cuivre, il faut éliminer préalablement par volatilisation presque tout l'antimoine, le plomb et le bismuth, en chauffant le mélange au feu d'oxydation, puis l'on ajoute un peu de borax, et l'on chauffe au feu de réduction ; le plomb est retenu par le borax, le bismuth et l'antimoine se volatilisent, et le cuivre reste comme résidu ; il peut alors donner avec les fondants vitreux les caractères qui lui sont propres.

On sépare facilement le cuivre de ses alliages avec l'étain, en chauffant ces alliages avec du sel de phosphore, au feu d'oxydation sur le charbon ; l'étain s'oxyde et se dissout le premier dans le fondant vitreux ; on arrive par des traitements successifs à obtenir un culot de cuivre qui ne retient plus que des traces d'étain ; ce culot donne alors avec les fondants vitreux les caractères du cuivre.

Lorsqu'on veut retrouver des traces de cuivre dans une substance quelconque, on mêle cette substance préalablement calcinée avec deux parties de carbonate de soude, une partie de borax et quelques millièmes de plomb ou d'étain ; on chauffe le mélange à la flamme réductrice sur le charbon, le cuivre s'allie au plomb ou à l'étain, et le culot métallique obtenu est traité comme il vient d'être dit plus haut pour la séparation du cuivre, du plomb, de l'étain, de l'antimoine et du bismuth.

L'oxyde de cuivre chauffé sur le fil de platine avec de la soude donne une perle verte, limpide, qui perd sa couleur et devient opaque en se refroidissant. Ce verre se réduit sur le charbon en donnant du cuivre métallique.

Minéraux du cuivre.

Les minéraux du cuivre sont : Le cuivre natif, le cuivre oxydulé, cuivre oxydé noir, le cuivre sulfuré, le cuivre sulfuré argentifère (*stromeyérine*), le cuivre sulfuré bismuthifère, la covelline, la phillipsite (*cuivre panaché*), quelques pyrites, le cuivre pyriteux, les cuivres gris, la tennantite, l'énergite, le cuivre sélénié, l'eukairite, le cuivre arsenical, le cuivre antimonial, le cuivre carbonaté bleu (*azurite*), le cuivre carbonaté vert (*malachite*), la mysorine, le cuivre chloruré (*atakamite*), le cuivre phosphaté, le cuivre hydro-phosphaté, la trombolithe, la péloktonite, la dihydrite et ses variétés, les cuivres arséniatés (*olivénite, érinite, liroconite, aphanèse, teuchroïte*), la konichalcite, la lindackérite, le cuivre vanadaté, la diopside, le cuivre hydro-siliceux, le cuivre sulfaté, la brochantite, le cuivre velouté, le cobalt sulfuré, quelques minerais de cobalt arsenical, la buratite, le zinc hydraté cuprifère, le mercure antimonié, le séléniure de plomb et de cuivre, la bournonite, le plomb sulfaté cuprifère, le plomb sulfato-carbonaté cuprifère, le vanadate de plomb et de cuivre, le plomb chromé, l'étain sulfuré, le bismuth sulfuré plombo-cuprifère, le bismuth sulfuré cuprifère, l'urane phosphaté vert, la voglite,

l'argent natif, l'or natif, le platine natif. Enfin, certains minéraux ne contiennent que quelques centièmes de cuivre, tels sont : la magnésie phosphatée, un phosphate d'alumine et de plomb, la turquoise, le nickel sulfuré, le tellure plomboaurifère, quelques plombs sulfurés, les plombs vanadatés, le bismuth sulfuré, la polybasite, etc. Les roches proprement dites contiennent rarement du cuivre.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU CUIVRE.

Cuivre natif. — Le cuivre natif se trouve cristallisé en masses ayant la forme de rameaux à la manière des dendrites, en masses amorphes, en fragments irréguliers, en feuillets, en grains, etc.; la forme de ses cristaux est l'octaèdre cunéiforme, ou des modifications du cube. Il ressemble au cuivre ordinaire. Sa couleur rouge est généralement bronzée à la surface par suite de l'action de l'air. Sa densité, 8,584, est un peu plus légère que celle du cuivre ouvré, qui est de 8,94.

Au chalumeau, le cuivre natif se comporte comme le cuivre métallique ordinaire.

Cuivre oxydulé (protoxyde de cuivre). — Ce minéral se trouve presque toujours cristallisé, quelques échantillons sont en masses lamellaires, d'autres sont formés d'aiguilles très-déliées qui sont quelquefois entrelacées à angle droit; enfin, une variété appelée *terreuse*, semble être un mélange de cuivre oxydulé et de peroxyde de fer.

Le cuivre oxydulé est remarquable par sa belle couleur rouge-cochenille, que l'on aperçoit par transparence dans les cristaux hyalins ou seulement translucides. Les cristaux opaques sont souvent gris de fer à leur surface, avec un éclat demi-métallique; mais dans tous les cas la couleur rouge caractéristique de ce minéral se retrouve toujours dans sa poussière.

La forme primitive des cristaux de cuivre oxydulé est le

cube, mais les cristaux cubiques sont rares. Ce minéral est ordinairement cristallisé en octaèdres réguliers. On trouve quelquefois des cristaux isolés parfaits dans leurs formes, mais qui sont recouverts à leur surface d'une couche verte de carbonate de cuivre qui masque la couleur rouge du minéral. Sa cassure est inégale ou conchoïde et présente un éclat vitreux. Il raye la chaux carbonatée, mais il est rayé par la chaux phosphatée. Sa densité égale 5,992.

Au chalumeau, le cuivre oxydulé se comporte comme le protoxyde de cuivre des chimistes.

Cuivre oxydé noir. — Ce composé n'est pas un véritable minéral, c'est le produit de l'altération des minerais de cuivre dans leurs mines; il se trouve en masses terreuses noires, tachant les doigts. Au chalumeau, il donne les réactions du bioxyde de cuivre.

Cuivre sulfuré (chalkosine). — Ce minéral se trouve cristallisé, ou en masses lamellaires et compactes; quelquefois il est pseudomorphe; il remplace tantôt des épis d'une graminée particulière, tantôt des petites pommes d'un pin du genre *Cupressus*. Il est d'un gris de fer doué d'un faible éclat métallique, quelquefois irisé à sa surface; sa poussière est noire, il est tendre et se laisse couper au couteau. La forme primitive de ses cristaux est un prisme hexaèdre régulier; sa cassure est indistinctement lamellaire ou conchoïdale. Sa densité est 5,695.

Au chalumeau, le cuivre sulfuré est très-fusible; quand il est pur il fond, même à la flamme de la bougie. Chauffé sur le charbon à la flamme extérieure, il fond, bouillonne en projetant des gouttes incandescentes, et dégage l'odeur de l'acide sulfureux. Au feu de réduction, il se recouvre d'une croûte et ne peut plus entrer en fusion. Si l'on ajoute de la soude à l'essai, on obtient des culots de cuivre métallique, et la soude est transformée en sulfure. Tous les composés sulfurés et arséniés du cuivre, chauffés avec un mélange de soude et de nitre

sur le charbon, au feu de réduction, donnent immédiatement du cuivre métallique exempt de soufre et d'arsenic.

Dans le tube ouvert, il brûle en partie, dégage l'odeur de l'acide sulfureux, mais ne donne pas de sublimé.

Avec les fondants vitreux, il donne les réactions du cuivre.

Quelques échantillons donnent des petits culots d'argent métallique lorsqu'on les passe à la coupellation.

Stromeyérine. — Cuivre sulfuré argentifère (voyez aux minéraux de l'argent).

Cuivre sulfuré bismuthifère. — Ce minéral est en masses amorphes, ou en aiguilles groupées, d'un gris d'acier éclatant, mais il prend à l'air une teinte rougeâtre ou bleuâtre ; il est tendre, se laisse couper au couteau ; sa poussière est noire.

Au chalumeau, le cuivre sulfuré bismuthifère donne les réactions du cuivre et du bismuth.

Covelline. — Sulfure de cuivre contenant plus de soufre que le cuivre sulfuré ordinaire ; on trouve ordinairement ce minéral sous forme d'enduit terne, de couleur noire ou bleuâtre très-foncée, recouvrant certaines laves du Vésuve, ou en petites lames tellement légères qu'on peut les détacher des roches en soufflant dessus. On a trouvé également ce minéral en Thuringe, en masses sphéroïdales, de couleur bleu-indigo. Il est friable, tache les doigts ; son éclat est métalloïde, il est rayé par la chaux carbonatée. Sa densité est de 3,80 à 3,830.

Au chalumeau, la covelline s'enflamme et brûle avant d'être chauffée au rouge ; sur le charbon, elle fond en un globule qui émet des étincelles et qui se transforme, après le grillage, en cuivre métallique ; elle dégage pendant l'opération l'odeur de l'acide sulfureux. Avec les autres réactifs, elle donne les caractères du cuivre et du soufre ; dans le tube bouché, elle dégage un peu d'eau et beaucoup de soufre.

Phillipsite (cuivre panaché, sulfure de cuivre et de fer). — Ce minéral se trouve presque toujours en masses amorphes ;

il est rarement cristallisé, mais ses cristaux sont toujours très-nets, leur forme est le cube. Sa couleur est le jaune de bronze un peu gris, mais sa surface est toujours teintée de bleu, de brun-rouge et de brun-vert, ce qui lui donne un aspect *irisé* qui est caractéristique, et qui lui a fait donner le nom de *cuivre panaché*; sa cassure est inégale et imparfaitement conchoïde. Il est rayé par le spath-fluor. Sa densité est 5,003.

Au chalumeau, la phillipsite est fusible, elle fond, en lançant des projections incandescentes, en un globule cassant, gris-rougeâtre dans sa cassure; ce globule est *attirable à l'aimant*. Après le grillage, pendant lequel elle dégage de l'acide sulfureux, elle donne un culot de cuivre lorsqu'on la chauffe avec de la soude mélangée à du borax qui sert à dissoudre le fer.

Avec les fondants vitreux, elle donne des perles qui présentent des teintes dues au mélange de cuivre et de fer, mais dans lesquelles celles du cuivre sont les plus apparentes.

Cuivre pyriteux, chalkopyrite (sulfure de cuivre et de fer). — Ce minéral est le minéral de cuivre le plus abondant; il est remarquable par son éclat métallique et sa couleur jaune de laiton foncé un peu verdâtre, qui lui donnent l'apparence de l'or. On le trouve quelquefois cristallisé en tétraèdres simples, ou en tétraèdres modifiés sur les angles; mais il est plus fréquemment en masses amorphes, à cassure inégale et conchoïde; on le trouve aussi en concrétions mamelonnées, et sous forme de dendrites. Il raye la chaux carbonatée, mais il est rayé par la chaux phosphatée. Sa densité est de 4,169.

Au chalumeau, le cuivre pyriteux se comporte comme la phillipsite.

Cuivre gris (panabase). — Sulfure polybasique contenant du cuivre, de l'antimoine, de l'argent, du zinc, du fer, de l'arsenic, et quelquefois du mercure. On a divisé le cuivre gris en deux classes: le *cuivre gris* ou *panabase*, qui est un

antimonio-sulfure de cuivre, et la *tennantite*, qui est un *arsénio-sulfure de cuivre*.

Le cuivre gris a un éclat métallique assez vif. Il est ordinairement cristallisé en tétraèdres simples ou en tétraèdres modifiés ; la surface des cristaux est très-brillante, leur cassure est inégale et quelquefois tout à fait conchoïde. Sa couleur est le gris d'acier ; il est très-fragile et se casse par le premier choc ; il raye la chaux carbonatée. Sa densité varie avec sa composition, de 4,6 à 5,1. Il contient quelquefois du mercure.

Au chalumeau, le cuivre gris donne les réactions suivantes :

Dans le tube bouché, il décrépète, fond et donne, lorsqu'il est fortement chauffé, un sublimé rouge foncé de sulfure d'antimoine.

Dans le tube ouvert, il fond et dégage des fumées d'antimoine ainsi que l'odeur de l'acide sulfureux. Après le grillage, la matière fondue se solidifie en une masse noire.

Sur le charbon, il entre en fusion rapidement, dégage des fumées d'antimoine qui se déposent sur le charbon sous forme d'enduit blanc, répand l'odeur de l'acide sulfureux, et l'odeur alliée particulière à l'antimoine. Le globule fondu diminue de volume sous l'influence prolongée de l'insufflation, devient gris et demi-malléable ; si à ce moment on ajoute de la soude et un peu de borax, on obtient finalement un bouton de cuivre malléable ne renfermant que des traces d'antimoine.

Le cuivre gris soumis à la coupellation donne presque toujours un bouton d'argent.

Avec les fondants vitreux, il donne les réactions du cuivre.

Certains échantillons chauffés avec de la soude dans le tube bouché donnent un léger sublimé de mercure.

Tennantite (cuivre gris arsénifère). — Ce minéral se trouve presque toujours cristallisé, il est quelquefois amorphe. La forme de ses cristaux est le dodécaèdre rhomboïdal, tantôt simple, tantôt modifié sur les angles solides triples. Les cristaux de la tennantite sont moins éclatants que ceux de la pa-

nabase, souvent même ils sont mats. Sa couleur est le gris de fer foncé, quelquefois noirâtre; sa cassure, assez brillante, est inégale et un peu lamellaire. Sa densité est de 4,375 à 4,530.

Au chalumeau, la tennantite décrépité, elle brûle avec une flamme bleu-livide en donnant des fumées arsenicales à odeur caractéristique, puis elle fond, en bouillonnant, en une scorie noire qui est magnétique et qui donne un globule de cuivre lorsqu'on la chauffe avec de la soude, après un grillage préalable. Avec les fondants vitreux, elle donne les réactions du cuivre et du fer.

Dans le tube bouché, elle donne quelquefois un sublimé de soufre et toujours du sulfure d'arsenic qui se dépose sur les parois froides du verre, sous forme d'un liquide brun-noir, qui jaunit par le refroidissement. Avec de la soude et du charbon dans le même tube, on obtient l'anneau noir d'arsenic métallique.

Dans le tube ouvert, elle dégage des vapeurs d'acide sulfureux, et donne un sublimé cristallin d'acide arsénieux.

Énargite. — L'énargite est une variété de tennantite cristallisant en prisme rhomboïdal droit; ses autres caractères physiques sont identiques avec ceux de la tennantite; il en est de même de ses caractères au chalumeau.

Cuivre sélénié (berzéliine). — Ce minéral est très-rare; on le trouve en petits nodules au milieu d'un calcaire lamellaire; il est gris d'argent ou gris d'étain; son éclat est métallique; il est malléable et prend un beau poli par le frottement; il est assez tendre pour se laisser couper au couteau.

Au chalumeau, le cuivre sélénié donne dans le tube ouvert du sélénium qui se sublime sous forme d'enduit rouge, et de l'acide sélénieux qui se dépose sous forme de cristaux blancs au-dessus du dépôt rouge; ces cristaux se volatilisent par une douce chaleur. Pendant l'opération, la matière dégage l'odeur du chou pourri; après le grillage, la substance scoriacée qui

reste comme résidu donne du cuivre métallique lorsqu'on le chauffe sur le charbon avec la soude.

Sur le charbon, il fond en une boule grise un peu malléable, et développe l'odeur de raifort du sélénium. Si l'on ajoute de la soude, on en retire du cuivre métallique.

Eukairite. — (Voyez aux minéraux de l'argent.)

Cuivre arsenical (domeykite). — Ce minéral est rare ; il forme des masses amorphes, à cassure inégale et grenue ; son éclat est métallique, peu brillant ; sa couleur est le jaune de laiton grisâtre ; il est tendre et fragile. Sa densité est de 4,5.

Au chalumeau, le cuivre arsenical est fusible ; chauffé seul sur le charbon, il fond en un globule gris-noirâtre métalloïde et répand beaucoup de fumées arsenicales ; avec la soude, il donne un culot de cuivre un peu aigre. Dans les tubes et avec les réactifs, il donne les caractères du cuivre et de l'arsenic.

Cuivre antimonial. — Ce composé se trouve cristallisé en petits prismes rhomboïdaux droits, aplatis sous forme de tables et empilés les uns sur les autres. Sa couleur est gris métallique ; son éclat est vif ; sa cassure est conchoïdale ; il raye la chaux carbonatée. Sa pesanteur spécifique est de 4,748.

Au chalumeau, le cuivre antimonial décrépète ; il fond facilement et donne sur le charbon des fumées d'antimoine qui forment un enduit blanc ; par une longue insufflation au feu de réduction, tout l'antimoine se volatilise et il reste un globule de cuivre aigre. Avec la soude, la réduction est plus facile et le cuivre qu'on obtient est plus malléable ; enfin le cuivre est tout à fait pur si l'on ajoute un peu de nitre à la soude.

Avec les réactifs, il donne les caractères du cuivre et de l'antimoine.

Cuivre carbonaté bleu (azurite, lazulite, cuivre bleu, chesylite). — Ce minéral est remarquable par sa belle couleur bleu foncé ; il est presque toujours cristallisé en cristaux nets et éclatants, dont la forme primitive est un prisme rhomboïdal

oblique. On en trouve une variété sous forme de concrétions formées de couches parallèles ondulées, dont la couleur bleue est plus claire.

Le cuivre carbonaté bleu est quelquefois transparent ; il est ordinairement translucide. Sa cassure est conchoïdale ; il raye la chaux carbonatée, mais il est rayé par la chaux phosphatée. Sa densité est de 3,831.

Au chalumeau, le cuivre carbonaté bleu donne de l'eau dans le tube bouché et il noircit. Sur le charbon, il fond en un globe noir et se comporte comme du bioxyde de cuivre pur ; il donne également les caractères du cuivre avec tous les réactifs.

Cuivre carbonaté vert (malachite, vert de montagne). — Ce minéral est reconnaissable à sa belle couleur vert-émeraude, présentant souvent dans le même échantillon des nuances diverses, qui le font rechercher pour la bijouterie. On le trouve rarement en cristaux bien déterminés, cristaux qui dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique ; souvent il est en masses composées de petits faisceaux divergents de cristaux aciculaires très-brillants. Quelquefois les aiguilles aciculaires soudées ensemble donnent lieu à des masses fibreuses, droites, à éclat soyeux. Le plus ordinairement la malachite constitue des rognons à texture concentrique, dont les zones qui les composent présentent les différentes nuances du vert ; ces rognons ont une cassure à la fois fibreuse et rayonnée. Une variété est lamelleuse, une autre est terreuse ; ces deux dernières variétés sont rares.

L'éclat de la malachite est vitreux ou soyeux, quelquefois adamantin. Elle est tendre ; sa dureté ne dépasse pas celle du gypse. Sa densité est 4,008.

Au chalumeau, le cuivre carbonaté vert se comporte comme le cuivre carbonaté bleu ; il donne avec les réactifs les caractères de l'oxyde de cuivre.

Mysorine (carbonate de cuivre anhydre). — Ce minéral se

trouve en masses amorphes, opaques, à structure foliacée ; sa couleur est le brun-noirâtre ; souvent il est veiné de carbonate de cuivre vert. Il raye la chaux fluatée, mais il est rayé par la chaux phosphatée. Sa densité est 2,62.

Au chalumeau, la mysorine se comporte comme l'oxyde de cuivre ordinaire. Elle donne aussi les réactions du fer.

Cuivre chloruré (atakamite, rémolinite). — Ce composé se trouve en cristaux, en masses aciculaires droites ou radiées, en concrétions et en sables. Les cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal droit. Sa couleur est vert-émeraude foncé ; son éclat est assez vif ; les cristaux sont souvent translucides ; il a la dureté de la chaux carbonatée. Sa densité est de 4,430.

Au chalumeau, le cuivre chloruré est fusible et se comporte avec les réactifs comme les autres composés du cuivre ; il colore la flamme en bleu-verdâtre.

Chauffé seul dans le tube bouché, il donne beaucoup d'eau et un sublimé grisâtre. Avec du bisulfate, il dégage des vapeurs d'acide chlorhydrique.

Cuivre phosphaté (aphérèse, libéthénite). — Ce minéral est généralement cristallisé ; ses cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal droit ; leurs faces sont très-brillantes. Quelques échantillons sont amorphes ou mamelonnés, à structure fibreuse. Sa couleur est le vert plus ou moins foncé, quelquefois vert-brunâtre. Sa densité varie de 3,60 à 4,10.

Au chalumeau, le cuivre phosphaté présente les caractères suivants :

Dans le tube bouché, il donne de l'eau et fonce en couleur ; quelquefois il devient d'un très-beau vert foncé ; il décrépité si on le chauffe brusquement. Seul il ne colore pas sensiblement la flamme ; mais lorsqu'on le chauffe à l'extrémité du fil de platine avec de l'acide sulfurique, la flamme se colore en vert sous l'influence de l'acide phosphorique et du cuivre.

Sur le charbon, si on le chauffe brusquement, il se réduit en poudre ; ce phénomène ne se produit pas lorsqu'on le

chauffe lentement ; il noircit alors et fond en un globule noir, au centre duquel on aperçoit un grain de cuivre métallique, qui jette un éclair au moment où il se solidifie.

Avec les fondants vitreux, il se comporte comme l'oxyde de cuivre.

Avec la soude, il manifeste un singulier phénomène : avec peu de soude, il fond en une boule liquide ; si l'on ajoute une nouvelle quantité de réactif, la masse se gonfle un instant, puis se liquéfie de nouveau, et à chaque dose nouvelle que l'on ajoute, la masse présente le même phénomène, il arrive enfin un moment où elle se dilate, se gonfle, se solidifie et devient infusible. Avec un grand excès de soude, la masse saline s'introduit dans le charbon et laisse du cuivre à la surface (Berzelius.)

Chauffé avec un volume de plomb égal au sien, le phosphate de cuivre donne, au feu de réduction, un grain de cuivre enveloppé de phosphate de plomb fondu qui cristallise en refroidissant.

Cuivre hydro-phosphaté, et ses variétés (la trombolithe, la pélokronite, la dihydrite ou pseudo-malachite, la phosphorocalcite, etc). — Ces minéraux présentent des structures variées. Ils sont quelquefois cristallisés en petits cristaux aciculaires dérivant d'un prisme rhomboïdal oblique ; ordinairement on les trouve en masses mamelonnées à la manière de la malachite, quelques-uns sont amorphes et terreux. Leur couleur est le vert plus ou moins foncé, mais les variétés mamelonnées ont leur surface d'un beau noir velouté ; la pélokronite est d'un bleu-noirâtre. Leurs cristaux sont transparents ou au moins translucides, leur éclat est adamantin. Ils rayent le spath fluor, mais les variétés terreuses sont moins dures que la chaux carbonatée. La densité des échantillons cristallisés ou concretionnés varie de 4,205 à 4,40 ; celle des échantillons terreux varie de 2,567 à 3,50.

Au chalumeau, le cuivre hydro-phosphaté et ses variétés se

comportent de la même manière que le cuivre phosphaté; seulement, dans le tube bouché, ils donnent plus d'eau que ce dernier.

Cuivre arséniaté. — Ce minéral comprend cinq variétés connues sous les noms d'olivénite, d'érintite, de licroconite, d'aphanèse et d'euchroïte. Toutes ces variétés contiennent de l'acide phosphorique.

Olivénite (cuivre arséniaté prismatique). — Ce minéral cristallise en prisme rhomboïdal droit; on en trouve en masses fibreuses radiées; sa couleur est le vert sombre; sa poussière est vert-olive pâle. Il raye le spath fluor. Sa densité est 4,378.

Au chalumeau, l'olivénite chauffée à la pince à bouts de platine colore la flamme en vert, fond et cristallise par le refroidissement. Dans le tube bouché, elle donne de l'eau. Sur le charbon, elle se réduit avec une sorte d'explosion, en répandant l'odeur alliagée de l'arsenic qui se volatilise sous forme de fumées blanches et donne un culot de cuivre arsenical, blanc-rosé, très-cassant; si la réduction est faite en présence de la soude et que l'on prolonge l'action de la flamme réductrice, on obtient du cuivre malléable.

Avec les divers réactifs, elle donne les caractères du cuivre et de l'arsenic.

Il est très-difficile de constater au chalumeau la présence de l'acide phosphorique dans les arséniates de cuivre, attendu que la réaction qui caractérise cet acide est également produite par l'arsenic et par le cuivre. D'après Berzelius, on y arrive en ajoutant du plomb à l'essai, puis au moment où la scorie produite est solidifiée, on décante l'excès de plomb qui est encore en fusion, enfin on refond la scorie qui, cette fois, se prend en masse cristalline blanche par le refroidissement, parce qu'elle est formée de phosphate de plomb.

Érintite (cuivre arséniaté rhomboédrique). — Cet arséniaté est d'un beau vert-émeraude; il forme de petites tables très-minces à six faces modifiées sur les bords; il jouit d'une ré-

fraction double très-énergique; il est friable; il est rayé par la chaux carbonatée. Sa densité est de 2,659.

Au chalumeau, l'érinite chauffée dans le tube bouché donne de l'eau, petille et se divise en petites écailles très-légères. Sur le charbon et avec les réactifs, elle se comporte comme l'olivénite.

Liroconite (cuivre arséniaté en octaèdre obtus). — Ce minéral est d'une belle couleur bleu céleste ou bleu un peu verdâtre qui le distingue des autres arséniates. La forme primitive de ses cristaux est un prisme rhomboïdal droit; il est translucide; il raye la chaux carbonatée. Sa densité est de 2,964.

Au chalumeau, la liroconite dégage beaucoup d'eau au tube bouché; elle verdit et devient incandescente; après cette calcination, sa couleur passe au brun. Chauffée seule à la pince à bouts de platine, elle fond sur les bords et colore la flamme en vert. Sur le charbon, elle ne se réduit point comme les autres arséniates de cuivre; elle fond lentement en répandant l'odeur alliée de l'arsenic, et donne un globule rougeâtre très-cassant. Sa réduction à l'état de cuivre métallique n'a lieu que par l'addition de la soude; elle donne du reste avec les réactifs du chalumeau les caractères du cuivre et de l'arsenic.

Aphanèse (cuivre arséniaté en prisme rhomboïdal oblique). — Cet arséniaté se présente en masses cristallines testacées, presque écailleuses, ou en groupes confus de cristaux arrondis qui possèdent un éclat très-vif. Sa couleur est d'un vert-bleuâtre très-foncé; sa poussière est bleu-verdâtre. Il est rayé par la chaux carbonatée. Sa densité est de 4,312.

Au chalumeau, l'aphanèse, chauffée dans le tube bouché, dégage de l'eau et noircit. A la pince à bouts de platine, elle noircit, fond et cristallise par le refroidissement. Sur le charbon seule, ou avec de la soude ainsi qu'avec les autres réactifs, elle donne les réactions du cuivre et de l'arsenic.

Euchroïte. — Ce minéral est d'un beau vert-émeraude. Ses cristaux ne sont jamais bien nets, ils dérivent d'un prisme rhomboïdal droit; il raye le carbonate de chaux. Sa cassure est conchoïde et inégale. Sa densité est 3,389.

Au chalumeau, l'euchroïte donne les réactions du cuivre et de l'arsenic.

Konichalcite. — Arséniate de cuivre et de chaux contenant des phosphates et du vanadate de cuivre et de chaux. Ce minéral se présente sous forme de petits rognons fibreux, ou de masses à cassure compacte d'un vert-pistache tirant sur le vert-émeraude. Sa densité égale 4,123.

Au chalumeau, la konichalcite donne de l'eau dans le tube bouché et brunit beaucoup. Sur le charbon, elle est fusible, se réduit difficilement et ne donne de bouton de cuivre que par l'addition de la soude.

Avec les réactifs, elle donne les réactions du cuivre et de l'arsenic.

Fondue avec un peu de plomb, elle donne naissance à du phosphate de plomb qui cristallise en refroidissant, comme il a été dit à l'olivénite.

Il est impossible de constater la présence du vanadium dans ce minerai avec les fondants vitreux, à cause de la coloration du cuivre qui masque celle du vanadium. Mais si l'on fond le minerai sur le charbon avec un excès de soude, le cuivre se sépare sous forme de culot, et le vanadium réduit reste à l'état de poudre noire dans la scorie; on traite par l'eau cette scorie pulvérisée, et le résidu noir qu'on obtient après lévigation est essayé avec les fondants vitreux. Quant à la chaux, on peut constater sa présence dans le même résidu, où elle existe à l'état de carbonate; en chauffant ce résidu avec du chlorhydrate d'ammoniaque à l'extrémité du fil de platine, la flamme se colore en rouge-orangé.

Lindackérite. — Arsénio-sulfate de cuivre et de nickel hydraté. Ce minéral se trouve cristallisé en petites tables oblongues, paraissant dériver d'un prisme rhomboïdal droit, d'un vert de gris passant au vert-pomme, et groupées en rosettes; il est peu dur. Sa densité varie de 2,1 à 2,5.

Au chalumeau, la lindackérite est fusible en une masse

noire luisante. Elle donne, sur le charbon, les réactions du cuivre et de l'arsenic.

Avec la soude, il est facile de constater la présence de l'acide sulfurique.

Le nickel se constate en chauffant le minerai avec de la soude et du borax sur le charbon; le cuivre est réduit, et le nickel reste dissout dans le borax, qu'il colore en brun-jaunâtre au feu d'oxydation.

Dans le tube bouché, elle donne beaucoup d'eau.

Cuivre vanadaté (volborthite). — (Voyez aux minéraux du vanadium, page 313.)

Diopase (achirite). — Silicate de cuivre hydraté. Ce minéral est d'une belle couleur vert-émeraude. Il cristallise ordinairement en prismes à six faces surmontés d'un pointement rhomboédrique. Sa forme est celle d'un rhomboèdre obtus, quelques cristaux sont en rhomboèdres. Sa cassure est inégale et conchoïde, il est translucide, son éclat est vitreux. Il raye difficilement le verre. Sa densité est de 3,278.

Au chalumeau, la diopase présente les caractères suivants :

Dans le tube bouché, elle donne de l'eau et noircit; sur le charbon, elle devient noire au feu d'oxydation et rouge sombre au feu de réduction, mais elle ne fond pas. Si l'on opère en présence de la soude, elle produit un verre opaque de couleur sombre qui recouvre des globules de cuivre : avec un grand excès de soude, la matière vitreuse fondue entre dans le charbon, et le cuivre reste à la surface.

Avec le borax, elle donne des perles colorées par le cuivre; si l'on chauffe doucement ces perles au feu d'oxydation, elles communiquent à la flamme une belle couleur verte qui ne dure qu'un instant; cependant ce phénomène se reproduit chaque fois qu'on rechauffe la perle après l'avoir laissée refroidir. Au feu de réduction, les perles de borax donnent bien le caractère du cuivre en se colorant en rouge, mais si l'on main-

tient l'insufflation pendant quelque temps, le cuivre se réduit à l'état métallique, et les perles se décolorent.

Avec le sel de phosphore, elle donne les caractères du cuivre, et la silice nage dans la perle sans s'y dissoudre, son squelette est très-visible après le refroidissement. Les perles de sel de phosphore ne colorent pas la flamme à la manière des perles de borax.

Cuivre hydro-siliceux (sommervillite). — Ce minéral se trouve en masses amorphes souvent mamelonnées, de couleur bleu-verdâtre, vert-bleuâtre, et quelquefois brunâtres; son éclat est résineux; il raye le calcaire, mais il est fragile. Sa densité varie de 2,031 à 2,159.

Au chalumeau, la sommervillite se comporte comme la diopside.

Cuivre sulfaté. — Ce sel qui résulte de l'altération des pyrites cuivreuses se rencontre plutôt dans les eaux qui le dissolvent et l'entraînent qu'à l'état solide; cependant on le trouve souvent dans les mines en masses fibreuses ou en croûtes cristallisées, d'un beau bleu céleste. Sa densité est de 2,19. Ses cristaux ont pour forme un prisme doublement oblique. Il se comporte au chalumeau comme le sulfate de cuivre ordinaire.

Brochantite (sous-sulfate de cuivre). — Ce minéral se trouve cristallisé en prismes à six faces, il en existe une variété amorphe, terreuse. Sa couleur est le vert-émeraude, les faces de ses cristaux sont brillantes, son éclat est vitreux; il raye le calcaire. Sa densité varie de 3,87 à 3,906.

Au chalumeau, la brochantite noircit sans fondre; dans le tube bouché, elle donne de l'eau et devient gris-bleuâtre. Sur le charbon, elle est réduite avec effervescence en un globule de cuivre; avec les réactifs, elle se comporte comme de l'oxyde de cuivre, et donne les caractères de l'acide sulfurique lorsqu'on le chauffe sur le charbon avec de la soude.

Cuivre velouté (lettsonite). — Silico-aluminate de cuivre. Petits globules sphériques ou petites houppes formées de fibres capillaires très-déliées et d'un bleu céleste. Ce minéral est très-rare et n'est pas suffisamment connu.

Buraitite. — (Voyez aux minéraux du zinc, page 330.)

Zinc hydraté cuprifère. — (Voyez aux minéraux du zinc, page 333).

Mercure antimonié. — (Voyez aux minerais de mercure.)

Séléniure de plomb et de cuivre. — *Bournonite*. — *Plomb sulfaté cuprifère*. — *Plomb sulfato-carboné cuprifère*. — (Voyez aux minéraux du plomb.)

Vanadate de plomb et de cuivre. — (Voyez aux minéraux du vanadium, page 313.)

Plomb chromé. — (Voyez aux minéraux du chrome.)

Étain sulfuré. — (Voyez à l'étain, page 348.)

Bismuth sulfuré plombo-cuprifère. — (Voyez au bismuth, page 367.)

Bismuth sulfuré cuprifère. — Ce minéral se trouve en masses amorphes, ou en fines aiguilles groupées, d'un gris d'acier éclatant; il prend à l'air une teinte rougeâtre ou bleuâtre. Il est tendre et peut être coupé au couteau. Sa poussière est noire; sa cassure est inégale. Il contient une certaine quantité d'argent.

Au chalumeau, le bismuth sulfuré cuprifère donne les réactions du bismuth et du cuivre; il est fusible. Par la coupellation, il laisse un bouton d'argent.

Urane phosphaté cuprifère. — (Voyez à l'urane, page 288.)

Voglite. — (Voyez à l'urane, page 289.)

Argent natif, or natif, platine natif. — (Voyez à ces métaux.)

MERCURE.

Mercure métallique. — A l'état métallique, le mercure est facile à caractériser à cause de sa liquidité. Lorsqu'on le chauffe dans le tube bouché, il se volatilise entièrement, et donne un sublimé qui se dépose dans les parties froides du tube.

Sur le charbon, il se volatilise rapidement en donnant des fumées blanches mercurielles, à odeur métallique particulière, désagréable, et qui provoquent la salivation.

Oxydes et composés du mercure. — Les composés du mercure ne se reconnaissent au chalumeau qu'en les chauffant avec de la soude ou avec du cyanure de potassium dans le tube bouché. Le mercure se volatilise alors et se sublime dans la partie froide du tube, où il forme un enduit grisâtre composé de petits globules microscopiques de mercure; souvent cet enduit est à peine visible, surtout lorsque la matière ne contient que des traces de mercure, il faut s'aider alors de la loupe pour l'apercevoir. Dans tous les cas, si l'on frotte les parois du verre avec une aiguille de fer, les petits globules mercuriels se réunissent en gouttelettes qui deviennent apparentes à l'œil nu.

Dans cette opération, il est important que le tube de verre soit d'une grande propreté et très-sec; il faut donc avoir le soin, après y avoir introduit la matière mélangée au réactif, d'essuyer les parois avec du papier à filtre enroulé autour de l'aiguille à tricoter, de chauffer le tube lentement et d'enlever avec du papier à filtrer, au fur et à mesure qu'elle se produit, l'eau qui se dégage du mélange et qui vient mouiller les parois; lorsque la matière ne dégage plus d'eau et que le tube est bien desséché, on chauffe fortement pour volatiliser le mercure.

Les composés du mercure ne colorent pas sensiblement la flamme du chalumeau, quelques-uns cependant lui communiquent une teinte verdâtre; le biochlorure, en se volatilisant, la colore en rouge mêlé de vert; le cyanure la colore d'abord en

verdâtre, puis jette à la fin un éclair d'une belle teinte pourpre. Le cyanure, combiné avec le bromure ou avec l'iodure de potassium, communique à la flamme une belle teinte violette, légèrement pourprée ; il en est de même avec le protochlorure.

Minéraux du mercure.

Les minéraux du mercure sont : le mercure natif, le mercure sulfuré ou cinnabre, le mercure sélénié, le mercure sélénié zincifère ou zinc sélénié, l'onofrite, le mercure telluré ou mercure antimonié, le mercure chloruré, le mercure ioduré, l'argent amalgamé et l'arquérite, l'or amalgamé.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU MERCURE.

Mercure natif. — Le mercure natif se trouve disséminé en gouttelettes dans les mines de mercure sulfuré, dont il paraît être un produit de réduction ; cependant on l'a trouvé dans beaucoup de localités où il n'existe point de sulfure de mercure.

Le mercure natif se présente avec toutes les propriétés du mercure métallique ; il doit être entièrement volatil.

Mercure sulfuré (cinnabre). — Ce composé est le seul minéral du mercure. Il est remarquable par sa belle couleur rouge qui lui a fait donner le nom de *vermillon*. Ce minéral se trouve soit cristallisé, soit en masses lamelleuses et grenues, quelquefois à l'état fibreux, souvent en poussière terreuse. Il en existe une variété qui est mélangée intimement avec une matière bitumineuse, et que les mineurs nomment *mercure hépatique* ou *lebererz*.

La forme des cristaux de cinnabre dérive d'un rhomboèdre aigu, ou d'un prisme hexaèdre régulier. Sa couleur rouge est plus ou moins foncée ; tantôt elle est presque noire, tantôt elle est d'un beau rouge de cochenille ; la variété bitumineuse est brune. Sa poussière est toujours rouge-vermillon ; il est tendre et cassant ; il est rayé par le calcaire ; sa cassure est lamelleuse

dans un sens et grenue dans les autres sens. Sa densité est de 8,098.

Au chalumeau, le mercure sulfuré donne les réactions suivantes :

Dans le tube bouché, il se volatilise sans fondre; le sublimé qui se dépose sur les parois est brun foncé, presque noir, et ressemble beaucoup au sulfure d'arsenic, mais il se distingue de ce dernier en ce que, lorsqu'on le frotte, il donne une poussière d'un beau rouge. Chauffé dans le même tube avec un excès de soude ou de cyanure de potassium, il donne un sublimé de mercure métallique qui, bien souvent, est précédé d'un léger enduit brun foncé de sulfure de mercure, qui a échappé à l'action du réactif.

Dans le tube ouvert, il donne par le grillage du mercure métallique et un sublimé de sulfure de mercure qui se dépose en avant du métal qui est plus volatil. Les substances étrangères restent comme résidu fixe.

Sur le charbon, il se volatilise complètement sans fondre, en répandant l'odeur de l'acide sulfureux et celle des fumées mercurielles. Quand il est impur, les matières étrangères restent sur le charbon comme résidu.

Mercure sélénié. — Ce minéral n'a jamais été trouvé à l'état de pureté; il est ordinairement combiné avec du séléniure de plomb. Il est d'un gris de plomb passant au gris de fer, quelquefois il est irisé à sa surface; il est lamelleux; on le trouve en masses possédant un clivage triple oblique, mais presque rectangulaire. Sa densité est 7,30.

Au chalumeau, le mercure sélénié se comporte comme il suit :

Dans le tube fermé, il fond et donne un sublimé cristallin de séléniure de mercure. Lorsque l'échantillon contient beaucoup de séléniure de mercure, la matière entre en ébullition. Si l'on ajoute de la soude ou de l'étain à la matière, il ne se volatilise que du mercure.

Dans le tube ouvert, il donne un sublimé de sélénite de mercure, qui peut fondre sous forme de gouttelettes jaunâtres ressemblant à de l'oxyde de tellure fondu ; il dégage l'odeur du sélénium.

Sur le charbon, il fond, colore la flamme en verdâtre, répand l'odeur de raifort du sélénium et dégage des fumées mercurielles ; il laisse du plomb métallique qui donne l'enduit jaune sur le charbon.

Mercure sélénié zincifère ou zinc sélénié. — Ce minéral est en masses amorphes grises, à cassure grenue, à éclat métallique ; il raye la chaux carbonatée. Sa densité est 5,56.

Au chalumeau, le mercure sélénié zincifère brûle en communiquant à la flamme une couleur d'un beau violet ; il produit des fumées abondantes et dégage l'odeur caractéristique du sélénium.

Dans le tube bouché, il se volatilise du sélénium, du sulfure de mercure et du mercure métallique, et il reste un résidu d'oxyde de zinc.

Onofrite. — Combinaison de séléniure et de sulfure de mercure. Ce minéral est en grains cristallins, à cassure vitreuse. Sa couleur et son éclat le font ressembler au cuivre gris ; il est fort tendre. Au chalumeau, l'onofrite donne les réactions du sulfure et du séléniure de mercure.

Mercure telluré ou mercure antimonié. — Minerai très-rare, formé de mercure telluré et d'antimoniate d'oxyde d'antimoine. Il est rouge à la manière du cinnabre ; terreux, il recouvre le cuivre gris mercuriel, dont bien souvent il ne teint que la surface. Au chalumeau, il donne les caractères du mercure, du tellure et de l'antimoine.

Mercure chloruré (calomel). — Ce composé se rencontre disséminé dans les mines de mercure sulfuré ; il forme aussi des croûtes qui recouvrent un minerai de fer oxydé brun ; il est cristallisé, mais ses cristaux sont imparfaits ; il est

gris-perle; sa surface est terne; mais, dans sa cassure, il est adamantin. Sa cassure est conchoïdale; il est tendre et se laisse couper comme de la cire. Sa densité est de 6,482.

Au chalumeau, le mercure chloruré donne avec les réactifs les caractères du mercure.

Dans le tube bouché, il se volatilise sans fondre.

Sur le charbon, il donne des fumées blanches épaisses, à odeur métallique mercurielle et qui déterminent la salivation; chauffé avec une perle de sel de phosphore saturée d'oxyde de cuivre, il colore la flamme en bleu légèrement pourpré, ce qui caractérise le chlore.

Mercure ioduré (coccinite). — Ce minéral est très-rare, il n'est pas connu en Europe. Il paraît qu'il est rouge plus foncé que le cinnabre, et qu'il est accompagné d'un iodure terreux qui aurait la magnésie pour base. Ses propriétés au chalumeau ne sont pas connues.

Argent amalgamé et arquérite. — (Voyez aux minéraux de l'argent.)

Or amalgamé. — (Voyez aux minerais d'or.)

ARGENT.

Argent métallique. — L'argent métallique est facile à distinguer des autres métaux à ses propriétés physiques.

Au chalumeau, l'argent présente les caractères suivants :

Sur le charbon, il fond en globules brillants, très-malléables, qui ne se ternissent point en refroidissant, et qui jettent presque toujours une lueur vive en se solidifiant; souvent autour des globules on trouve une petite auréole brun-rougeâtre. Il ne colore pas la flamme.

L'argent métallique se dissout dans le borax, quand on le chauffe avec ce fondant au feu d'oxydation, quoiqu'il ne soit point oxydable, il donne alors un verre qui devient blanc et opaque par le refroidissement; à la flamme réductrice, la perle

devient grise par suite de la réduction de l'argent, et si l'on chauffe longtemps, le métal se réunit en culot, et le verre se décolore.

Le sel de phosphore dissout également l'argent métallique, au feu d'oxydation, il donne alors des perles qui sont jaunâtres avec des reflets d'opale, ou jaunes lorsque la proportion d'argent est sensible. Au feu de réduction les perles deviennent grises par l'argent ramené à l'état métallique ; ce dernier peut se rassembler en globules et les perles se décolorent.

L'argent allié à des métaux oxydables ou volatils se sépare à l'état métallique lorsqu'on chauffe l'alliage au feu d'oxydation sur le charbon, ou mieux sur une coupelle faite de cendres d'os.

Si l'argent est allié à des métaux non volatils mais facilement oxydables, on sépare l'argent en chauffant l'alliage au feu d'oxydation sur le charbon, avec du borax ; ce réactif dissout les oxydes des métaux alliés, au fur et à mesure qu'ils prennent naissance, et l'argent reste seul à l'état de culot métallique recouvert par le borax.

Les combinaisons de l'argent avec le soufre, le sélénium et l'arsenic, donnent facilement leur métal lorsqu'on les soumet au grillage sur le charbon, mais lorsqu'on veut extraire l'argent de ces combinaisons avec le tellure il est nécessaire de n'opérer le grillage qu'après avoir ajouté du plomb à la matière d'essai.

Pour retrouver des traces d'argent dans les minéraux, on les chauffe sur le charbon dans la flamme réductrice avec du plomb pauvre et un peu de borax ; on obtient ainsi du plomb argentifère, que l'on soumet ensuite à la coupellation sur de la cendre d'os.

Oxyde et composés de l'argent. — Tous les composés de l'argent sont réduits par l'action de la chaleur seule, excepté cependant le chlorure, le bromure et l'iodure, qui ne donnent leur métal que lorsqu'on les chauffe avec de la soude sur le charbon. Avec le borax et avec le sel de phosphore ils se

comportent comme l'argent métallique, en donnant des verres blanc-jaunâtre plus ou moins opaques. Le chlorure d'argent donne avec les fondants vitreux des verres opaques qui sont plus jaunes que les perles qu'on obtient avec les autres composés de l'argent. Sur le charbon, seuls, ou mieux avec de la soude, les composés de l'argent se réduisent très-facilement et donnent des globules brillants d'argent qui sont malléables, non oxydables quoi qu'ils puissent s'entourer d'une légère auréole brun-rouge; cette auréole brun-rouge ne se produit que lorsqu'on chauffe trop fortement les globules d'argent, elle s'étend si peu, que souvent on ne l'aperçoit pas, ce qui fait dire ordinairement que l'argent ne donne pas d'enduit sur le charbon. Ces dernières réactions sont caractéristiques pour l'argent.

Tous les culots d'argent obtenus au chalumeau doivent être traités par l'acide nitrique pour s'assurer s'ils contiennent de l'or comme cela a été dit page 111.

Minéraux de l'argent.

Les minéraux de l'argent sont :

L'argent natif, l'argent amalgamé, l'arquérite, l'argent antimonial, l'argent arsenical, l'argent sulfuré; l'argent sulfuré fragile, la polybasite, l'argent sulfuré antimonifère et plombifère, l'argent sulfuré flexible, la sternbergite, l'argent antimonié sulfuré, la proustite et ses variétés, la miargyrite, presque toutes les galènes, l'argent séléniuré, l'eukairite, l'argent telluré, la tellure natif auro-plombifère, le tellure auro-plombifère, l'argent chloruré, l'argent bromuré, l'argent ioduré, l'argent carbonaté, le cobalt argentifère, le bismuth sulfuré cuprifère, presque tous les cuivres gris, et l'or natif.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE L'ARGENT.

Argent natif. — L'argent natif se rencontre tantôt cristallisé en cube, en octaèdre ou en hexaèdre, tantôt en feuilles, en filets tortueux, en fils déliés ou en dendrites, et tantôt en

masses amorphes. Il est blanc d'argent mais presque toujours terne à sa surface, quelquefois même il est entièrement noirci par des vapeurs sulfurées; il prend beaucoup d'éclat par la raclure, il est malléable. Sa densité égale 10,47. Il accompagne un grand nombre de minéraux métalliques, mais le plus souvent il est disséminé dans des minerais d'oxyde de fer hydraté, quartzeux ou argileux, que l'on nomme *pacos* au Pérou et *colorados* au Mexique. Il est rarement pur, il renferme souvent du cuivre, de l'antimoine, de l'arsenic, etc.

Au chalumeau, l'argent natif se comporte comme l'argent métallique ordinaire.

Argent amalgamé (mercure argental). — Ce minéral est d'un blanc d'argent, quelquefois un peu gris, très-éclatant, tendre, se laissant couper au couteau. On le trouve cristallisé en octaèdre régulier ou en dodécaèdre, en masses amorphes et grenues, et en plaques minces. Il raye le gypse. Sa densité est de 14,119.

Au chalumeau, l'argent amalgamé chauffé dans le tube bouché fond et bouillonne, en éclaboussant les parois du tube; le mercure se volatilise et il reste un résidu d'argent un peu boursofflé, qui sur le charbon se résout en un globule blanc métallique.

Arquérîte. — Ce minéral est un amalgame contenant plus d'argent que le précédent. Il est d'un blanc d'argent terne à sa surface lorsqu'il est en grains ou en masses amorphes, il est éclatant lorsqu'il est en forme de plaques interposées entre des lames de barytes sulfatées, ou lorsqu'il est en cristaux. Il est très-tendre, malléable, et se laisse couper au couteau. Sa forme cristalline est un octaèdre qui paraît régulier; ses cristaux sont toujours petits et presque constamment groupés suivant l'axe du cristal. Il résulte de cette disposition que l'arquérîte forme des octaèdres allongés ou des dendrites saillantes. Sa densité est de 10,85.

Au chalumeau, l'arquérîte fond dans le tube bouché et donne

du mercure sans bouillonner; sur le charbon elle donne un culot d'argent métallique et dégage des vapeurs mercurielles.

Argent antimonial (discrase). — Ce minéral se trouve en cristaux dérivant d'un prisme rhomboïdal droit, en masses cristallines, et en masses amorphes. Il est d'un blanc d'argent ou blanc d'étain, avec éclat métallique, sa cassure est lamelleuse, il est un peu malléable, il raye la chaux carbonatée, il renferme toujours un peu de fer et d'arsenic. Sa densité varie de 9,44 à 9,82.

Au chalumeau, l'argent antimonial se comporte de la manière suivante :

Dans le tube ouvert il dégage beaucoup d'oxyde d'antimoine qui se sublime en partie, le reste forme une matière vitreuse, fondue, d'un jaune sombre qui entoure le globe métallique.

Sur le charbon il fond aisément en un globule métallique, gris, non malléable, qui dégage des fumées blanches comme l'antimoine pur, mais moins abondamment, ces fumées se déposent en partie sur le charbon où elles forment l'enduit blanc caractéristique de l'antimoine; après un certain temps d'action, le globule devient mat, blanc, et fortement cristallin, plus tard sa surface devient lisse comme celle du verre fondu et enfin après une insufflation soutenue, il ne reste plus que de l'argent. Chaque fois qu'on laisse refroidir le bouton d'essai il entre en ignition au moment de sa solidification; ce phénomène est d'autant plus sensible que l'argent est plus près de l'état de pureté.

Chauffé à la pince à bouts de platine, il fond en colorant la flamme en vert livide, et répand une odeur alliécée.

Argent arsenical. — L'existence de ce composé n'est pas certaine, et d'après l'analyse du minéral auquel on a donné ce nom, il paraît résulter que c'est un mélange d'argent antimonial et de mispickel ou arsénio-sulfure de fer. Ce

minéral se trouve en masses grenues, indistinctement lamellaires, quelquefois mamelonnées, mais toujours à cassure grenue; souvent leur texture est testacée et les fait ressembler à de l'arsenic natif. Sa couleur est le blanc d'argent, le gris d'étain ou même le gris de fer. Il est fragile, et donne souvent par le choc l'odeur d'ail de l'arsenic. Sa densité est variable, mais en moyenne elle est de 8.

Au chalumeau, l'argent arsenical donne les réactions de l'argent, du fer, du soufre et de l'arsenic.

Argent sulfuré (argyrose). Ce minéral est le minéral d'argent le plus abondant, on le trouve cristallisé en octaèdre ou en cube, mais le plus souvent il est en morceaux amorphes, quelquefois en masses lamelliformes ou ramuleuses, on le connaît aussi sous forme de dendrites.

Il est d'un gris de plomb foncé, terne à l'extérieur, éclatant dans les coupures. Il possède une certaine malléabilité et est assez tendre pour se laisser couper au couteau; la chaux carbonatée le raye. Sa cassure est un peu vitreuse et conchoïdale. Sa densité varie de 6,9 à 7,2.

Au chalumeau l'argent sulfuré est très-fusible, sur le charbon il se boursoufle beaucoup, dégage des vapeurs d'acide sulfureux, et laisse un bouton d'argent, entouré souvent d'une scorie, qui donne avec les fondants les réactions du fer et du cuivre.

Argent sulfuré fragile (psatureose, stéphanite). — Sulfure d'argent et d'antimoine. Ce minéral cristallise en tables minces à six faces, ou prismes à six faces dérivant d'un prisme rhomboïdal droit. Il est d'un gris noirâtre à éclat métallique, sa poussière est noire; sa cassure est inégale et conchoïde; il est aigre et fragile, il raye la chaux carbonatée. Sa densité varie de 5,9 à 6,27.

Au chalumeau, dans le tube bouché, l'argent sulfuré fragile décrépète puis il fond en donnant un léger sublimé de sulfure d'antimoine. Dans le tube ouvert, il fond et dégage des fumées

antimoniales et de l'acide sulfureux, accompagnés souvent d'un léger sublimé d'acide arsénieux. Sur le charbon, il fond également mais en projetant des gouttelettes incandescentes. Il est difficile à griller et ne donne un bouton d'argent pur qu'à la longue, à moins d'opérer en présence de la soude. Il répand l'odeur alliée de l'arsenic, et produit des fumées antimoniales qui se déposent sur le charbon. Il colore la flamme en vert livide.

Polybasite. — Sulfure d'argent, de cuivre, d'antimoine et d'arsenic ayant de l'analogie avec l'argent sulfuré fragile. Ce minéral cristallise en tables à six faces terminées par une large base et qui semblent dériver d'un rhomboèdre. Sa couleur est le noir de fer, son éclat est métallique, assez vif sur les faces verticales des cristaux, et mat sur leur base. Sa cassure est inégale, un peu grenue. Sa poussière est noire, il est aussi dur que le calcaire. Sa densité est de 6,214.

Au chalumeau, la polybasite se comporte comme le minéral précédent; avec les fondants vitreux on peut y constater la présence de cuivre, après l'avoir grillée préalablement.

Argent sulfuré antimonifère et plombifère (argent gris antimonial). — Sulfure d'argent, d'antimoine et de plomb. Ce minéral se trouve en petits cristaux disséminés dans une roche quartzreuse; ces cristaux sont striés profondément sur leur longueur, ils sont brillants, gris d'acier, ou gris d'étain; leur cassure est lamelleuse et granulaire. Ils se laissent entamer par le couteau, leur densité varie de 6,194 à 6,38.

Au chalumeau, l'argent gris antimonial donne les réactions de l'argent, du plomb et de l'antimoine et quelquefois celles du cuivre. Sur le charbon il est fusible, donne des fumées blanches et une auréole jaunâtre d'oxyde de plomb et d'oxyde d'antimoine.

Argent sulfuré flexible (argent sulfuré ferrifère). — Sulfure d'argent contenant de petites quantités de fer. Ce minéral

très-rare, se présente sous forme de petits cristaux aplatis paraissant dériver d'un prisme rhomboïdal oblique. Il est gris de fer foncé, son éclat métallique est moins prononcé que celui de l'argent sulfuré fraîchement cassé, il est tendre et ne prend pas d'éclat par la raclure.

Au chalumeau, ce minéral se comporte comme l'argent sulfuré. Lorsqu'on opère sa réduction en présence du borax, celui-ci donne un verre qui présente les réactions du fer.

Sternbergite. — Sulfure d'argent et de fer. Ce minéral est assez rare, il cristallise en petites tables à six faces qui dérivent d'un prisme droit. Sa couleur est le jaune-brun foncé, analogue à celle de la pyrite magnétique, les faces des cristaux sont souvent irisées par une teinte bleuâtre. Son éclat est métallique, assez brillant; ses cristaux sont opaques; il est plus tendre que le gypse et laisse sur le papier des traces grises à la manière du graphite. Sa densité est de 4,215.

Au chalumeau, la sternbergite donne les réactions suivantes :

Dans le tube ouvert, elle donne une forte odeur d'acide sulfureux, perd son éclat, devient noire et friable.

Sur le charbon, elle brûle avec une flamme bleue à la manière de la pyrite, et donne un globule métallique jaunâtre à la surface, et parsemé de grenailles d'argent. Ce globule est fortement magnétique. Si l'on opère en présence du borax, ce réactif dissout le fer et l'on obtient un culot d'argent.

Argent antimonié sulfuré (Argent rouge, argyrithrose). — Ce minéral est caractérisé par la belle couleur rouge qu'il présente dans sa cassure, ou lorsqu'on le réduit en poudre, ce qui lui a fait donner son nom d'*argent rouge*.

On le trouve fréquemment cristallisé, ou en morceaux amorphes, et quelquefois en masses botryoïdes ou concrétionnées. Ses cristaux dérivent d'un rhomboèdre obtus, et sont très-variés dans leurs formes, leurs faces sont souvent striées; ils sont transparents ou translucides, quelquefois opaques; d'une

belle couleur rouge de cochenille ou gris-rougeâtre; leur éclat est adamantin. Les variétés amorphes et les cristaux opaques sont d'un gris-brun de fer plus ou moins foncé, leur éclat est alors métalloïde; toutes les variétés donnent une poussière rouge, lorsqu'on les raye avec une pointe d'acier.

L'argent rouge est très-fragile; sa cassure est conchoïdale: Sa densité varie de 5,720 à 5,846.

Au chalumeau, l'argent antimonié sulfuré donne les réactions suivantes :

Dans le tube ouvert, il fond en décrépitant un peu, donne des fumées blanches, dégage beaucoup d'acide sulfureux dans le commencement de l'opération, et un sublimé blanc cristallin d'oxyde d'antimoine, facilement fusible en gouttelettes et volatile; après une insufflation suffisamment prolongée à la flamme d'oxydation, il reste un globule d'argent pur.

Dans le tube bouché, il fond sans s'altérer, c'est à peine s'il dégage une faible odeur d'acide sulfureux, il faut chauffer très-fort pour qu'il se sublime un peu de sulfure d'antimoine. Sur le charbon il décrépité un peu, fond très-facilement en un globule qui lance des projections, et qui brûle en répandant des fumées antimoniales qui forment un enduit blanc sur le charbon, et donne l'odeur de l'acide sulfureux; il laisse après le grillage de l'argent pur. L'argent rouge colore la flamme en vert livide.

Proustite et ses variétés (Argent arsénio-sulfuré, argent rouge clair, Rubinblende). — Ce minéral est assez rare, on le trouve comme l'argent rouge, en cristaux et en masses amorphes. Ses cristaux qui dérivent d'un rhomboèdre, sont en prismes à six faces, surmontés d'un pointement à trois faces très-obtus; leur couleur est le rouge cochenille clair lorsqu'ils sont transparents, et le gris de fer lorsqu'ils sont opaques; la poussière de toutes les variétés est rouge-clair. La proustite a la dureté du calcaire. Sa densité est de 5,552.

Au chalumeau, elle présente les caractères suivants :

Dans le tube bouché, chauffée seule, elle fond et devient noire sans s'altérer, mais si on la chauffe en présence de la soude ou du cyanure de potassium, elle donne l'anneau noir miroitant d'arsenic.

Dans le tube ouvert, elle entre en fusion, fume un peu, puis se grille facilement en donnant un sublimé blanc cristallin d'acide arsénieux, et en laissant pour résidu final un culo d'argent.

Sur le charbon, elle fond, et met beaucoup de temps pour se griller complètement; elle dégage des vapeurs arsenicales à odeur alliagée, mêlées de vapeurs d'acide sulfureux et laisse un bouton d'argent. La réduction se fait plus facilement par l'addition de la soude et du nitre. La proustite communique une teinte livide à la flamme.

Les variétés de la proustite sont :

Le *xanthocon* qui est cristallisé en tables hexagonales très-minces, d'un jaune-orangé, ou qui est en masses réniformes, fibreuses, radiées de même couleur. Il est fragile, aigre, aussi dur que le calcaire. Densité, 5,10. Le xanthocon se comporte au chalumeau comme la proustite, dans le tube bouché il fond et devient gris de plomb en donnant un léger sublimé de sulfure d'arsenic.

La *feuerblende* qui se trouve en petits cristaux d'un rouge-hyacinthe, brillants, peu durs. Densité 4,2.

Au chalumeau, elle donne les mêmes réactions que le précédent, mais elle donne aussi les caractères de l'antimoine.

La *rittingérite* qui est en petites tables rhombiques de couleur brun-noirâtre, translucides, paraissant jaune de miel, passant au rouge-hyacinthe, lorsqu'on les regarde dans le sens de l'axe; elles sont fragiles et donnent une poussière jaune-orangé.

D'après Zippen, ce minéral serait un composé de sulfure d'argent et d'antimoine qui s'éloignerait de la proustite, puisqu'elle ne renferme pas d'arsenic.

Miargyrite (Argent antimonié sulfuré noir). — Sulfure

d'argent et d'antimoine avec traces de cuivre et de fer. Ce minéral est rare, on ne le connaît que cristallisé en prismes aplatis à quatre faces, dérivant d'un prisme rhomboïdal oblique. Sa couleur est le noir de fer, à éclat métallique ; il est opaque, cependant les fragments minces donnent un reflet rouge. Sa poussière est d'un rouge-cerise foncé, il est rayé par la chaux carbonatée. Sa densité est de 5, 234.

Au chalumeau, la miargyrite se comporte comme l'argent antimonié sulfuré.

Argent séléniuré (Naumannite). — Ce minéral, qui est très-rare, est d'un noir de fer avec un éclat métallique assez vif ; il est opaque ; sa cassure est lamelleuse et présente trois clivages faciles qui conduisent au cube ; dans certains échantillons cette cassure est grenue. Il est assez malléable ; sa densité est de 8,01. M. Del Rio a annoncé l'existence, dans les mines d'argent de Tasco, au Mexique, d'un *biséléniure d'argent* en petites tables hexagonales, ayant les bords et les angles arrondis comme si elles avaient été fondues, d'un gris de plomb, et très-ductiles.

Au chalumeau, l'argent séléniuré se comporte de la manière suivante :

Chauffé seul dans le tube bouché, il fond et donne un léger sublimé rougeâtre de sélénium ; avec le bisulfate le sublimé rouge est plus abondant, et il est surmonté d'un sublimé blanc composé d'aiguilles d'acide sélénieux ; dans tous les cas, il dégage l'odeur de raifort caractérisant le sélénium.

Dans le tube ouvert, il fond et donne également un sublimé de sélénium et d'acide sélénieux, dégage l'odeur caractéristique, et laisse comme résidu, un globule d'argent.

Sur le charbon, il fond, se grille en colorant la flamme en bleu-azur, répand l'odeur du sélénium et laisse un bouton d'argent. Si l'on fait l'opération en présence de la soude, celle-ci passe à l'état de séléniure possédant la propriété de noircir la lame d'argent.

Eukairite (Cuivre sélénié argentifère).—Ce minéral qui est rare se trouve avec le cuivre sélénié disséminé dans un calcaire lamellaire. Il forme de petites masses cristallines, d'un gris de plomb à éclat métallique, assez tendres pour se laisser couper au couteau; il est éclatant et blanc d'argent dans les coupures; sa cassure est grenue et cristalline.

Au chalumeau, l'eukairite chauffée seule dans le tube ouvert, entre en fusion et donne le sublimé de sélénium et d'acide sélénieux ainsi que l'odeur qui caractérise ce métalloïde; après un grillage suffisant elle laisse un bouton métallique malléable d'argent et de cuivre.

Sur le charbon, elle fond, dégage l'odeur de raifort et laisse un grain métallique gris, doux, mais non malléable, qui donne un globule d'argent pur lorsqu'on le coupelle avec du plomb, et qui donne la réaction du cuivre, avec les fondants vitreux.

Avec les fondants vitreux, l'eukairite donne des verres colorés en vert par le cuivre, et dans lesquels nage du séléniure d'argent pur.

Argent telluré, tellure natif auro-plombifère, tellure auro-plombifère. — (Voyez aux minéraux du tellure, page 130.)

Argent chloruré (argent corné, kérargyrite). — Ce minéral se trouve en cristaux cubiques, ou en masses vitreuses d'un blanc grisâtre, hyalines ou translucides, à éclat adamantin; il brunit à l'air, ou y prend des teintes violacées ou bleu-lavande; les échantillons qui renferment du brôme ont une teinte verdâtre. Ces altérations superficielles leur donnent une apparence mate et terreuse. Les cristaux ne s'altèrent pas à la lumière. Sa cassure est conchoïdale et vitreuse; il est très-tendre et se coupe comme de la cire. Sa densité varie de 5,277 à 5,6.

Au chalumeau, l'argent chloruré fond avec une extrême facilité; il est légèrement volatil et donne des vapeurs blanches peu intenses.

Sur le charbon, il fond en une perle nacrée qui est blanche, grise ou noire, selon la pureté de l'échantillon soumis à l'essai. Sous l'action du feu, une partie de la matière se volatilise et l'autre partie se réduit en donnant des globules d'argent. La réduction est instantanée et complète lorsqu'on opère en présence de la soude ou du cyanure de potassium.

Avec les fondants vitreux, il donne au feu d'oxydation, des perles qui sont jaunes et opaques; au feu de réduction, ces perles deviennent grises, puis se décolorent complètement par suite de la réduction de l'argent en globules métalliques.

Chauffé avec une perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, il colore la flamme en bleu légèrement pourpré; caractère du chlore.

Argent bromuré (plata verdé, bromite). — L'argent bromuré cristallise en cubes ou en cubo-octaèdres, on le trouve aussi en masses amorphes, comme l'argent chloruré; la différence qui existe entre ces deux minéraux est la couleur verte des cristaux du bromure; leurs propriétés physiques sont analogues, ils sont du reste souvent combinés et forment des chloro-bromures à composition variable. La densité de l'argent bromuré est de 4,702.

Au chalumeau, le bromure d'argent et les chloro-bromures se comportent comme l'argent chloruré. Seulement, lorsqu'on les chauffe avec la perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, ils colorent la flamme en bleu bordé de vert.

Dans le tube bouché, chauffés avec du bisulfate, ils donnent des vapeurs de brôme.

Argent ioduré (iodite, iodyrite). — Ce minéral est rarement cristallisé; on l'a trouvé cependant en cristaux très-déliés; ces cristaux constituent des prismes hexagonaux réguliers. Il se présente ordinairement en masses amorphes à structure lamellaire, jaune de soufre, jaune-citron ou jaune-verdâtre; il est très-friable, s'égrène facilement. Il ne s'altère pas à la lumière; son éclat, assez vif, est résineux et adamantin.

Il est translucide, plus tendre encore que le chlorure. Sa densité varie de 5,504 à 5,707.

Au chalumeau, l'argent ioduré est fusible, mais moins que le chlorure, il fond en une boule brun-foncé qui s'éclaircit par le refroidissement en devenant jaune-pâle, ou qui prend une couleur grise semi-métallique.

Dans le tube bouché, avec du bisulfate, il donne des vapeurs violettes d'iode facilement reconnaissables.

Sur le charbon, il fond facilement, donne des vapeurs violettes d'iode, qui ne sont pas toujours bien visibles, et laisse un culot d'argent. Avec la soude, la réduction est instantanée, il se produit de l'iode de sodium qui entre dans le charbon avec le fondant.

Chauffé avec la perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, il colore la flamme en un beau vert-émeraude caractéristique pour l'iode.

L'iode d'argent est souvent combiné avec le chlorure et avec le bromure ; il est même rare que ces trois espèces ne se trouvent pas réunies dans un même échantillon ; il devient difficile alors de distinguer au chalumeau ces trois métalloïdes, lorsque l'un d'eux domine. Cependant, avec un peu d'attention, on peut reconnaître ces mélanges dans les essais faits au tube bouché avec le bisulfate, et dans la manière dont ils coloreront successivement la flamme avec la perle de sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre.

Argent carbonaté (selbite). — Ce minéral est rare ; il est d'un gris cendré qui est plus foncé dans les cassures anciennes ; sa cassure est grenue, passant à la texture lamellaire ; il est assez tendre pour être entamé par le couteau ; il prend de l'éclat par la raclure ; si on le frotte après l'avoir isolé, il prend l'électricité résineuse. Il contient une certaine quantité d'oxyde d'antimoine.

Au chalumeau, l'argent carbonaté se comporte comme l'oxyde d'argent ; il donne en même temps les réactions de l'antimoine.

Cobalt argentifère. — (Voyez au cobalt, page 282.)

Cuivre gris. — (Voyez aux minéraux du cuivre, page 377.)

Or natif. — (Voyez aux minéraux de l'or.)

OR.

Or métallique. — L'or est facile à caractériser à ses propriétés physiques.

Au chalumeau, l'or fond encore assez facilement à une température élevée; il donne alors des globules jaunes, brillants, mais quelquefois rugueux à la surface, qui sont malléables; lorsqu'ils se solidifient, après la fusion, ils redeviennent incandescents, mais moins que les globules d'argent.

L'or se sépare facilement de ses alliages avec les métaux oxydables et volatils, lorsqu'on chauffe ces alliages au feu d'oxydation sur le charbon. Les métaux volatils disparaissent en vapeurs qui se déposent à l'état d'oxydes sur le charbon, et laissent l'or sous forme de culot; quant aux métaux qui ne sont point volatils, leurs oxydes empêcheraient l'or de se réunir en globule, si l'on n'avait pas le soin d'opérer en présence du sel de phosphore ou du borax qui dissolvent les oxydes au fur et à mesure qu'ils prennent naissance.

Tous les alliages d'or additionnés de plomb et passés à la coupelle, laissent l'or très-pur; mais si l'alliage contient en même temps de l'argent, ou des métaux de la famille du platine, ces métaux restent alliés à l'or sur la coupelle; la présence de l'argent dans l'or affaiblit beaucoup sa couleur jaune; mais il est difficile de juger à l'œil les différences de nuances, surtout lorsque l'alliage ne contient que de petites quantités d'argent; la présence de celui-ci peut être constatée en traitant le globule métallique avec le sel de phosphore, au feu d'oxydation sur le fil de platine; on obtient, dans le cas de la présence de l'argent, une perle qui est jaunâtre et opaque après le refroidissement (voyez aux caractères de l'argent).

Il est préférable, pour constater des traces d'argent dans les globules d'or, de traiter ceux-ci sur le verre de montre ou dans une petite capsule, par de l'eau régale qui dissout l'or et laisse l'argent sous forme de chlorure d'argent, qui, après avoir été lavé, doit être soluble dans l'ammoniaque.

Lorsque dans un alliage l'argent existe en plus grandes proportions que l'or, le bouton métallique que l'on obtient à la coupellation est blanc ; pour constater alors la présence de petites quantités d'or, on traite le globule métallique par l'acide azotique, qui dissout l'argent et laisse l'or sous forme de poudre noire, que l'on peut réunir ensuite sous forme de culot, ou traiter par l'eau régale, et ensuite par le sulfate de fer, ce qui donne l'or à l'état métallique.

Composés de l'or. — Tous les composés de l'or sont réduits à l'état métallique par la chaleur seule.

Si l'on opère sur le charbon, celui-ci se recouvre d'un enduit d'or métallique plus ou moins brillant, et qu'il est très-difficile de réunir en un seul culot à cause de la haute température qu'il faut produire pour fondre ce métal, la température n'étant très-élevée qu'en un seul point de la surface chauffée. La fusion a lieu plus facilement en présence des flux.

Minéraux de l'or.

Les minéraux de l'or sont : l'or natif, l'électrum, l'or palladié, l'auro-poudre, l'alliage d'or et de rhodium, l'or amalgamé, le tellure natif, le tellure natif auro-argentifère, le tellure auro-plombifère et le tellure plombo-aurifère. On trouve de petites quantités d'or dans une foule de minéraux et principalement dans les sulfures, les arsénio-sulfures et les arséniures.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DE L'OR.

Or natif. — L'or se trouve exclusivement à l'état natif : il n'est jamais pur, il est toujours allié à l'argent dans des pro-

portions variables. Il se présente constamment avec la couleur jaune qui lui est propre, mais cette couleur est plus ou moins claire selon la proportion d'argent qu'il contient. Son éclat est métallique, peu brillant sur ses surfaces naturelles, il prend un éclat très-vif lorsqu'on le polit. Il est moins dur que le fer, le cuivre et l'argent; il l'est plus que l'étain et le plomb. Il est très-malléable; sa cassure est inégale, crochue et déchirée. Sa densité est très-variable, elle peut varier de 12,66 à 14,857. En moyenne elle est de 14,4; et chose remarquable, cette densité augmente considérablement par la simple fusion de l'échantillon; ainsi l'or de Marmato, dont la densité naturelle est de 12,666, c'est-à-dire la plus faible, acquiert, après qu'il a été fondu, une densité de 18. De plus, si l'on calcule la densité moyenne que doivent avoir les alliages d'or et d'argent qui constituent l'or natif d'après leur composition, on trouve des nombres qui sont de beaucoup supérieurs à la densité de l'échantillon naturel.

L'or natif se présente : cristallisé, en rameaux, en filaments, en lames, en plaques, en paillettes et en grains disséminés dans les roches, en *pépites*, c'est-à-dire en morceaux irréguliers, plus ou moins gros, et en sables. Cette dernière manière d'être est de beaucoup la plus fréquente; mais ces sables sont eux-mêmes le produit de la destruction des roches aurifères; ces sables contiennent l'or en grains, et surtout en paillettes.

Les cristaux d'or sont très-variés; ils dérivent tous du cube. Les plus nombreux sont des octaèdres et des dodécaèdres. Ils sont rarement isolés; quelquefois ces cristaux sont groupés en forme de rameaux. Leurs faces, presque toujours ternes, sont en général arrondies, même dans les échantillons qui semblent n'avoir point subi de frottement.

Au chalumeau, l'or natif se comporte comme l'or métallique ordinaire. Avec le sel de phosphore ou l'eau régale, il est facile de constater la présence de l'argent, et quelquefois même celle du cuivre.

Électrum. — On a donné ce nom à un or natif qui est un alliage naturel d'or et d'argent, contenant en moyenne de 30 à 35 pour 100 d'argent, quantité qui peut s'élever à 72 pour 100 dans certains échantillons.

Or palladié et auro-poudre. — Or natif contenant de l'argent et du palladium. Dans ces minéraux, le palladium ne peut se déceler que par la voie humide.

Alliage d'or et de rhodium. — D'après M. Del Rio, cet alliage existe dans une mine de platine de la Colombie. Il est d'un jaune sale très-clair. Sa densité varie de 15,5 à 16,8. Il contient de 34 à 43 pour 100 d'or. Ses caractères au chalumeau ne sont pas connus.

Or amalgamé (or blanc). — Minerai très-rare qui se trouve en grains friables, ou en aiguilles cristallines se ramifiant dans une masse grenue de même nature. Sa couleur est le blanc-jaunâtre. Sa densité est 15,47.

Au chalumeau, l'or amalgamé donne du mercure dans le tube bouché; sur le charbon, il laisse de l'or contenant environ 12 pour 100 d'argent.

Tellure natif, tellure natif auro-argentifère, tellure auro-plombifère, tellure plombo-aurifère. — (Voyez aux minéraux du tellure.)

PLATINE.

Platine métallique. — Le platine métallique est facile à distinguer des autres métaux à son poids spécifique qui est le plus élevé, à son inaltérabilité et à son infusibilité. Au chalumeau, il ne présente aucun caractère remarquable. Les alliages du platine dorment par la coupellation, du platine sous forme d'éponge infusible.

Composés du platine. — Tous les composés du platine sont réduits à l'état métallique par la chaleur seule. Ils laissent du

platine sous forme d'éponge de couleur grise, infusible, malléable, et qui prend un éclat métallique par le frottement.

Les fondants vitreux ne sont pas colorés par les composés du platine; seulement les perles qu'on obtient avec ses composés paraissent quelquefois grises, par suite de l'interposition du platine réduit sous forme d'éponge, mais ordinairement le métal divisé nage dans le verre sans en troubler la transparence.

Minéraux de platine.

On ne connaît jusqu'à présent qu'un seul minerai de platine, c'est le platine natif.

CARACTÈRES DU MINERAI DE PLATINE.

Platine natif (platinum, polyxène). — Le platine natif se trouve dans les alluvions anciennes, identiques avec celles qui renferment l'or et le diamant. Il est en grains irréguliers, arrondis, rarement aplatis, qui ont paru présenter, dans quelques cas exceptionnels, des indices de cristallisations. Il n'est jamais pur et contient ordinairement du palladium, du rhodium, de l'osmium, de l'iridium, du ruthénium, de l'or, de l'argent, du cuivre et surtout du fer. Sa couleur est le gris de platine un peu foncé. Il possède une certaine malléabilité; il est rayé par le fer, mais il raye tous les autres métaux natifs. Sa densité varie de 16,33 à 19,4.

Au chalumeau, le platine natif est infusible; lorsqu'on le chauffe dans la flamme oxydante, il prend une couleur noir-gris que l'on ne peut plus lui enlever dans la flamme réductrice. Il répand souvent l'odeur de l'acide osmique, et quelquefois, à la première action du feu, il colore la flamme en vert, mais cette coloration est fugitive, on ne peut la reproduire une seconde fois sur le même essai.

PALLADIUM.

Palladium métallique. — Le palladium ressemble assez au platine par sa couleur, qui est cependant un peu moins grise,

mais il est beaucoup plus léger que ce dernier métal. Sa densité varie de 11,3 à 11,8; et se rapproche de l'argent sous ce rapport ainsi que par sa solubilité dans l'acide azotique, caractère qui le distingue des métaux du platine. Il est à peine fusible aux températures que produisent nos fourneaux.

Au chalumeau, le palladium est facile à caractériser quoiqu'il soit infusible; lorsqu'on le chauffe pendant quelques instants au feu d'oxydation, mais en dehors de la flamme, de manière à n'élever sa température qu'au *rouge sombre*, il s'oxyde superficiellement en prenant une couleur bleu-indigo, à reflets rougeâtres et jaunâtres, tout à fait semblable à celle que prend l'acier chauffé. Cette couleur disparaît aussitôt qu'on élève la température au rouge vif, et le métal reprend sa couleur blanche métallique si l'on opère sur le métal martelé, ou sa couleur gris clair si l'on opère sur le métal à l'état d'éponge. Si l'essai se fait sur le charbon, la partie qui touche le support reste métallique.

Le palladium et ses alliages soumis à la coupellation entrent facilement en fusion dans le plomb, puis à la fin de l'opération ils laissent le palladium sous forme d'éponge infusible.

Composés du palladium. — Tous les composés du palladium sont ramenés à l'état métallique par la chaleur seule; le métal se présente sous forme d'éponge grise, ressemblant beaucoup au platine en éponge, mais qu'il est facile de distinguer, au caractère qui vient d'être indiqué plus haut.

Minéraux du palladium.

Les minéraux qui contiennent du palladium sont : le palladium natif, le palladium sélénié, l'or palladié, l'auro-poudre, le platine natif.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX DU PALLADIUM.

Palladium natif. — Ce minéral se présente sous la forme de petits grains arrondis, qui se distinguent du platine par une

texture fibreuse; il est gris d'acier, quelquefois blanc d'argent; son éclat est métallique. Il raye le fer. Sa densité varie de 11,1 à 12,14.

Au chalumeau, le palladium natif est infusible; il s'y comporte du reste comme le palladium forgé.

Palladium sélénié. — Ce minéral est excessivement rare; il est mélangé avec le séléniure de plomb à Tilkerode dans le Hartz. Ses propriétés, d'après M. Zinken, qui l'a découvert, sont les suivantes :

Il se présente en petits cristaux qui sont des prismes à six faces, et dont la texture est lamelleuse.

Exposé longtemps à l'action du chalumeau, il devient coloré et très-brillant.

Dans le tube ouvert, il dégage l'odeur de raifort, et donne un sublimé de sélénium et d'acide sélénieux.

Avec le borax, il donne un verre transparent dans lequel nage un globule métallique; ce globule coupé avec du plomb ne change pas de nature.

Or palladié, auro-poudre. — (Voyez aux minerais d'or.)

Platine natif. — (Voyez au platine.)

IRIDIUM.

Iridium métallique. — L'iridium n'est pas encore connu à l'état de métal forgé et ouvré, c'est à peine si on peut l'agglomérer facilement aux plus hautes températures de nos fourneaux.

M. Henri Sainte-Claire Deville est parvenu à le fondre au chalumeau à gaz hydrogène et oxygène et il a reconnu que l'iridium fondu ressemble extérieurement au platine, mais qu'il est cassant, peu malléable, s'écrasant facilement en poudre.

L'iridium se présente ordinairement à l'état d'éponge plus ou moins agglomérée, de couleur grise semblable à l'éponge de platine; cependant si l'on regarde l'éponge d'iridium avec

une loupe, on reconnaît qu'elle est formée de petits grains métalliques qui ont un certain éclat, tandis que le platine en éponge paraît formé d'une poudre grise homogène sans éclat métallique, à moins qu'il ait été frotté. L'iridium divisé prend beaucoup d'éclat par le frottement.

Au chalumeau, l'iridium est infusible. Il ne change pas de teinte lorsqu'on le grille au rouge sombre, comme le font le palladium et le rhodium.

Composés de l'iridium. — Tous les composés de l'iridium sont réduits par la chaleur seule, ils laissent ce métal sous forme d'éponge grise un peu noirâtre.

Minéraux de l'iridium.

Les minéraux de l'iridium sont : l'iridium natif ou osmiure d'iridium, l'irite et le platine natif.

CARACTÈRES DES MINÉRAUX D'IRIDIUM.

Iridium natif ou mieux *osmiure d'iridium*. — L'osmiure d'iridium se rencontre presque toujours avec le minerai de platine, et présente avec ce dernier beaucoup d'analogie ; on le trouve en paillettes, en grains plus ou moins arrondis, et quelquefois en petites pépites tout à fait irrégulières. Les paillettes ont souvent la forme de tables à six faces régulières.

L'osmiure d'iridium est plus blanc que le minerai de platine, il est également plus dur, les paillettes sont ordinairement plus brillantes et plus métalliques que les grains et que les pépites, ces dernières surtout sont d'un gris plus terne que les autres échantillons. Sa densité varie de 19,4 à 21,12.

Au chalumeau, l'osmiure d'iridium est infusible ; lorsqu'on le chauffe au feu d'oxydation, il répand l'odeur de l'acide osmique, odeur qui est tout à fait caractéristique, et que l'on ne peut définir parce qu'il n'en existe pas d'analogue. Après avoir été chauffé il a perdu son éclat métallique et est devenu noi-

râtre; quelques échantillons colorent la flamme en un beau vert au moment où on les plonge dans le dard du chalumeau, d'autres colorent la flamme en bleu livide, ou en rouge-jaunâtre, ce qui, sans doute, est l'indice qu'il existe plusieurs espèces d'osmiure d'iridium; ces colorations sont très-fugitives, elles n'apparaissent qu'un moment, et chaque morceau essayé ne peut la produire qu'une fois, même quand on l'a laissé refroidir et qu'on le chauffe de nouveau.

Irite. — Ce minéral contient de l'iridium, de l'osmium, du fer et du chrome; on le trouve disséminé dans les sables platinifères, mélangé au fer oxydulé avec lequel on le confond parce qu'il possède les mêmes propriétés physiques, mais il n'est point magnétique comme ce dernier minéral. Il est cristallisé en octaèdres réguliers de couleur noire, son éclat est métallique, il raye le verre. Sa densité est 6,506.

Au chalumeau, l'irite est infusible, elle dégage l'odeur de l'acide osmique lorsqu'on la chauffe dans la flamme oxydante.

Platine natif. — (Voyez ce minéral au platine.)

RHODIUM.

Rhodium métallique. — Le rhodium est un métal peu connu à l'état forgé et ouvré, on l'obtient ordinairement sous forme d'éponge plus ou moins agglomérée. En réduisant le chlorure double de rhodium et d'ammonium tout à fait pur, à la température que donne un simple fourneau en terre de laboratoire, j'ai pu obtenir un culot parfaitement rassemblé, mais à texture grenue grossière, cassant, mais un peu malléable, ce qui démontre que le rhodium pur doit être fusible à une température inférieure à celle du platine; ce culot était blanc d'argent, il se limait parfaitement en prenant un vif éclat métallique.

Le métal fondu, obtenu par M. Henri Sainte-Claire Deville, est presque aussi blanc que l'argent, son éclat métallique est

très-vif et se conserve très-longtemps sans altération, au contact de l'air.

Au chalumeau, le rhodium métallique est infusible. Il se grille superficiellement à la manière du palladium lorsqu'on le chauffe au rouge sombre au feu d'oxydation, il prend alors une teinte brun-clair, ce qui le distingue du palladium qui se colore en bleu-foncé ; lorsqu'on élève la température du métal oxydé à la surface, il reprend son éclat, ainsi que sa couleur primitive.

Composés du rhodium. — Tous les composés du rhodium sont décomposés par la chaleur seule et ramenés à l'état métallique ; ils laissent le rhodium sous forme d'éponge infusible, et présentant les caractères qui viennent d'être indiqués au rhodium métallique.

Minéraux du rhodium.

Le rhodium n'a pas de minerais proprement dits, on le trouve en petites quantités dans les minerais du platine et de l'iridium ; il constitue un alliage naturel avec l'or, mais ce minéral est extrêmement rare.

OSMIUM.

Osmium métallique. — L'osmium est encore un métal peu connu à l'état de fusion parfaite, on ne le connaît que sous forme d'éponge plus ou moins agglutinée, d'un gris bleuâtre, terne, ou de poudre noire éminemment altérable. La densité de l'osmium à l'état d'éponge ne dépasse pas 11, tandis que d'après M. Sainte-Claire Deville la densité de l'osmium fondu est de 21,4. L'osmium fondu a l'éclat métallique, il est très-brillant ; compact et assez dur pour rayer le verre.

Au chalumeau, l'osmium chauffé dans la flamme oxydante se transforme lentement en acide osmique volatil, dont l'odeur particulière est tout à fait caractéristique ; pendant l'essai la flamme se colore en vert-bleuâtre livide, ou devient brillante en prenant une grande extension.

Composés de l'osmium. — Tous les composés de l'osmium donnent, lorsqu'on les chauffe au chalumeau, des vapeurs d'acide osmique reconnaissables à leur odeur; ils colorent la flamme en vert-bleuâtre livide.

Les *osmites* et les *osmiates* chauffés avec du bisulfate dans le tube bouché dégagent de l'acide osmique. Chauffés sur le charbon, seuls ou mieux avec de la soude, les composés de l'osmium sont réduits sous forme de poudre noire facilement oxydable.

Minéraux de l'osmium.

L'osmium ne se trouve que dans les minerais de platine et d'iridium; il paraît jouer dans ces minerais le rôle que joue le soufre dans les minerais de cuivre, de plomb, d'argent, etc.

RUTHÉNIUM.

Ruthénium métallique. — Le ruthénium n'est pas connu à l'état forgé et ouvré, on ne le connaît que sous la forme de morceaux très-poreux, gris blanchâtre, ayant l'éclat métallique, et dont la densité ne dépasse pas 9. Il est très-cassant, il peut se réduire en poudre très-facilement.

De tous les métaux du groupe du platine, le ruthénium est, après l'osmium, le métal le plus oxydable; lorsqu'on le chauffe au feu d'oxydation, il se transforme en un oxyde de couleur bleu-noir.

Composés du ruthénium. — Tous les composés du ruthénium sont ramenés à l'état métallique par la chaleur seule.

Minéraux du ruthénium.

Il n'existe pas de minerais de ruthénium proprement dits: ce métal se trouve en petites quantités dans les minerais de platine et principalement dans l'osmiure d'iridium.

THALLIUM.

Thallium métallique. — Le thallium est un métal res-

semblant beaucoup par ses propriétés physiques au plomb; il est cependant un peu plus blanc et plus mou que ce dernier. Lorsqu'on le met dans l'eau, il se décape et sa surface se couvre d'un moiré analogue à celui qu'on obtient sur le fer blanc. Il est fusible à 290°. Sa densité est de 11,862.

Au chalumeau, le thallium donne les réactions suivantes :

Il colore la flamme en un beau vert-émeraude. Sur le charbon il fond rapidement, s'oxyde en répandant une fumée odorante, dont l'odeur est difficile à définir; cette fumée est blanchâtre, mais par moment elle est rougeâtre ou violacée. Le globule métallique fondu continue à fumer longtemps encore après qu'on ne le chauffe plus, et il bouillonne presque continuellement; la fumée qu'il dégage à ce moment est colorée. La fumée du thallium dépose d'abord sur le charbon une légère auréole blanche, puis lorsqu'on ne chauffe plus le métal le dépôt qui se fait autour du globule est brun-rougeâtre; ce dépôt disparaît lorsqu'on le chauffe avec la flamme réductrice, et si l'on examine avec une bonne loupe la place où il était, on trouve le charbon recouvert de petits globules métalliques microscopiques.

Malgré l'oxydation presque continuelle du métal, le globule métallique reste brillant à sa surface lorsqu'il est refroidi; pendant tout le temps que ce métal est en fusion, il se produit dans sa masse un mouvement continu, et une espèce de cristallisation partielle qui détermine souvent des lueurs. Le thallium fondu reste liquide très-longtemps, quoique la température du support paraisse de beaucoup inférieure à son point de fusion.

Dans le tube ouvert, le thallium s'oxyde lentement sans produire ni fumée, ni sublimé, le globule métallique s'entoure et se recouvre d'oxyde de thallium fondu qui paraît brun tant qu'il est chaud, mais qui passe au jaune en refroidissant; cet oxyde adhère fortement au verre qu'il semble décomposer.

Le thallium ne colore pas les fondants vitreux.

Composés du thallium. — Tous les composés du thallium colorent la flamme en un beau vert-émeraude tout à fait caractéristique; la présence de la soude modifie beaucoup la teinte et la fait passer au vert livide clair.

Les oxydes de thallium sont fusibles; ils sont, comme tous les composés de ce métal, réduits sur le charbon et donnent des globules métalliques malléables qui se rassemblent difficilement en culot. La réduction est plus facile avec la soude ou avec le cyanure de potassium.

L'azotate chauffé avec du cyanure de potassium détone violemment.

Minéraux du thallium.

On n'a pas, jusqu'à présent, signalé l'existence de véritable minerais de thallium; ce métal se trouve en petites quantités dans certaines pyrites.

CÆSIUM.

Cæsium métallique et ses composés. — Le cæsium métallique est encore très-peu connu; il ressemble beaucoup au potassium. Son équivalent chimique est 133; c'est le plus élevé des équivalents connus jusqu'à ce jour; c'est également le métal le plus électro-négatif.

Au chalumeau, le cæsium et ses composés se comportent comme le potassium et ses combinaisons, seulement la teinte violette qu'ils communiquent à la flamme est plus intense, de même qu'elle est plus bleuâtre que celle que donnent les composés de potassium. Cette différence ne peut du reste être bien appréciée qu'autant que l'on peut produire les deux flammes simultanément.

Minéraux du cæsium.

Le cæsium a été découvert dans les eaux minérales de Dürckheim; on l'a trouvé également dans beaucoup d'autres eaux. Le cæsium se trouve dans certains micas: le lépidolithe de Rozena et de Prague, la pétalite, la triphylline. Toutes ces substances ne constituent pas de véritables minerais de cæ-

sium, puisqu'elles ne contiennent que des traces de ce métal; mais dans ces derniers temps M. Pisani a démontré que le *castor*, que l'on avait jusqu'à présent considéré comme étant une variété de feldspath à base de potasse, est un feldspath à base de cæsium.

RUBIDIUM.

Rubidium métallique et ses composés. — Le rubidium métallique est aussi peu connu que le cæsium. Ce métal ressemble aussi au potassium dont il possède toutes les propriétés chimiques. Son équivalent est 85,40; il fond à 38°,5, et sa densité à + 15°, est 1,516.

Au chalumeau, le rubidium et ses composés se comportent comme les composés du potassium. La coloration violette qu'ils communiquent à la flamme est seulement un peu plus intense.

Minéraux du rubidium.

Le rubidium n'a pas de minéraux proprement dits; on le trouve dans les mêmes substances que le cæsium, mais toujours en plus grandes quantités que ce dernier, excepté dans le cas du minéral appelé *castor*, ce minéral ne contenant que du cæsium; on n'a pas jusqu'à présent rencontré de minéraux analogues ne renfermant que du rubidium.

On extrait aujourd'hui ce métal des résidus salins provenant des cendres de certains végétaux, comme la betterave, le tabac, etc.

INDIUM.

Indium métallique. — Ce métal est blanc d'argent et conserve son éclat métallique à l'air et même dans l'eau bouillante; il est plus mou et plus malléable que le plomb, il fond à la même température que ce dernier; il se volatilise au rouge-blanc. Sa densité à + 15° est de 7,36.

Au chalumeau, l'indium présente les caractères suivants: il est très-fusible; il colore la flamme en bleu-violacé, cette coloration est caractéristique. Sur le charbon, il fond facile-

ment, et sa surface conserve le brillant métallique pendant toute la durée de la fusion et après le refroidissement. Au feu d'oxydation, il donne un enduit jaune foncé qui devient plus pâle en refroidissant. Avec le borax, il donne un émail gris. Avec le sel de phosphore, il donne une perle grisâtre.

Composés de l'indium. — L'oxyde d'indium change de couleur lorsqu'on le chauffe : de jaune il devient rouge-brun, mais il reprend sa teinte primitive en refroidissant; il est infusible.

Les composés de l'indium sont réduits sur le charbon à la manière des composés du plomb.

Minéraux de l'indium.

On ne connaît pas encore de minerais d'indium proprement dits; ce métal se trouve en petite quantité dans certaines blendes, et particulièrement dans la blende de Frieberg, dans laquelle il a été découvert; aussi les zincs provenant de ce pays contiennent un peu d'indium et peuvent servir à sa préparation.

FIN

On a construit (1), sur mes indications, une boîte spéciale pour les essais au chalumeau, contenant ce qui est strictement nécessaire pour les essais pyrognostiques. Cette boîte, en noyer verni, peu volumineuse, a 0^m,31 de longueur sur 0^m,20 de largeur et 0^m,10 de hauteur, et ne porte aucune gaine en étoffe dans l'intérieur. Dans le couvercle se trouvent aménagés : un chalumeau à bout de platine, une pince à bouts de platine, une paire de ciseaux, une pince brucelles, une pince à creuset. Dans une moitié de la boîte se trouvent : un mortier d'agate et son pilon, un tas d'acier et un mortier d'Abich, puis les réactifs suivants : du sel de phosphore, du borax, de l'acide borique, du carbonate de soude, du cyanure de potassium, de l'étain, du bisulfate de potasse, du nitre, du sulfate de fer, de l'azotate de cobalt, du spath fluor, de l'oxyde de cuivre, du papier bleu de tournesol, du papier rouge de tournesol, du plomb pauvre, de la poudre d'os et les acides sulfurique, azotique et chlorhydrique.

Ces réactifs sont contenus dans des tubes à fonds plats, fermés par des bouchons de caoutchouc. Les acides sont dans des flacons bouchés à l'émeri, et ces flacons sont eux-mêmes renfermés dans des étuis en bois tourné, de façon à éviter que l'action des vapeurs acides n'altère les instruments métalliques.

Dans le fond de l'autre moitié de la boîte se trouvent aménagés : un marteau d'acier, un porte-bougie, un barreau aimanté dans son étui, une pince plate et un instrument à creuser le charbon.

Ces instruments se trouvent recouverts par une boîte mobile qui contient : une loupe, une aiguille aimantée, un porte-goupilles, une cuiller de platine, une lame de platine, une lame d'argent, du fil de platine, deux aiguilles à tricoter, des verres de montre, des tubes bouchés et des tubes ouverts aux deux extrémités.

Le prix de la boîte est de 130 francs, ou 150 francs lorsque les instruments métalliques sont nickelés.

(1) Brewer. 43. rue Saint-André-des-Arts.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE.....	VI	Alcool.....	37
HISTORIQUE.....	1	Huile.....	37
INSTRUMENTS ET ACCESSOIRES.....	4	Gaz d'éclairage.....	38
Du chalumeau.....	4	DE LA FLAMME.....	40
Chalumeau de Cronstedt.....	6	De la flamme, sa température,	
— de Bergmann.....	6	lumière.....	40
— de Gahn.....	7	Nature de la flamme.....	42
— de Tennant.....	7	Nature du dard donné par le cha-	
— de Wollaston.....	7	lumeau.....	43
— ordinaire des laboratoires.....	8	Flamber.....	44
Des ajutages en cuivre et en platine.....	10	Du feu d'oxydation.....	45
Pince à bouts de platine.....	12	Du feu de réduction.....	45
Cuillers en platine.....	14	DU SUPPORT.....	48
Lame de platine.....	15	DES RÉACTIFS.....	51
Fil de platine.....	16	DES FONDANTS VITREUX.....	52
Lame d'argent.....	19	Borax.....	53
Mortier d'agate et son pilon.....	19	Tableau des colorations des per-	
Tas d'acier.....	20	les de borax.....	55
Mortier d'Abich (ou d'acier).....	20	Sel de phosphore.....	56
Marteaux d'acier.....	22	Tableau des colorations des perles	
Pince à creuset.....	23	de sel de phosphore.....	59
Brucelles.....	23	Acide borique.....	60
Pincés à couper.....	24	DES FONDANTS RÉDUCTEURS.....	61
Barreau aimanté.....	24	Carbonate de soude, sel de soude,	
Aiguille aimantée.....	25	soude.....	64
Aiguille électrique d'Haüy.....	25	Cyanure de potassium.....	65
Aiguille à tricoter.....	26	DES RÉACTIFS OXYDANTS.....	66
Loupe.....	27	Azotate de potasse, nitre.....	66
Verres de montre.....	27	Bisulfate de potasse.....	67
Tubes bouchés.....	27	DES RÉACTIFS RÉDUCTEURS.....	68
Tubes ouverts.....	29	Étain.....	68
Instruments pour creuser le char-		Sulfate de protoxyde de fer.....	69
bon, couteau.....	30	DES RÉACTIFS NEUTRES.....	70
Lampes, à alcool, à huile.....	31	Azotate de cobalt.....	70
Porte-bougie et porte-charbon.....	32	Tableau des colorations données	
Coupelles de le Baillif.....	33	par l'azotate de cobalt.....	72
Lame de mica.....	34	Oxyde de cuivre.....	73
Nonnes ou moines de M. Plattner.....	34	Spath fluor.....	74
Limes douces.....	35	Plomb pauvre, litharge.....	75
Papier émeri.....	35	Cendre d'os.....	75
Charbon.....	35	Fil de fer fin.....	76
DU COMBUSTIBLE.....	36	Oxyde de nickel.....	78
Chandelle.....	36	Silice chimique.....	78
Bougie de cire.....	36	Gypse.....	79
Bougie stéarique.....	36	Papiers à réactifs.....	79
		LA FLAMME COMME RÉACTIF; SES CO-	
		LORATIONS.....	80

TABLEAU DES COLORATIONS DE LA FLAMME.....	86	<i>Minéraux contenant du soufre ou de l'acide sulfurique.....</i>	123
DES ACIDES.....	88	SÉLÉNIUM.....	123
Acide sulfurique.....	89	Séléniures.....	124
Acide azotique.....	89	Sélérites et séléniates.....	124
Acide chlorhydrique.....	89	<i>Minéraux du sélénium.....</i>	125
MARCHE GÉNÉRALE A SUIVRE DANS LES ESSAIS AU CHALUMEAU.....	90	TELLURE.....	125
OPÉRATION DANS LE TUBE BOUCHÉ.....	91	Tellurures.....	126
— AVEC LA PINCE A BOUTS DE PLATINE.....	93	Acide tellureux.....	126
— DANS LE TUBE OUVERT.....	94	Tellurites et tellurates.....	126
— SUR LE CHARBON.....	95	<i>Minéraux du tellure.....</i>	127
— SUR LE CHARBON AVEC LA SOUDE.....	97	<i>Caractères des minéraux du tellure.....</i>	128
— AVEC L'AZOTATE DE COBALT.....	99	Tellure natif.....	128
— AVEC LE BORAX ET AVEC LE SEL DE PHOSPHORE.....	99	— carbonaté.....	128
— AVEC LA SOUDE SUR LE PLATINE.....	101	— auro-argentifère (<i>or graphique</i>).....	128
— AVEC BISULFATE DANS LE TUBE BOUCHÉ.....	102	— auro-plombifère (<i>tellure gris</i>).....	129
— AVEC ACIDE SULFURIQUE AU FIL DE PLATINE.....	104	Tellure plombo-aurifère.....	129
— AVEC BISULFATE ET SPATH FLUOR.....	105	Tellure bismuthique.....	129
— AVEC BISULFATE ET BORAX.....	106	Bismuth telluré.....	129
— AVEC SEL DE PHOSPHORE SATURÉ D'OXYDE DE CUIVRE.....	107	Bornine.....	129
— DE LA COUPELLATION.....	108	Argent telluré.....	130
GRILLAGE.....	114	Plomb telluré.....	130
CARACTÈRES GÉNÉRAUX QUE LES CORPS SIMPLES PRÉSENTENT AU CHALUMEAU.....	116	Nickel telluré ou melonite.....	131
OXYGÈNE.....	116	PHOSPHORE.....	131
HYDROGÈNE, eau, hydrates.....	116	Phosphore ordinaire.....	131
AZOTE.....	116	Phosphore rouge.....	131
Azotites et azotates.....	116	Composés et acides du phosphore.....	132
<i>Minéraux contenant de l'azote oxygéné.....</i>	117	<i>Minéraux contenant de l'acide phosphorique.....</i>	133
CHLORE.....	117	ARSENIC.....	134
Chlorure.....	117	Arséniures, arsénites, arsénates.....	134
Hypochlorites, chlorates, perchlorates.....	117	<i>Minéraux de l'arsenic.....</i>	135
<i>Minéraux contenant du chlore.....</i>	118	<i>Caractères des minéraux de l'arsenic.....</i>	135
BROME.....	118	Arsenic natif.....	135
Bromures.....	118	Réalgar (arsenic sulfuré rouge).....	136
Bromates.....	118	Orpiment (arsenic sulfuré jaune).....	136
<i>Minéraux contenant du brome.....</i>	119	Arsenic oxydé.....	136
IODE.....	119	Acide arsénieux.....	136
Iodures.....	119	Arséniphyllite.....	136
Iodates, periodates.....	119	CARBONE.....	136
<i>Minéraux contenant de l'iode.....</i>	119	Carbone libre.....	136
FLUOR.....	119	Combustibles fossiles.....	137
Fluorures.....	119	Matières organiques.....	137
<i>Minéraux contenant du fluor.....</i>	120	Cyanures.....	137
SOUFRE.....	121	Ferro et ferricyanures.....	138
Sulfures.....	121	Carbonates.....	138
Hyposulfites.....	122	<i>Minéraux contenant du carbone libre ou hydrogéné.....</i>	138
Sulfites.....	122	<i>Minéraux contenant du carbone à l'état d'acide carbonique.....</i>	139
Sulfates.....	123	<i>Minéraux contenant du carbone à un autre état oxygéné que l'acide carbonique.....</i>	139
		<i>Caractères des minéraux contenant du carbone libre ou hydrogéné.....</i>	139
		Diamant.....	139
		Graphite.....	139
		Anthracite.....	139
		Houille sèche.....	140

Houille maigre.....	140	<i>Caractères des minéraux de la baryte</i>	154
Houilles grasses. Houilles maré- chales.....	140	Baryte carbonatée.....	154
Lignites.....	140	Baryto-calcite.....	154
Tourbes.....	141	Baryte sulfatée.....	154
Schistes bitumineux.....	141	Calstron-baryte.....	156
Asphaltes et bitumes.....	141	Brewstérite.....	156
Bitume élastique.....	141	Dréelite.....	156
Élatérite.....	141	Harmotome.....	156
Résines fossiles.....	141	STRONTIUM.....	157
Succin.....	141	Oxyde de strontium.....	157
Copal fossile.....	141	Sels de strontiane.....	157
Rétinite.....	141	<i>Minéraux de la strontiane</i>	158
Suifs de montagne.....	142	<i>Caractères des minéraux de la strontiane</i>	158
Schéérite.....	142	Strontiane carbonatée, strontia- nite.....	158
Branchite.....	142	Stromnite.....	159
Fichtélite.....	142	Emmonsite.....	159
Konlite.....	142	Strontiane sulfatée, célestine..	159
Hartite.....	142	CALCIUM.....	160
Ixolite.....	142	Oxydes du calcium.....	160
Ozokérite.....	142	Chaux.....	160
Suif minéral.....	142	Bioxyde de calcium.....	160
BORE.....	142	Sels de chaux.....	160
Bore graphitoïde.....	142	<i>Minéraux de la chaux</i>	161
Bore adainantin.....	142	<i>Caractères des minéraux du cal- cium</i>	163
Acide borique.....	143	Chaux carbonatée.....	163
Borates.....	143	Spath d'Islande.....	163
<i>Minéraux contenant du bore</i>	143	Albâtre.....	163
Acide borique natif.....	143	Marbres.....	163
Acide boracique, sassoline.....	143	Arragonite.....	164
SILICIUM.....	143	Carbonate de chaux prismatique.	164
Silice.....	144	Dolomie.....	164
Silicates.....	144	Chaux fluatée.....	164
<i>Minéraux contenant de la silice libre ou combinée complètement insolubles au chalumeau</i>	144	Spath fluor.....	164
<i>Minéraux ne fondant que sur les arêtes vives</i>	145	Fluorine.....	164
<i>Minéraux fusibles; fondant sans se boursoufler</i>	145	Chaux sulfatée.....	165
<i>Minéraux fusibles qui se boursou- flent en fondant</i>	146	Gypse.....	165
POTASSIUM.....	146	Sélénite.....	165
Potasse et sels de potasse.....	146	Albâtre.....	165
<i>Minéraux contenant de la potasse</i>	148	Chaux anhydro-sulfatée.....	167
SODIUM.....	148	Anhydrite.....	167
Soude et sels de soude.....	148	Karsténite.....	167
<i>Minéraux contenant de la soude</i>	149	Chaux phosphatée.....	167
LITHIUM.....	150	Apatite.....	167
Lithine et sels de lithine.....	150	Coprolithe.....	167
<i>Minéraux contenant de la lithine</i>	151	Chaux arséniatée.....	168
AMMONIAQUE.....	151	Pharmacolite.....	168
Sels ammoniacaux.....	151	Haidingérite.....	168
<i>Minéraux contenant de l'ammo- niacque</i>	152	Chaux arséniatée anhydre.....	169
BARIUM.....	152	Berzérite.....	169
Oxydes du baryum.....	152	Roméine.....	169
Baryte.....	152	Chaux antimoniée.....	169
Bioxyde de baryum.....	152	Pérowskite.....	169
Sels de baryte.....	152	Pyrochlore de Friedrickwarn.....	169
<i>Minéraux de la baryte</i>	153	Titanate de chaux.....	169
		Tantalate de chaux.....	170
		Açorite.....	170
		Microlite.....	170
		Chaux boratée.....	170

Boro-calcite.....	170	Brucite.....	181
Chaux oxalate.....	171	Magnésie hydratée.....	181
Wollastonite.....	171	Magnésie carbonatée.....	181
Bisilicate de chaux.....	171	Giobertite.....	181
Tafelspath.....	171	Magnésie hydro-carbonatée.....	181
Edelforsite.....	171	Magnésite.....	182
Trisilicate de chaux.....	171	Ecume de mer.....	182
Dysclasite.....	171	Magnésie boratée.....	182
Datholite.....	172	Boracite.....	182
Silico-borate de chaux.....	172	Rhodizite.....	183
Grenats grossulaires.....	172	Hydro-boracite.....	183
Idocrase.....	173	Magnésie phosphatée.....	183
Vésuvienne.....	173	Wagnériite.....	183
Cyprine.....	173	Magnésie sulfatée.....	183
Idocrase du Piémont.....	173	Epsomite.....	183
Egérane.....	173	Amphiboles.....	184
Frugardite.....	173	Trémolite.....	184
Idocrase cuprifère.....	173	Chrysotile.....	184
Épidote.....	173	Amiante.....	184
Thallite.....	173	Asbeste.....	184
Zoisite.....	173	Jade oriental.....	184
Epidote manganésifère.....	173	Actinote.....	184
Puscclénite.....	173	Amphibole vert.....	184
Wernérite.....	173	Hornblende.....	185
Athériastite.....	174	Amphibole noir.....	185
Méionite.....	174	Anthophyllite.....	185
Gehlénite.....	174	Chonikrite.....	185
Humboldtite.....	174	Clinocllore.....	185
Mellilite.....	174	Helwinthe.....	185
Sarcolite.....	175	Chromochlorite.....	185
Apophyllite.....	175	Kammérite.....	186
Albine.....	175	Lagonite.....	186
Oxhavérite.....	175	Vermiculite.....	186
Xylochlore.....	175	Chlorite.....	186
Pecktolite.....	175	Pennine.....	187
Osmélite.....	175	Cordiérite.....	187
Stellite.....	175	Dichroïte.....	187
Gurofite.....	175	Condrotite ou chondrodite.....	188
Scolézite.....	176	Diallages.....	188
Edingtonite.....	176	Bronzite.....	188
Laumonite.....	176	Schillerspath.....	188
Prehnite.....	176	Pikrophyllite.....	189
Glottalite.....	177	Diallage talqueux.....	189
Pyroxène.....	177	Métaxite.....	189
Diopside.....	177	Péridot.....	189
Augite.....	177	Olivine.....	189
Pyroxène blanc.....	177	Silicate de magnésie anhydre.....	189
Pyroxène noir.....	177	Péridot oriental.....	189
Basalte.....	178	Picrosmine.....	189
Wacke.....	178	Pyrosclérite.....	190
Basalte décomposé.....	178	Rétinalite.....	190
Axinite.....	178	Serpentine.....	190
Haüyne.....	178	Spinelle.....	191
Bordite.....	178	Pléonaste du Vésuve.....	191
MAGNÉSIUM.....	179	Ceylanite.....	191
Magnésie.....	179	Candite.....	191
Sels de magnésie.....	179	Talc.....	191
<i>Minéraux de la magnésie.....</i>	<i>180</i>	Vilarsite.....	192
<i>Caractères des principaux miné-</i>		Pierre de savon.....	192
<i>raux de la magnésie.....</i>	<i>181</i>	Stéatite.....	192
Périclase.....	181	Craie de Briançon.....	192
Magnésie native.....	181	ALUMINIUM.....	192

Alumine.....	193	Feldspath orthose.....	206
Composés de l'alumine.....	193	Feldspath albite.....	207
<i>Minéraux de l'alumine.....</i>	<i>193</i>	Oligoclase.....	207
<i>Caractères des minéraux de l'alu-</i>		Labrador.....	207
<i>mine.....</i>	<i>194</i>	Pétalite.....	208
Corindon.....	194	Feldspath lithinifère.....	208
Saphir blanc.....	194	Triphane.....	208
Rubis oriental.....	194	Anorthite.....	208
Saphir oriental.....	194	Wichtine.....	209
Saphir indigo.....	194	Rhyacolithe.....	209
Améthyste orientale.....	194	Amphigène.....	209
Topaze orientale.....	195	Sodalite.....	209
Émeraude orientale.....	195	Cancrinite.....	210
Corindon harmophane.....	195	Néphéline.....	210
Eméri.....	195	Beudantine.....	210
Gibbsite.....	195	Davyne.....	210
Hydrargyrite.....	195	Covellinite.....	210
Diaspore.....	195	Dipyre.....	210
Wavellite.....	196	Couzeranite.....	211
Alumine phosphatée.....	196	Mésotype.....	211
Amblygonite.....	196	Stilbite.....	211
Klaprothine.....	196	Heulandite.....	212
Lazulite.....	196	Epistilbite.....	212
Turquoise.....	196	Beaumontite.....	212
Cryolithe.....	197	Faujasite.....	213
Chiolite.....	197	Gismondine.....	213
Alumine sulfatée.....	197	Phillipsite.....	213
Webstérite.....	197	Chabasie.....	213
Alunite.....	198	Acadiolite.....	213
Pierre d'alun.....	198	Phakolite.....	213
Disthène.....	198	Lévyne.....	213
Cyanite.....	198	Hydroliithe.....	214
Pyrophyllite.....	198	Herschélite.....	214
Wörthite.....	199	Christianite.....	214
Andalousite.....	199	Analcime.....	214
Staurotide.....	199	Ittnérite.....	215
Pholérite.....	200	Thomsonite.....	215
Hydrobucholzite.....	200	Comptonite.....	215
Argiles.....	200	<i>Chalilite.....</i>	<i>215</i>
Kaolin.....	201	Savite.....	215
Allophane.....	201	Picrothomsonite.....	215
Collyrite.....	201	Portite.....	215
Grenats.....	201	Sloanite.....	215
Grenat almandin.....	202	Schneidérite.....	215
Grenat magnésien.....	202	Agalmatolite.....	215
Grenat manganésien.....	202	Pagodite.....	215
Esmarckite.....	202	Pierre de lard.....	215
Praséolite.....	203	Onchosine.....	215
Amphodérite.....	209	Parophite.....	215
Gehlénite.....	203	Pyrophyllite.....	216
Glaucolite.....	203	Topaze.....	216
Margarite.....	204	Picnite.....	216
Ephésite.....	204	Pyrophysalite.....	216
Cordiérite.....	204	Mica.....	217
Dichroïte.....	204	Tourmaline.....	218
Saphir d'eau.....	204	Tourmaline potassique.....	218
Falunite.....	205	— sodique.....	218
Triklasite.....	205	— lithinique.....	218
Weissite.....	205	— magnésienne.....	218
Gigantolite.....	205	— ferrugineuse.....	218
Piuite.....	205	— manganésienne.....	218
Bonsdorffite.....	206	— apyre.....	219

GLUCINIUM.....	219	Cérium hydrofluaté de Bastnaës.....	232
Composés du glucinium.....	219	Tschewkinité.....	233
<i>Minéraux de la glucine.....</i>	220	Epidote cérifère.....	233
<i>Caractères des minéraux de glu-</i>		Oural-orthite.....	233
<i>cine.....</i>	220	Mosandrite.....	233
Phénakite.....	220	Erdmannite.....	234
Émeraude.....	220	Lanthanite.....	234
Béryl.....	220	Parisite.....	234
Aigue-marine.....	220	Musite.....	234
Euclase.....	220	DIDYME.....	235
Leucophane.....	221	Oxyde de didyme.....	235
Mélinophane.....	221	Composés du didyme.....	235
Helvine.....	221	<i>Minéraux du didyme.....</i>	235
Cymophane.....	222	CÉRIUM.....	236
Chrysolite.....	222	Oxydes de cérium.....	236
Chrysobéryl.....	222	Composés du cérium.....	236
ZIRCONIUM.....	222	<i>Minéraux du cérium.....</i>	237
Composés de zirconium.....	222	Cérium carbonaté.....	237
<i>Minéraux de la zircone.....</i>	223	Lanthanite.....	237
<i>Caractères des minéraux de zir-</i>		Cérium phosphaté.....	237
<i>cône.....</i>	223	Edwardsite.....	237
Zircon.....	223	Criptolithe.....	238
Hyacinthe.....	223	Phosphocérite.....	238
Malakon.....	223	Cérium fluaté.....	238
Hydrosilicate de zircone.....	223	Cérium hydrofluaté.....	239
Catapléite.....	224	Allanite.....	239
Oerstedtite.....	225	Cérite.....	239
Eudialite.....	225	Cérine.....	240
Eukolite.....	226	Orthite.....	240
THORIUM.....	226	Pyrrorthite.....	240
Thorine.....	226	Tritomite.....	241
Sels de thorine.....	226	MANGANÈSE.....	241
<i>Minéraux du thorium.....</i>	226	Oxydes de manganèse.....	242
<i>Caractères des minéraux de la</i>		Composés du manganèse.....	242
<i>thorine.....</i>	227	<i>Minéraux du manganèse.....</i>	244
Thorite.....	227	<i>Caractères des minerais de manga-</i>	
Orangite.....	227	<i>nèse.....</i>	245
Tachyaphaltite.....	228	Hausmannite.....	245
YTTRIUM.....	228	Oxyde rouge de manganèse.....	245
Yttria et ses composés.....	228	Braunite.....	246
<i>Minéraux de l'yttria.....</i>	228	Oxyde brachytype du manganèse.....	246
<i>Caractères des minéraux de l'yt-</i>		Pyrolusite.....	246
<i>tria.....</i>	229	Oxyde de manganèse prismati-	
Yttria phosphatée.....	229	<i>que.....</i>	246
Yttria hydrophosphatée.....	229	Acerdèse.....	247
Yttria silicatée.....	229	Peroxyde de manganèse hydraté.....	247
Yttria fluatée.....	229	Psilomélane.....	247
Ytthro-cérite.....	229	Manganèse barytique.....	247
Gadolinite.....	230	Manganèse sulfuré.....	248
TERBIUM.....	231	Hauérite.....	249
ERBIUM.....	231	Bisulfure de manganèse.....	249
Terbine.....	231	Huréalite.....	249
Erbine.....	231	Manganèse phosphaté ferrifère.....	249
<i>Minéraux de terbine et d'erbine</i>	231	Triplite.....	249
LANTHANE.....	231	Alluaudite.....	249
Oxyde de lanthane.....	231	Eisen-apatite.....	249
Sels de lanthane.....	231	Manganèse arsenical.....	250
<i>Minéraux du lanthane.....</i>	231	Manganèse carbonaté.....	250
<i>Caractères des minéraux du lan-</i>		Bisilicate de manganèse.....	251
<i>thane.....</i>	232	Manganèse silicaté rose.....	251
Monazite.....	232	Trisilicate de manganèse.....	251
Edwardsite.....	232	Karpfolite.....	252

Knébérite	252	Hisingérite	266
Péridot manganésien	252	Chloropale	267
FER	252	Chamoisite	267
Fonte	252	CHROME.	267
Acier	252	Chrome métallique	267
Alliages du fer	252	Oxydes de chrome	268
Oxydes de fer	253	Composés du chrome	268
Composés du fer	253	<i>Minéraux du chrome</i>	269
<i>Minéraux du fer</i>	256	<i>Caractères des minéraux du chrome</i>	269
<i>Caractères des minéraux du fer</i>	257	Chrome oxydé	269
Fer oxydulé	257	Wolckonskite	269
Oxyde magnétique	257	Miloschine	269
Franklinite	258	Serbian	269
Fer oligiste	258	Chrome sulfuré	270
Fer oligiste métalloïde	258	Fer chromé	270
Fer oligiste concrétionné	258	Plomb chromé	270
Hématite rouge	258	Vauquelinite	270
Fer oxydé rouge terreux	258	Plomb sous-chromaté cuivreux	270
Fer spéculaire	258	Plomb chromaté	271
Fer micacé	258	Plomb rouge	271
Fer oxydé hydraté	259	Mélanochroïte	272
Hématite brune	259	Ouwarovite	272
Fer sulfuré	259	Grenat chromifère	272
Pyrite jaune	259	NICKEL	272
Pyrite blanche	259	Nickel métallique	272
Fer sulfuré magnétique	260	Oxydes de nickel	272
Pyrite magnétique	260	Composés du nickel	272
Mispickel	261	<i>Minéraux du nickel</i>	274
Pyrite arsenicale	261	<i>Caractères des minéraux du nickel</i>	274
Arsénio-sulfure de fer	261	Nickel sulfuré	274
Fer arsenical	262	Nickel sulfuré bismuthifère	275
Fer sulfaté vert	262	Nickel arsenical	275
Alun de plume	262	Kupfernichel	275
Fer sulfaté rouge	262	Nickel arsenical blanc	276
Coquimbite	263	Rammelsbergite	276
Copiapite	263	Placodine	276
Pitizite	263	Nickel antimonial	277
Fer arséniate	263	Nickel antimonié sulfuré	278
Pharmacosidérite	263	Nickel arsénio-sulfuré	278
Scorodite	263	Nickel gris	278
Arsénio-sidérite	263	Nickel arséniate	278
Fer phosphaté bleu	263	Nickel arsénic	279
Vivianite	263	Nickel hydro-carbonaté	279
Bleu de Prusse natif	263	Nickel hydro-silicaté	279
Fer phosphaté vert	264	Pimélite	279
Dufrénite	264	Chrysoprase terreux	279
Fer phosphaté brun	264	Alizite	279
Delvauxine	264	COBALT.	280
Kakoxène	264	Cobalt métallique	280
Hétérozite	264	Oxydes du cobalt	280
Triphylline	264	Composés du cobalt	282
Tétraphylline	264	<i>Minéraux du cobalt</i>	282
Fer carbonaté	265	<i>Caractères des minéraux du cobalt</i>	282
Fer spathique	265	Cobalt oxydé noir	282
Fer carbonaté lithoïde	265	Cobalt argentifère	282
Fer oxalaté	265	Cobalt sulfuré	282
Oxalate de fer	265	Cobalt arsenical	283
Oxalite	265	Cobalt gris	284
Humboldtite	265	Arsénio-sulfure de cobalt	284
Fers silicatés	266	Cobalt arséniate	284
Cronstedtite	266	URANIUM	285
Sidéroschisolite	266	Uranium métallique	285

Oxydes d'uranium	285	Anatase	203
Composés de l'uranium	285	Oisanite	303
<i>Minéraux de l'uranium</i>	286	Octaédrite	304
<i>Caractères des minéraux de l'uranium</i>	286	Brookite	304
Pechblende	286	Arkansite	304
Urane oxydulé	286	Warwickite	304
Urane oxydé hydraté	287	Fluorure de titane et de fer	304
Gummierz	287	Crichtonite	305
Eliasite	287	Ilménite	306
Uranite	287	Washingtonite	306
Urane phosphaté calcifère	287	Mengite	306
Chalkolite	288	Sables titanifères	306
Urane phosphaté cuprifère	288	Fers titanés	306
Urane sous-sulfaté	288	Nigrine	306
Johannite	288	Polymignite	306
Urane carbonaté calcarifère	289	Sphène	307
Liébigite	289	Greenovite	307
Voglite	289	Pictite	307
TANTALE	289	Ligurite	307
Tantale métallique	289	Keilhanite	307
Acide tantalique	290	Schorlamite	308
Composés du tantale	291	Eukolite titanifère	308
<i>Minéraux du tantale</i>	291	Pyromélane	309
<i>Caractères des minéraux du tantale</i>	291	Rutherfordite	309
Pyrochore de miask	291	Ytthro-titanite	309
Ytthro-tantalite	291	VANADIUM	309
Euxénite	292	Vanadium métallique	309
Fergusonite	292	Oxydes de vanadium	309
Tantalites	293	Acide vanadique	309
Colombites	293	<i>Minéraux du vanadium</i>	311
Baïérine	293	<i>Caractères des minéraux du vanadium</i>	311
Tantalite de Kimito	293	Plomb vanadiaté	311
— de Broddbo	293	Vanadinite	311
— de Finbo	294	Eusynchite	311
— de Bodenmais	294	Descloizite	312
— de Connecticut	294	Déchinite	312
— de Limoges	294	Aræoxène	313
— de Taméla	294	Vanadate de plomb et de zinc	313
— de Chesterfield	294	Vanadate de plomb et de cuivre	313
Æschynite	295	Cuivre vanadaté	313
Tyrite	295	Volborthite	313
NIORIUM	296	MOLYBDÈNE	314
Niobium métallique	296	Molybdène métallique	314
Acide hyponiobique	296	Composés oxygénés du molybdène	314
Acide niobique	297	Acide molybdique	314
<i>Minéraux du niobium</i>	298	<i>Minéraux du molybdène</i>	316
<i>Caractères des minéraux du niobium</i>	298	<i>Caractères des minéraux du molybdène</i>	316
Samarskite	299	Molybdène sulfuré	316
Ytthro-ilménite	299	Acide molybdique	317
Erano-tantale	299	Plomb molybdaté	317
Bragite de Hella	299	Plomb jaune	317
Polykrase	300	Plomb molybdaté basique	318
Wœhlerite	300	TUNGSTÈNE	318
TITANE	300	Tungstène métallique	318
Titane métallique	300	Oxydes du tungstène	319
Acide titanique	301	Acide tungstique	319
<i>Minéraux du titane</i>	303	<i>Minéraux du tungstène</i>	320
<i>Caractères des minéraux du titane</i>	303	<i>Caractères des minéraux du tungstène</i>	320
Rutile	303		
Titane oxydé	303		

Acide tungstique.....	320	Kermès minéral.....	343
Chaux tungstatée.....	321	Antimoine oxydé.....	343
Schéélin calcaire.....	321	Sénarmontite.....	343
Wolfram blanc.....	321	Exitèle.....	343
Wolfram.....	321	Valentinite.....	343
Schéélin ferrugineux.....	321	Acide antimonieux.....	343
Plomb tungstaté.....	323	ÉTAIN.....	345
ZINC.....	323	Étain métallique.....	345
Zinc métallique.....	323	Oxydes d'étain.....	346
Oxyde de zinc.....	324	Composés de l'étain.....	346
Composés du zinc.....	324	<i>Minéraux de l'étain.....</i>	347
<i>Minéraux du zinc.....</i>	326	Étain oxydé.....	347
<i>Caractères des minéraux du zinc.....</i>	327	Étain de bois.....	348
Blende.....	327	Étain sulfuré.....	348
Zinc sulfuré.....	327	PLOMB.....	349
Voltzinc.....	327	Plomb métallique.....	349
Oxysulfure de zinc.....	328	Oxydes de plomb.....	349
Zinc carbonaté anhydre.....	329	Composés du plomb.....	349
Calamine.....	329	Protoxyde de plomb.....	350
Zinc hydrocarbonaté.....	330	Minium.....	350
Zinconise.....	330	Acide plombique.....	350
Buraitite.....	330	<i>Minéraux du plomb.....</i>	351
Zinc silicaté.....	331	<i>Caractères des minéraux du plomb.....</i>	352
Calamine électrique.....	331	Plomb natif.....	352
Zinc silicaté anhydre.....	332	Plomb oxydé jaune.....	352
Willemite.....	332	Massicot.....	352
Troostite.....	332	Plomb oxydé rouge.....	352
Hopéite.....	332	Minium natif.....	352
Brucite.....	333	Plattnérite ou acide plombique.....	352
Zinc oxydé rouge.....	333	Galène.....	353
Zinc hydraté cuprifère.....	333	Plomb sulfuré.....	353
Zinc arséniaté.....	333	Alquifoux.....	353
Zinc sulfaté.....	334	Géokronite.....	354
Gahnite.....	334	Boulangérite.....	354
Spinelle zincifère.....	334	Plomb antimonie-sulfuré.....	354
Kreitonite.....	334	Dufrénoysite.....	355
Dysluite.....	334	Plomb arsénio-sulfuré.....	355
CADMIUM.....	335	Plomb sélénié.....	355
Cadmium métallique.....	335	Séléniure de plomb et de cuivre.....	356
Oxyde de cadmium.....	335	Bournonite.....	356
Composés du cadmium.....	335	Plomb carbonaté.....	356
<i>Minéraux du cadmium.....</i>	336	Céruse minérale.....	356
Cadmium sulfuré.....	337	Plomb sulfato-tricarbonaté.....	357
Greenokite.....	337	Suzanite.....	357
ANTIMOINE.....	337	Plomb sulfo-carbonaté.....	357
Antimoine métallique.....	337	Lanarkite.....	357
Oxydes d'antimoine.....	338	Plomb sulfaté.....	358
Composés de l'antimoine.....	338	Anglésite.....	358
Protoxyde d'antimoine.....	339	Plomb sulfato-carbonaté-cupri-	
Acide antimonique.....	339	fère.....	358
Antimoniate d'oxyde d'antimoine.....	339	Calédonite.....	358
<i>Minéraux de l'antimoine.....</i>	340	Plomb sulfaté-cuprifère.....	359
<i>Caractères des minéraux d'anti-</i>		Plomb phosphaté.....	359
<i>imoine.....</i>	340	Plomb vert.....	359
Antimoine natif.....	340	Plomb brun.....	359
Antimoine arsenical.....	341	Plomb arséniaté.....	360
Antimoine sulfuré.....	341	Plomb arséniaté-hydraté.....	361
Zinkénite.....	342	Plomb chloro-carbonaté.....	361
Plagionite.....	342	Plomb chloruré.....	361
Jamesonite.....	342	Churchillite.....	361
Berthiérite.....	343	Matlockite.....	361
Antimoine oxysulfuré.....	343	Plomb gomme.....	362

Plomb antimonié.....	363	Vert de montagne.....	381
Antimoniate de plomb.....	363	Mysorine.....	381
Hétéromorphite.....	363	Carbonate de cuivre anhydre...	381
Antimoine sulfuré en plume...	363	Cuivre chloruré.....	382
BISMUTH	364	Atakamite.....	382
Bismuth métallique.....	364	Rémolinite.....	382
Oxydes de bismuth.....	365	Cuivre phosphaté.....	382
Composés du bismuth.....	365	Aphérese.....	382
<i>Minéraux du bismuth</i>	366	Libéthénite.....	382
<i>Caractères des minéraux du bismuth</i>	366	Cuivre hydrophosphaté.....	383
Bismuth natif.....	366	Trombolithe.....	383
Bismuth arsénical.....	366	Pélokronite.....	383
Bismuth arsénifère.....	366	Dihydrate.....	383
Bismuth oxydé.....	366	Pseudo-malachite.....	383
Fleur de bismuth.....	366	Phosphoro-calcite.....	383
Bismuth sulfuré.....	366	Cuivre arséniaté.....	384
Bismuthine.....	366	Olivénite.....	384
Bismuth sulfuré plombo-cupri-		Erinite.....	384
fère.....	367	Liroconite.....	385
Nadelerz.....	367	Aphanèse.....	385
Bismuth carbonaté.....	368	Euchroïte.....	385
Agnésite.....	368	Konichalcite.....	386
Bismuth silicaté.....	368	Lindackérite.....	386
Eulytine.....	368	Diopase.....	387
Wismuth-blende.....	368	Achirite.....	387
Kobellite.....	369	Cuivre hydro-siliceux.....	388
CUIVRE	369	Sommervillite.....	388
Cuivre métallique.....	369	Cuivre sulfaté.....	388
Oxydes de cuivre.....	370	Brochantite.....	388
Composés de cuivre.....	370	Sous-sulfate de cuivre.....	388
<i>Minéraux du cuivre</i>	373	Cuivre velouté.....	389
<i>Caractères des minéraux du cuivre</i>	374	Lettsomite.....	389
Cuivre natif.....	374	Bismuth sulfuré cuprifère.....	389
Cuivre oxydulé.....	374	MERCURE	390
Protoxyde de cuivre.....	374	Mercure métallique.....	390
Cuivre oxydé noir.....	375	Oxydes de mercure.....	390
Cuivre sulfuré.....	375	Composés du mercure.....	390
Chalkosine.....	375	<i>Minéraux du mercure</i>	391
Cuivre sulfuré-bismuthifère.....	376	<i>Caractères des minéraux du mer-</i>	
Covelline.....	376	<i>cur</i>	391
Phillipsite.....	376	Mercure natif.....	391
Cuivre panaché.....	376	Mercure sulfuré.....	391
Sulfure de cuivre et de fer.....	376	Cinnabre.....	391
Cuivre pyriteux.....	377	Mercure hépatique.....	391
Chalkopyrite.....	377	Lébererz.....	391
Cuivre gris.....	377	Mercure sélénié.....	392
Panabase.....	377	Mercure sélénié-zincifère.....	393
Tennantite.....	378	Zinc sélénié.....	393
Cuivre gris arsénifère.....	378	Onofrite.....	393
Enargite.....	379	Mercure telluré.....	393
Cuivre sélénié.....	379	Mercure antimonial.....	393
Berzéliine.....	379	Mercure chloruré.....	393
Cuivre arsenical.....	380	Calomel.....	393
Domeykite.....	380	Mercure ioduré.....	394
Cuivre antimonial.....	380	Coccinite.....	394
Cuivre carbonaté bleu.....	380	ARGENT	394
Azurite.....	380	Argent métallique.....	394
Lazulite.....	380	Oxyde d'argent.....	395
Cuivre bleu.....	380	Composés de l'argent.....	395
Chossylite.....	380	<i>Minéraux de l'argent</i>	396
Cuivre carbonaté vert.....	381	<i>Caractères des minéraux de l'ar-</i>	
Malachite.....	381	<i>gent</i>	396

TABLE DES MATIÈRES.

433

Argent natif.....	366	Alliage d'or et de rhodium....	411
Pacos.....	397	Or amalgamé.....	411
Colorados.....	397	Or blanc.....	411
Argent amalgamé.....	397	PLATINE.....	411
Mercure argental.....	397	Platine métallique.....	411
Arquérite.....	398	Composés du platine.....	411
Argent antimonial.....	398	<i>Minéraux du platine.....</i>	412
Discrase.....	398	<i>Caractères du minerai de platine.....</i>	412
Argent arsenical.....	398	Platine natif.....	412
Argent sulfuré.....	399	Platinum.....	412
Argrose.....	399	Polyxène.....	412
Argent sulfuré fragile.....	399	PALLADIUM.....	412
Psaturose.....	399	Palladium métallique.....	412
Stéphanite.....	399	Composés du palladium.....	413
Polybasite.....	400	<i>Minéraux du palladium.....</i>	413
Argent sulfuré antimonif. et plombifère.....	400	<i>Caractères des minéraux du palladium.....</i>	413
Argent gris antimonial.....	400	Palladium natif.....	413
Argent sulfuré flexible.....	400	Palladium sélénié.....	414
Argent sulfuré ferrifère.....	400	IRIDIUM.....	414
Sternbergite.....	401	Iridium métallique.....	415
Argent antimonié sulfuré.....	401	Composé de l'iridium.....	415
Argent rouge.....	401	<i>Minéraux de l'iridium.....</i>	415
Argyritrose.....	401	<i>Caractères des minéraux d'iridium.....</i>	415
Proustite.....	402	Iridium natif.....	415
Argent arsénio-sulfuré.....	402	Osmiure d'iridium.....	415
Argent rouge clair.....	402	Irite.....	416
Rubin-blende.....	402	RHODIUM.....	416
Xanthocon.....	403	Rhodium métallique.....	416
Feuerblende.....	403	Composés du rhodium.....	417
Rittingérite.....	403	<i>Minéraux du rhodium.....</i>	417
Miargyrite.....	403	OSMIUM.....	417
Argent antimonié sulfuré noir.....	403	Osmium métallique.....	417
Argent séléniuré.....	404	Composés de l'osmium.....	418
Naumannite.....	404	Osmites.....	418
Biséléniure d'argent.....	404	Osmiates.....	418
Eukairite.....	405	<i>Minéraux de l'osmium.....</i>	418
Cuivre sélénié argentifère.....	405	RUTHENIUM.....	418
Argent chloruré.....	405	Ruthénium métallique.....	418
Argent corné.....	405	Composés du ruthénium.....	418
Kéragyrite.....	405	<i>Minéraux du ruthénium.....</i>	418
Argent bromuré.....	406	THALLIUM.....	418
Plata verdé.....	406	Thallium métallique.....	418
Bromite.....	406	Composés du thallium.....	420
Argent ioduré.....	406	<i>Minéraux du thallium.....</i>	420
Iodite.....	406	CÆSIUM.....	420
Iodyrite.....	406	Cæsium métallique et ses composés.....	420
Argent carbonaté.....	407	<i>Minéraux du cæsium.....</i>	420
Scbite.....	407	Castor.....	421
OR.....	408	RUBIDIUM.....	421
Or métallique.....	408	Rubidium métallique et ses composés.....	421
Composés de l'or.....	409	<i>Minéraux du rubidium.....</i>	421
<i>Minéraux de l'or.....</i>	409	INDIUM.....	421
<i>Caractères des minéraux de l'or.....</i>	409	Indium métallique.....	421
Or natif.....	411	Composés de l'indium.....	421
Electrum.....	411	<i>Minéraux de l'indium.....</i>	422
Or palladié.....	411		
Auro-poudre.....	411		

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MINÉRAUX ET DES PRINCIPAUX CORPS DE LA CHIMIE

- Acadiolite, 213.**
Acerdèse, 247.
Achirite, 387.
Acide antimonieux, 344.
 — arsénieux, 136.
 — boracique, 143.
 — borique, 143.
 — hyponitrique, 143.
 — hyponitrique, 296.
 — molybdique, 314-317.
 — niobique, 297.
Acides du phosphore, 132.
Acide plombique, 350-352.
 — tantanique, 290.
 — tellureux, 126.
 — titanique, 301.
 — tungstique, 319-320.
 — vanadique, 309.
Acier, 252.
Açorite, 170.
Actinote, 184.
Æschynite, 224-295.
Agalnatolite, 215.
Agnésite, 368.
Aigue-marine, 220.
Albâtre, 163-165.
Albine, 175.
Alizite, 279.
Allanite, 239.
Alliages du fer, 252.
Alliage d'or et de rhodium, 411
Allophane, 201.
Alluaudite, 249.
Alquifoux, 353.
Alstonite, 153.
Alumine, 193.
 — hydratée, 195.
 — phosphatée, 196.
 — sulfatée, 197.
Aluminium, 192.
Alun, 148.
 — ammoniacal, 152.
 — de plume, 262.
 — sodifère, 149.
Alunite, 198.
Amblygonite, 196.
Améthyste orientale, 194.
Amiante, 184.
Ammoniaque, 151.
 — carbonatée, 152.
 — chlorurée, 152.
 — phosphatée, 152.
- Ammoniaque sulfatée, 152.**
Amphiboles, 184.
 — noire, 185.
 — verte, 184.
Amphodérite, 203.
Amphigène, 209.
Analcime, 214.
Anatase, 303.
Andalousite, 199.
Anglésite, 358.
Anhydrite, 167.
Anorthite, 208.
Anthophyllite, 185.
Anthracite, 139.
Antimoine, 337.
 — arsenical, 341.
 — métallique, 337.
 — natif, 340.
 — oxydé, 343.
 — oxy-sulfuré, 343.
 — sulfuré, 341.
 — sulfuré en plume, 363.
Antimoniate d'oxyde d'anti-
moine, 339.
 — de plomb, 363.
Apatite, 167.
Aphanèse, 385.
Aphérèse, 382.
Apophyllite, 175.
Araeoxène, 313.
Argent, 394.
 — amalgamé, 397.
 — antimonial, 398.
 — antimonie-sulfuré, 401.
 — antimonie sulfuré noir,
 403.
 — arsenical, 398.
 — arsénio-sulfuré, 402.
 — bromuré, 406.
 — carbonaté, 407.
 — chloruré, 405.
 — corné, 405.
 — gris antimonial, 400.
 — ioduré, 406.
 — métallique, 394.
 — natif, 396.
 — rouge, 401.
 — rouge-clair, 402.
 — sélénuré, 404.
 — sulfuré, 399.
 — sulfuré antimonial et
 plombifère, 400.
- Argent sulfuré ferrifère, 400.**
 — sulfuré flexible, 400.
 — sulfuré fragile, 399.
 — telluré, 130.
Argiles, 200.
Argyritrose, 401.
Argyrose, 399.
Arkansite, 304.
Arquérite, 397.
Arragonite, 164.
Arréniates, 134.
Arsenic, 134.
 — natif, 135.
 — oxydé, 136.
 — sulfuré jaune, 136.
 — sulfuré rouge, 136.
Arsénio-sidérite, 262-263.
Arsénio-sulfure de cobalt, 234.
 — oxydé, 343.
Arsénophyllite, 136.
Arsénites, 134.
Arséniures, 134.
Asbeste, 184.
Asphaltes, 141.
Atakamite, 382.
Athérasite, 174.
Augite, 177.
Auto-poudre, 411.
Axinite, 178.
Azotates, 116.
Azote, 116.
Azotites, 116.
Azurite, 380.
Baïérine, 293.
Baryte, 152.
 — carbonatée, 154.
 — sulfatée, 154.
 — sulfo-carbonatée, 153.
Baryto-calcite, 154
 — sulfate de strontiane,
 153-158.
Baryum, 152.
Basalte, 178.
 — décomposé, 178.
Beaumontite, 212.
Berthièrite, 343.
Berséite, 169.
Béryl, 220.
Berzéliine, 379.
Beudantine, 210.
Bioxyde de baryum, 152.
 — de calcium, 160.

- Biséléniure d'argent, 404.
 Bisilicate de chaux, 171.
 — de manganèse, 251.
 Bismuth, 364.
 — arsenical, 266.
 — arsénifère, 366.
 — carbonaté, 268.
 — métallique, 364.
 — natif, 366.
 — oxydé, 366.
 — silicaté, 368.
 — sulfuré, 366.
 — sulfuré cuprifère, 389.
 — sulfuré plombo-cuprifère, 367.
 — telluré, 129.
 Bismuthine, 266.
 Bisulfure de manganèse, 249.
 Bitumes, 141.
 — élastique, 141.
 Blonde, 327.
 Bleu de Prusse natif, 263.
 Bonsroditte, 206.
 Boracite, 182.
 Borates, 143.
 Borax, 149.
 Bordite, 178.
 Bore, 142.
 — adamantin, 142.
 — graphitoïde, 142.
 Borنية, 129.
 Boro-calcite, 170.
 Boulangerite, 354.
 Bournonite, 356.
 Bragite de Hella, 299.
 Branchite, 142.
 Braunitte, 248.
 Brewstérite, 156-212.
 Brochantite, 388.
 Bromates, 118.
 Brome, 118.
 Bronnité, 406.
 Bromures, 118.
 Bronzite, 188.
 Brookite, 304.
 Brucite (magnésie), 181.
 — (zinc), 333.
 Buralite, 330.
 Cadmium, 335.
 — métallique, 335.
 — sulfuré, 337.
 Cæsium, 420.
 — métallique et ses composés, 420.
 Calcium, 169.
 Calamine, 329.
 — électrique, 331.
 Calcaréo-sulfate de strontiane, 158.
 Calédonite, 358.
 Calomel, 393.
 Calstron-baryte, 156.
 Canerinite, 210.
 Candite, 491.
 Carbonates, 138.
 Carbonate de chaux prismatique, 164.
 — de cuivre anhydre, 381.
 Carbone, 136.
 — libre, 136.
 Castor, 421.
 Catapléite, 224.
 Célestine, 159.
 Cérine, 240.
 Cérîte, 239.
 Cérium, 236.
 — carbonaté, 237.
 — fluaté, 238.
 — hydrofluaté, 239.
 — hydrofluaté de Bastuaës, 232.
 — phosphaté, 237.
 Céruse minérale, 356.
 Ceylanite, 191.
 Chabasite, 213.
 Chalilite, 215.
 Chalkolite, 288.
 Chalkopyrite, 377.
 Chalkosine, 375.
 Chamosite, 267.
 Charbon (support), 48.
 Chaux, 160.
 — anhydro-sulfatée, 167.
 — antimonide, 169.
 — arséniate, 168.
 — arséniate anhydre, 169.
 — boratée, 170.
 — carbonatée, 163.
 — fluatée, 164.
 — oxalatee, 171.
 — phosphatée, 167.
 — sulfatée, 165.
 — tungstatée, 321.
 Chessylite, 380.
 Chiolite, 197.
 Chlorates, 111.
 Chlore, 117.
 Chlorite, 186.
 Chloropale, 267.
 Chlorures, 117.
 Chronikrite, 185.
 Christianite, 214.
 Chrome, 267.
 — métallique, 267.
 — oxydé, 269.
 — sulfuré, 270.
 Chromochlorite, 185.
 Chrysohéryl, 222.
 Chrysolite, 222.
 Chryso-prase terreux, 279.
 Chrysolite, 184.
 Churehillite, 361.
 Cinnabre, 391.
 Clinoclure, 185.
 Cobalt, 280.
 — argentifère, 282.
 — arséniate, 284.
 — arsenical, 283.
 — gris, 284.
 — métallique, 280.
 — oxydé noir, 282.
 — sulfuré, 282.
 Coccinite, 394.
 Collyrite, 201.
 Colorados, 397.
 Columbitte, 293.
 Composés de l'alumine, 193.
 — de l'antimoine, 338.
 — de l'argent, 395.
 — du bismuth, 365.
 — du cadmium, 335.
 — du cérium, 236.
 — du chrome, 268.
 — du cobalt, 280.
 — du cuivre, 370.
 — du didyme, 235.
 Composés de l'étain, 346.
 — du fer, 253.
 — du glucinium, 219.
 — de l'indium, 422.
 — de l'iridium, 415.
 — du manganèse, 242.
 — du mercure, 390.
 — oxygénés du molybdène, 314.
 — du nickel, 272.
 — de l'or, 409.
 — de l'osmium, 418.
 — du palladium, 413.
 — du phosphore, 132.
 — du platine, 411.
 — du plomb, 349.
 — du rhodium, 417.
 — du ruthénium, 418.
 — du tantale, 290.
 — du thallium, 420.
 — de l'uranium, 285.
 — du zinc, 324.
 — du zirconium, 222.
 Comptonite, 215.
 Condrotite, 188.
 Copal fossile, 141.
 Copiapite, 263.
 Coprolithe, 167.
 Coquimbite, 263.
 Cordiérite, 187-204.
 Corindon, 194.
 Corindon hémorphane, 195.
 Couzzeranite, 211.
 Covelline, 376.
 Covellinite, 210.
 Craie, 163.
 — de Briançon, 192.
 Crichtonite, 395.
 Criptolithe, 238.
 Cronstedtite, 266.
 Cryolithe, 197.
 Cuivre, 369.
 — antimonial, 380.
 — arséniate, 384.
 — arsenical, 380.
 — bleu, 380.
 — carbonaté bleu, 380.
 — carbonaté vert, 381.
 — chloruré, 382.
 — gris, 377.
 — gris arsénifère, 378.
 — hydrophosphaté, 383.
 — hydrosiliceux, 388.
 — métallique, 369.
 — natif, 374.
 — oxydé noir, 375.
 — oxydulé, 374.
 — panaché, 376.
 — phosphaté, 382.
 — pyriteux, 377.
 — sélénié, 376.
 — sélénié argentifère, 405.
 — sulfaté, 388.
 — sulfuré, 375.
 — sulfuré bismuthifère, 376.
 — vanadaté, 313.
 — velouté, 389.
 Cyanite, 198.
 Cyanures, 137.
 Cymophane, 222.
 Cyprine, 173.
 Dalholite, 172.
 Davyne, 210.

- Déchinite, 342.
 Delvauxine, 264.
 Descloizite, 262.
 Diallages, 188.
 Diallage talquoux, 189.
 Diamant, 139.
 Diaspore, 195.
 Dichroïte, 187-204.
 Didyme, 235.
 Dihydrate, 383.
 Discrase, 398.
 Disthène, 198.
 Diopside, 177.
 Diopside, 387.
 Dipyre, 210.
 Dolomie, 164.
 Domeykite, 380.
 Dréclite, 156.
 Dufrenôite, 264.
 Dufrenôysite, 355.
 Dysclase, 171.
 Dysluite, 334.
 Eau, 116.
 Ecume de mer, 182.
 Edforsite, 171.
 Edingtonite, 176.
 Edwardsite, 232-237.
 Egéranie, 173.
 Eisen-apatite, 249.
 Elatérite, 141.
 Electrum, 311.
 Eliasite, 287.
 Émeraude, 220.
 — orientale, 195.
 Emeri, 195.
 Emmonsite, 159.
 Enargite, 379.
 Ephésite, 204.
 Epidote, 173.
 — cérifère, 233.
 — manganésifère, 173.
 Epistilbite, 212.
 Epsomite, 183.
 Erbine, 231.
 Erbium, 231.
 Erdmannite, 234.
 Ériuite, 384.
 Esmarkite, 202.
 Etain, 345.
 Etain de bois, 348.
 — métallique, 345.
 — oxydé, 347.
 — sulfuré, 348.
 Euchroïte, 385.
 Euclase, 220.
 Eudialite, 225.
 Eukairite, 405.
 Eukolite, 226.
 — titanifère, 308.
 Eulytine, 368.
 Eusynchite, 311.
 Euxénite, 292.
 Exitèle, 343.
 Fahlnite, 205.
 Faujasite, 213.
 Feldspath lithinifère, 208.
 — albite, 207.
 — orthose, 206.
 Fer, 252.
 — arséniaté, 263.
 — arsenical, 262.
 — carbonaté, 265.
 — carbonaté lithoïde, 265.
 Fer chromé, 270.
 — concrétionné, 258.
 — micacé, 258.
 — oligiste, 258.
 — oligiste métalloïde, 258.
 — oxalaté, 265.
 — oxydé hydraté, 259.
 — oxydé rouge terreux, 258.
 — oxydulé, 257.
 — phosphaté bleu, 263.
 — phosphate brun, 264.
 — phosphaté vert, 264.
 Fers silicatés, 266.
 — spatulique, 265.
 — spéculaire, 258.
 — sulfaté rouge, 262.
 — sulfaté vert, 262.
 — sulfuré, 259.
 — sulfuré magnétique, 260.
 — telluré, 261.
 — titané, 267.
 — titanés, 306.
 Fergusonite, 292.
 Ferrocyanures, 138.
 Ferrocyanures, 138.
 Feuerblende, 403.
 Fichtélite, 142.
 Fleur de bisulfure, 366.
 Fluor, 119.
 Fluorine, 164.
 Fluorures, 119.
 — de titane et de fer, 304.
 Fonte, 252.
 Franklinité, 258.
 Frugardite, 173.
 Gadolinite, 230.
 Gahnite, 334.
 Galène, 353.
 Gchlénite, 174-203.
 Géokronite, 354.
 Gibbsite, 195.
 Gigantolite, 205.
 Giobertite, 181.
 Gismondine, 213.
 Glaucolite, 203.
 Glottalite, 177.
 Glucinium, 219.
 Graphite, 139.
 Greenokite, 337.
 Greenovite, 307.
 Grenat Almandin, 202.
 — chromifère, 272.
 — magnésien, 202.
 — manganésien, 202.
 Grenats, 201.
 — grossulaires, 172.
 Gummierz, 287.
 Guroïte, 175.
 Gypse, 165.
 Haidingerite, 168.
 Harmotome, 156.
 Hartite, 142.
 Hauérite, 249.
 Hauine, 178.
 Hausmannite, 245.
 Helminthe, 185.
 Helvine, 221.
 Hématite brune, 259.
 — rouge, 258.
 Herschélite, 214.
 Hétéromorphite, 363.
 Hétérozite, 264.
 Heulandite, 212.
 Hisingérite, 266.
 Hopéite, 332.
 Hornblende, 185.
 Houille grasse, 140.
 — maigre, 140.
 — maréchale, 140.
 — sèche, 140.
 Humboldtite, 174.
 Hnboldtite, 265.
 Hureaultite, 249.
 Hyacinthe, 223.
 Hydrargyrite, 195.
 Hydrates, 116.
 Hydroboracite, 183.
 Hydroburcholite, 200.
 Hypochlorites, 117.
 Hydrogène, 116.
 Hydrolithe, 214.
 Hydrosulfate de zircon, 223.
 Hyposulfites, 122.
 Idocrase, 173.
 — cuprifère, 173.
 — du Piémont, 173.
 Ilménite, 306.
 Iodates, 119.
 Iode, 119.
 Iodite, 406.
 Iodures, 119.
 Iodyrite, 406.
 Indium, 421.
 — métallique, 421.
 Iridium, 414.
 — métallique, 414.
 — natif, 415.
 Irite, 416.
 Itnérite, 215.
 Ixolite, 142.
 Jade oriental, 184.
 Jamesonite, 342.
 Johannite, 288.
 Kankène, 264.
 Kammérite, 186.
 Kaolin, 201.
 Karpholite, 252.
 Karsténite, 167.
 Keilhautite, 307.
 Kérargyrite, 405.
 Kermès minéral, 343.
 Klaprothine, 196.
 Knébélite, 252.
 Kobellite, 369.
 Konichalcite, 386.
 Konlite, 142.
 Kreittonite, 334.
 Kupfernickel, 275.
 Labrador, 207.
 Lagonite, 186.
 Lanarkite, 357.
 Lanthane, 231.
 Lanthanite, 234.
 Lanthanite (cérium), 237.
 Launonite, 176.
 Lazulite (alumine), 196.
 — (cuivre), 380.
 Lébérzerz, 391.
 Léedsite, 153.
 Letsonite, 389.
 Leucophane, 221.
 Lévyne, 213.
 Libéthénite, 382.
 Liebigite, 289.
 Lignites, 140.
 Ligurite, 307.

- Lindackérite, 386.
 Liroconite, 385.
 Lithine, 150.
 Lithium, 150.
 Magnésie, 179.
 — boratée, 182.
 — carbonatée, 181.
 — hydratée, 181.
 — hydro-carbonatée, 181.
 — native, 181.
 — phosphatée, 183.
 — sulfatée, 183.
 Magnésite, 182.
 Magnésium, 179.
 Malachite, 381.
 Malakon, 223.
 Manganèse, 241.
 — arsenical, 250.
 — barytique, 247.
 — carbonaté, 250.
 — phosphaté-ferrifère, 249.
 — silicaté rose, 251.
 — sulfuré, 248.
 Marbres, 163.
 Margarite, 204.
 Mascagnine, 152.
 Massicot, 352.
 Matières organiques, 137.
 Matlockite, 361.
 Mélonite, 174.
 Mélanochroïte, 272.
 Mélinothane, 221.
 Mellilite, 174.
 Mellonite 131.
 Mongite, 306.
 Mercure, 390.
 — antimonié, 393.
 — argenté, 397.
 — chloruré, 393.
 — hépatique, 391.
 — ioduré, 394.
 — métallique, 390.
 — natif, 391.
 — sélénié, 392.
 — sélénié-zincifère, 393.
 — sulfuré, 391.
 — telluré, 393.
 Mésitinspath, 182.
 Mésotype, 211.
 Métaxite, 189.
 Miargyrite, 403.
 Mica, 217.
 Microlite, 170.
 Miloschine, 269.
 Minéraux de l'alumine, 193.
 — contenant de l'ammoniaque, 152.
 — de l'antimoine, 340.
 — de l'argent, 396.
 — de l'arsenic, 135.
 — contenant de l'azote oxygéné, 117.
 — de la baryte, 153.
 — du bismuth, 396.
 — contenant du bore, 143.
 — contenant du brome, 119.
 — du cadmium, 336.
 — contenant du carbone libre ou hydrogéné, 138.
 — contenant du carbone à l'état d'acide carbonique, 139.
 — contenant du carbone à un autre état oxygéné que l'acide carbonique, 139.
 Minéraux du cérium, 237.
 — de la chaux, 161.
 — contenant du chlore, 118.
 — du chrome, 269.
 — du cobalt, 282.
 — du cæsium, 420.
 — du cuivre, 373.
 — du didyme, 235.
 — de l'étain, 347.
 — du fer, 256.
 — contenant du fluor, 120.
 — de la glucine, 220.
 — de l'iridium, 415.
 — de l'indium, 422.
 — contenant de l'iode, 119.
 — du lanthane, 231.
 — contenant de la lithine, 151.
 — de la magnésie, 180.
 — du manganèse, 244.
 — du mercure, 391.
 — du molybdène, 316.
 — du nickel, 274.
 — du niobium, 298.
 — de l'or, 409.
 — de l'osmium, 418.
 — du palladium, 413.
 — contenant de l'acide phosphorique, 133.
 — du platine, 412.
 — du plomb, 351.
 — contenant de la potasse, 448.
 — du rhodium, 417.
 — du rubidium, 421.
 — du ruthénium, 418.
 — du sélénium, 425.
 — siliceux ne fondant que sur les arêtes vives, 145.
 — siliceux fusibles, qui se boursoufflent en fondant, 146.
 — siliceux fusibles, fondant sans se boursouffler, 145.
 — siliceux infusibles, 144.
 — contenant de la soude, 149.
 — contenant du soufre ou de l'acide sulfurique, 123.
 — de la strontiane, 158.
 — du tantale, 291.
 — du tellure, 127.
 — de terbine et d'erbine, 231.
 — du thallium, 420.
 — du thorium, 226.
 — du titane, 303.
 — du tungstène, 320.
 — de l'uranium, 285.
 — du vanadium, 311.
 — de l'yttria, 228.
 — du zinc, 326.
 — de la zircone, 223.
 Minium, 350.
 — natif, 352.
 Mispickel, 261.
 Molybdène, 314.
 — métallique, 314.
 — sulfuré, 316.
 Monazite, 232.
 Mosandrite, 233.
 Musite, 234.
 Mysorine, 381.
 Nadelert, 367.
 Natron, 149.
 Naumannite, 404.
 Néphéline, 210.
 Nickel, 272.
 — antimonial, 277.
 — antimonié sulfuré, 278.
 — arseniaté, 278.
 — arsenical, 275.
 — arsenical blanc, 276.
 — arsenié, 279.
 — arsenio-sulfuré, 278.
 — gris, 278.
 — hydrocarbonaté, 279.
 — hydrosulfaté, 279.
 — métallique, 272.
 — sulfuré, 274.
 — sulfuré bismuthifère, 275.
 — telluré, 131.
 Nigrine, 306.
 Niobium, 296.
 — métallique, 296.
 Nitre, 66-148.
 Octaédrite, 304.
 Erstedite, 225.
 (Ébite, 259.
 Osanite, 303.
 Oligoclase, 207.
 Oligonspath, 251.
 Olivérite, 384.
 Olivine, 189.
 Onchosite, 215.
 Onofrite, 393.
 Or, 408.
 — amalgamé, 411.
 — blanc, 411.
 — graphique, 128.
 — métallique, 408.
 — natif, 409.
 — palladié, 411.
 Orangite, 227.
 Orpiment, 136.
 Orthite, 240.
 Osmélite, 175.
 Osmiats, 418.
 Osmites, 418.
 Osmium, 417.
 — métallique, 417.
 Osmiure d'iridium, 415.
 Oural-orthite, 233.
 Ouwarovite, 272.
 Oxalate de fer, 265.
 Oxalite, 265.
 Oxhavérite, 175.
 Oxydes d'antimoine, 338.
 Oxyde d'argent, 395.
 Oxydes du baryum, 152.
 — de bismuth, 365.
 — brachytype du manganèse, 246.
 — de cadmium, 335.
 — de calcium, 160.
 — de cérium, 236.
 — de chrome, 268.
 — de cobalt, 280.
 — de cuivre, 370.
 — de didyme, 235.
 — d'étain, 346.
 — de fer, 253.
 — de lanthane, 231.

- Oxyde magnétique, 257.
 — de manganèse, 242.
 — de manganèse prismatique, 246.
 — de manganèse, 245.
 — de mercure, 390.
 — de nickel, 272.
 — de plomb, 349.
 — Oxyde de strontium, 157.
 — du tungstène, 319.
 — d'uranium, 285.
 — de vanadium, 309.
 — de zinc, 324.
- Oxygène, 416.
 Oxy-sulfure de zinc, 328.
 Ozokérite, 142.
 Pacos, 397.
 Pagodite, 215.
 Palladium, 412.
 — métallique, 412.
 — natif, 413.
 — sélénié, 414.
- Panabase, 377.
 Parisite, 234.
 Parophite, 215.
 Pechbleude, 286.
 Pectolite, 475.
 Pélokronite, 383.
 Pennine, 187.
 Perchlorates, 117.
 Périclase, 181.
 Périodot, 189.
 — manganésien, 252.
 — oriental, 189.
- Péridates, 119.
 Pérowskite, 169.
- Peroxyde de manganèse hydraté, 247.
 Pétalite, 208.
 Phakolite, 213.
 Pharmacolite, 168.
 Pharmacosidélite, 263.
 Phénakite, 220.
 Phillipsite (alumine), 213.
 — (cuivre), 376.
 Pholélite, 200.
 Phosphate double de soude et d'ammoniaque, 56-152.
 Phosphocrérite, 238.
 Phosphore, 131.
 — ordinaire, 131.
 — rouge, 131.
- Phosphoro-calcite, 383.
 Picnite, 216.
 Picrosmine, 189.
 Picrothomonite, 215.
 Picrite, 307.
 Pierre d'alun, 198.
 Pierres calcaires, 163.
 Pierre de lard, 215.
 — de savon, 192.
- Pikrophyllite, 189.
 Pinite, 205.
 Pitzite, 263.
 Placodine, 276.
 Plagionite, 342.
 Plata verdé, 406.
 Platine, 411.
 — métallique, 411.
 — natif, 412.
- Platinum, 412.
 Platnérite, 352.
 Pléonaste du Vésuve, 191.
- Plomb, 349.
 — antimonie, 363.
 — antimonie sulfuré, 354.
 — arsénié, 360.
 — arsénié hydraté, 361.
 — arsénio-sulfuré, 355.
 — brun, 359.
 — carbonaté, 356.
 — chromaté, 271.
 — chloro-carbonaté, 361.
 — chloruré, 361.
 — chromé, 270.
 — gomme, 362.
 — jaune, 317.
 — métallique, 349.
 — molybdaté, 317.
 — molybdaté basique, 318.
 — natif, 352.
 — oxyde jaune, 352.
 — oxyde rouge, 352.
 — phosphaté, 359.
 — rouge, 271.
 — sélénié, 355.
 — sous-chromaté cuivreux, 270.
 — sulfaté, 358.
 — sulfato-carbonaté cuprifère, 358.
 — sulfaté cuprifère, 359.
 — sulfato-tricarbonaté, 357.
 — sulfato-carbonaté, 357.
 — sulfuré, 353.
 — telluré, 130.
 — tungstaté, 323.
 — vanadiaté, 311.
 — vert, 359.
- Polyalithe potassique d'Ischel, 448.
 Polybasite, 400.
 Polykrase, 300.
 Polymignite, 307.
 Polyxène, 412.
 Portite, 215.
 Potasse, 146.
 Potassium, 146.
 Pimélite, 279.
 Praseolite, 203.
 Prehnite, 176.
- Protoxyde d'antimoine, 339.
 — de cuivre, 374.
 — de plomb, 350.
- Proustite, 402.
 Psaturose, 399.
 Pseudo-malachite, 383.
 Psilomélane, 247.
 Puscldélite, 173.
 Pyrite arsenicale, 261.
 — blanche, 259.
 — jaune, 259.
 — magnétique, 260.
- Pyrochlore de Friedrich-warn, 169.
 — de Miask, 291.
 Pyrolusite, 246.
 Pyromélane, 309.
 Pyrophyllite, 198-216.
 Pyrophysalite, 216.
 Pyrorrhite, 240.
 Pyrosclérite, 190.
 Pyroxène, 177.
 — blanc, 177.
 — noir, 177.
- Rammelsbergite, 276.
- Réalgar, 136.
 Rémolinite, 382.
 Résines fossiles, 141.
 Rétinalite, 190.
 Rétinite, 141.
 Rhodium, 416.
 — métallique, 416.
 Rhodizite, 183.
 Rhyacolithé, 209.
 Rittingérite, 403.
 Roméine, 169.
 Rubidium, 421.
 — métallique et ses composés, 421.
- Rubinblende, 402.
 Rubis oriental, 194.
 Ruthénium, 418.
 — métallique, 418.
 Rutherfordite, 309.
 Rutile, 303.
 Sables titanifères, 306.
 Smarskite, 299.
 Saphir blanc, 194.
 — d'eau, 204.
 — indigo, 194.
 — oriental, 194.
- Sarcolite, 175.
 Sassoine, 143.
 Savite, 215.
 Schéelin calcaire, 321.
 — ferrugineux, 321.
 Schéérite, 142.
 Schillerspath, 188.
 Schistes bitumineux, 441.
 Schneidélite, 215.
 Schorlamite, 308.
 Scolézite, 176.
 Scorodite, 263.
 Selbite, 407.
 Séléniates 124.
 Sélérites, 165.
 Sélénite, 124.
 Sélénum, 123.
 Séléniures, 124.
 Séléniure de plomb et de cuivre, 356.
 — de zinc et de mercure, 329.
- Sel ammoniac, 352.
 Sels ammoniacaux, 151.
 — de barytes, 152.
 — de chaux, 160.
- Sel gemme, 149.
 Sels de lanthane, 231.
 — de lithine, 150.
 — de magnésio, 179.
 — de potasse, 146.
 — de soude, 148.
 — de strontiane, 157.
 — de thorie, 226.
- Serbian, 269.
 Sénarmonite, 343.
 Serpentine, 190.
 Sidéroschisolite, 206.
 Silicates, 144.
 Silicate de magnésie anhydre, 189.
 Silice, 144.
 Silicium, 143.
 Silico-borate de chaux, 172.
 Sloanite, 215.
 Sodalite, 209.
 Sodium, 148.

- Sommervillite, 388.
 Soude, 148.
 — carbonatée, 149.
 — nitratée, 149.
 — sulfatée, 149.
 Soufre, 121.
 Sous-sulfate de cuivre, 388.
 Spath-fluor, 164.
 — d'Islande, 163.
 — pesant, 153.
 Sphène, 307.
 Spinelle, 191.
 — zincifère, 334.
 Stanrotide, 199.
 Stéatite, 192.
 Stellite, 175.
 Stéphanite, 399.
 Sterconite, 152.
 Sternbergite, 401.
 Stilbite, 211.
 Strommite, 159.
 Strontiane carbonatée, 158.
 — sulfatée, 159.
 Strontianite, 158.
 Strontium, 157.
 Succin, 144.
 Suif minéral, 142.
 — de montagne, 142.
 Sulfates, 123.
 Sulfate de potasse naturel, 148.
 Sulfites, 122.
 Sulfure de cuivre et de fer, 376.
 Sulfures, 121.
 Suzanite, 357.
 Tachyphalite, 228.
 Tafeldspath, 171.
 Talc, 191.
 Tantalate de chaux, 170.
 Tantale, 289.
 — métallique, 289.
 Tantalite, 267.
 Tantalites, 293.
 Tantalite de Bodenmais, 294.
 — de Broddbo, 293.
 — de Chesterfield, 294.
 — du Connecticut, 294.
 — de Fimbo, 294.
 — de Kimito, 293.
 — de Limoges, 294.
 — de Tameña, 294.
 Tellurates, 126.
 Tellure, 125.
 — auro-argentifère, 128.
 — auro-plombifère, 129.
 — bismuthifère, 129.
 — carbonaté, 128.
 — gris, 129.
 — natif, 128.
 — plombo-aurifère, 129.
 Tellurites, 126.
 Tellurures, 125.
 Tennantite, 378.
 Terbine, 231.
 Terbium, 231.
 Tétraphylline, 264.
 Thallite, 173.
 Thallium, 418.
 — métallique, 418.
 Thomsonite, 215.
 Thorine, 226.
 Thorite, 227.
 Thorium, 226.
 Titanate de chaux, 169.
 Titane, 300.
 — métallique, 300.
 — oxydé, 303.
 Topaze, 216.
 — brûlée, 216.
 — orientale, 195.
 Torréfite, 252.
 Tourbes, 141.
 Tourmaline, 218.
 — apyre, 219.
 — ferrugineuse, 218.
 — lithinique, 218.
 — magnésienne, 218.
 — manganésienne, 218.
 — potassique, 218.
 — sodique, 218.
 Trémolite, 184.
 Triklasite, 205.
 Triphane, 208.
 Triphylline, 264.
 Triplite, 249.
 Trisilicate de chaux, 174.
 — de manganèse, 251.
 Tritomite, 241.
 Trombolithe, 383.
 Troostite, 332.
 Tschewkinite, 233.
 Tungstène, 318.
 — métallique, 318.
 Turquoise, 196.
 Tyrite, 295.
 Urane carbonaté calcaire, 289.
 — oxydé-hydraté, 287.
 — oxydulé, 286.
 — phosphaté-calcaire, 287.
 — phosphaté-cuprifère, 288.
 — sous-sulfaté, 288.
 Uranite, 287.
 Uranium, 285.
 — métallique, 285.
 Urano-tantalate, 288.
 — tantale, 299.
 Valentinite, 343.
 Vanadate de plomb et de cuivre, 313.
 — de plomb et de zinc, 313.
 Vanadinite, 314.
 Vanadium, 309.
 — métallique, 309.
 Vaucelinite, 270.
 Vermiculite, 186.
 Vert de montagne, 381.
 Vésuvienne, 173.
 Villarsite, 192.
 Vivianite, 263.
 Voglite, 289.
 Volbortite, 313.
 Voltzine, 328.
 Wacke, 178.
 Wagnérite, 183.
 Warwickite, 304.
 Washingtonite, 306.
 Wavellite, 196.
 Webstérite, 197.
 Weissite, 205.
 Wernérite, 173-202.
 Wichtine, 209.
 Willénite, 332.
 Wismuth-blende, 368.
 Withérite, 153.
 Wöhlérine, 300.
 Wolchonskite, 269.
 Wolfram, 321.
 — blanc, 321.
 Wollastonite, 171.
 Worthite, 199.
 Xanthocon, 403.
 Xylochlore, 175.
 Ytria et ses composés, 228.
 — fluatée, 229.
 — hydrophosphatée, 229.
 — phosphatée, 229.
 — silicatée, 229.
 Yttrium, 228.
 Yturo-cérite, 229.
 — ilménite, 299.
 — tantalite, 291.
 — titanite, 309.
 Zinkénite, 342.
 Zinc, 323.
 — arséniaté, 333.
 — carbonaté anhydre, 329.
 — hydraté cuprifère, 333.
 — hydrocarbonaté, 330.
 — métallique, 333.
 — oxydé rouge, 333.
 — sélénié, 303.
 — silicaté, 331.
 — silicaté anhydre, 332.
 — sulfaté, 334.
 — sulfuré, 327.
 Zirconise, 330.
 Zircon, 223.
 Zirconium, 223.
 Zoisite, 173.

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON. 5