excès de réactif si le sel de chrome est vert, mais se dissolvant complétement et donnant une liqueur rougeâtre si le sel est à l'état violet.

Carbonates alcalins. — Précipité vert, se dissolvant dans un excès de réactif.

Phosphate de soude. — Précipité vert, soluble dans un excès de réactif.

Acide oxalique. Cyanoferrure de potassium. Cyanoferride depotassium. — Pas de précipité.

Sulfhydrate d'ammoniaque. — Précipité d'hydrate de sesquioxyde de chrome.

Acide sulfhydrique. - Pas de précipité.

Les sels de sesqui-oxyde de chrome, fondus avec le borax, le colorent en vert foncé: chauffés avec de l'azotate de potasse, ces sels se transforment en chromate jaune de potasse qui est caractérisé par un pouvoir tinctorial très-intense, et par les différents précipités qu'il forme dans les dissolutions métalliques.

# SESQUICHLORURE DE CHROME. Cr<sup>2</sup>Cl<sup>3</sup>.

A l'état anhydre, ce chlorure est d'une belle couleur fleur de pêcher : il cristallise en larges lames, qui ont une certaine transparence et sont douces au toucher comme le talc.

Ce corps est presque insoluble dans l'eau froide, et ne se dissout qu'avec une extrême lenteur dans l'eau bouillante; mais lorsqu'on le met en contact avec la plus faible quantité de protochlorure de chrome, le mélange s'échauffe, et le sesquichlorure se dissout rapidement dans l'eau. Il suffit de 1/10000 de protochlorure pour produire ce singulier phénomène (M. Péligot).

Plusieurs corps, et principalement le chlorure d'étain, peuvent agir comme le protochlorure de chrome, et déterminer la dissolution du sesquichlorure dans l'eau, mais avec plus de lenteur (Pelouze).

La dissolution ainsi préparée est verte, et ne diffère en rien de celle qu'on obtient en dissolvant l'hydrate de sesqui-oxyde de chrome dans l'acide chlorhydrique.

On prépare le sesquichlorure de chrome anhydre, en chauffant au rouge, dans un courant de chlore, un mélange d'oxyde de chrome et de charbon. On forme avec ces deux substances et une petite quantité d'eau des boulettes que l'on calcine dans un creuset de terre, et qu'on introduit ensuite dans un tube de porcelaine, à travers lequel on fait passer un courant de chlore sec; il se sublime de belles lames fleur de pêcher, qui viennent se déposer pour la plus grande partie au-dessus du mélange, ou qui se condensent dans une allonge adaptée au tube de porcelaine.

CHLORHYDRATE DE SESQUIOXYDE DE CHROME. Cr203,3ClH,6HO.

Ce corps doit être considéré non comme un chlorure, mais comme un chlorhydrate d'oxyde (M. Chevreul). On obtient le chlorhydrate de sesqui-oxyde de chrome 1° en dissolvant dans l'eau le sesquichlorure de chrome anhydre à l'aide du protochlorure; 2° en traitant l'hydrate de sesqui-oxyde de chrome par l'acide chlorhydrique; 3° en faisant chauffer du chromate de potasse avec un excès d'acide chlorhydrique.

La transformation du chromate de potasse en chlorhydrate de chrome, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, est beaucoup plus rapide, lorsqu'on ajoute dans la liqueur une petite quantité d'alcool qui réduit l'acide chromique.

Le chlorhydrate de chrome se présente sous la forme d'une masse verte, déliquescente. Une température qui dépasse 100° le décompose et produit des oxychlorures (M. Moberg).

Lorsqu'on le chauffe à 250° dans un courant d'acide chlorhydrique ou de chlore, il perd à l'état d'eau tout l'hydrogène qu'il contient, et se change en sesquichlorure anhydre violet : Cr<sup>2</sup>Cl<sup>3</sup>.

# (\*) COBALT (Cb=369,00).

Le cobalt a été isolé en 1733 par Brandt.

Il est très-difficile d'obtenir ce métal à l'état de pureté; le cobalt retient presque toujours des traces de fer, d'arsenic ou de nickel.

On obtient le cobalt métallique en réduisant l'oxyde de cobalt par le charbon, ou en calcinant à une température élevée l'oxalate de cobalt.

L'oxyde de cobalt peut être aussi réduit par l'hydrogène, et si l'on opère à une température peu élevée, le métal est pyrophorique comme le fer. Le chlorure de cobalt soumis, au rouge, à l'action de l'hydrogène, donne de l'acide chlorhydrique et du cobalt métallique.

Le cobalt peut être obtenu en culot : il a quelquefois la blancheur de l'argent et peut prendre un beau poli. Sa cassure est à grains très-fins et ressemble à celle de l'acier. Sa densité paraît être 8,6.

Le cobalt est aussi difficile à fondre que le fer, et il est fixe comme ce dernier métal. Il se conserve sans altération dans l'air et dans l'eau à la température ordinaire; mais il s'oxyde rapidement à une température peu élevée.

Le cobalt est magnétique.

Les acides sulfurique et chlorhydrique le dissolvent lentement avec dégagement d'hydrogène. L'acide azotique l'attaque, au contraire, avec énergie.

Il s'unit directement au chlore, au soufre, au phosphore et à l'arsenic; il forme avec l'oxygène les composés suivants :

Protoxyde	CbO;
Sesqui-oxyde	
Oxyde intermédiaire	
Autre oxyde intermédiaire	
Acide cobaltique	

Nous n'étudierons que le protoxyde.

stente. English inperotore qui densact tonte

### PROTOXYDE DE COBALT. CbO.

On obtient le protoxyde de cobalt anhydre sous la forme d'une poudre amorphe d'un vert olive foncé, en calcinant au rouge, à l'abri de l'air, le protoxyde de cobalt hydraté ou le carbonate de cobalt.

On prépare l'hydrate de protoxyde de cobalt en traitant un sel de cobalt par la potasse caustique; sa couleur est rose, il a pour formule CbO.HO.

Le précipité bleu qui se forme lorsqu'on décompose les sels de cobalt par un faible excès de potasse, n'est pas de l'oxyde de cobalt, comme on l'a cru pendant longtemps, mais un sel basique.

L'oxyde de cobalt, chauffé au contact de l'air, absorbe l'oxygène et se transforme en oxyde intermédiaire Cb3O4. L'hydrate d'oxyde de cobalt, laissé pendant quelque temps dans de l'eau aérée, se change également en un corps d'un vert sale, qui paraît être un hydrate d'oxyde intermédiaire.

Le protoxyde de cobalt, chauffé avec le verre ou le borax, produit des teintes d'un bleu très-pur, qui résistent aux températures les plus élevées d'un four à porcelaine, et forment une couleur de grand feu. Il suffit d'une trace de cet oxyde pour donner une couleur bleue très-sensible. Le borax, coloré par l'oxyde de cobalt et traité par l'eau, laisse déposer un précipité d'un bleu foncé.

L'oxyde de cobalt se combine avec les alcalis et les oxydes mé-

talliques; lorsqu'on le chauffe au creuset d'argent avec de la potasse, on obtient une combinaison d'un très-beau bleu, qui se décompose par le contact de l'eau.

L'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque dissolvent l'oxyde de cobalt ; la liqueur prend une teinte d'un jaune rougeatre en

absorbant l'oxygène.

L'oxyde de cobalt se combine sous l'influence de la chaleur avec la magnésie, l'alumine, l'oxyde de zinc : la combinaison d'oxyde de cobalt avec la magnésie est rose; celle que donne l'alumine est d'un bleu magnifique (bleu Thenard); la combinaison de l'oxyde de cobalt avec l'oxyde de zinc est d'un beau vert.

L'hydrate de protoxyde de cobalt se dissout à l'aide de la chaleur dans un grand nombre de sels ammoniacaux et en chasse

l'ammoniaque.

L'oxyde de cobalt est employé pour colorer en bleu le verre et les différentes poteries.

# CARACTÈRES DES SELS DE COBALT.

Les sels de cobalt sont à base de protoxyde; dissous dans une grande quantité d'eau, ils sont d'un beau rose fleur de pêcher, ou d'un rouge grenat; lorsque leur dissolution est concentrée, ils deviennent quelquefois bleus. Les sels cristallisés sont rouges. Les sels solubles calcinés ou les sels insolubles seulement desséchés peuvent être rosés, lilas, ou bleus. Leur saveur est astringente et métallique, leur réaction est toujours acide. Ils se reconnaissent aux caractères suivants :

Potasse. - Précipité bleu, qui est un sel basique; ce précipité devient rose par un excès d'alcali, et prend une teinte d'un vert sale en se suroxydant. La présence des matières organiques em-

pêche la précipitation.

Ammoniaque. - Précipité bleu, devenant vert et se dissolvant ensuite dans un excès de réactif en produisant une liqueur d'un brun rougeatre. Lorsque cette dissolution ammoniacale contient un grand excès de sel ammoniac, elle n'est pas précipitée par la potasse.

Carbonate de potasse. — Précipité rouge de carbonate basique. Carbonate d'ammoniaque. - Précipité rouge, soluble dans le

chlorhydrate d'ammoniaque.

Phosphate de soude. - Précipité bleu violet de phosphate de

Arséniate de soude. — Précipité rose d'arséniate de cobalt. Cyanoferrure de potassium. - Précipité vert sale devenant gris. Cyanoferride de potassium. — Précipité d'un rouge foncé.

Tannin. - Pas de précipité.

Sulfhydrate d'ammoniaque. — Précipité noir, insoluble dans un excès de réactif; les matières organiques ne s'opposent pas à cette précipitation.

Acide sulfhydrique. — Pas de précipité, si l'acide du sel esténergique et en excès; en présence d'un excès d'acétate de soude, les sels de cobalt sont complétement précipités en noir par l'acide sulfhydrique.

Sulfures solubles. - Précipité noir de sulfure de cobalt.

Les sels de cobalt se reconnaissent très-facilement au chalumeau; la plus petite quantité de l'un de ces sels colore en bleu le borax et l'alumine.

Les sels de cobalt, traités par un excès d'ammoniaque à l'abri de l'oxygène, forment des sels nommés sels ammonia-cobaltiques, dont la composition peut être représentée par l'équivalent de sel de cobalt et 3 équivalents d'ammoniaque. Les sels ammonia-cobaltiques absorbent l'oxygène et peuvent donner quatre nouvelles séries de sel formées par des bases quaternaires contenant de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote et du cobalt. Quelques-unes de ces bases ont été isolées (Fremy). Ces nouvelles combinaisons sont analogues aux sels ammoniaco-platiniques dont il sera parlé plus loin.

## CHLORURE DE COBALT. CbCl.

On obtient le chlorure de cobalt en dissolvant dans l'acide chlorhydrique, du protoxyde, du sesqui-oxyde, ou bien du carbonate de cobalt. Sa dissolution est rouge; mais lorsqu'elle est très-acide ou qu'on la chauffe après l'avoir concentrée, elle devient bleue; si elle prend une teinte verte par la concentration, c'est qu'elle contient de l'oxyde de nickel ou de l'oxyde de fer.

Sa dissolution donne, par l'évaporation, des cristaux de chlorure de cobalt hydraté, qui sont décomposés par la chaleur en acide chlorhydrique, en chlorure anhydre qui se sublime, et en oxyde de cobalt.

La propriété que présente le chlorure de cobalt de devenir bleu par la concentration et la chaleur le rend propre à la préparation d'une encre de sympathie. Cette encre peut être faite avec du chlorure de cobalt pur (elle est alors bleue), ou avec un sel de cobalt contenant une certaine quantité de fer. On obtient une encre verte en dissolvant i partie de cobalt gris (arséniosulfure de cobalt) dans 3 parties d'acide azotique; on étend la dissolution de 24 parties d'eau, et l'on y ajoute du sel marin et du chlorhydrate d'ammoniaque. La liqueur que l'on obtient ainsi forme sur le papier des lettres qui sont à peine visibles; mais lorsqu'on les chauffe légèrement, elles apparaissent avec une belle couleur verte, et disparaissent peu à peu lorsqu'on expose le papier à l'influence de l'air humide.

Du reste, toutes les dissolutions métalliques ou organiques qui se colorent sous l'influence de la chaleur ou par l'action des réactifs, peuvent servir d'encre de sympathie.

# PHOSPHATE DE COBALT.

Ce sel est insoluble dans l'eau; il se produit par double décomposition et forme un précipité violet. On obtient une couleur bleue connue sous le nom de bleu Thenard, en calcinant au rouge-cerise, pendant une demi-heure, dans un creuset couvert, 1 partie de phosphate de cobalt humide avec 8 parties d'alumine en gelée et réduisant en poudre très-fine le produit de la calcination.

#### SILICATE DE COBALT. - SAFRE.

On donne le nom de safre à une combinaison de silice et d'oxyde de cobalt qui sert à préparer l'azur. Le safre du commerce est un simple mélange de cobalt grillé et de quartz réduit en poudre fine.

## SMALT OU AZUR.

Le smalt est un verre bleu que l'on prépare en chauffant du minerai de cobalt grillé avec du sable quartzeux et de la potasse. L'azur est un smalt réduit en poudre impalpable.

Voici la composition d'un azur de première qualité:

Protoxyde de cobalt	14.7
Oxyde de fer	4,2
- de plomb	4,7
Alumine	5,0
Potasse	
Silice	54,8

La production du smalt en Allemagne est annuellement d'environ 12 à 14000 quintaux métriques.

#### EXTRACTION DU COBALT.

On retire immédiatement le cobalt de l'arséniosulfure de cobalt naturel ou cobalt gris; on préfère le cobalt gris de Tunaberg, en Suède, parce qu'il ne contient que des traces de nickel. On ne peut enlever complétement par le grillage le soufre et l'arsenic; il vaut mieux fondre le minerai avec du soufre et du carbonate de soude; il se forme une combinaison de sulfure d'arsenic et de sulfure de sodium, et du sulfure de cobalt qui se rassemble en un culot; ce sulfure est soluble dans les acides sulfurique et chlorhydrique. On peut obtenir ainsi une dissolution d'où l'on précipite de l'oxyde ou de l'oxalate de cobalt qui servent à la préparation du métal.

## (\*) NICKEL (Ni = 369,75).

Le nickel est d'un blanc d'argent quand il ne contient pas de cobalt. Il est inaltérable à l'air, ductile, malléable, et presque aussi réfractaire que le manganèse. Le charbon en s'unissant au nickel en augmente la fusibilité. Sa densité est égale à 8,279; elle atteint 8,666 quand le métal a été forgé. Le nickel préalablement chauffé, brûle dans l'oxygène comme le fer; il se dissout lentement dans les acides sulfurique, chlorhydrique et azotique.

Le nickel est magnétique ; une température de 350° suffit pour lui faire perdre cette propriété.

Si les mines de nickel étaient plus abondantes, ce métal serait employé dans l'industrie, parce qu'il jouit de toutes les propriétés qui peuvent rendre un métal utile; on le fait entrer dans la composition d'un alliage connu sous le nom de packfong, qui imite l'argent et qui est formé de 50 de cuivre, 25 de nickel et 24 de zinc.

On obtient le nickel fondu sous forme de culot, en réduisant le protoxyde de nickel au feu d'une bonne forge, dans un creuset brasqué.

OXYDES DE NICKEL.

Le nickel forme avec l'oxygène les composés suivants :

Nous ne parlerons que du premier de ces composés.

PROTOXYDE DE NICKEL. NIO.

On obtient cet oxyde à l'état anhydre en calcinant l'azotate ou l'oxalate de nickel, et à l'état hydraté en précipitant un sel de nickel par un excès de potasse ou de soude.

L'oxyde anhydre est d'un gris cendré. L'oxyde hydraté est toujours d'un vert pomme; il est insoluble dans la potasse et la soude, mais il se dissout dans l'ammoniaque et donne une liqueur d'un beau bleu. La potasse, la baryte et la strontiane précipitent l'oxyde de nickel de cette dissolution.

L'oxyde de nickel peut être précipité dans certains cas par l'ammoniaque: ainsi quand on verse un excès d'ammoniaque dans un sel de nickel qui renferme d'autres sels métalliques, il se forme un précipité qui contient toujours du nickel. On ne peut donc pas employer l'ammoniaque pour séparer complétement l'oxyde de nickel des autres oxydes insolubles dans ce réactif.

L'oxyde de nickel est ramené à l'état de nickel métallique pur, lorsqu'on le soumet, à une température rouge, à l'action de l'hydrogène.

## CARACTÈRES DES SELS DE NICKEL.

Les sels de nickel sont tous à base de protoxyde; ceux qui sont solubles ont une belle couleur verte. Les sels anhydres ont une teinte jaune. Leur saveur est d'abord sucrée, puis âcre et métallique.

Les sels de nickel ont toujours une réaction acide; ils ne sont précipités par aucun métal : ils présentent avec les réactifs les caractères suivants :

Potasse. - Précipité vert-pomme, ne s'altérant pas à l'air.

Ammoniaque. — Précipité vert, soluble dans un excès d'ammoniaque et produisant une liqueur bleue qui est précipitée par la potasse.

Carbonate de potasse. — Précipité vert-pomme, insoluble dans un excès de réactif.

Carbonate d'ammoniaque. — Précipité vert-pomme, soluble dans un excès de réactif; la dissolution est d'un bleu verdâtre.

Phosphate de soude. — Précipité d'un blanc verdâtre, insoluble dans un excès de phosphate, soluble dans un excès d'acide phosphorique.

Cyanoferrure de potassium. — Précipité blanc verdâtre.
Cyanoferrure de potassium. — Précipité jaune vert.

Tannin. - Pas de précipité.

Sulfhydrate d'ammoniaque. - Précipité noir, légèrement soluble dans un excès de réactif.

Acide sulfhydrique. — Ce réactif ne précipite pas les sels de nickel en présence d'un excès d'acide, mais précipite complétement l'acétate ou les autres sels de nickel en présence d'un acétate alcalin.

Tous les sels de nickel sont décomposables par la chaleur; le sulfate est celui qui résiste le plus longtemps.

Les matières organiques, et principalement l'acide tartrique, empêchent l'oxyde de nickel d'être précipité par les alcalis, mais ne s'opposent pas à la précipitation des sels de nickel par le sulfhydrate d'ammoniaque.

## CHLORURE DE NICKEL.

Ce corps peut être obtenu à l'état anhydre, en faisant passer un courant de chlore sec sur du nickel chauffé au rouge, ou en calcinant légèrement le chlorure hydraté. Il est volatil et se dépose en belles paillettes d'un jaune d'or qui ressemblent à l'or massif; décomposé par l'hydrogène dans un tube de porcelaine, à une température rouge, il donne une masse cohérente et brillante de nickel métallique.

On obtient le chlorure hydraté en traitant l'oxyde ou le carbonate de nickel par l'acide chlorhydrique; la dissolution évaporée laisse déposer des cristaux d'un vert émeraude qui s'effleurissent à l'air et finissent par tomber en déliquescence.

### EXTRACTION DU NICKEL.

On retire le nickel d'un arséniure naturel qui a pour formule NiAs; ce corps, appelé kupfernickel, est le minerai de nickel le plus abondant. On emploie aussi pour la préparation du nickel un arséniosulfure de nickel, appelé speiss, qui se rassemble au fond des creusets dans lesquels on fabrique le smalt.

Lorsque l'arséniure de nickel est pur, on en extrait facilement le nickel par une méthode qui consiste à chauffer au rouge sombre, dans un creuset de Hesse, un mélange de 1 partie d'arséniure de nickel, 3 parties de carbonate de potasse et 3 parties de soufre. Le soufre se combine avec le nickel, l'arsenic et le potassium, et il se produit en même temps une certaine quantité de sulfate de potasse. La masse fondue et refroidie est grossièrement pulvérisée et traitée par l'eau, qui dissout le sulfate de po-

tasse. l'excès de sulfure de potassium et un sulfarséniate de potasse, c'est-à-dire une combinaison de sulfure d'arsenic et de sulfure de potassium. L'eau laisse une poudre cristalline, insoluble, douée de l'éclat métallique, qui consiste en sulfure de nickel complétement dépouillé d'arsenic. Pour convertir ce sulfure en sels de nickel pur, il suffit de le traiter par l'acide azotique ou par l'acide sulfurique: on peut aussi le transformer par le grillage en oxyde de nickel et par suite en nickel métallique (M. Wœhler).

Le cobalt et le nickel se trouvent souvent associés dans leurs minerais, et il est assez difficile de les séparer. Une des meilleures méthodes employées pour cette séparation consiste à traiter la dissolution des deux oxydes par l'acide oxalique. Ces deux métaux se précipitent à l'état d'oxalates qu'on dissout dans un excès d'ammoniaque caustique. La liqueur est abandonnée à l'air; à mesure que l'ammoniaque se dégage, l'oxalate de nickel, qui est le moins soluble, se précipite; quand la dissolution est d'une couleur rouge-groseille bien franche, elle ne renferme que du cobalt. On décante, mais le précipité retenant une petite quantité de cobalt, on le redissout dans l'ammoniaque; la liqueur abandonnée de nouveau à l'air donne un précipité qui ne contient que du nickel.

# ZINC (Zn = 406,50).

menns metalliques sont character de hant en has, et

Le zinc était connu des anciens, qui employaient la calamine pour faire du laiton. Paracelse paraît être le premier chimiste qui ait décrit le zinc comme un métal particulier : ses recherches datent du commencement du seizième siècle.

L'exploitation du zinc n'est suivie d'une manière régulière que depuis un siècle environ; elle a pris un développement considérable depuis une vingtaine d'années.

Propriétés. - Le zinc est solide, d'un blanc bleuâtre; sa texture est lamelleuse; la densité du zinc fondu est égale à 6,862; celle du zinc laminé s'élève à 7,215.

Le zinc a une mollesse particulière; il adhère aux limes avec lesquelles on le travaille; on dit qu'il graisse les limes. Il est peu sonore, et assez mou, mais moins que le plomb et l'étain.

Lorsqu'il est très-pur, il se réduit sous l'action du marteau en feuilles minces qui ne se fendillent pas sur les bords. Le zinc du commerce n'est pas aussi malléable que le zinc pur; à froid il se gerce en même temps qu'il s'aplatit sous le choc du marteau;