

lutions, de différentes manières : 1°. si le métal est dans la solution à l'état de protoxide, le précipité est blanc; on le fait passer au brun en l'agitant avec le contact de l'air atmosphérique; 2°. si la solution que l'on précipite est dans un état d'oxidation plus avancé, le précipité est, au moment même de sa formation, d'une couleur brune.

L'hydro-cyanate ferruré de potasse précipite en jaune-orangé les solutions de titane pur; le précipité tire au vert-brunâtre quand ces solutions contiennent du fer. Ce réactif est encore employé pour précipiter une foule de solutions métalliques, comme l'indique le tableau suivant.

Tableau des précipités obtenus en versant de l'hydro-cyanate de potasse et de fer dans les solutions des sels minéraux.

Avec la solution

de protoxide de mangan., un précip. blanc gélatineux (1).	
de deutoxide de manganèse.	<i>id.</i> (2)
de zinc.	<i>id.</i>
de deutoxide d'étain.	<i>id.</i>
de cadmium.	<i>id.</i>
de zircone.	<i>id.</i>
d'yttria.	<i>id.</i> pulvérulent.
de chaux.	<i>id.</i> (3)

(1) Ce précipité devient rouge par le contact de l'air.

(2) Le précipité, devient verdâtre, puis gris foncé.

(3) Ce précipité ne se forme pas instantanément, mais au bout de quelques instans.

Avec la solution

de peroxide de manganèse un précip. blanc pulvérulent.	
de protoxide d'étain.	<i>id.</i>
de protoxide d'antimoine.	<i>id.</i>
de deutoxide d'antimoine.	<i>id.</i>
de bismuth.	<i>id.</i>
de deutoxide de mercure.	<i>id.</i>
d'arsenic.	<i>id.</i> floconneux. (1)
de plomb.	<i>id.</i> caillebotté.
d'argent.	<i>id.</i>
de protoxide d'urane.	rouge de sang gélatin.
de protoxide de fer.	blanc-bleuâtre <i>id.</i> (2)
de deutoxide de fer.	bleuâtre <i>id.</i>
de cobalt.	vert d'herbe <i>id.</i>
de deutoxide de cuivre.	rouge-brun <i>id.</i>
de nickel.	vert-pomme gélatin.
de peroxide de fer.	bleu foncé floconn.
de tellure.	blanc-jaunâtre <i>id.</i>
d'osmium.	bleu <i>id.</i>
d'iridium.	jaune <i>id.</i>
de deutoxide d'urane.	rouge de sang pulvér.
de protoxide de cérium.	blanc sale <i>id.</i>
de deutoxide de cérium.	<i>id.</i>
de platine.	jaune <i>id.</i>
de titane.	orangé foncé cailleb.
de protoxide de mercure.	blanc-jaunâtre <i>id.</i>

Ce sel ne précipite pas les solutions de magnésie, de glucine, d'alumine, de strontiane, de baryte, de lythine, de potasse, de soude, d'ammoniaque, de chrome, de palladium.

(1) Ce précipité est soluble dans une plus grande quantité d'eau.

(2) Ce précipité passe au bleu par le contact de l'air.

Les précipités obtenus sont des cyanures, à l'exception de ceux de zinc, de cadmium, de zircone, de chaux, d'urane; de fer, qui sont considérés, par quelques chimistes, comme étant des hydro-cyanates. Les précipités obtenus avec les solutions de titane sont solubles dans un excès d'hydro-cyanate qui a servi à le précipiter.

Le ferro-hydro-cyanate de potasse peut être employé pour distinguer la solution du nitrate de baryte de celle de nitrate de strontiane. Il précipite la dernière de ces dissolutions, et ne donne avec l'autre aucun précipité.

L'hydro-cyanate de soude agit d'une manière analogue.

HYDRO-CYANATE SIMPLE DE POTASSE.

L'hydro-cyanate de potasse simple peut être employé comme réactif; mais les élémens de cette combinaison ayant peu d'affinité entre eux, on en fait peu d'usage, à cause de ses altérations, qui, dans une foule de circonstances, sont très faciles et très promptes. Tous les acides opèrent aisément sa décomposition: l'acide carbonique, celui même de l'air atmosphérique, en sépare l'acide hydro-cyanique. En effet, lorsqu'on expose à l'air libre cet hydro-cyanate, il perd son acide et se convertit en sous-carbonate de potasse.

Une propriété très remarquable de l'hydro-cyanate simple, est de donner, avec tous les sels de

fer à l'état de protoxide, des précipités abondans de couleur jaune-orangé; ces précipités, par leur exposition à l'air, passent spontanément au vert sale d'abord, puis au bleu. On peut accélérer ces variations de couleur, par l'agitation, qui renouvelle les surfaces exposées à l'air.

Cet hydro-cyanate précipite les solutions de fer dans lequel le métal est à l'état de deutoxide en bleu pâle. Le précipité, par son exposition à l'air, acquiert une couleur bleue intense; les solutions de fer tritoxidé produisent à peine, par ce réactif, un léger précipité bleu.

TABLEAU des précipités produits par l'hydro-cyanate de potasse simple, dans diverses solutions métalliques.

COULEURS DES PRÉCIPITÉS PRODUITS.	
Solutions métalliques.	Par l'hydro-cyanate de potasse.
D'antimoine.....	blanc.
D'argent (1).....	id.
De bismuth.....	id.
De cadmium.....	id.
De cérium.....	id.
De chrome.....	id.
De cobalt.....	cannelle claire.
De cuivre protoxidé.....	blanc.
deutoxidé.....	jaune.
D'étain.....	blanc.
De fer protoxidé.....	orangé
deutoxidé.....	vert-bleuâtre
tritoxidé.....	précipité presque insensible.
De manganèse.....	jaune sale.
De mercure deutoxidé.....	jaune.
De nickel.....	blanc-jaunâtre.
D'or.....	blanc (passant au jaune).
De palladium.....	blanc.
De plomb.....	blanc.
De titane.....	blanc.
D'urane.....	blanc-jaunâtre.
De zinc.....	blanc.
De zirconie.....	blanc.

Ces précipités sont en général des hydro-cyanates ferrurés, qui ont pour base l'oxide des sels précipités.

(1) Ce précipité, ainsi que ceux fournis par les solutions de titane et de zirconie, sont solubles dans un excès d'hydro-cyanate.

On a remarqué cependant que plusieurs de ces précipités ont lieu avec dégagement d'acide hydro-cyanique, et sont de même nuance que ceux formés dans les mêmes dissolutions par les alcalis. On a conclu de ces observations que ceux-ci pourraient bien n'être que de simples oxides. Cet effet a lieu surtout dans les dissolutions acides.

Action de la chaleur sur les différens précipités obtenus par l'hydro-cyanate ferruré de potasse, avec les dissolutions métalliques.

Ces précipités, soumis à l'action d'une température plus ou moins forte, se décomposent et donnent lieu à des produits différens. M. Berzélius a divisé l'action de la chaleur sur ces combinaisons en trois séries. Dans la première, il comprend les cyanures des métaux alcalins qui conservent leur cyanogène à une température très élevée : le cyanure de fer, qui entre dans leur composition, se décompose seul, et donne lieu à du gaz azote et à du quadri-carbure de fer.

Dans la seconde série, il range les cyanures des autres métaux non réductibles, qui sont décomposés par la chaleur, à un très haut degré de température. Lorsqu'ils peuvent être totalement privés d'eau, il s'en dégage du gaz azote, comme cela a lieu pour le cyanure de fer, et ils sont transformés en quadri-carbure double.

Dans la troisième, il place les cyanures des mé-

taux réductibles. Ceux-ci, en général, abandonnent leur cyanogène sans retenir de carbone. Il est cependant probable qu'à une température plus élevée, quelques-uns partagent le carbone avec le carbure de fer; il en est même qui peuvent directement retenir un peu de carbone. En effet, la décomposition du cyanure de mercure laisse un résidu noir qui retient toujours un peu de charbon, et le cyanogène obtenu est toujours mêlé d'un peu d'azote.

Parmi ces composés, ceux qui sont de véritables hydro-cyanates (comme le bleu de Prusse, etc.) donnent, par la chaleur, de l'eau, de l'hydro-cyanate d'ammoniaque, du carbonate d'ammoniaque, etc.

DES HYDRO-SULFATES DE SOUDE, DE POTASSE ET
D'AMMONIAQUE.

Les hydro-sulfates de soude, de potasse et d'ammoniaque décomposant la plus grande partie des solutions des sels métalliques, ces sels ont été employés comme réactifs. Les caractères des précipités résultants de ces décompositions indiquent, la plupart du temps, la nature de ces diverses solutions; mais il nous a paru utile de faire ressortir les différences caractéristiques des précipités produits par les hydro-sulfates, en les mettant en regard dans un même tableau et indiquant ensuite quelques moyens de s'assurer plus positivement des conclusions qu'on peut tirer de ces premiers indices.

TABLEAU des précipités formés par les hydro-sulfates de soude, de potasse et d'ammoniaque, dans les solutions métalliques, et nature de ces précipités.

Solutions métalliques.	Couleur du précipité.
D'alumine (1)	blanc gélatineux.
De protoxide d'antimoine...	orangé clair floconneux.
De deutoxide d'antimoine..	orangé foncé <i>id.</i>
D'argent.....	noir <i>id.</i>
D'arsenic.....	jaune <i>id.</i>
De bismuth.....	noir <i>id.</i>
De cadmium.....	jaune-serin pulvérulent.
De protoxide de cérium....	gris gélatineux.
De deutoxide de cérium....	verdâtre <i>id.</i>
De chrome.....	vert (2) floconneux.
De cobalt.....	noir <i>id.</i>
De cuivre.....	<i>id.</i> <i>id.</i>
De protoxide d'étain.....	chocolat <i>id.</i>
De deutoxide d'étain.....	jaune <i>id.</i>
De fer.....	noir <i>id.</i>
De protoxide de manganèse..	blanc sale <i>id.</i>
De peroxide de manganèse...	verdâtre pulvérulent.
De deutoxide de mercure...	noir-brun floconneux.
De molybdène.....	brun-rougeâtre <i>id.</i>
De nickel.....	noir <i>id.</i>
D'or.....	<i>id.</i> <i>id.</i>
D'osmium.....	brun <i>id.</i>
De palladium.....	brun foncé <i>id.</i>
De platine.....	<i>id.</i> <i>id.</i>
De plomb.....	noir <i>id.</i>
De tellure.....	chocolat foncé <i>id.</i>
De titane.....	vert-bouteille <i>id.</i>
De protoxide d'urane.....	rougeâtre <i>id.</i>
De deutoxide d'urane.....	jaune-gris <i>id.</i>
De zinc.....	blanc sale pulvérulent.
De zircone.....	blanc-verdâtre gélatineux (3).

(1) Le précipité obtenu avec l'alumine est un oxide; ceux obtenus avec le protoxide de manganèse et de zinc sont considérés comme des hydro-sulfates; les précipités obtenus avec les sulfates de fer sont des hydro-sulfates ou des hydro-sulfates sulfurés.

(2) Quelques auteurs pensent que ce précipité n'est qu'un mélange de soufre et d'oxide de chrome. M. Vauquelin partage cette opinion.

(3) On obtient des précipités blancs gélatineux avec les solutions de glucine, d'yttria, de chaux, de strontiane, de baryte; on n'obtient pas de précipité avec les solutions d'ammoniaque, de potasse, de soude, de lythine, de magnésie.

Les propriétés suivantes, qui appartiennent aux différens précipités obtenus, indiquent d'une manière plus positive la nature des précipités ci-dessus.

Le précipité formé dans la solution d'un sel d'alumine, l'*oxide d'aluminium*, est blanc, floconneux; recueilli sur un filtre, il présente l'aspect d'une gelée demi-transparente qui se fend en se desséchant. Séché, il hape fortement à la langue; il n'est pas décomposé par la chaleur, même à un degré de température très élevé, mais il éprouve un retrait dans ses molécules. Si on le traite, à l'état de gelée encore humide, par l'acide sulfurique, on obtient un sel, le sulfate d'alumine, qui est très soluble, cristallisable en cristaux peu prononcés. Ce sel est susceptible, par son union avec le sulfate de potasse ou d'ammoniaque, ou ces deux sels mélangés, de donner naissance à un sel double ou triple que l'on connaît sous le nom d'*alun*, et qui cristallise facilement en octaèdres. Ce sel est un sulfate d'alumine et de potasse ou d'ammoniaque, ou un sulfate d'alumine, de potasse et d'ammoniaque.

Les précipités obtenus des solutions d'antimoine, soumis à l'action de la chaleur, sont convertis en eau et en sulfure d'antimoine qui est gris-bleuâtre; ce sulfure est plus fusible que l'antimoine, et l'on peut l'obtenir cristallisé, en le laissant refroidir lentement.

Le précipité noir formé dans la dissolution d'argent, le *sulfure d'argent*, est noir, opaque, solide,

plus fusible que l'argent, susceptible de cristalliser en petites aiguilles; il est indécomposable au feu, à une température très élevée, sans le contact de l'air; mais si on le chauffe avec le contact de l'air ou du gaz oxigène, il y a décomposition, il se forme du gaz acide sulfureux qui se volatilise; on obtient de l'argent métallique pour résidu. Ce sulfure est réductible par le fer, qui s'empare du soufre et met l'argent en liberté.

Le sulfate d'argent est composé de $\left\{ \begin{array}{l} 100 \text{ part. d'argent,} \\ 14,48 \text{ de soufre.} \end{array} \right.$

Le précipité jaune formé avec les solutions d'arsenic, *sulfure d'arsenic*, est sous forme de flocons; il est insipide, inodore, plus fusible que l'arsenic, susceptible, après sa fusion, de se prendre, par le refroidissement, en une masse friable. Chauffé jusqu'à l'ébullition, sans le contact de l'air, il passe à la distillation sous forme de gouttelettes rouges; avec le contact de l'air atmosphérique, il est converti en acide sulfureux et en oxide blanc d'arsenic, qui se volatilise. Le sulfure d'arsenic est composé de 100 parties d'arsenic et de 64,56 de soufre. (M. Thénard.)

Le précipité gris formé avec la solution de bismuth, le *sulfure de bismuth*, est fusible, cristallisable en aiguilles; soumis à une température assez élevée, avec le contact de l'air, il est converti en gaz acide sulfureux et en oxide de bismuth. Ce sulfure est composé de 100 parties de métal et 22,52 de soufre.

Le précipité jaune formé avec la solution de cadmium, le *sulfure de cadmium*, est composé de 100 parties de cadmium et de 28,17 de soufre. Il est indécomposable par le feu, fusible au rouge-blanc, se prend, par refroidissement, en une masse formée de lames micacées, transparentes et d'une couleur jaune-citron très vive et très belle. Lorsqu'on chauffe ce sulfure, il prend d'abord une couleur brune, ensuite une nuance cramoisie qui se dissipe à mesure que la température diminue.

Le précipité formé dans les dissolutions de cérium, *sulfure de cérium*, est, à la température ordinaire, sans action sur l'air atmosphérique et sur l'oxygène, à l'état sec ou humide; à l'aide de la chaleur, il est susceptible d'absorber le gaz oxygène et de se convertir en sulfate, puis à une plus haute température, de donner naissance à du gaz acide sulfureux, en laissant pour résidu de l'oxide de cérium.

Le précipité vert formé avec les solutions de chrome, *sulfure de chrome* ou *mélange de soufre et d'oxide*, est sans action sur l'oxygène de l'air, à une température ordinaire; mais à l'aide de la chaleur, il absorbe ce gaz.

Le précipité noir formé dans les solutions de cobalt, *sulfure de cobalt*, est dans le même cas que le précédent.

Le précipité noir formé dans les solutions de cuivre, *sulfure de cuivre*, est plus fusible que le cuivre métallique: il est indécomposable à la température or-

dinaire; il absorbe l'oxygène à l'aide d'une douce chaleur, et donne naissance à un sulfate; à une température élevée, il est converti en gaz acide sulfureux et en oxide de cuivre. Cet oxide, dissous dans les acides, donne des sels verts ou bleus, selon la nature des acides employés, les proportions d'eau, etc. Ces sels, dissous dans l'eau, sont précipités par l'hydro-cyanate ferruré de potasse en brun-marron. Le sulfure d'étain est composé de

étain.....	7,375,
soufre.....	2,625.

Le précipité chocolat formé dans la solution du protoxide d'étain, *hydro-sulfate d'étain*, se décompose par l'action de la chaleur; il y a formation d'eau et de sulfure d'étain, qui présente les caractères suivans: il est solide, gris-bleuâtre, formé de lames brillantes. Ce sulfure est moins fusible que l'étain; il est indécomposable au feu sans le contact de l'air atmosphérique; il est décomposé lorsqu'on le calcine à l'air libre; on obtient alors du gaz acide sulfureux et un sulfate; soumis à une chaleur plus élevée, il y a décomposition totale, formation d'acide sulfureux et d'oxide d'étain.

Le précipité noir qu'on obtient avec la solution de fer, *hydro-sulfate de fer*, se convertit en sulfure, dans les mêmes circonstances que les précédens. Le sulfure de fer obtenu est pesant, inodore, insipide, non attirable à l'aimant, fusible à un degré de tem-

pérature élevé; il absorbe spontanément le gaz oxigène de l'air, à la température ordinaire de l'atmosphère; il se forme de l'eau, du tritoxide de fer et du soufre qui se dépose. Il passe aussi à l'état de sulfate, à l'aide d'une douce chaleur. A une haute température, il absorbe le gaz oxigène, soit à l'état sec, soit à l'état humide; dans le premier cas, il donne naissance à du gaz sulfureux et à un sulfate, et dans le second, à du gaz acide sulfureux et à du tritoxide de fer.

Le précipité formé dans la solution de manganèse, *hydro-sulfate de manganèse*, est décomposé par l'action de la chaleur; il est converti en un sulfure solide, terne, insipide, plus facilement fusible que le métal, indécomposable à la chaleur rouge, sans le contact de l'air. Sans action sur l'air et sur le gaz oxigène à une basse température; il absorbe ce gaz, soit à l'état sec, soit à l'état humide, lorsqu'on le chauffe au rouge-brun; il fournit du gaz acide sulfureux et un sulfate; à une température plus élevée, il donne lieu à un dégagement de gaz acide sulfureux, et l'on obtient de l'oxide de manganèse pour résidu.

Le précipité noir formé dans la solution de mercure, *sulfure de mercure*, est composé de 100 parties de soufre et 15,88 de mercure. Ce sulfure, chauffé en vase clos, passe à la distillation, et il se sublime sous forme d'aiguilles groupées, d'une belle couleur rouge. Chauffé avec le contact de l'air, il se

convertit en acide sulfureux et en métal qui se volatilisent. Une lame de cuivre placée dans la vapeur, est blanchie par le mercure; par le frottement, elle devient brillante et douce au toucher.

Le sulfure de mercure, étant mis en contact avec de la chaux ou du fer, puis soumis à l'action de la chaleur, est décomposé; le mercure se volatilise, le soufre s'unit au fer ou à l'oxide de calcium. Si l'on opère dans une cornue, on peut obtenir le métal. (Ce moyen de réduction du sulfure est employé dans les travaux métallurgiques.)

Le précipité brun-rougeâtre produit dans les solutions de molybdène, *sulfure de molybdène*, est beaucoup plus fusible que le métal, indécomposable à la température ordinaire; il n'a pas d'action sur le gaz oxigène, sec ou humide; si on le chauffe jusqu'à la chaleur rouge, il absorbe alors ce gaz et donne lieu à de l'acide sulfureux et à de l'acide molybdique; ce dernier se dégage sous forme de fumée blanche.

Le précipité noir formé dans les solutions de nickel, *sulfure de nickel*, donne des résultats analogues à ceux qu'on obtient avec celui de chrome. (*Voyez les articles précédens.*)

Le précipité noir que l'on obtient dans les solutions d'or, *sulfure d'or*, donne, par l'action de la chaleur, de l'acide sulfureux et de l'or métallique.

Le précipité brun formé dans les solutions de