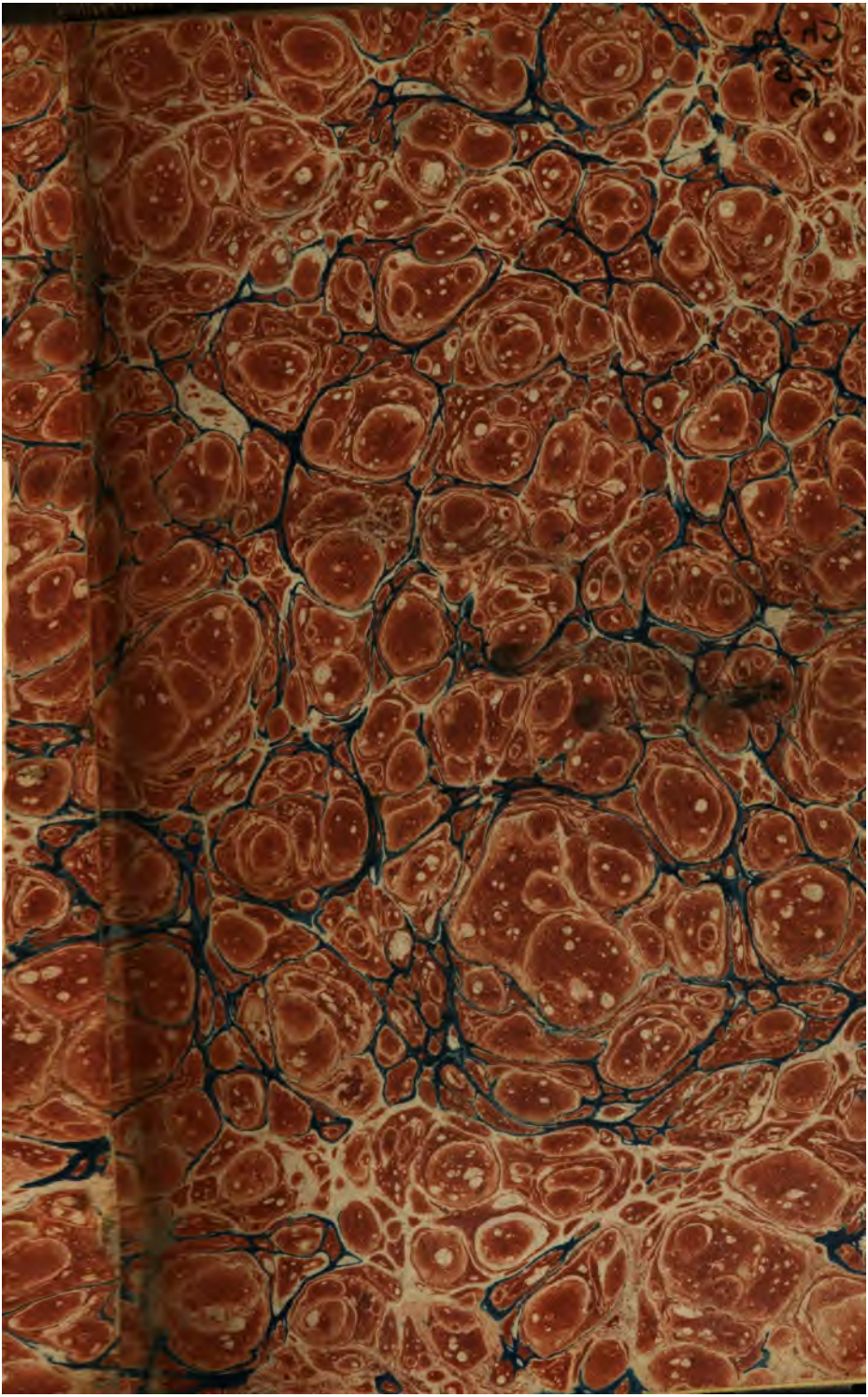


TRAITÉ PRATIQUE

SUR

L'USAGE ET LE MODE D'APPLICATION

DES

RÉACTIFS CHIMIQUES.

TRAITÉ PRATIQUE

SUR

L'USAGE ET LE MODE D'APPLICATION

DES

RÉACTIFS CHIMIQUES

FONDÉ SUR DES EXPÉRIENCES;

SUIVI

D'INSTRUCTIONS, POUR L'ANALYSE, DES MINES MÉTALLIQUES, DES MÉTAUX, DES SOLS, DES ENGRAIS, ET DES EAUX MINÉRALES.

PAR F. ACCUM,

CHIMISTE MANIPULATEUR,

Démonstrateur de chimie pratique, de minéralogie et de chimie appliquée aux arts et manufactures; Membre de l'Académie royale d'Irlande, de la Société Linnéene; de l'Académie royale des Sciences, et de la Société royale des Arts de Berlin, etc., etc.

TRADUIT DE L'ANGLAIS,

SUR LA SECONDE ÉDITION (DE 1818);

PAR Jr RIFFAULT,

EX-RÉGISSEUR GÉNÉRAL DES POUDRES ET SALPÊTRES, MEMBRE DE LA LÉGION-D'HONNEUR.

A PARIS,

Chez MÉQUIGNON-MARVIS, Libraire pour la partie de médecine, rue de l'Ecole de Médecine, n° 3, près celle de la Harpe.

1819.

PRÉFACE DE L'AUTEUR.

L'ACCUEIL favorable, que la première édition de ce Traité a reçu des personnes qui se consacrent à la chimie, et la mention, en termes flatteurs, qui en a été faite dans les journaux scientifiques les plus estimés, m'ont déterminé à en donner une édition nouvelle.

L'ouvrage, tel que je le présente aujourd'hui, comprend, une vue sommaire de la nature générale des réactifs chimiques, avec les effets et phénomènes que leur action produit. — Les usages particuliers, qu'on peut faire de ces corps, pour les recherches variées, auxquelles l'étude de la chimie donne lieu. — Et l'art de les appliquer avec succès à la découverte de la nature chimique des corps, ou de la proportion de leurs parties constituantes.

Pour remplir cet objet, j'ai commencé par établir les pouvoirs caractéristiques de chacun des réactifs en particulier; j'en fais connaître ensuite les propriétés et le mode d'action, par une suite d'expériences, assez frappantes pour intéresser l'esprit, et graver les généralités dans la mémoire.

Dans le choix des applications, qui fournissent des éclaircissemens et des preuves, j'ai donné la préférence aux procédés les plus faciles, dont l'exécution n'exige d'autres agens qu'une simple collection des réactifs chimiques énumérés dans le Traité, en y ajoutant un petit nombre d'articles, qu'on peut se procurer aisément dans le commerce. Afin de rendre l'ouvrage plus utile encore, j'y ai présenté des exemples nombreux d'analyse, puisés dans les mémoires de Davy, Klaproth, Thenard, Murray, et autres analystes distingués.

J'ai donné, également, une liste de toutes les substances, pour lesquelles il existe des réactifs appropriés, avec des instructions précises sur la manière dont chacune de ces substances peut être découverte. J'indique, en même temps,

les précautions, qu'il est nécessaire de prendre, pour se mettre en garde contre certaines apparences trompeuses, qui peuvent se manifester dans des circonstances particulières, précautions, sans lesquelles l'emploi des réactifs chimiques serait de peu d'utilité. Enfin, j'ai tâché, non-seulement de rendre ce Traité utile au jeune chimiste, mais encore mon intention a été de lui donner une forme assez simple et populaire, pour qu'il soit mis ainsi à la portée de ceux-là même qui ne connaissent pas les principes de la chimie.

L'étudiant, en particulier, comprendra facilement, je le présume, ce qui, d'après les indications, doit diriger le chimiste. Il n'éprouvera aucune difficulté dans l'application de réactifs chimiques à des découvertes originales; tandis, qu'en même temps, il deviendra capable d'exécuter une suite d'expériences instructives, bien calculées pour jeter un grand jour sur les affinités chimiques de différens corps, et de donner l'explication des changemens les plus importans dont ils sont susceptibles dans leur action réciproque. Il acquerra ainsi la connaissance des lois qui règlent la

composition et la décomposition des corps, et, il se familiarisera avec les procédés pratiques, au moyen desquels, on parvient à découvrir les parties constituantes de corps composés.

TABLE DES MATIÈRES.

ANALYSE DES EAUX MINÉRALES.

ANALYSE DES SOLS.

LISTE DES SUBSTANCES

POUR LESQUELLES IL EXISTE DES RÉACTIFS APPROPRIÉS,

AVEC DES EXPLICATIONS SUR LA MANIÈRE DONT ON EN FAIT USAGE POUR DÉCOUVRIR CES SUBSTANCES.

RÉACTIFS POUR ACIDES EN GÉNÉRAL.

RÉACTIF POUR ACIDE BORIQUE.

RÉACTIFS POUR ACIDE CARBONIQUE.

RÉACTIF POUR ACIDE CHROMIQUE.

RÉACTIF POUR ACIDE FLUORIQUE.

RÉACTIFS POUR ACIDE GALLIQUE.

RÉACTIFS POUR ACIDE HYDRO-CHLORIQUE.

RÉACTIFS POUR ACIDE OXALIQUE.

RÉACTIFS POUR ACIDE PHOSPHORIQUE.

RÉACTIFS POUR ACIDE SULFURIQUE.

RÉACTIF POUR ACIDE URIQUE.

RÉACTIF POUR ACIER.

RÉACTIFS POUR ALBUMINE.

RÉACTIFS POUR ALCALIS, EN GÉNÉRAL.

RÉACTIF POUR L'ALUMINE.

RÉACTIFS POUR L'AMIDON.

RÉACTIFS POUR L'AMMONIAQUE.

RÉACTIF POUR L'ANTIMOINE.

RÉACTIFS POUR L'ARGENT.

RÉACTIFS POUR L'ARSENIC.

RÉACTIF POUR AZOTE COMBINÉ.

RÉACTIFS POUR BARITE.

RÉACTIF POUR CARBONATES, EN GÉNÉRAL.

RÉACTIFS POUR CARBONATES ALCALINS.

RÉACTIFS POUR CARBONATES TERREUX, AVEC EXCÈS D'ACIDE CARBONIQUE.

RÉACTIFS POUR CHAUX, EN GÉNÉRAL.

RÉACTIFS POUR CHAUX, DISSOUTE PAR L'ACIDE CARBONIQUE.

RÉACTIF POUR L'IODE.

RÉACTIFS POUR MAGNÉSIE.

RÉACTIFS POUR MAGNÉSIE, DISSOUTE PAR L'ACIDE CARBONIQUE.

RÉACTIFS POUR MANGANÈSE.

RÉACTIFS POUR MERCURE, EN GÉNÉRAL

RÉACTIF POUR MUCUS.

RÉACTIF POUR NITRATES, EN GÉNÉRAL.

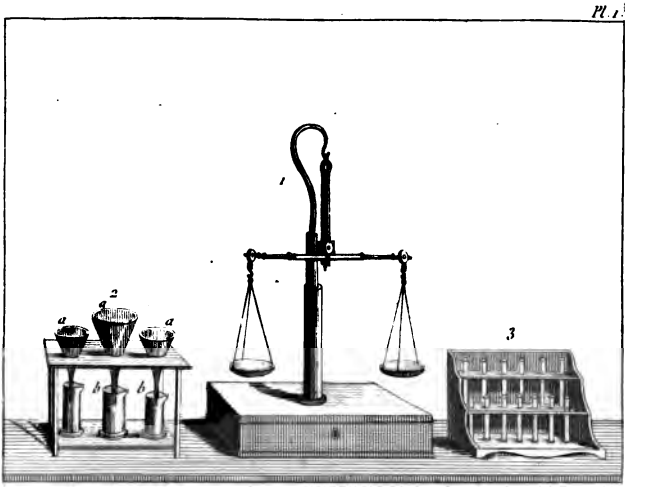
RÉACTIFS POUR NICKEL.

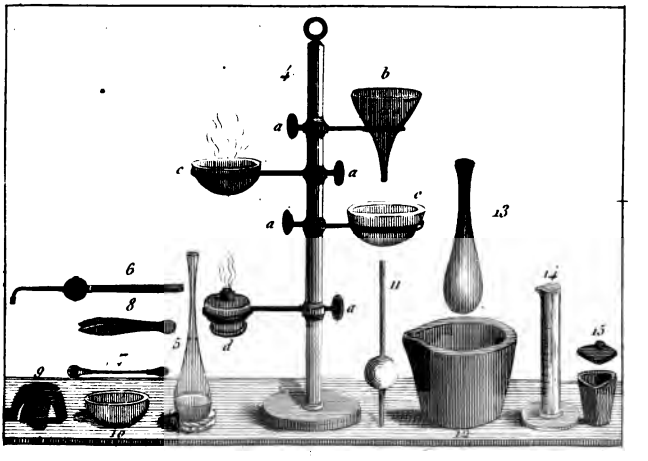
RÉACTIFS POUR L'OR.

RÉACTIF POUR GAZ OXIGÈNE, DANS DES EAUX MINÉRALES.

RÉACTIF POUR PALLADIUM.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.


1
2
a
a
a
b
b
3


4
b
a
c
a
c
a
13
6
8
5
d
d
11
14
15
7
9
10
12

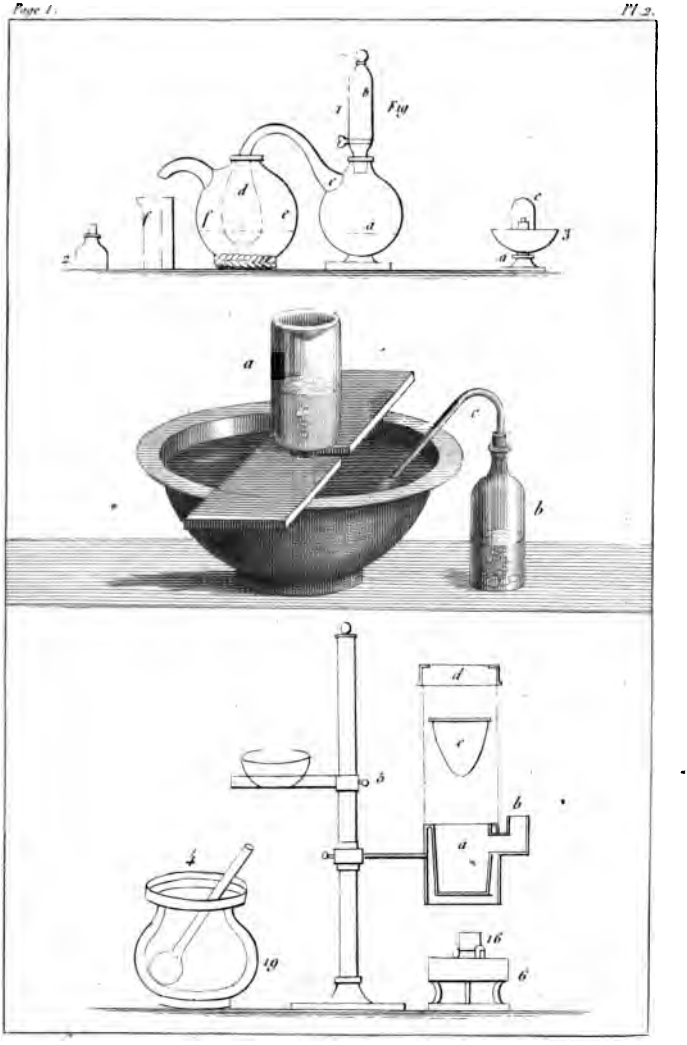


Fig
1
2
3
4
5
6
10
16
a
b
c
d
e
f

DES

RÉACTIFS CHIMIQUES.

DÉFINITION.

On donne le nom de, Réactifs chimiques, à celles des substances, qui, étant mises en contact avec d'autres corps dont la nature ou la composition est inconnue, exercent sur eux une action *prompte et vive*, et leur font éprouver des changemens assez sensibles, pour qu'on puisse en inférer quelle doit être leur constitution.

Il est évident, pour tous ceux qui sont familiarisés avec la pratique de la chimie, que cette classe de corps est d'une grande importance, et que son utilité est très-étendue, puisqu'elle sert comme de boussole pour guider dans la recherche des parties constituantes de corps composés; et, au moyen de ce que les différences, qui existent dans les affinités chimiques des corps entre eux, rendent souvent facile la séparation de ces parties par l'application d'autres substances; il s'en suit, que c'est sur la considération des effets de l'action de tous les réactifs employés en chimie, qu'est fondée l'analyse, par cette science, des corps dont on cherche à connaître la nature.

On parvient rarement, cependant, à séparer les parties constituantes d'un composé, sans en opérer en même temps l'union avec un autre corps; et, c'est en examinant cette combinaison nouvelle, qu'on est conduit à la connaissance de la constitution du corps soumis à l'analyse. Ainsi, lorsqu'on emploie un réactif, il arrive fréquemment, que par son action sur le corps avec lequel il a été mis en contact, il se combine avec quelque partie constituante de ce corps; et, qu'il en résulte un composé, dont les caractères indiquent la nature de cette partie qui est entrée en combinaison, parce que les composés, que forment les principaux réactifs avec différentes bases, sont bien connus. Cette méthode est, en réalité, plus souvent employée dans l'examen chimique des corps, que les procédés simples de décomposition. Quelquefois le réactif déplace du corps, dont on recherche la composition, certaines parties constituantes, ou principes seulement, que, dans cet état isolé, et ainsi dégagés de leurs combinaisons, on peut examiner plus facilement, et avec plus d'exactitude.

Il arrive souvent aussi, que le réactif, dont on fait usage, est lui-même décomposé. Cette circonstance rend les phénomènes et les produits plus compliqués; mais, d'après les caractères qu'on reconnaît à ces produits, et leur manière d'agir sur d'autres corps, il devient possible de se former un jugement sur la nature des parties composantes du corps analysé. Les anciens chimistes avaient apporté peu d'attention à ce dernier fait, et c'est une des principales causes qui rendirent leurs travaux défectueux; parce qu'ils rap-

portaient aux corps, soumis par eux à l'analyse, beaucoup de phénomènes, qui étaient uniquement dus à la décomposition des réactifs dont ils faisaient usage dans leurs opérations.

La plupart des réactifs, auxquels on a recours dans les procédés de chimie, font connaître les parties constituantes des corps, en donnant lieu : soit à un précipité, à un nuage sensible, à un changement de couleur, à une effervescence, ou, soit enfin, en occasionant telles autres altérations évidentes de propriétés, que l'expérience a prouvé être des indications de la présence ou de l'absence de certains corps.

Supposons, par exemple, qu'en faisant tomber une goutte d'acide hydro-chlorique sur un minéral, ou toute autre substance quelconque, dont la nature ou la constitution est inconnue, il se produise une effervescence : on conclura de ce phénomène, que le minéral est un carbonate, c'est-à-dire, qu'il contient de l'acide carbonique. Si une goutte du même acide hydro-chlorique, versée dans une dissolution par l'acide nitrique du même minéral, produit un précipité blanc : on en pourra alors inférer que le corps inconnu contient de l'argent ou du plomb. Admettons que ces deux métaux soient présens : il suffira, pour les séparer l'un de l'autre, de verser sur le précipité une certaine quantité d'ammoniaque liquide ; l'argent sera dissous, et le plomb restera. En poussant encore plus loin cette recherche au moyen de réactifs, supposons que le sulfate de fer donne lieu, dans la dissolution nitrique du minéral soumis à l'examen, à un précipité brun : cet effet annoncera la présence de l'or. Ce sera celle du

cuivre, si l'ammoniaque liquide colore cette dissolution nitrique en un beau bleu ; et, si, la teinture de noix de galle la fait passer au noir, cette couleur indiquera le fer.

On concevra facilement, qu'il est possible de faire usage, comme réactifs, d'une grande variété de substances, pourvu que leurs actions chimiques soient bien établies ; et que, même, il n'est pas de composé dont un chimiste habile ne puisse se servir avec avantage dans ses opérations analytiques. Cependant on a appris, par une longue suite de recherches et par l'expérience, à faire choix de quelques corps particuliers seulement, dont les effets sont rapides, et l'application facile. C'est à ces corps qu'on est convenu de donner le nom de réactifs.

Il est, néanmoins, deux circonstances dans lesquelles il devient nécessaire que l'emploi des substances, comme réactifs, soit fait avec soin et circonspection ; l'une de ces circonstances, est celle, où le même réactif produit souvent un effet apparent semblable sur deux, trois, ou un plus grand nombre de matières différentes, contenues dans le composé auquel il est présenté ; dans l'autre circonstance, le réactif peut donner lieu à plusieurs de ces effets, avec une seule et même substance. Mais il est possible de remédier à l'un et à l'autre de ces inconvéniens, en employant divers réactifs, en comparant leurs effets, et en aidant leur action par d'autres opérations, calculées de manière à rendre les résultats non équivoques.

Cette méthode étant la seule par laquelle l'emploi des réactifs chimiques est beaucoup plus sûr et plus

avantageux, nous n'indiquerons pas d'une manière précise certains réactifs spécifiques pour certaines substances particulières seulement, sous toutes les circonstances; nous recueillerons les faits, en les recherchant dans la réunion des effets produits par l'action de divers réactifs, appliqués dans des circonstances différentes. Il est donc évident, que certains corps ont la propriété de dénoter la présence d'autres corps dans des composés, et de les séparer de ces composés dont ils font partie. Il s'ensuit, que le grand objet de toute recherche analytique, est celui de trouver un corps x capable de séparer un corps a d'un autre corps b; et celui-là sera le chimiste le plus habile dans l'art de l'analyse, qui pourra résoudre ce problème dans la plus grande variété de circonstances.

Ce fut l'illustre Boyle, qui le premier fit connaître, en 1663, l'application et l'importance des substances employées comme réactifs. On savait, à la vérité, longtemps avant lui, que la couleur bleue de la fleur de la violette était rendue rouge par l'acide sulfurique, le suc de citron et le vinaigre; mais ce philosophe prouva, que la propriété de cette coloration en rouge appartient à tous les acides, et qu'elle est un des principaux caractères de cette classe de corps. Boyle observa aussi le premier, que les alcalis changeaient en vert la couleur bleue des végétaux. Il fait mention de l'effet de l'alcali volatil (ammoniaque), qui produit, avec les dissolutions de cuivre, un liquide bleu, transparent; et il remarque, que la couleur des feuilles de rose est détruite par les vapeurs du soufre brûlant (acide sulfureux), mais qu'elle est avivée par l'acide sulfurique.

Enfin, ce savant donne l'énumération des faits suivans savoir : l'infusion rouge du bois de Brésil devient jaune par l'action des acides, et les alcalis rétablissent la couleur originale de la teinture ; l'argent est précipité de ses dissolutions par le sel commun (hydro-chlorate de soude), et par l'acide sulfurique ; et, en exposant ce précipité aux rayons du soleil, ou à la simple lumière du jour, il noircit ; le sulfate de mercure acquiert une couleur jaune par l'affusion d'eau bouillante ; les alcalis fixes occasionent un précipité orangé dans les dissolutions du mercure par l'acide nitrique ; tous les sulfates quelconques teignent en noir les métaux et dissolutions métalliques.

Boyle signale aussi les effets de l'eau de chaux, de l'acétate de plomb, comme réactifs, appliqués à des corps divers ; et il décrit les composés, à la formation desquels l'emploi de ces réactifs donne lieu.

Bientôt après, en 1665, Dominique Duclos employa la teinture de noix de galle, le sulfate de fer, et la teinture de tournesol, comme réactifs, dans l'analyse de quelques-unes des eaux minérales de France ; et il fit des remarques critiques utiles, sur la couleur dorée, que les eaux sulfureuses donnent à l'argent, ainsi que sur d'autres réactifs, qui avaient été employés d'abord par Boyle, et dont il avait recommandé l'usage.

Il parut, en 1685, quelques instructions nouvelles de Boyle, sur les réactifs, dont il avait indiqué vingt-deux ans auparavant l'emploi ; et, il y insistait fortement sur celui de sa *liqueur fumante* (sous-hydro-sulfate sulfuré, ou sulfure hydrogéné d'ammoniaque),

comme un moyen avantageux dans l'analyse des eaux minérales. Il y indique aussi comme tels, les dissolutions de sel commun (hydro-chlorate de soude), de sel ammoniac (hydro-chlorate d'ammoniaque), d'acides nitrique, et hydro-chlorique, et d'ammoniaque. Il préconise ces substances, comme des réactifs qui méritent d'être pris en considération par le chimiste.

En 1726, Boulduc indiqua l'alcool, comme un réactif dont on pouvait se servir avec avantage dans l'analyse des eaux minérales. Depuis cette époque, on fit emploi des réactifs chimiques; mais les conséquences qu'on déduisit de leurs effets, furent pendant longtemps inexactes et erronées.

Cependant, les travaux des chimistes modernes ont considérablement ajouté à la liste de ces corps; et c'est principalement à Bergman, Scheele, Kirwan et Westrumb, que nous devons la connaissance des actions particulières d'un grand nombre de réactifs, ainsi que des moyens de les employer avec succès dans les recherches variées de la chimie.

Les réactifs les plus essentiels de ceux dont on fait actuellement usage en chimie, sont les suivans.

LISTE DES RÉACTIFS CHIMIQUES.

EXPOSÉ DES PHÉNOMÈNES QU'ILS PRODUISENT, ET DE L'ART D'EN FAIRE L'APPLICATION.

I. TEINTURE DE TOURNESOL.

On se sert de ce réactif, pour découvrir, dans un liquide, la présence d'acides libres ou non combinés, dont l'action fait passer au rouge la couleur de cette substance, qui est d'un bleu foncé, inclinant au pourpre (1). Si la couleur rouge disparaît par l'exposition de la liqueur à l'air libre, ou lorsqu'elle a été concentrée par l'ébullition, et si cette couleur se reproduit en y ajoutant une portion du liquide essayé, on est sûr alors que l'acide est, ou le gaz acide carbonique, ou le gaz hydrogène sulfuré (gaz acide hydro-sulfurique), ce dernier gaz faisant dans ce cas, comme dans tous les autres, la fonction d'un acide. Si c'est par le gaz acide carbonique que la couleur rouge a été produite, la liqueur se trouble *immédiatement* en y mêlant de l'eau de barite; et les acides hydro-chlorique ou nitrique purs, étendus, y produisent, avec effervescence, un précipité qui est soluble. Mais, si la couleur rouge est due au gaz acide hydro-sulfurique, il ne se forme point de précipité; et cette circonstance est un caractère décisif, qui distingue l'ac-

(1) La couleur primitive du tournesol est le rouge; sa teinte bleue est due aux alcalis avec lesquels il reste combiné après sa préparation. Lorsque la teinture du tournesol est mise en contact avec un acide, cet acide s'unit à la matière alcaline, et la couleur rouge originale du tournesol est rétablie. (*Note du traducteur.*)

tion, sur le tournesol, du gaz acide carbonique, de celle du gaz acide hydro-sulfurique sur cette même substance. De plus, un liquide qui contient du gaz acide hydro-sulfurique, lors même que la portion du gaz est très-petite, exhale toujours une forte odeur fétide, qui ressemble à celle d'œufs pourris. Une goutte de nitrate d'argent, d'acétate neutre de plomb, ou d'hydro-chlorate de bismuth, rend instantanément ce liquide *noir*; mais le gaz acide carbonique ne produit pas un effet semblable.

Si la teinture de tournesol, rendue rouge, ne reprend pas sa couleur bleue lorsqu'elle a été exposée à l'air libre; ou, mieux encore, lorsqu'elle a été concentrée par l'ébullition jusqu'à la moitié de son volume primitif, il est certain alors, que le changement en rouge de la couleur de la teinture, a été occasioné par un acide fixe, dont on peut reconnaître la nature, au moyen d'autres réactifs, ainsi que nous l'indiquerons ci-après.

EXPÉRIENCE I.

Si dans un tube éprouvette (1), rempli à moitié d'eau distillée, on laisse tomber une ou deux gouttes de teinture de tournesol, la couleur bleue de la teinture ne sera pas altérée.

---

(1) On appelle, *tubes éprouvettes*, des tubes de verre de 8 à 10 centimètres de long, sur 1 à 2 centimètres de diamètre, dont une extrémité est fermée en hémisphère, et dont l'autre extrémité ouverte a un bord un peu renversé, afin d'en transvaser convenablement les liquides. Ces tubes servent avec avantage pour observer des changemens de couleur, et autres phénomènes produits par les réactifs chimiques, aussi bien que pour dissoudre les solides, précipiter les dissolutions, etc.

EXPÉRIENCE II.

Si, après avoir rempli un verre d'eau distillée, imprégnée de gaz acide carbonique, ou, d'eau de Seltz ordinaire du commerce, on y ajoute une petite quantité de teinture de tournesol, la couleur de cette teinture sera changée en rouge. En mettant alors la liqueur dans un vaisseau évaporatoire, placé au-dessus d'une lampe à esprit de vin, et en la réduisant ainsi par la chaleur à environ un tiers ou moitié de son volume : la teinture recouvrera pendant l'évaporation sa couleur bleue originale, parce que le gaz acide carbonique ayant été volatilisé par la chaleur, le tournesol est rétabli dans son état naturel.

EXPÉRIENCE III.

On peut juger de l'extrême sensibilité de ce réactif à l'égard de l'acide carbonique, en faisant passer à travers quelques onces d'eau distillée, légèrement colorée en bleu par de la teinture de tournesol, de l'air expiré des poumons, au moyen d'un tuyau de plume ou de pipe à tabac, qu'on tient plongés dans la liqueur; les bulles d'air expiré, en traversant l'eau, produiront promptement l'effet de la rougir, quoique la quantité de gaz acide carbonique, contenu dans cet air, ne s'élève qu'à huit ou huit et demi pour cent. En faisant bouillir l'eau, ainsi devenue rouge, sa couleur bleue originale reparaît, comme dans l'expérience précédente.

EXPÉRIENCE IV.

En laissant tomber, dans un tube éprouvette à moitié rempli d'eau distillée, une goutte de jus de citron ; de vinaigre, ou de tout autre acide quelconque ; et en ajoutant alors quelques gouttes de teinture de tournesol, la couleur de cette teinture passera instantanément au rouge; et, si l'on fait bouillir cette liqueur de la manière ci-devant indiquée, la couleur rouge ne disparaîtra pas, mais elle restera permanente, parce que la coloration en rouge est due à un acide fixe.

EXPÉRIENCE V.

Si, à la même quantité d'eau distillée, on ajoute quelques centigrammes d'alun (sulfate acide d'alumine et de potasse), d'oxalate acide de potasse, ou de tartrate acide de potasse, il ne se produira aucun changement dans cette eau ; mais, si alors on y introduit quelques gouttes de teinture de tournesol, la liqueur deviendra rouge instantanément, parce que ces sels contiennent une portion d'acide libre, ou non combiné.

EXPÉRIENCE VI.

En versant un peu de teinture de tournesol dans un verre rempli à moitié d'eau imprégnée de gaz acide hydro-sulfurique, il se manifestera une couleur rouge ; si, alors, on fait bouillir le liquide rougi, on le verra d'abord perdre cette couleur, ou à peu près; mais, en continuant la chaleur, il reprendra la couleur bleue du

tournesol, au moyen de ce que, par cette ébullition, le gaz acide hydro-sulfurique aura été volatilisé.

EXPÉRIENCE VII.

Pour présenter le contraste de l'action, sur la teinture du tournesol, des gaz, acide hydro-sulfurique et acide carbonique, on prend deux tubes éprouvettes, contenant de la teinture de tournesol très-étendue, rougie par l'acide carbonique, et aussi deux autres tubes, remplis à moitié de la même teinture, rougie par du gaz acide hydro-sulfurique. Dans l'un des deux premiers tubes, à la teinture rougie par l'acide carbonique, on verse un peu d'eau de barite; il se forme *immédiatement* un nuage, qu'on fait disparaître par une addition d'acide nitrique étendu. Dans l'autre tube, contenant la même teinture, on laisse tomber quelques gouttes de nitrate d'argent, qui ne produiront aucun effet. Si, après ces essais sur la liqueur des deux premiers tubes, on verse aussi dans l'un des seconds tubes, contenant la teinture de tournesol, rougie par du gaz acide hydro-sulfurique, de l'eau de barite, il ne se manifestera aucune apparence de précipité. Mais, en versant du nitrate d'argent dans l'autre tube, il se produira à l'instant un précipité noir.

Il est souvent à désirer, (particulièrement dans l'examen des eaux minérales), qu'au lieu de se borner à ajouter quelques gouttes du réactif à une petite quantité du liquide, on traite l'eau minérale en grand avec les réactifs. En procédant ainsi, on est plus en état d'observer distinctement les phénomènes que le réactif produit; tandis, qu'en même temps, lorsqu'il y a for-

mation de précipité, ce qui est fréquemment le cas, on en obtient une quantité plus convenable pour le soumettre à l'examen. Le docteur Philipps Wilson recommande cette méthode de l'emploi en grand de la teinture de tournesol, dans l'analyse des eaux minérales; il reconnut la supériorité de son application de cette manière, toutes les fois que cela est possible, dans l'examen qu'il fit des eaux de la montagne de Malvern, dans le comté de Worcester.

EXPÉRIENCE VIII.

Pour procéder dans cette expérience, on prend deux vases de verre de même grandeur, à parois cylindriques et à fonds plats, de 10 centimètres au moins de diamètre, et de 8 centimètres de haut; on pose les vases sur une feuille de papier blanc, on en met une semblable derrière eux, et l'observateur se place entre les vases et le côté d'où vient la lumière, de manière à ce qu'il puisse recevoir la lumière incidente réfléchie, derrière, et de la partie inférieure des vases de verre. On met dans l'un de ces vases, jusqu'à la hauteur de 2 ou 4 centimètres, de l'eau, ou du liquide, dans lequel on soupçonne la présence d'un acide, et dans l'autre vase la même quantité d'eau distillée. On ajoute alors aux liquides contenus dans chacun des vases, le même nombre de gouttes de teinture de tournesol, en ayant soin de n'y en mettre ainsi que la quantité suffisante pour donner à l'eau distillée la teinte la plus légère, qui puisse manifester décidément la couleur bleue pourpre. En comparant alors la couleur de la li-

queur dans les deux vases, on peut découvrir la présence de la plus petite quantité d'acide, spécialement, lorsqu'on a l'habitude de ces sortes d'essais.

Kirwan ne put découvrir, par le tournesol, au delà de $\frac{1}{12000}$ d'acide sulfurique; mais, en comparant l'effet de ce réactif, comme on vient de l'indiquer, l'acide est souvent rendu plus sensible, ainsi qu'on le verra par l'exemple qui suit.

EXPÉRIENCE IX.

Après avoir mis dans l'un des vases, établis comme dans l'expérience précédente, 62 grammes d'eau, à laquelle on avait ajouté de l'acide sulfurique, dans la proportion de 1 à 307200; et dans l'autre vase, 62 grammes d'eau, que par des expériences préalables on avait reconnue ne pas affecter la couleur du tournesol; on versa dans les deux vases la même quantité du réactif. La couleur était sensiblement plus rouge dans le vase qui contenait l'acide que dans l'autre; la différence était telle, que, pour toute personne accoutumée à des expériences de ce genre, elle pouvait être facilement observée. Lorsque l'acide fut étendu dans la proportion de 1 à 460800, on ne pouvait remarquer aucune différence de nuance. La pesanteur spécifique de l'acide employé par le docteur Wilson était de 1,85; c'est la force ordinaire de l'acide du commerce; de sorte, qu'une partie de cet acide en contenait 0,7916 d'acide réel, comme cela est à peu près indiqué dans la table, par Kirwan, de la pesanteur spécifique de l'acide sulfurique, mêlé avec des pro-

portions diverses d'eau. Il en résulte donc, qu'on peut reconnaître, par le tournesol, employé comme réactif, ainsi qu'il vient d'être exposé, 0,7916 d'une partie d'acide sulfurique, dans 307200 parties d'eau; et qu'on peut découvrir, par ce réactif, la présence d'une partie d'acide sulfurique réel dans 386597 parties d'eau, ou environ 65 milligrammes dans 24 litres de ce liquide (1).

Lorsque la teinture de tournesol est gardée pendant quelques mois dans un flacon bouché, elle perd sa couleur, et acquiert une teinte d'un brun olive; mais elle reprend promptement sa couleur bleue originale, lorsque, la bouteille étant ouverte, on la laisse exposée à l'air pendant quelques minutes.

Si la couleur de cette teinture incline trop fortement au pourpre, il faut y ajouter quelques gouttes d'ammoniaque liquide; mais de manière, cependant, que ce mélange d'ammoniaque à la teinture, n'excède pas ce qui en doit justement suffire pour opérer l'effet désiré, autrement la sensibilité du réactif est diminuée.

II. PAPIER DE TOURNESOL.

On se sert aussi du papier coloré par la teinture de tournesol, comme de réactif pour découvrir la présence d'acides libres, qui, tous, rougissent ce papier. Si la coloration en rouge est produite par du gaz acide carboni-

(1) Pour préparer l'infusion ou teinture de tournesol : on broie, dans un mortier, du tournesol en pain; on recueille la matière dans un linge fin, et on la fait infuser dans de l'eau distillée, qui se charge de la couleur bleue. (*Note du traducteur.*)

que, le papier rougi reprend la nuance originale de la teinture qui le colore, en séchant, ou par son exposition à une douce chaleur; tandis que la couleur rouge est permanente, lorsqu'elle est due à tous autres acides.

L'eau imprégnée de gaz acide hydro-sulfurique produit également, avec ce papier, une faible couleur rouge, susceptible de disparaître.

EXPÉRIENCE X.

Si l'on trempe un morceau de papier de tournesol dans de l'eau distillée, la couleur bleue du papier ne sera point altérée. Mais un morceau du même papier étant mis dans de l'eau imprégnée de gaz acide carbonique, ou dans de l'eau de Seltz ordinaire du commerce, l'eau acquerra une teinte rougeâtre; et, dans peu de minutes, la couleur bleue du papier sera aussi changée en rouge. En retirant le papier de la liqueur, et en le faisant sécher près du feu, la couleur bleue originale reparaîtra, parce que l'acide carbonique, qui l'avait changée en rouge, aura été volatilisé.

EXPÉRIENCE XI.

Lorsqu'après avoir ajouté quelques gouttes d'acides, sulfurique, nitrique, ou hydro-chlorique, à de l'eau distillée, dans un verre, on y trempe un morceau de papier de tournesol, sa couleur bleue sera également changée en rouge.

Si, le papier ayant été retiré de l'eau, on le met à sécher dans un lieu chaud, sa couleur bleue originale

ne se rétablira point, parce que la chaleur ne suffit pas pour volatiliser l'acide qui produisait la couleur rouge.

EXPÉRIENCE XII.

Si l'on plonge un morceau de papier de tournesol dans du vin, de quelque espèce que ce soit, dans du cidre, du poiré, de l'aile, du porter, ou toute autre liqueur fermentée quelconque, la couleur bleue de ce papier sera changée en rouge, parce que tous les fluides vineux, même les plus doux, contiennent une portion d'acide libre; quelques-uns plus, d'autres moins. Le papier, ainsi rougi, ne redeviendra pas bleu par son exposition à la chaleur.

La coloration en rouge par l'action des liqueurs vineuses sur la teinture du tournesol, est due à la présence d'acides, citrique, tartarique, malique, ou acétique.

EXPÉRIENCE XIII.

Un morceau de papier de tournesol, étant trempé dans de l'eau fortement imprégnée de gaz acide hydrosulfurique, sa couleur bleue passera par degrés à un rouge faible; en faisant sécher ce papier, sa couleur originale reparaîtra.

Le même effet est produit avec le papier coloré par le suc exprimé de la fleur de violette, ou des ratissures de raves ordinaires.

La couleur du papier de tournesol doit être d'un bleu violet pâle. Ce papier, lorsqu'il est resté pendant long-temps exposé au contact de l'air et à la lumière, perd sa couleur, et alors il ne peut plus convenir pour

être employé comme réactif. On doit donc le garder dans des flacons opaques, bouchés, ou le placer entre les feuilles d'un livre.

Le papier de tournesol se prépare aisément en trempant du papier fin à écrire dans de l'infusion de tournesol, et en le laissant ensuite sécher lentement. Il faut, avant de teindre ainsi du papier, le dépouiller de la portion de colle, d'alun, et autres matières étrangères que tout papier à écrire contient; et, à cet effet, on le trempe préalablement à plusieurs reprises dans de l'eau distillée.

Ce papier réactif est rendu rouge par de l'eau contenant $\frac{1}{4695}$ d'acide sulfurique.

III. PAPIER DE TOURNESOL, ROUGI PAR LE VINAIGRE.

Lorsque du papier de tournesol a été légèrement rougi par un acide, sa couleur bleue est rétablie par les alcalis, leurs carbonates, et les terres alcalines, parce que l'acide qui avait donné lieu à la couleur rouge, étant ainsi neutralisé, son action est détruite; de sorte, que dans ce cas, comme à l'ordinaire, les acides et les alcalis sont en opposition directe entre eux : l'acide rétablit la couleur à son état primitif, après que cette couleur a été changée par l'alcali, et l'alcali fait reparaître la couleur bleue, qui avait été rendue rouge par un acide. Ainsi donc, un simple papier coloré par la teinture de tournesol, devient un réactif délicat, et pour les acides, et pour les alcalis.

Pour reconnaître si l'effet que ce papier éprouve est dû à un alcali, ou à de la chaux dissoute dans de

l'acide carbonique, il convient d'évaporer la liqueur jusqu'à moitié au moins de son volume primitif, avant d'y appliquer le papier ; parce qu'alors, l'excès d'acide carbonique, à l'aide duquel seulement la chaux peut être tenue en dissolution, est volatilisé ; et la chaux, combinée avec une quantité moindre d'acide carbonique, ne pouvant plus rester dans la liqueur, elle est précipitée, sous la forme d'une poudre blanche, ou carbonate de chaux neutre, l'effet de la chaleur ayant détruit l'union qui existait entre ce carbonate neutre et l'excès d'acide carbonique.

Si la couleur bleue de ce papier continue de reparaître après la concentration de la liqueur par l'ébullition, il y a lieu de croire que cet effet est dû à un sel alcalin fixe, dont on peut reconnaître la nature par les réactifs employés pour la découverte de ces corps ; et l'action de la barite et de la strontiane peut être rendue évidente par d'autres moyens.

EXPÉRIENCE XIV.

Si l'on ajoute, à un décilitre d'eau distillée, fortement imprégnée de gaz acide carbonique, ou, à une même quantité d'eau de Seltz ordinaire du commerce, 10 ou 12 décigrammes de marbre blanc, ou craie, réduits en poudre fine ; et qu'on laisse, pendant quelques heures, le mélange dans un flacon fermé avec un bouchon de liége, en l'agitant fréquemment pendant ce temps, une portion de la terre calcaire du marbre, ou de la craie, se sera dissoute dans l'eau. Si, lorsque la liqueur sera devenue claire, on la décante, ou, mieux,

si l'on filtre le mélange, et que, dans la dissolution filtrée, on plonge un morceau de papier de tournesol rougi par un acide, la teinte du papier disparaîtra par degrés, et sa couleur bleue originale reparaîtra.

EXPÉRIENCE XV.

En évaporant, jusqu'à la moitié au moins de son volume, une autre portion de la même eau, cette eau se troublera pendant l'évaporation, il se dégagera en très-grand nombre de petites bulles d'air, et le carbonate de chaux, qui était retenu en dissolution dans l'eau, en vertu de son excès de gaz acide carbonique, se précipitera, sous la forme d'un carbonate de chaux neutre, lorsque tout l'excès d'acide carbonique se sera volatilisé.

Si, après que tout le carbonate de chaux se sera précipité, et qu'on aura filtré la liqueur qui le surnage, on y plonge un morceau de papier de tournesol rougi, sa couleur n'éprouvera alors aucune altération.

EXPÉRIENCE XVI.

En introduisant, dans un tube éprouvette, rempli d'eau distillée, quelques centigrammes de sous-carbonate de potasse, de soude, ou de tout autre alcali quelconque; et en trempant ensuite, dans cette dissolution, un morceau de papier de tournesol rougi par un acide, la couleur rouge de ce papier disparaîtra immédiatement, et sa couleur bleue originale se reproduira. Si l'on évapore, jusqu'à moitié de son volume, une autre portion de la même eau, et qu'on

l'essaie de nouveau avec le papier de tournesol, également rougi, la couleur rouge disparaîtra malgré l'évaporation, et la couleur bleue sera rétablie.

EXPÉRIENCE XVII.

Lorsque, dans de l'eau distillée, à laquelle il a été préalablement ajouté quelques gouttes d'ammoniaque liquide, on trempe un morceau de papier de tournesol, légèrement rougi par un acide, la couleur rouge disparaîtra, et le papier reprendra sa couleur bleue. Après avoir retiré ce papier de la liqueur, si on le met près du feu, la couleur bleue disparaîtra de nouveau, et la couleur rouge se reproduira.

EXPÉRIENCE XVIII.

La barite, la strontiane et les autres terres alcalines, restituent aussi sa couleur bleue au papier de tournesol, rougi par un acide, ainsi qu'on peut s'en assurer, en trempant de ce papier dans des eaux de barite, de strontiane, etc.

Pour distinguer si le changement est dû à l'un de ces corps, ou à l'action d'alcalis, ou de carbonate de chaux avec excès d'acide carbonique, il faut ajouter à la dissolution, largement étendue d'eau distillée, une goutte d'acide sulfurique. Il s'y formera un précipité, si l'effet est dû à la présence de la barite ou de la strontiane, parce que ces corps produisent instantanément un précipité insoluble avec l'acide sulfurique; tandis qu'il n'affecte pas ainsi les carbonates alcalins, de potasse de soude et d'ammoniaque, de même que la chaux.

IV. TEINTURE DE CHOU ROUGE.

Cette teinture, d'un bleu vif, est un réactif extrêmement sensible, pour indiquer la présence et d'acides et d'alcalis, lorsqu'ils sont les uns et les autres à l'état libre. Il suffit d'une très-petite quantité d'un alcali quelconque, pour changer en vert la vive couleur bleue de la teinture ; tandis que les acides la font tourner au rouge. Les terres alcalines, la barite, la strontiane et la chaux, agissent aussi sur cette teinture comme les alcalis.

EXPÉRIENCE XIX.

En ajoutant, à de la teinture de chou rouge, dans un verre qui en est à moitié rempli, une petite quantité du blanc d'un œuf, soit liquide, soit devenu concret après avoir bouilli, la teinture perd sa couleur bleue, qui est changée en vert, parce que le blanc de l'œuf contient de la soude.

EXPÉRIENCE XX.

Si, après avoir donné à de l'eau distillée une teinte bleue en y ajoutant de la teinture de chou rouge, et rempli de ce liquide coloré deux tubes éprouvettes, on verse dans l'un de ces tubes un peu de suc de limon ou d'orange, la couleur bleue passera instantanément au rouge ; en mettant dans l'autre tube la plus petite quantité de sous-carbonate de potasse, ou de tout autre alcali quelconque, la couleur bleue sera changée en vert.

Il est inutile de parler de l'action sur cette teinture, de la barite, de la strontiane et de la chaux, parce qu'elle est précisément la même que celle des alcalis, et que nous sommes en possession d'excellens réactifs pour distinguer ces corps, ainsi qu'on le verra ci-après.

La teinture de chou rouge est très-susceptible de s'altérer; elle éprouve promptement une sorte de putréfaction, qui détruit sa couleur. On prépare cette teinture, en coupant menu des feuilles fraîches de chou rouge (*brassica rubra*), en versant dessus de l'eau distillée bouillante, et en laissant le tout en macération pendant quelques heures. Le liquide clair étant décanté, on y mêle un huitième de son volume d'alcool, et alors il est propre à être employé.

On peut conserver des feuilles de chou pendant un grand nombre d'années, lorsqu'après les avoir coupées en petits morceaux, on les a fait dessécher dans un lieu chaud, à une température d'environ 49 degrés centigrades.

Pour préparer la teinture réactive avec les feuilles desséchées, on les fait digérer dans l'eau distillée, à laquelle on a ajouté quelques gouttes d'acide sulfurique; l'infusion passe au rouge. On neutralise alors l'acide par du marbre en poudre, la couleur rouge disparaît, et l'infusion redevient bleue. Après l'avoir filtrée, on y mêle un huitième de son volume d'alcool. Cette teinture ainsi préparée, pour s'en servir comme réactif, se conserve beaucoup plus long-temps que celle obtenue des feuilles fraîches du chou rouge.

V. TEINTURE DE BOIS DE BRÉSIL, ET PAPIER IMPRÉGNÉ DE CETTE TEINTURE.

La teinture de bois de Brésil, qui est d'une belle couleur rouge foncé, en prend une violette ou pourpre, par l'action des alcalis, soit caustiques, soit lorsqu'ils sont combinés avec l'acide carbonique ; les terres alcalines produisent le même effet. Cette teinture est cependant susceptible, comme réactif, d'induire en erreur, parce qu'une dissolution de magnésie, ou de terre calcaire, avec excès d'acide carbonique, produit un changement semblable. Avant donc de l'employer comme moyen d'analyse d'une eau minérale, contenant du carbonate acide de chaux ou de magnésie, il faut d'abord, en concentrant l'eau par l'ébullition, débarrasser ces substances de l'acide carbonique qui les tient en dissolution ; et cet acide, étant ainsi séparé à l'état de gaz, les carbonates neutres se précipitent. Le réactif étant alors appliqué à l'eau filtrée, on peut juger si le changement de couleur est produit par un alcali non combiné, ou par un carbonate terreux. Si c'est par un alcali libre, la couleur pourpre devient plus intense, parce que l'eau évaporée tient une plus grande quantité d'alcali en dissolution que dans son état naturel; mais si le changement est dû à l'action d'un carbonate terreux, ce sera l'effet opposé. Le sulfate de chaux est aussi capable d'altérer la couleur de ce réactif. On se sert ordinairement, au lieu de la teinture du bois de Brésil, du papier coloré par cette teinture, comme étant d'un emploi plus commode.

EXPÉRIENCE XXI.

En trempant un morceau de papier, coloré par une infusion de bois de Brésil, dans de l'eau distillée, sa couleur rouge n'éprouvera aucune altération.

EXPÉRIENCE XXII.

Si, après avoir ajouté à de l'eau distillée, remplissant à moitié un tube éprouvette, six centigrammes environ de sous-carbonate de potasse, ou de tout autre alcali quelconque, on plonge dans cette dissolution un morceau de papier de bois de Brésil, sa couleur rouge sera changée à l'instant en une couleur violette.

EXPÉRIENCE XXIII.

Lorsque, dans de l'eau distillée, imprégnée de gaz acide carbonique, on fait dissoudre quelque terre calcaire, comme du marbre ou de la craie en poudre, par exemple; et si, après avoir laissé reposer la liqueur, on met dans la dissolution claire un morceau de papier de bois de Brésil, la couleur rouge sera peu à peu changée en violet très-pâle. En faisant évaporer, jusqu'à moitié de son volume, une autre portion de la même eau, et en trempant ensuite dans le liquide filtré un morceau de papier de bois de Brésil, sa couleur n'éprouvera plus de changement.

EXPÉRIENCE XXIV.

En agitant, pendant quelques minutes, 12 ou 20

décigrammes de craie ou de marbre en poudre, dans 60 ou 90 grammes d'eau distillée, à laquelle on a préalablement ajouté six ou huit gouttes d'acide sulfurique, une partie de la craie ou du marbre sera dissoute par cet acide, et l'eau contiendra du sulfate de chaux. Si, après avoir laissé reposer la dissolution pendant cinq à six heures, ou jusqu'à ce qu'elle soit devenue claire, et l'avoir ensuite filtrée, on y trempe un morceau de papier de bois de Brésil, sa couleur se changera en un violet faible.

EXPÉRIENCE XXV.

Lorsqu'après avoir ajouté à de l'eau distillée, contenue dans un tube éprouvette, un peu d'ammoniaque liquide, on laisse tomber quelques gouttes de cette liqueur sur du papier de bois de Brésil, elles y produiront des taches brunes, qui disparaîtront en tenant le papier près du feu, parce que l'ammoniaque aura été volatilisée.

Le papier de bois de Brésil, rendu violet par la dissolution étendue d'un alcali, peut être employé comme réactif pour les acides, qui font reparaître sa couleur rouge primitive.

VI. TEINTURE DE CURCUMA ET PAPIER IMPRÉGNÉ DE CETTE TEINTURE.

La teinture de curcuma est un excellent réactif pour découvrir la présence d'alcalis. Sa couleur, d'un jaune intense, est changée en un rouge de brique, ou, en

orangé, par les alcalis, soit à l'état caustique, soit combinés avec l'acide carbonique; mais cet effet n'est pas produit par les carbonates terreux; de sorte, que par ce réactif, on peut distinguer à la fois la présence d'un carbonate alcalin, d'avec celle d'un carbonate terreux, lorsqu'il est tenu en dissolution par un excès d'acide carbonique.

Le papier coloré par la teinture de curcuma étant d'un jaune pâle, il convient mieux pour réactif que la teinture elle-même; et c'est par cette raison, qu'on s'en sert habituellement dans les laboratoires. On peut, par son moyen, déterminer avec une grande précision le point exact de saturation d'acides avec alcalis, ce qui souvent, est d'une très-grande importance dans des opérations de chimie.

EXPÉRIENCE XXVI.

Un morceau de papier de curcuma, étant trempé dans de l'eau distillée, sa couleur jaune n'éprouve aucune altération.

EXPÉRIENCE XXVII.

En ajoutant 6 centigrammes de potasse, ou de soude, soit caustique, soit à l'état de carbonate, à de l'eau distillée, contenue dans un tube éprouvette, et en plongeant dans la dissolution un morceau de papier de curcuma, ce papier prendra sur-le-champ une couleur brune; et, si on le trempe alors dans un acide étendu, sa couleur jaune première reparaîtra.

EXPÉRIENCE XXVIII.

Si l'on tient un morceau de papier de curcuma, légèrement humecté avec de l'eau distillée, sur l'orifice ouvert d'un flacon, contenant de l'ammoniaque liquide, la couleur de ce papier sera changée en brun. Si, après l'avoir retiré, on le place près du feu, la couleur brune disparaîtra, et celle jaune originale se reproduira, parce que l'ammoniaque a été volatilisée.

EXPÉRIENCE XXIX.

Si, après avoir ajouté du marbre ou de la craie en poudre à de l'eau de Seltz ordinaire du commerce, ou à de l'eau distillée imprégnée de gaz acide carbonique, on agite fréquemment, pendant l'espace de 12 heures, le mélange mis dans un flacon bouché, afin d'opérer par cette agitation une dissolution de carbonate de chaux; et, si alors on trempe un morceau de papier de curcuma dans la liqueur filtrée, ou devenue transparente par un repos suffisant du mélange, la couleur jaune du papier n'éprouvera aucune altération. Il s'en suit, que cette couleur ne passe pas à l'orangé par le carbonate de chaux, mais seulement par les carbonates alcalins; et, par cette raison, ce réactif est préférable au papier de bois de Brésil. La barite, la strontiane et la chaux agissent aussi dans ce cas, comme alcalis, ainsi qu'on l'a déjà dit.

L'action du papier de curcuma est très-énergique, comme on peut le voir par l'exposé qui suit, copié de l'analyse, par le docteur P. Wilson, des eaux de Malvern.

EXPÉRIENCE XXX.

« On fit dissoudre un demi-grain troy (environ 3 centigrammes) de carbonate de soude dans 12 onces troy » (environ 373 grammes) d'eau distillée, et la liqueur fut » chauffée à 58° centigrades ; à cette température, on y » laissa, pendant une minute, du papier de curcuma. » Sa couleur ne fut aucunement altérée. Cette eau fut » graduellement évaporée à une température qui n'ex- » céda jamais 60° centigrades. Pendant cette évaporation, » on trempa, à de courts intervalles, du papier de cur- » cuma dans la liqueur, en l'y laissant exactement cha- » que fois pendant une minute ; et, dès que le papier eut » acquis une teinte d'orangé décidé, on retira la liqueur » de dessus le feu et on la mesura. On trouva que la » quantité ne s'en élevait qu'à 9 onces troy (environ 270 » grammes) ; sa température était alors de 51° centigrades.

» On chauffa jusqu'à 58° centigrades, 4 onces (environ » 124 grammes) d'eau d'Holywell. A cette température, » elle n'affectait pas la couleur du papier de curcuma, » qu'on y laissait pendant une minute. On continua l'é- » vaporation à une température qui ne s'éleva point au- » dessus de celle de 60° centigrades, et qu'on laissa s'a- » baisser peu à peu jusqu'à celle de 51°, en trempant » dans la liqueur, comme ci-dessus, à de courts inter- » valles, le papier de curcuma. Lorsqu'on remarqua » qu'il avait décidément pris une teinte rouge, en le lais- » sant pendant une minute dans la liqueur à la tempé- » rature de 51° centigrades, on retira la liqueur de » dessus le feu ; et après l'avoir mesurée, on reconnut » qu'elle avait exactement perdu les 0,25 de son poids.

»Il est évident, d'après cette expérience, qu'on pou-»vait aisément calculer la quantité de carbonate de soude »dans un gallon (environ 4 litres) d'eau d'Holywell. Ce »résultat est 5,33 grains troy (3,45 décigrammes.)

»On fit dissoudre un demi-grain troy (environ 3 centi-»grammes) de soude dans 11 onces (341,853 centigram-»mes) d'eau distillée, et cette eau fut chauffée à 46° cen-»tigrades. J'y plongeai le papier de curcuma; mais je »mesurai la liqueur dès que je m'aperçus de la moindre »décoloration du papier, après qu'il y eut été laissé pen-»dant une minute à la température ci-dessus, et je trou-»vai que la quantité en était de 11 onces et demie troy »(326,315 grammes).

»Quatre onces troy (grammes 124, environ) d'eau d'Ho-»lywell décoloraient le papier resté pendant la même »durée de temps dans cette eau à la même température, »lorsqu'elle était évaporée d'un huitième. Je fus sur-»pris, en faisant le calcul, de trouver, par cette expé-»rience, précisément le même résultat que m'avait »donné l'expérience précédente, 5,33 grains troy de »carbonate de soude dans un gallon, ou 128 onces troy, »d'eau, et que cette quantité d'alcali était ainsi indi-»quée par le papier de curcuma.»

Le papier de curcuma, rendu brun ou orangé par les alcalis, est rétabli dans sa couleur jaune primitive par les acides.

EXPÉRIENCE XXXI.

Lorsqu'on trempe un morceau de papier de curcuma dans de l'eau, à laquelle on a ajouté un peu d'ammoniaque liquide, la couleur de ce papier passe au brun.

Si, après l'avoir retiré de cette liqueur, on le met dans une d'eau acidulée avec des acides, sulfurique, nitrique, acétique, ou hydro-chlorique, sa couleur jaune sera rétablie.

Au lieu de papier de curcuma, on peut mouiller dans de l'eau distillée un morceau fraîchement coupé de la surface de la racine entière de curcuma, et, en frottant ensuite ce morceau sur du papier blanc, il y produira une marque jaune très-visible, sur laquelle on peut faire tomber une goutte de la liqueur à examiner.

VII. ACIDE SULFURIQUE.

L'acide sulfurique, fortement concentré, fait reconnaître, par une vive effervescence, la présence du gaz acide carbonique libre, dans tout fluide quelconque, ou, de ce gaz acide, combiné avec une base terreuse, alcaline, ou métallique. On se sert aussi de cet acide concentré, pour décomposer les sels de plomb et de mercure, avec lesquels il produit un précipité blanc. Celui obtenu avec le mercure, acquiert une couleur jaune par l'affusion d'eau bouillante. Cet acide est aussi un réactif principal pour la barite et la strontiane, comme formant, avec l'une et l'autre de ces substances, des composés éminemment insolubles. On emploie fréquemment l'acide sulfurique dans des expériences analytiques, pour reconnaître la nature de certaines classes de sels, en tant, au moins, qu'il s'agit de découvrir la nature de l'acide avec lequel la base du sel est unie. Mais lorsqu'on emploie l'acide dans cette vue, il est nécessaire que le composé salin, soumis à l'exa-

men, soit à l'état solide, ou à peu près tel. En couvrant, d'acide sulfurique, le sel qu'on veut essayer, et faisant chauffer un peu le mélange : il se produira une vapeur ou nuage; par la raison, que l'acide sulfurique sépare les acides, nitrique, hydro-chlorique, acétique et fluorique (ainsi qu'un grand nombre d'autres) de leurs combinaisons. Et, comme ces acides sont susceptibles de prendre l'état gazeux, et de se condenser par l'humidité, ils forment, avec celle de l'atmosphère, des vapeurs, et par la nature de ces vapeurs, on peut reconnaître celle de l'acide. Si, par exemple, le sel appartient à la classe des nitrates, les vapeurs produites par l'action de l'acide sulfurique sont de couleur jaune, ou orangée, et le sel détonne, lorsqu'on le met sur des charbons ardens. Si le sel est de la classe des hydrochlorates, les vapeurs sont blanches; elles répandent une forte odeur de vinaigre, lorsque le sel est de la classe des acétates; et, si, étant laissées, pendant dix à douze minutes, en contact avec du verre, elles le corrodent, le sel essayé contient l'acide fluorique. On peut alors employer d'autres réactifs, pour confirmer ou détruire les inductions qu'on tire ainsi de l'action de cet agent. On a aussi recommandé l'emploi de l'acide sulfurique comme réactif pour reconnaître la présence de la chaux, lorsqu'elle existe en état de combinaison avec certaines bases; mais ce moyen d'épreuve est peu sûr, parce que le sulfate de chaux, qui en résulte, est soluble dans 500 parties d'eau, et dans une beaucoup plus grande proportion, lorsqu'il y a excès d'acide. Lorsqu'on emploie l'acide sulfurique pour cet objet, il faut concentrer fortement la dissolution, et

ensuite la laisser refroidir. Le sulfate de chaux s'en sépare alors en longs cristaux transparens, ce qui est la forme très-ordinaire sous laquelle il se présente dans les analyses chimiques. On le distingue à son insipidité, son peu de dissolubilité lorsqu'on le remet dans de l'eau pure, et à la propriété qu'il a de précipiter avec l'acide oxalique et les sels de barite. Lorsqu'on évapore rapidement une liqueur contenant de la sélénite (sulfate de chaux), ce sel se sépare en lames éclatantes fragiles.

EXPÉRIENCE XXXII.

En ajoutant vingt ou trente gouttes d'acide sulfurique à de l'eau distillée dans un verre, qui en est à moitié rempli, et en remuant le liquide avec une baguette de verre, le mélange s'opérera tranquillement et sans dégagement de bulles d'air.

EXPÉRIENCE XXXIII.

Si, à la même quantité d'eau distillée, imprégnée de gaz acide carbonique, ou, à de l'eau de Seltz ordinaire, on ajoute un peu d'acide sulfurique, il se dégagera rapidement un grand nombre de très-petites bulles d'air, qui indiqueront la présence du gaz acide carbonique.

EXPÉRIENCE XXXIV.

Si, après avoir dissous 6 ou 9 décigrammes d'hydrochlorate de soude dans environ deux cuillerées à café d'eau, on ajoute 6 ou 9 gouttes d'acide sulfurique, il se dégagera des fumées blanches, indiquant la présence

d'acide hydro-chlorique. Si l'on tient alors près du mélange une baguette de verre, ou, une plume mouillée d'ammoniaque liquide, les vapeurs deviendront plus visibles, et il se manifestera des nuages blancs épais dans le voisinage du corps mouillé d'ammoniaque liquide. L'acide sulfurique décompose l'hydro-chlorate de soude, en chassant une de ses parties constituantes, l'acide hydro-chlorique; cet acide, devenu libre, prend la forme gazeuse; et il serait invisible, s'il n'y avait pas de l'humidité présente; mais l'acide gazeux, en se condensant avec l'humidité qu'il rencontre dans l'atmosphère, paraît comme un nuage, et ce nuage est rendu blanc et dense par le voisinage de l'ammoniaque liquide, parce qu'alors l'acide hydro-chlorique à l'état de vapeur, se combinant avec l'ammoniaque volatilisée, il se produit de l'hydro-chlorate d'ammoniaque.

EXPÉRIENCE XXXV.

Lorsqu'après avoir mis dans un petit vase évaporatoire, ou dans un verre de montre, 6 ou 12 décigrammes de nitrate de potasse en poudre, on verse dessus 20 ou 25 gouttes d'acide sulfurique; qu'alors, on remue le mélange avec une baguette de verre, et qu'on le fasse chauffer doucement, il se produira des vapeurs jaunes, indiquant la présence d'acide nitrique. Si l'on met un peu du sel sur les charbons ardens, il y aura déflagration.

EXPÉRIENCE XXXVI.

Si l'on met 6 ou 12 décigrammes d'acétate de plomb

neutre, ou d'acétate de potasse, dans un vase évaporatoire, ou tasse à café, et qu'on humecte le sel avec de l'acide sulfurique, il se manifestera immédiatement une forte odeur prédominante de vinaigre, parce que l'acide sulfurique sépare l'acide acétique du plomb ou de la potasse, et s'unit avec l'une ou l'autre de ces bases, pour former du sulfate de plomb ou de potasse.

EXPÉRIENCE XXXVII.

Après avoir mis 31 grammes, ou plus, de spath fluor (fluate de chaux), réduit en poudre, dans un bassin doublé de plomb (un morceau de feuille de plomb ordinaire, relevé de manière à former un bord, conviendra mieux pour cet objet, si l'on met ce fluate, à l'état de pâte liquide, avec de l'acide sulfurique ordinaire, et qu'on chauffe alors le mélange, il se dégagera des fumées blanches, épaisses; et si, l'on pose sur le vase une lame de verre, elle perdra promptement son poli, et sera corrodée par la vapeur, ou, le gaz acide fluorique dégagé. C'est ainsi, que peut se faire la gravure sur verre. On recouvre le verre avec du vernis dur des graveurs, ou, avec de la cire d'abeilles, dont on peut également bien se servir pour cet objet. Lorsque la couche est sèche, on y trace, au moyen d'une aiguille ou autre instrument à pointe comme pour la gravure ordinaire sur cuivre, le dessin qu'on veut faire paraître sur le verre, en ayant soin que chaque coup de pointe, ou ligne, arrive nette, unie et lisse, à travers la couche de vernis ou de cire, sur la surface du verre, de manière qu'on puisse voir la lumière à travers les

traces ou tailles. Le verre ainsi préparé, étant exposé aux vapeurs du gaz acide fluorique, en le posant sur le vase où le mélange de fluate de chaux et d'acide sulfurique a été mis, la gravure s'opère en 8 ou 10 minutes. On enlève ensuite le vernis ou la cire de dessus le verre par de l'huile de térébenthine.

Le fluate de chaux consiste dans l'union de l'acide fluorique à la chaux. En ajoutant à ce fluate de l'acide sulfurique, dont la force d'affinité pour la chaux surpasse celle de l'acide fluorique pour cette base, ce dernier acide est séparé de sa combinaison; il se dégage à l'état gazeux, et il corrode le verre dans celles de ses parties que le vernis ne garantit pas de son action.

VIII. ACIDE NITRIQUE.

On se sert de cet acide, comme réactif, pour reconnaître d'une manière expéditive, la pureté de l'étain; et, à cet effet, il faut l'employer concentré. Etendu à grande eau, il fournit le moyen de distinguer facilement le fer de l'acier. Dans l'analyse des substances végétales, l'acide nitrique concentré aide à découvrir la *résine*; car, lorsqu'on le met dans cet état, en digestion à plusieurs reprises, avec de la gomme ou mucilage, du gluten, de la gelée, de l'extrait, de la gomme résine, ou tout autre produit végétal immédiat quelconque, cet acide les convertit en acide oxalique; tandis qu'il ne fait éprouver aucun changement à la vraie résine; et même, après une longue digestion, cette substance est seulement changée par l'acide nitrique en une masse poreuse, de couleur orangé pâle. En re-

nouvelant plusieurs fois l'acide nitrique, il ne se produira pas d'acide oxalique, mais une substance de couleur orangé foncé, soluble dans l'eau et dans l'alcool; et, quoique cette substance ait perdu ses propriétés résineuses, on ne peut découvrir dans la dissolution aucune trace d'acide oxalique. On se sert aussi d'acide nitrique pour découvrir la présence de l'amidon dans des substances végétales; après avoir laissé pendant quelques jours la substance en digestion dans de l'acide nitrique étendu, on mêle la liqueur avec de l'alcool, qui précipite l'amidon de sa dissolution dans les acides.

Dans l'analyse des substances organiques, en général, l'acide nitrique, employé comme réactif, fait découvrir la présence de l'azote; et, il nous fournit ainsi les moyens de constater celle de la matière animale; car, en le faisant agir à froid sur une substance, dont on cherche à déterminer la nature sous ce rapport, il se produit de l'azote. Nous ne connaissons en effet aucun autre moyen facile de distinguer dans l'analyse, la matière animale de la matière végétale; car nous n'en avons aucun autre d'extraire parfaitement l'azote dans son état isolé. Les élémens de la matière animale sont particulièrement disposés à la combinaison, et, parmi eux, principalement l'azote. Il suffit simplement de chauffer la substance dans une cornue, et de recueillir le produit gazeux à la manière ordinaire. On peut s'assurer que l'azote n'avait pas été fourni par l'acide nitrique, en saturant avec un alcali une portion déterminée de l'acide employé dans l'expérience; car on verra que la portion de l'acide, ainsi essayée, sature autant d'al-

cali, qu'une portion égale du même acide, dont on n'a point appliqué l'action sur la substance; et, par conséquent, l'azote doit avoir été produit par la substance soumise à l'action de l'acide. On fait usage aussi de l'acide nitrique, comme réactif, pour découvrir, dans l'analyse de l'urine, la présence de l'acide urique, qui produit avec ce liquide une couleur œillet ou rose.

EXPÉRIENCE XXXVIII.

L'étain du commerce contient souvent une petite portion, soit de cuivre, soit de plomb, et quelquefois de l'un et l'autre de ces métaux. Pour s'assurer de la pureté de l'étain, au moyen de l'acide nitrique, on met, dans un vaisseau convenable, environ trois ou quatre parties de cet acide sur une partie de limaille de l'étain qu'on veut essayer : il se produit une action très-violente; l'acide est décomposé avec une grande rapidité, il se dégage des vapeurs rouges abondantes, et la température du mélange s'élève considérablement. L'étain devient fortement oxidé, c'est-à-dire, qu'il ne passe pas à l'état de dissolution, mais qu'il est sous la forme d'une poudre blanche, dans laquelle il ne reste, après qu'elle a été lavée, aucune trace d'acide nitrique; ce qui est, par conséquent, un oxide à peu près pur.

Cet effet étant produit, on verse une petite quantité d'eau distillée sur la masse, et, après avoir bien remué le mélange, on le laisse reposer jusqu'à ce qu'il soit devenu clair, ou bien, on le filtre. En ajoutant ensuite, à la liqueur filtrée, de l'ammoniaque liquide en excès, cette liqueur prendra une couleur bleue, si l'étain

contenait du cuivre. Pour s'assurer si cet étain était accompagné de plomb, on ajoutera à une autre portion de la liqueur filtrée, quelques centigrammes d'une dissolution de sulfate de soude dans l'eau, qui donnera lieu à un précipité blanc, s'il y a présence de plomb. Ce précipité est un sulfate de plomb, qui, étant insoluble dans l'eau, tombe au fond de la liqueur.

EXPÉRIENCE XXXIX.

Pour distinguer le fer de l'acier, en se servant de l'acide nitrique comme réactif, on étend cet acide avec une assez grande proportion d'eau, pour qu'il ne puisse agir que faiblement sur la lame d'un couteau ordinaire. Si, l'on fait tomber une goutte de cet acide ainsi étendu, sur de l'acier; et, si, après l'y avoir laissée pendant quelques minutes, on l'enlève avec de l'eau, elle y laissera une tache *noire*; mais, si l'on fait tomber une goutte de ce même acide sur du fer, la tache, au lieu d'être noire, sera d'un gris blanchâtre. La couleur noire de la tache est due à la conversion du carbone de l'acier en charbon, qui devient alors prédominant; tandis, que le fer, étant à peu près dépouillé de carbone, ne peut produire qu'une tache grise.

Cet emploi de l'acide nitrique, comme réactif, ne se borne pas aux articles d'acier manufacturés et finis; mais son application rend encore l'ouvrier qui travaille le fer et l'acier, capable de s'assurer de la *qualité*, et de l'*uniformité* de contexture, des objets qui ne sont pas *achevés*.

Les remarques suivantes, de M. White, feront sentir

l'utilité de ce réactif pour les ouvriers en fer et en acier, en général.

« Il arrive fréquemment, dit-il, que des objets »de grande valeur, qu'on a l'intention de fabriquer en »fer ou en acier, ne sont trouvés défectueux que lors»qu'on les a déjà travaillés à grands frais. Un morceau »de fer, qui, ainsi que cela arrive souvent, ren»ferme une veine d'acier, exige au moins trois fois plus »de travail et de soin pour le façonner au tour, qu'un »morceau de fer homogène. De l'acier, qui abonde en »taches ou veines, ne manifestera ces défauts que dans »l'opération finale, lorsqu'on essaie de lui donner le »dernier poli. D'autres articles d'acier, tels que des vis »délicates de micromètres, des lames des meilleures es»pèces de ciseaux, des outils de graveur, des instru»mens de chirurgie, etc., ou se courbent, ou se défor»ment à la trempe, à raison de la différence d'expan»sion, ou bien, ils résistent à l'outil lorsqu'on les travaille »étant trempés, ou enfin, ils présentent, lorsqu'on vient »à les essayer, d'autres défauts sans remède, vices, que »l'essai préalable avec l'acide nitrique étendu aurait »indiqués avant qu'il eût été fait aucune dépense. Dans »ces cas, et dans beaucoup d'autres sans nombre, il »eût été incomparablement plus avantageux d'avoir re»jeté la matière après l'avoir essayée, que de lui avoir »fait subir à grands frais les procédés de manufacture, »pour en confectionner des articles, qu'on reconnaît être »alors sans valeur. J'ai vu des barreaux d'acier, que le »vendeur me garantissait comme parfaits, et qui, à cette »épreuve par l'acide nitrique, se montraient aussi rem»plis de veines et d'irrégularités, que le bois le plus gros-

»sier; par le même moyen, je me suis mis aussi en état »de choisir les morceaux les meilleurs et les plus homo»gènes pour des ouvrages de la plus grande délicatesse; »tandis, que si j'eusse négligé cet essai, j'aurais éprouvé »très-souvent le désagrément de manquer la confection »d'articles manufacturés, dans les dernières opérations, »après beaucoup de frais et de travail. Il suffit, pour »faire l'essai, de rendre claire par la lime, ou le papier »à l'émeri, la surface du métal, et d'y appliquer ensuite »l'acide nitrique très-étendu; les parties, qui contien»nent les plus grandes portions de carbure de fer se »manifesteront immédiatement d'elles-mêmes par leur »couleur noire.» (*Repertory of arts*, n° IV, pag. 202. —1816).

IX. ACIDE HYDRO-CHLORIQUE.

On peut faire usage de cet acide pour reconnaître la présence de l'argent et du plomb, d'après les précipités blancs, qu'il produit, dans les dissolutions de ces métaux. Le précipité, provenant de l'argent, se noircit promptement par son exposition à la lumière; il est complétement insoluble dans l'eau, et se dissout dans l'ammoniaque liquide. Le précipité, occasioné par le plomb, n'éprouve pas de changement par son exposition à la lumière; il est soluble dans environ vingt-deux parties d'eau bouillante, et dans l'acide nitrique étendu.

On emploie aussi l'acide hydro-chlorique pour découvrir l'ammoniaque lorsqu'il existe à l'état libre. Une baguette de verre, ou toute autre substance trempée dans cet acide, étant tenue dans l'atmosphère du

gaz ammoniacal, est immédiatement entourée de nuages blancs, épais, d'hydro-chlorate d'ammoniaque. L'acide hydro-chlorique est encore un agent auxiliaire utile, pour reconnaître la présence d'oxide de manganèse dans des substances minérales; parce qu'il produit, avec cet oxide, de la vapeur de chlore. Supposons, qu'un minéral nous étant présenté, nous désirions connaître s'il contient une quantité notable d'oxide de manganèse; nous y parviendrons en procédant ainsi qu'il suit : 1° après avoir réduit le minéral en poudre, on verse dessus de l'acide hydro-chlorique, et on chauffe médiocrement le mélange; s'il se dégage de la vapeur de chlore en abondance, le minéral consiste principalement dans du manganèse; 2° pour s'en assurer, on fait fondre un peu de borax, ou de soude, dans une cuiller de platine, et, après y avoir ajouté un peu de la mine, on tient le mélange en fusion par la flamme *intérieure* d'une bougie : la couleur de la masse dans la cuiller deviendra d'abord rouge, mais cette couleur disparaîtra peu à peu si la mine est du manganèse; en ajoutant alors un peu de nitrate de potasse, ou en tenant, pendant quelque temps, le mélange fondu, dans la flamme *extérieure*, la couleur rouge reparaîtra.

EXPÉRIENCE XL.

En versant cinq ou six gouttes d'acétate de plomb neutre dans un verre à moitié rempli d'eau distillée, et, en ajoutant une goutte ou deux d'acide hydro-chlorique, il se formera dans la liqueur un précipité blanc, épais, qui est de l'hydro-chlorate de plomb. Ce précipité est

facile à distinguer du chlorure d'argent, auquel il ressemble, en ce qu'il est soluble dans environ vingt-deux fois son poids d'eau, et qu'il ne change point de couleur par une courte exposition à la lumière. On peut donc faire usage d'eau, pour séparer l'hydro-chlorate de plomb du chlorure d'argent; mais il est préférable d'employer, à cet effet, l'acide nitrique. L'hydro-chlorate de plomb est également soluble dans l'acide acétique; et, au moyen de cet acide, on peut, de plus, le distinguer du chlorure d'argent et du sulfate de plomb. L'hydro-chlorate de plomb, parfaitement desséché, avec un commencement de volatilisation, contient, suivant Klaproth, sur 100 parties, 75 parties de plomb et 14 parties d'acide hydro-chlorique.

EXPÉRIENCE XLI.

Si, après avoir mêlé intimement ensemble, quelques centigrammes d'ammoniaque avec une quantité double de sous-carbonate de potasse, ou de chaux caustique, on tient près de ce mélange une plume, ou une baguette de verre, mouillée d'acide hydro-chlorique, il se produira des vapeurs blanches, épaisses, qui deviendront sensibles, et qui indiqueront ainsi la présence d'ammoniaque.

EXPÉRIENCE XLII.

En versant quelques gouttes d'ammoniaque liquide, dans un tube éprouvette, à moitié rempli d'eau distillée; et, en trempant dans ce liquide un morceau de papier, ou toute autre substance quelconque, une ba-

guette de verre, ou une plume, étant approchée de ce papier, il se formera des vapeurs blanches, épaisses.

Nous indiquerons l'effet de l'action de l'acide hydro-chlorique, comme réactif pour l'argent, en parlant du nitrate de ce métal.

X. ACIDE TARTARIQUE.

La potasse et la soude se ressemblent tellement dans leurs caractères chimiques, les plus évidens, qu'on ne peut aisément distinguer ces alcalis l'un de l'autre, qu'en les étudiant dans leurs combinaisons, c'est-à-dire, en les unissant à des acides, et en examinant les sels résultant de cette union. Ainsi, le sulfate de potasse est un sel amer, dur, exigeant une grande quantité d'eau pour sa dissolution; et, par conséquent, il se forme un précipité salin de sulfate de potasse, lorsqu'on mêle ensemble de l'acide sulfurique et une dissolution de potasse un peu concentrée; tandis que le sulfate de soude est très-soluble. Le nitrate de potasse cristallise en longs prismes hexaèdres, et le nitrate de soude, en cubes.

Cependant, l'acide tartarique peut faire aisément distinguer l'un de l'autre les deux alcalis; car, il produit, avec la potasse, ajoutée en excès, un sel très-peu soluble; et, avec la soude, un sel qui se dissout aisément dans l'eau. Il faut d'abord opérer la dissolution, dans de l'acide hydro-chlorique, ou tout autre, de l'alcali dont on recherche la nature, et ajouter avec excès, à la liqueur, une dissolution d'acide tartarique. Si le sel formé est à base de potasse, il se produira, dans quelques secondes, un précipité cristallin;

mais le mélange restera clair, si la base du sel, produit par l'acide tartarique, est la soude. Cependant, pour que l'action de ce réactif ait tout son effet, il est nécessaire que les dissolutions des sels soient concentrées autant que possible, et que l'acide tartarique soit toujours ajouté en excès.

EXPÉRIENCE XLIII.

L'addition d'une dissolution concentrée d'acide tartarique, à une dissolution également concentrée de sulfate de soude dans de l'eau distillée, ne produit aucun changement, parce que l'acide tartarique n'altère point les sels de soude.

EXPÉRIENCE XLIV.

En ajoutant de l'acide tartarique en excès à une dissolution concentrée de sulfate de potasse dans de l'eau distillée, il se forme un sel cristallin, qui, en se réunissant peu à peu, se dépose au fond du vase contenant les liqueurs. Ce sel est un tartrate acide de potasse.

EXPÉRIENCE XLV.

L'acide tartarique, ajouté à une dissolution de phosphate de soude, n'y occasione aucun effet, parce que l'acide tartarique n'altère pas les sels de soude.

EXPÉRIENCE XLVI.

En ajoutant un peu d'acide tartarique à une dissolution d'hydro-cyanate de potasse, et en laissant le mé-

lange en repos pendant quelques minutes, il se déposera sur les parois du vase de petits cristaux de tartrate acide de potasse.

EXPÉRIENCE XLVII.

L'addition d'acide tartarique en excès, à une dissolution aqueuse de 5 ou 6 décigrammes de soude caustique, dans un tube éprouvette, n'y produit aucun effet.

EXPÉRIENCE XLVIII.

Si l'on dissout la même quantité de potasse caustique dans une semblable quantité d'eau, et qu'on ajoute de l'acide tartarique à la dissolution, au bout de quelques minutes le mélange se troublera : et il se déposera, au fond du vase, une poudre blanche grenue, qui est un tartrate acide de potasse. On distinguera aisément ce sel lorsqu'il aura été lavé avec un peu d'eau froide, comme étant dur au toucher, grenu sous la dent, et laissant dans la bouche une légère saveur acidule.

XI. ACIDE BORIQUE.

L'acide borique ne s'emploie pas directement comme réactif, ou instrument d'analyse chimique, parce que ses affinités et son action ont peu d'énergie, comparativement à d'autres acides; mais le minéralogiste en fait usage comme flux pour les essais au chalumeau; et, particulièrement, parce qu'il facilite la fusion de substances terreuses, en produisant avec elles une fonte très-limpide. Cet acide n'est pas volatilisé par la chaleur la plus intense, et la masse qu'il fournit avec un

très-grand nombre de substances minérales, ne pénètre pas aisément les pores du charbon sur lequel l'essai se fait. On peut, même, le mêler avec du charbon en poudre, sans produire une vitrification incomplète. L'acide borique peut déplacer de leurs combinaisons tous les acides, excepté l'acide phosphorique; et, en même temps, la couleur qu'il produit avec différens oxides métalliques, etc., donne lieu à établir quelque conjecture sur la nature de la substance que l'on soumet à son action.

L'acide borique est également un agent très-utile pour découvrir la présence d'alcalis dans des substances minérales, et il a été particulièrement recommandé dans cette vue, par sir Humphry Davy. Ce chimiste, en employant l'acide borique pour reconnaître la nature d'un minéral, fait fondre une partie de ce minéral avec deux parties de l'acide; il dissout ensuite la masse fondue dans de l'acide nitrique étendu; et, après avoir concentré la dissolution pour en séparer le silex, il mêle la liqueur avec du carbonate d'ammoniaque en excès, la fait bouillir et la filtre; tous les ingrédiens terreux et métalliques sont ainsi séparés. Le liquide filtré, étant alors mêlé avec une quantité suffisante d'acide nitrique, et ce mélange évaporé jusqu'à ce que l'acide borique en ait été chassé en totalité, il ne reste plus que l'acide nitrique combiné avec les parties constituantes alcalines du minéral (et avec l'ammoniaque). On pourra en distinguer aisément la nature, au moyen de l'acide tartarique, ou de l'hydro-chlorate de platine, le nitrate d'ammoniaque ayant été préalablement enlevé par l'exposition à une forte chaleur rouge.

XII. ACIDE ACÉTIQUE.

On se sert particulièrement d'acide acétique dans l'analyse des substances végétales, pour séparer la résine du gluten. Ces substances sont l'une et l'autre dissoutes par l'acide acétique; mais en ajoutant de l'eau à la dissolution, elle laisse précipiter la résine, et retient le gluten. L'action de l'acide acétique ne faisant éprouver, de même que celle des acides sulfurique et nitrique, aucune altération à la résine, lors même qu'on l'y tient pendant très-long-temps en digestion, il en résulte, que, par le mélange d'eau, elle est précipitée sans avoir subi aucun changement apparent. L'acide acétique fournit donc ainsi un réactif très-utile dans l'analyse compliquée de substances végétales.

XIII. ACIDE OXALIQUE.

L'acide oxalique est, dans les expériences chimiques, un moyen d'essai, pour déterminer la présence de la chaux dans les liquides, dans quelque état de combinaison que cette terre y existe. Cet acide attire en effet la chaux avec une plus grande force que tout autre; et, par conséquent, il est capable de décomposer complétement tous les sels calcaires connus. L'oxalate de chaux étant insoluble dans l'eau, lorsqu'on ajoute de l'acide oxalique à une dissolution contenant de la chaux, il se forme un précipité blanc d'oxalate de chaux, qui étant recueilli, lavé et séché à une douce chaleur, peut indiquer facilement la quantité réelle de chaux.

On peut employer aussi l'acide oxalique, comme moyen avantageux, pour séparer l'oxide de fer de l'oxide de titane. Si, à une dissolution de cet acide, on ajoute de l'hydro-chlorate de titane, il se produit un précipité, qui est un oxalate pur de titane, pouvant être décomposé par son exposition à une chaleur suffisante pour détruire l'acide oxalique. On peut aussi faire usage de l'acide oxalique, pour séparer l'oxide de fer de l'oxide de cérium. Si ces deux oxides existent ensemble, en les faisant bouillir dans une dissolution d'acide oxalique, l'oxide de fer est dissous, et l'oxide de cérium reste sous la forme d'une poudre blanche, comme oxalate de cérium, qui peut être alors décomposé par la chaleur.

XIV. HYDRO-CHLORATE D'AMMONIAQUE.

Ce sel est un des réactifs dont on fait usage pour découvrir la présence du platine; dont la dissolution de ce métal (s'il est pur) produit, avec l'hydro-chlorate d'ammoniaque, un précipité d'un jaune vif, mais, qui tourne légèrement à l'orangé, si le platine est accompagné d'iridium. Le précipité produit par l'hydro-chlorate d'ammoniaque, est un composé d'oxide de platine, d'ammoniaque, et d'acide hydro-chlorique. En exposant à une forte chaleur rouge ce sel triple, il se réduit en une masse grise spongieuse, qui est le platine métallique. C'est, par ce caractère, que le platine se distingue de tous autres métaux, et qu'il en peut être séparé, lorsqu'il y est combiné.

L'hydro-chlorate d'ammoniaque fournit donc un moyen

facile de reconnaître si l'or a été altéré par une addition de platine, espèce de fraude, au moyen de laquelle on éluderait l'effet de l'essai. L'or peut être précipité par une dissolution de sulfate vert de fer, et le platine, par l'hydro-chlorate d'ammoniaque.

Lorsqu'on ajoute de ce réactif à une dissolution de la *mine de platine* dans l'acide hydro-chloro-nitrique, le précipité, qu'occasione la première addition d'hydro-chlorate d'ammoniaque, est d'une couleur de buffle; et si, après avoir décanté la liqueur qui le surnage, et qui est encore d'un brun rougeâtre, on ajoute une nouvelle quantité du réactif, il se produit un précipité d'un jaune orangé vif; mais on n'en peut obtenir un jaune clair de la dissolution. La couleur orangé du précipité est due, ainsi qu'il a déjà été dit, à la présence de l'*iridium*, qui accompagne toujours la mine de platine. Le précipité d'un jaune clair est donc un indice caractéristique de la pureté du platine. On fait usage en peinture du précipité jaune, qui fournit une couleur très-vive et permanente.

On peut aussi faire emploi de l'hydro-chlorate d'ammoniaque, comme réactif, pour reconnaître la présence d'alcalis et de terres alcalines, qui décomposent ce sel en mettant son ammoniaque en évidence. Il faut, que le sel soit à l'état sec, ou à peu près; et, l'on peut chauffer modérément pour dégager l'ammoniaque; mais, comme il est un grand nombre de métaux et d'oxides métalliques, qui sont aussi capables de décomposer l'hydro-chlorate d'ammoniaque par la voie sèche, il convient de s'aider de quelqu'autre preuve, qui concoure à rendre la présence de l'alcali, ou des terres alcalines, non équi-

voque; et nous ne manquons pas, à cet égard, de meilleurs réactifs.

M. Chenevix recommande l'hydro-chlorate d'ammoniaque, comme un agent utile, pour séparer l'alumine de ses dissolutions alcalines. L'alcali se combine avec l'acide hydro-chlorique, et l'ammoniaque, mise en liberté, détermine la précipitation de l'alumine, qui, après avoir été lavée et séchée, est parfaitement pure.

EXPÉRIENCE XLIX.

Si, dans un tube éprouvette, à moitié rempli d'eau distillée, on verse un peu d'hydro-chlorate de platine, et, qu'on ajoute au mélange une dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque : il se produira un précipité jaune, consistant dans de l'oxide de platine, de l'acide hydro-chlorique, et de l'ammoniaque.

EXPÉRIENCE L.

En mêlant ensemble des dissolutions d'hydro-chlorate de platine et d'hydro-chlorate d'or, et, en versant ensuite dans le mélange une dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité, la liqueur qui surnage, devenue parfaitement claire, après un temps suffisant de repos du mélange sans le troubler, aura encore une couleur jaune. Si l'on y ajoute alors une dissolution de sulfate vert de fer, récemment préparée : la liqueur claire se troublera de nouveau, ou, elle acquerra subitement une couleur verte, et il se déposera lentement un précipité de couleur verdâtre foncé, ou plutôt brun, qui est de l'or métallique. En

chauffant au rouge, à l'aide du chalumeau, ou s'il y en avait assez, dans le fourneau d'une pipe à fumer placé dans un feu ordinaire, le précipité produit par l'hydrochlorate d'ammoniaque, on obtiendrait du platine métallique sous la forme d'une masse grise, poreuse.

XV. PERCHLORURE DE MERCURE (SUBLIMÉ CORROSIF).

On emploie ce sel de mercure, comme réactif, pour indiquer la présence d'alcalis et de terres alcalines. Il produit avec les alcalis fixes, caustiques, un précipité jaune, et avec les carbonates alcalins, un précipité orangé; avec l'eau de chaux, le précipité est aussi d'un jaune orangé. Mais on fait rarement usage de ce sel pour cet objet, parce que nous avons de meilleurs réactifs pour découvrir la présence d'alcalis. On tire un parti plus avantageux de son action dans l'analyse de substances animales, parce qu'elle peut nous faire découvrir les plus petites quantités d'albumine, substance, qui entre en proportion très-sensible dans la composition d'un grand nombre de produits animaux. Le perchlorure de mercure produit avec l'albumine un précipité blanc floconneux. Cette substance n'est cependant pas séparée en totalité, à moins qu'on ait recours à la chaleur pour aider la coagulation. C'est, par cette raison, que le docteur Bostock a proposé, pour estimer la quantité d'albumine contenue dans un fluide animal, l'ingénieuse méthode qui suit, savoir : On ajoute au fluide une quantité de perchlorure de mercure, plus que suffisante pour saturer l'albumine, et l'on chauffe le mélange. Il se forme, par cette double action, un coagulum, qui peut être séparé par le filtre. Le précipité est un composé du

sel métallique avec l'albumine, dans la proportion d'environ une partie du perchlorure, sur trois ou quatre de l'albumine. On peut donc conclure la quantité de cette dernière substance, de celle du perchlorure, nécessaire pour décomposer en totalité une dissolution d'albumine; car, trois parties du sel métallique, entièrement décomposées, indiquent dix parties et demie d'albumine.

Il est d'autres réactifs, tels, par exemple, que le sous-acétate de plomb (extrait de Goulard) et le nitrate d'argent, qui indiquent la présence de l'albumine; mais le sous-acétate de plomb et le nitrate d'argent agissent aussi sur d'autres variétés de matière animale, ce que ne fait pas le perchlorure de mercure. On peut aussi se servir du perchlorure de mercure, comme réactif, pour découvrir les sels à base d'ammoniaque, en l'employant de la manière qui suit :

EXPÉRIENCE LI.

Après avoir dissous 6 ou 12 centigrammes de sous-carbonate de potasse dans de l'eau distillée, dont aura été à moitié rempli un tube éprouvette, on y verse quelques gouttes d'une dissolution de perchlorure de mercure : il se produit immédiatement un précipité de couleur orangé qui gagne le fond du tube.

EXPÉRIENCE LII.

En versant, dans une dissolution de 6 ou 12 centigrammes de sous-carbonate de soude dans de l'eau distillée, remplissant à moitié un tube éprouvette, de la dissolution de perchlorure de mercure, le même effet que dans l'expérience précédente a lieu.

EXPÉRIENCE LIII.

Si l'on verse, dans un tube éprouvette, à moitié rempli d'une dissolution dans l'eau distillée de quelques centigrammes de potasse, ou de soude, caustique, une dissolution de perchlorure de mercure : il se formera d'abord un précipité d'un jaune soufre; mais, en augmentant le mélange de perchlorure, le précipité prendra une couleur orangé sombre.

EXPÉRIENCE LIV.

En ajoutant quelques gouttes de la dissolution de perchlorure de mercure, à de l'eau de chaux nouvellement préparée, contenue dans un tube éprouvette : il se produit, et se dépose instantanément un précipité jaune orangé.

Si l'on mêle une petite quantité de l'albumine, ou blanc d'un œuf, avec de l'eau distillée, et, si après avoir laissé reposer le mélange jusqu'à ce que la partie insoluble se soit déposée, on verse dans la liqueur claire décantée, une dissolution de perchlorure de mercure : la liqueur deviendra laiteuse; et, au bout de quelque temps, il se formera un précipité blanc floconneux.

Le même effet a lieu, sur un mélange avec de l'eau, du sérum du sang, ou toute autre matière albumineuse quelconque. Il suffit d'une goutte de dissolution saturée de perchlorure de mercure, ajoutée à de l'eau contenant $\frac{1}{1000}$ de son poids d'albumine, pour donner lieu à un nuage visible ; et, au bout de quelques heures, il se dépose un précipité floconneux au fond du vaisseau. Le même réactif produit un effet sensible sur un li-

quide, qui ne contiendrait que la moitié de cette proportion, ou $\frac{1}{2000}$ d'albumine, en laissant le mélange en repos pendant quelques heures.

La dissolution de perchlorure de mercure, à employer comme réactif, devrait être gardée dans l'obscurité, parce que la lumière la rend trouble ; il s'en sépare un précipité blanc (sous-chlorure de mercure), et son action est affaiblie.

EXPÉRIENCE LV.

Si, après avoir ajouté une simple goutte d'une dissolution de potasse ou de soude, à une dissolution dans de l'eau distillée de six centigrammes d'hydro-chlorate d'ammoniaque, on verse dans le mélange une goutte ou deux de la dissolution de perchlorure de mercure, la liqueur deviendra laiteuse, et il se déposera un précipité blanc, consistant en acide hydro-chlorique, mercure et ammoniaque.

EXPÉRIENCE LVI.

Après avoir ajouté une goutte de la dissolution d'un alcali quelconque, à une dissolution de 6 centigrammes de nitrate d'ammoniaque dans de l'eau distillée ; si, on laisse tomber dans le mélange une goutte de la dissolution de perchlorure de mercure ; il se produira immédiatement un précipité blanc, de sous-chlorure de mercure et d'ammoniaque.

Il est essentiel que la dissolution soit neutre. La délicatesse de ce réactif, lorsqu'il est employé pour découvrir les sels ammoniacaux, est extrême. Il peut indi-

quer la présence d'une partie d'hydro-chlorate d'ammoniaque, dissoute dans environ 7700 parties d'eau. Nous sommes redevables à M. F. Brande, de l'application de ce réactif.

XVI. SOUS-NITRATE DE MERCURE.

On emploie ce sel, comme réactif, pour découvrir la présence de l'ammoniaque libre, avec laquelle il produit un précipité gris cendré, ou noir. On peut se servir aussi de ce nitrate, pour découvrir la présence de l'acide hydro-chlorique, avec lequel il donne lieu à un précipité blanc; une partie d'acide hydro-chlorique dans 300000 parties d'eau, est aisément rendue sensible au moyen de ce réactif.

Le sous-nitrate de mercure est aussi d'un emploi avantageux, non-seulement, pour indiquer la présence de l'acide phosphorique, contenu dans tout liquide quelconque, mais encore pour en déterminer la quantité. Il produit, en effet, avec cet acide, un précipité blanc, qui est soluble dans un excès d'acide phosphorique, et aussi dans l'acide nitrique; ce qui n'a pas lieu à l'égard du précipité occasioné par l'acide hydro-chlorique. Le précipité, qui se forme par l'acide phosphorique (le phosphate de mercure), peut être décomposé par sa simple exposition à l'air, et alors, l'acide phosphorique s'obtient à l'état de pureté; ou, si le précipité est chauffé au chalumeau sur un charbon, il se fond d'abord, avec effervescence et une flamme verte, en un verre jaunâtre; en continuant le feu, le mercure se volatilise, et il peut être condensé dans son état métallique, sur une plaque

de cuivre, tenue au-dessus de la vapeur; l'acide phosphorique brûle alors en phosphore. Avec une dissolution d'hydro-chlorate d'or, le sous-nitrate de mercure produit un précipité dense, de couleur noire bleuâtre; et, avec l'hydro-chlorate de platine, le précipité est orangé.

Il y a, cependant, quelques précautions à prendre, lorsqu'on emploie ce réactif pour découvrir l'acide phosphorique. Il est essentiel, par exemple, que le liquide ne doive contenir aucun alcali libre, ni terre alcaline. Le sous-nitrate de mercure peut aussi être appliqué à la recherche de l'acide sulfurique, avec lequel il occasione un précipité blanc cristallin, ou pulvérulent, qui devient jaune, en le lavant, à plusieurs reprises, avec de l'eau bouillante.

EXPÉRIENCE LVII.

Lorsqu'on ajoute, à de l'eau distillée dans un tube éprouvette, une goutte d'ammoniaque liquide : il ne se produit aucun changement; mais, en y versant alors quelques gouttes d'une dissolution de sous-nitrate de mercure, il se dépose à l'instant, au fond du tube, un précipité gris cendré.

EXPÉRIENCE LVIII.

Si, après avoir ajouté à de l'eau distillée, une goutte d'acide hydro-chlorique, ou quelques centigrammes seulement d'hydro-chlorate de soude, on verse dans cette liqueur quelques gouttes de sous-nitrate de mercure : il s'y formera des nuages blancs, et il se déposera

un précipité blanc, qu'un mélange d'acide nitrique ne fait disparaître, ni ne redissout.

EXPÉRIENCE LIX.

En ajoutant une dissolution de sous-nitrate de mercure à une dissolution, de quelques centigrammes de phosphate de soude dans de l'eau distillée : il se forme un précipité blanc, de phosphate de mercure. En versant, sur ce précipité, après qu'il s'est déposé, et que la liqueur qui le surnage a été décantée, de l'acide nitrique, il sera très-promptement dissous.

EXPÉRIENCE LX.

Si, après avoir versé trois ou quatre gouttes d'acide sulfurique, dans de l'eau distillée, ou dissous, dans de l'eau distillée, quatre ou six décigrammes de sulfate de soude, on ajoute à la liqueur du sous-nitrate de mercure : il se produira un précipité blanc, épais, qui se rassemblera promptement au fond du tube éprouvette contenant la liqueur. Ce précipité acquiert une couleur jaune, par des affusions répétées d'eau bouillante.

EXPÉRIENCE LXI.

En mêlant quelques gouttes d'hydro-chlorate d'or avec de l'eau distillée dans un tube éprouvette, qui en est à moitié rempli, et, en ajoutant ensuite au mélange une ou deux gouttes d'une dissolution de sous-nitrate de

mercure : il se formera instantanément un précipité d'un noir bleuâtre.

EXPÉRIENCE LXII.

Si on laisse tomber une goutte d'hydro-chlorate de platine dans un verre contenant de l'eau distillée, et qu'on ajoute ensuite au mélange une goutte de sous-nitrate de mercure : il se réunira au fond du vase un précipité de couleur orangé vif.

XVII. NITRATE D'ARGENT.

La dissolution d'argent dans l'acide nitrique est un excellent réactif, pour indiquer la présence de l'acide hydro-chlorique, soit libre, soit à l'état de combinaison avec d'autres corps. Elle produit, avec cet acide, un précipité blanc caillé, qui est insoluble dans l'eau, mais qui se dissout aisément dans l'ammoniaque liquide. Ce précipité noircit promptement par son exposition à la lumière.

Le nitrate d'argent est un réactif d'une si étonnante délicatesse, qu'une partie d'hydro-chlorate de soude, dissoute dans 42250 parties d'eau, est rendue sensible au moyen de nuages blancs, que ce nitrate produit dans la liqueur; et, cependant, cette quantité d'eau ne doit contenir que $\frac{1}{108333}$ de son poids d'acide hydro-chlorique réel.

Il est nécessaire d'user de quelques précautions dans l'emploi de ce réactif, parce que les carbonates alcalins et terreux ont aussi de l'action sur lui, et il en est de même de l'acide sulfurique et de ses combinaisons. On peut se garantir de cette action, à l'égard de l'acide

sulfurique et de ses combinaisons, en séparant d'abord l'acide sulfurique au moyen du nitrate de barite; et, quant à l'action du réactif sur les carbonates alcalins et terreux, on y obvie, en les sursaturant préalablement avec de l'acide nitrique pur. Le précipité, qu'occasione le nitrate d'argent avec les carbonates alcalins (le carbonate d'argent) se dissout avec effervescence dans l'acide nitrique étendu; ce qui n'a pas lieu à l'égard du précipité, que produit l'acide hydro-chlorique. Le nitrate d'argent devient aussi, avec le concours d'un alcali, un excellent réactif pour découvrir les plus petites portions d'arsenic, comme produisant, dans le cas de présence de ce métal, un précipité jaune. Ce réactif indique également les moindres quantités de gaz acide hydro-sulfurique et de sulfures en général, par les précipités noirs, auxquels il donne lieu avec ces substances. Il fournit, avec l'acide chrômique, un précipité d'un rouge carmin.

EXPÉRIENCE LXIII.

Lorsqu'après avoir fait tomber une goutte d'acide hydro-chlorique dans un verre d'eau distillée, on ajoute à la liqueur une goutte de dissolution de nitrate d'argent: il se forme à l'instant un précipité blanc caillé (chlorure d'argent), qui se dépose rapidement au fond du verre. 100 parties de ce précipité, complétement desséchées, mais non fondues, contiennent 75,235 parties d'argent; le surplus, de 24,765 parties, consiste dans du chlore. L'argent de ce chlorure, réduit à l'état métallique, est le plus pur qu'on puisse se procurer. La réduction peut s'opérer ainsi qu'il suit :

EXPÉRIENCE LXIV.

On mêle une partie de chlorure d'argent bien sec, avec trois parties de sous-carbonate de soude, ou de potasse du commerce, privés entièrement d'eau par la chaleur. On met ce mélange dans le fourneau d'une pipe à fumer, qu'on fait rougir dans un feu de charbon ordinaire. Lorsqu'au bout de dix minutes, la masse est entrée en fusion parfaite, on la laisse refroidir. En cassant alors le fourneau de pipe, on trouve à son fond un bouton brillant d'argent pur.

Le nitrate d'argent est employé par les affineurs comme moyen d'essai de leur eau forte, ou acide nitrique, et pour purifier cet acide. Si, lorsqu'ils ont laissé tomber, dans de l'acide nitrique du commerce, quelques gouttes d'une dissolution de nitrate d'argent, cet acide reste clair, ils sont assurés qu'ils peuvent s'en servir. Dans le cas contraire, où cet acide ne conserve pas sa limpidité, ils ajoutent un peu plus de la dissolution, qui fait prendre immédiatement au mélange une couleur blanche laiteuse; en le laissant ensuite en repos pendant quelque temps, il s'y dépose un sédiment blanc (chlorure d'argent). On décante avec précaution la liqueur qui le surnage, on l'essaye de nouveau; et, si cela est reconnu nécessaire, on le purifie encore par une addition de la dissolution de nitrate d'argent.

EXPÉRIENCE LXV.

En ajoutant de la dissolution de nitrate d'argent, à une dissolution de six ou douze centigrammes d'hydro-

chlorate de soude dans de l'eau distillée : le mélange se troublera aussitôt, et il se déposera au fond du vase un précipité blanc, épais. Si, après avoir décanté la liqueur qui le surnage, on verse sur le précipité de l'ammoniaque liquide, elle produira immédiatement, avec cette liqueur, une dissolution transparente de nitrate d'argent et d'ammoniaque. C'est, par cet effet, que le chlorure d'argent se distingue du chlorure de plomb, qui n'est pas soluble dans l'ammoniaque liquide.

EXPÉRIENCE LXVI.

Le chlorure d'argent, préparé, ainsi qu'il a été dit, en décomposant par le nitrate d'argent une dissolution d'hydro-chlorate de soude dans l'eau, étant lavé avec de l'eau pendant qu'il est humide, puis séché entre des feuilles de papier brouillard, et exposé ensuite à la lumière du jour, perd promptement sa belle couleur blanche, et, dans quelques heures, il en prend une d'un noir bleuâtre.

On suppose, que ce changement de couleur est dû à une réduction partielle de l'argent par l'action de la lumière, dont l'effet est de dégager une portion du chlore, ce changement ayant également lieu par la chaleur; car le chlorure d'argent noircit avant d'entrer en fusion, et il s'est dégagé une petite quantité de chlore. Le chlorure d'argent noircit aussi à l'air, indépendamment de la lumière ; car ce chlorure, placé dans un lieu obscur, où passe un fort courant d'air, devient noir ; mais beaucoup moins promptement que, par son exposition aux rayons solaires.

EXPÉRIENCE LXVII.

A la vérité, lorsque la quantité d'acide hydro-chlorique dans un liquide est extrêmement petite, on ne peut pas recueillir de précipité effectivement formé; mais la dissolution, qui était limpide avant le mélange, devient, après, plus ou moins opalescente. On peut juger de cet effet, en versant du nitrate d'argent dans un vase contenant de l'eau ordinaire de source ou de rivière; cette eau devient, presque immédiatement, plus ou moins nuageuse ou laiteuse, suivant la quantité d'acide hydro-chlorique qu'elle contient, dans telle ou telle combinaison; mais on ne peut recueillir de précipité. Dans l'analyse d'eaux minérales, l'emploi de ce réactif évite beaucoup d'embarras à celui qui opère. Si l'eau, par exemple, ne contient que de l'hydro-chlorate de potasse et de soude, tous les autres ingrédiens ayant été préalablement séparés, il suffira de décomposer ces hydro-chlorates par du nitrate d'argent, et de faire sécher le précipité; car, 217,65 parties de chlorure d'argent, indiquent 100 parties d'hydro-chlorate de potasse, et 235 parties de chlorure d'argent représentent 100 parties d'hydro-chlorate de soude.

EXPÉRIENCE LXVIII.

Après avoir mis, par portions égales, dans deux tubes éprouvettes, une dissolution dans de l'eau distillée, de trois ou quatre décigrammes de sulfate de soude, ou sulfate de magnésie, ou d'alun, on verse, dans la liqueur de l'un de ces tubes, quelques gouttes de nitrate d'ar-

gent, elle se troublera considérablement; parce que l'oxide d'argent, se combinant avec l'acide sulfurique du sulfate, forme un composé insoluble (sulfate d'argent). En décantant alors le liquide qui surnage le précipité, et en mettant ce précipité, qui est sous forme pulvérulente, dans un vaisseau contenant de l'eau distillée, il se dissoudra promptement, à l'aide d'une douce chaleur; ce qui n'aurait pas lieu avec le chlorure d'argent, qui est parfaitement insoluble dans l'eau.

EXPÉRIENCE LXIX.

En ajoutant, par suite de l'expérience précédente, dans la portion de dissolution de sulfate de soude dans l'autre tube éprouvette, du nitrate de barite, jusqu'à cessation de tout nuage dans la dissolution; et, en essayant de nouveau, avec du nitrate d'argent, la liqueur séparée du précipité par la filtration, il ne s'y produira plus de précipité, parce qu'elle ne contient alors que du nitrate de soude, l'acide sulfurique du sulfate de cette base ayant formé, en se combinant avec la barite, le précipité insoluble qui est resté sur le filtre.

EXPÉRIENCE LXX.

Le nitrate d'argent, ajouté à une dissolution dans de l'eau distillée de quelques centigrammes de sous-carbonate de potasse ou de soude, occasionera un précipité de carbonate d'argent; mais, en versant sur ce précipité un peu d'acide nitrique pur, il se redissoudra, ce qui n'a pas lieu avec le chlorure d'argent.

EXPÉRIENCE LXXI.

En versant, dans cette même dissolution de sous-carbonate de potasse ou de soude, assez d'acide nitrique pour neutraliser le sous-carbonate, ce qu'on reconnaît lorsque la dissolution cesse de produire le changement en brun sur le papier de curcuma; et, en ajoutant alors à la liqueur, du nitrate d'argent, elle ne se troublera pas; parce que l'effet de l'alcali carbonaté, est empêché par son union avec l'acide nitrique; mais, si ensuite, on introduit dans le mélange, quelques centigrammes d'hydro-chlorate de soude, ou de toute autre combinaison d'acide hydro-chlorique, le nitrate d'argent indiquera aussitôt la présence de cet acide, par un précipité abondant, blanc, caillé, ou floconneux.

EXPÉRIENCE LXXII.

Le nitrate d'argent agit avec une telle énergie, qu'il est possible de découvrir, par son moyen, la très-petite quantité d'hydro-chlorate de soude, qui adhère constamment à la peau, comme y étant déposée par la matière transpirable du corps vivant. On s'assurera de ce fait, en mettant quelques gouttes de nitrate d'argent dans de l'eau distillée, contenue dans un tube éprouvette, et en agitant ce tube, dont on ferme, avec le doigt appliqué dessus, l'extrémité ouverte; après quelques minutes d'agitation, le mélange deviendra sensiblement trouble, par la raison, qu'il aura enlevé, à l'épiderme du doigt, une portion d'hydro-chlorate de soude; portion, tellement petite, qu'on ne peut s'en faire une idée; mais, dont la

présence est cependant rendue ainsi évidente à nos sens, par l'action de ce réactif.

Le sous-nitrate d'argent, soit pur, soit à l'état de combinaison avec l'ammoniaque, forme un excellent réactif, pour découvrir la plus petite quantité d'arsenic. Ce fut M. Hume, qui en fit connaître le premier l'application. L'action de ce réactif arsenical est d'un effet des plus étonnans : puisqu'il peut faire reconnaître une partie d'arsenic dans quatre cent mille parties d'eau. M. Hume conseille de saturer d'abord l'arsenic avec un alcali quelconque, et d'appliquer ensuite le sous-nitrate d'argent (caustique lunaire) à la surface de la dissolution, dans laquelle on soupçonne qu'il existe de l'arsenic : il se manifestera une couleur d'un jaune vif, qui indiquera la présence de ce métal.

EXPÉRIENCE LXXIII.

Faites chauffer, jusqu'à ébullition, un mélange d'un ou deux décigrammes d'acide arsenieux (arsenic blanc) avec 240 grammes d'eau distillée, ou de pluie; ajoutez-y, alors, 6 ou 12 centigrammes de sous-carbonate de potasse ou de soude ; mettez quelques cuillerées à bouche de cette dissolution dans un verre, et présentez seulement, à la surface du liquide, un petit morceau de sous-nitrate d'argent sec : il se manifestera aussitôt un précipité jaune, provenant du point de contact du sous-nitrate d'argent avec la liqueur, et il se rassemblera, vers le fond du verre, en un dépôt floconneux et abondant. Le docteur Marcet a fait dernièrement connaître les modifications suivantes, dont ce réactif était susceptible dans son emploi.

EXPÉRIENCE LXXIV.

Après avoir filtré le liquide, qu'on soupçonne contenir de l'arsenic, on applique, à sa surface, l'une des extrémités d'une baguette de verre, mouillée avec de l'ammoniaque liquide; on plonge ensuite, dans le mélange, l'autre extrémité de la baguette, qui a été aussi mouillée avec une dissolution de nitrate d'argent : il se manifestera, au point de contact, l'apparence d'un précipité, qui se déposera peu à peu au fond du vase. Ce précipité étant soluble dans l'ammoniaque, il est nécessaire d'apporter la plus grande attention à ne pas introduire dans le mélange un excès de cet alcali.

On pourrait objecter, à ce mode d'emploi du nitrate d'argent, pour reconnaître la présence de l'arsenic, que l'acide hydro-chlorique agit aussi sur ce réactif; mais il est facile d'obvier à cet, effet et de détruire cette objection; car, en ajoutant un peu d'acide hydro-chlorique au liquide, dans lequel on soupçonne la présence de l'arsenic, et, en y versant ensuite, avec les plus grandes précautions, le nitrate d'argent, jusqu'à cessation de précipité, tout l'acide hydro-chlorique sera séparé; et alors, l'addition d'ammoniaque liquide produira le précipité jaune sous sa forme caractéristique.

M. Hume a particulièrement fixé son attention sur la nature de ce réactif, et nous lui sommes redevables de quelques remarques intéressantes concernant la manière de l'employer. Nous allons transcrire ici un essai de M. Hume, par ce moyen.

« Dissolvez, dit-il, quelques centigrammes, six, par

»exemple, de nitrate d'argent, appelé ordinairement »caustique lunaire, dans environ neuf ou dix fois son »poids d'eau distillée; ajoutez, à cette dissolution, de »l'ammoniaque liquide, goutte à goutte, jusqu'à »ce qu'il se forme un précipité. Continuez à ajouter »ainsi l'ammoniaque, avec précaution, en agitant de »temps en temps le flacon, jusqu'à ce que le précipité »soit disparu, et la dissolution redevenue transpa»rente, ou à peu près telle, un grand excès d'ammo»niaque n'étant pas nécessaire, si même un excès quel»conque l'est; car, la dissolution d'ammoniaque étant »plus légère que l'eau, il est probable, que la portion »superflue de cette dissolution resterait sur la surface »du liquide, à laquelle on l'a appliquée comme réactif. »On a ainsi un liquide pur et simple, qui, si on le »garde dans un flacon bouché à l'émeri, ne s'altérera »pas aisément, et pourra, par conséquent, toujours ser»vir au besoin. Son emploi est aussi également simple; »car, il se borne à tremper un morceau de verre dans »cette liqueur, pour l'appliquer ensuite à la surface »de la dissolution, qui contient de l'arsenic. Si la sub»stance, que l'on supposerait contenir ce poison, était »à l'état solide, comme en état de mélange avec du »sucre, de la farine, du pain, de la viande, ou toute »autre espèce quelconque d'aliment, on commencerait »par verser de l'eau bouillante sur le corps suspect; et, »après avoir filtré la dissolution, on y appliquerait, »étant refroidie, le liquide réactif, avec un morceau de »verre, comme il a déjà été dit. On peut aisément »se procurer le morceau de verre dans la boutique »d'un vitrier; ou, si l'on n'en a pas sous la main, il suf-

»fira de verser, du flacon, dans la liqueur, quelques »gouttes du réactif; ce qui n'exige pas une très-grande »précaution, au moyen de ce qu'il ne peut résulter assez »d'incertitude d'un léger excès d'alcali, non plus que »de la liqueur réactif elle-même.»

M. Hume observe en outre, «que l'effet du réactif »devient plus ou moins sensible, en raison de ce que le »liquide, qui contient l'arsenic, est plus ou moins étendu. »Il a été reconnu, que le phosphate de soude donne lieu, »avec ce réactif, à un changement semblable à celui »produit par l'arsenic; et, qu'on peut être amené à de »fausses conclusions, lorsqu'on opère, de la même ma»nière, avec deux dissolutions, de phosphate de soude, et »d'arsénite de potasse. Un morceau de nitrate d'argent »sec, appliqué, pour un moment, à la surface de l'un ou »de l'autre des liquides, manifesterait certainement le »précipité *jaune* et abondant; et, un spectateur de ces »effets, sentirait nécessairement diminuer sa confiance »relativement aux avantages annoncés en faveur du sel »d'argent réactif.

»Prenons une position opposée, dans ce moyen: »Soient deux vaisseaux de verre, contenant, l'un une »dissolution de phosphate de soude, l'autre une disso»lution simple d'oxide d'arsenic, l'une et l'autre de ces »dissolutions ayant été faites, comme il en doit être ainsi »pour toutes les expériences, avec de l'eau distillée. En »appliquant, alors, le nitrate d'argent sec, comme il »est dit ci-devant, à la dissolution du phosphate de »soude, le même précipité jaune se manifestera; mais »un effet semblable n'aura pas lieu avec la dissolution »d'arsenic. Il convient de se servir, dans ces expériences,

»de deux morceaux séparément de sous-nitrate d'argent, »afin d'éviter toute erreur; car, il ne faudrait pas mettre »en contact avec la dissolution arsenicale, le morceau »qui aurait été trempé dans celle du phosphate. Une »légère opacité dans la dissolution *simple* d'arsenic, par »le contact du sous-nitrate, ne doit pas être considérée »comme provenant d'une union quelconque avec l'ar»senic. Celui qui opère étant convaincu qu'il n'y a point »encore de précipité *jaune* produit, s'il prend alors un »morceau de papier brouillard, légèrement humecté »d'une dissolution d'ammoniaque, et, que le tenant »près de la surface du liquide arsenical, il remue en »même temps le vaisseau, de manière à produire une »ondulation, il se formera à l'instant un précipité jaune »abondant, qui sera l'indicateur de la présence de l'ar»senic.

»Ces expériences peuvent être rendues plus claires »encore, et confirmées par un grand nombre d'autres, »qui leur servent d'appui, ainsi que par plus d'une mé»thode. Je me bornerai à ne faire ici mention que de »l'une d'elles, dont nous sommes redevables au docteur »Ayrton Paris.

»Soient faites les deux expériences parallèles, que »nous venons de présenter, sur deux morceaux de »papier à écrire bien net; ou autrement, si après avoir »étendu, sur l'un de ces morceaux de papier, un peu »d'arsénite d'argent, récemment préparé, et sur l'autre, »du phosphate d'argent, on laisse sécher ces papiers, »le phosphate d'argent prendra par degrés une couleur »*noire*, ou à peu près telle; tandis, que l'arsénite d'ar»gent passera, de sa couleur originale, jaune vif, à une

»teinte de jaune, à peu près couleur de *biche*. Lorsque »ces deux expériences sont faites avec une adresse et »une précision convenables, il se présente une autre par»ticularité distinctive, qu'il convient de faire remarquer. »Procédez ainsi qu'il suit : Mettez, environ 4 grammes, ou »plus, de la dissolution de phosphate de soude sur un »morceau de papier à écrire ; et, pour ne pas perdre de »temps, autant d'arsénite de potasse sur un autre mor»ceau de papier. En présentant alors séparément à cha»cun de ces papiers, un petit morceau de nitrate d'ar»gent sec, et, en l'y promenant en tous sens, de ma»nière à disperser la couleur : la première apparence, »qu'on remarque est, que l'arsénite d'argent prend un »aspect *floconneux*, la couleur se caillant, s'accumu»lant et se réunissant en taches, comme si c'était un »chlorure *jaune* d'argent ; tandis, que le phosphate offre »à la vue une couleur homogène, entièrement diffé»rente dans sa contexture, étant parfaitement unie et »égale, comme, si elle avait été mise sur le papier avec »une brosse ; il y a aussi, d'abord, une différence évi»dente dans la couleur. »

EXPÉRIENCE LXXV.

On peut reconnaître l'effet du nitrate d'argent, pour découvrir les plus petites quantités de gaz acide hydrosulfurique, en plongeant une portion du blanc d'un œuf, coagulé par la chaleur, dans de l'eau distillée, mêlée avec une petite quantité de nitrate d'argent, et en laissant le mélange en repos pendant environ vingt-quatre heures. Dans cet espace de temps, la dissolution

acquerra, en totalité, aussi bien que l'albumine, une couleur d'un brun foncé, parce que l'albumine de l'œuf contient du soufre. La couleur noire, que prend une cuiller d'argent, lorsqu'on s'en sert pour toucher le blanc d'un œuf bouilli, vient à l'appui de ce fait.

EXPÉRIENCE LXXVI.

Si, après avoir mis de l'eau imprégnée de gaz acide hydro-sulfurique, dans une soucoupe ou dans un verre, on tient, au-dessus de la surface de l'eau, un morceau de papier humecté d'une dissolution de nitrate d'argent, en la recouvrant avec ce papier : le gaz acide hydro-sulfurique, en s'échappant du liquide, donne à l'instant une couleur noire à la dissolution ; l'argent, qu'elle contient, reparaîtra à l'état métallique, et en se combinant avec le soufre, le tout prend un brillant métallique et une couleur irisée.

EXPÉRIENCE LXXVII.

Si, l'on écrit sur du papier avec une dissolution étendue de nitrate d'argent : l'écriture sera invisible tant que le papier sera sec et garanti de la lumière ; mais, si on le plonge dans de l'eau imprégnée de gaz acide hydro-sulfurique, ou, si l'on passe sur le papier une plume ou une éponge trempée dans ce liquide, les caractères de l'écriture prendront à l'instant une couleur brun foncé ou noire, dont l'intensité sera en raison de la force de la dissolution de nitrate d'argent employée.

XVIII. ACÉTATE D'ARGENT.

Ce réactif, dont l'action chimique est, sous tous les

rapports, semblable à celle du nitrate d'argent, convient particulièrement, pour l'examen de mélanges de nitrates et d'hydro-chlorates, lorsqu'on cherche à reconnaître la présence de l'acide hydro-chlorique, et à en opérer la séparation, sans aucune addition quelconque d'acide nitrique étranger au mélange, comme cela aurait lieu, si on employait du nitrate d'argent. Nous pouvons aussi distinguer plus aisément l'alcali, combiné avec l'acide hydro-chlorique, par ses réactifs appropriés, comme l'hydro-chlorate de platine, etc; ou même, sans les réactifs ordinaires pour les alcalis; c'est-à-dire, en évaporant simplement à siccité la liqueur, dont l'acide hydro-chlorique a été séparé par le moyen de l'acétate d'argent, et, en redissolvant ensuite la masse sèche dans l'alcool. Si, par l'évaporation à siccité de la dissolution, on obtient un sel déliquescent, il y a lieu de croire, que la base du sel est la potasse; mais, si le sel s'effleurit et reste sec, étant exposé à l'air, on en peut inférer, que cette base est la soude; ou, par exemple, lorsque le nitrate de potasse accompagne des sulfates et des hydro-chlorates sans aucun autre nitrate, les sulfates sont décomposés par l'acétate de barite, et les hydro-chlorates par l'acétate d'argent. En évaporant à siccité la liqueur, après l'avoir filtrée, et en traitant le résidu avec de l'alcool, qui dissout les acétates et laisse le nitrate, on peut aisément en évaluer la quantité. Il faut, par conséquent, s'il y a présence d'alcali, le saturer préalablement par un acide. L'acétate d'argent est décomposé par son exposition à la lumière. Le flacon, qui contient une dissolution de ce sel, se tapisse à l'intérieur d'une couche métallique d'argent, et il s'en sé-

pare une poudre noire. On doit donc garder la dissolution d'acétate d'argent dans des flacons opaques, ou placer ceux, qui la contiennent, dans un lieu obscur.

XIX. SULFATE D'ARGENT.

La combinaison de l'argent avec l'acide sulfurique, peut être, par circonstance, employée avec avantage, comme réactif, pour reconnaître la présence de l'acide hydro-chlorique, dans les cas où le nitrate d'argent ne convient pas aussi bien; parce que cette combinaison n'est pas affectée, comme le nitrate d'argent, par les sels à acide sulfurique; de sorte, qu'en faisant usage du sulfate d'argent, comme réactif, on est certain que le précipité, qu'il produit, s'il n'existe ni alcali libre, ou terre, dans la dissolution, n'est occasioné que par l'acide hydro-chlorique seulement.

Il convient de conserver ce réactif dans des flacons opaques, parce que la lumière agit sur lui. L'argent, que la dissolution contient, est en partie réduit, et il se dépose, au fond du vase, en une poudre noire.

XX. PHOSPHATE DE SOUDE.

Ce sel, combiné avec du carbonate d'ammoniaque, peut servir de réactif pour séparer la magnésie. Ce fut M. Wollaston, qui indiqua le premier ce moyen, et la manière d'en faire usage, ainsi qu'il suit : On verse une dissolution de carbonate d'ammoniaque neutre dans le liquide, qu'on soupçonne contenir de la magnésie : Si cette terre y existe, elle ne se précipite point, parce que l'acide carbonique du carbonate d'ammoniaque suffit pour la retenir en dissolution; mais, en ajoutant,

à ce mélange, du phosphate de soude, la magnésie quitte l'acide carbonique pour s'unir à l'acide phosphorique, avec lequel, et avec l'ammoniaque, elle forme un sel triple insoluble, qui se précipite. Il est essentiel que les dissolutions soient un peu concentrées; et, que le carbonate d'ammoniaque soit neutre. On emploie également le phosphate de soude, privé de son eau de cristallisation, comme flux pour le chalumeau. Il facilite matériellement la fusion des substances terreuses, et oxides métalliques, et, il est d'un usage plus commode que le phosphate de soude et d'ammoniaque, dont on recommande souvent l'emploi pour remplir le même objet.

EXPÉRIENCE LXXVIII.

En ajoutant, à une dissolution de sulfate de magnésie, une dissolution de carbonate d'ammoniaque, en quantité suffisante pour saturer l'acide : il ne se produira aucun changement; mais, si, dans cette liqueur, qui contient alors du sulfate d'ammoniaque et du carbonate de magnésie, on verse une dissolution de phosphate de soude, saturée et froide : le mélange se troublera aussitôt, et il se déposera une poudre blanche, qui est un sel triple, de phosphate de magnésie et d'ammoniaque.

100 parties de ce sel, desséchées à la température de 38° centigrades, contiennent 19 parties de magnésie, environ 6 parties d'hydro-chlorate de magnésie, et 62 parties de sulfate de magnésie desséché, ou le double de cette quantité de sulfate de magnésie cristallisé. Si, au lieu de sécher le précipité à une douce

chaleur, on le calcine, on pourra reconnaître alors, que le phosphate de magnésie calciné, indique, sur 100 parties, 38,5 parties de magnésie, ou l'équivalent de 226 parties de sulfate de cette terre cristallisé.

EXPÉRIENCE LXXIX.

Si, après avoir dissous, dans de l'acide hydro-chlorique, de la magnésie ordinaire du commerce (sous-carbonate de magnésie), on ajoute, à la dissolution, du carbonate d'ammoniaque : il ne se produira aucun changement ; mais, si l'on verse une forte dissolution de phosphate de soude dans la liqueur, qui contient l'hydro-chlorate de magnésie et le carbonate d'ammoniaque : le mélange se troublera, et il se déposera un phosphate de magnésie et d'ammoniaque.

XXI. EAU DE CHAUX.

On emploie souvent ce liquide, pour reconnaître la présence de l'acide carbonique, soit libre, soit combiné, en excès avec une base. Cet acide produit, avec l'eau de chaux, un précipité blanc pulvérulent, qui disparaît par une addition suffisante de la liqueur contenant l'acide carbonique; parce qu'alors, l'excès de cet acide redissout le carbonate neutre, dont la formation avait troublé le mélange en y produisant un nuage. La transparence du mélange est également rétablie par les acides, hydro-chlorique, ou nitrique. L'action de l'eau de chaux est donc modifiée en raison de la quantité de la substance qu'on y soumet. Il est une autre circonstance, qu'il faut prendre en considération dans l'emploi de ce

réactif, afin d'éviter des résultats, qui induiraient en erreur; c'est la précipitation de sels à base de magnésie ou d'alumine, qui, avec l'eau de chaux, produisent aussi un précipité blanc; et, le nuage, opéré dans le mélange, est encore plus considérable avec des sulfates. Mais le précipité, occasioné par la chaux, est facile à distinguer, ainsi que nous le ferons connaître tout à l'heure.

L'eau de chaux s'emploie encore, comme réactif, pour reconnaître la présence du perchlorure de mercure, avec lequel ce liquide produit, suivant la quantité qu'on en ajoute, un précipité de couleur jaune, ou une poussière de couleur de brique pilée; on s'en sert aussi, à l'occasion, pour découvrir l'arsenic, parce que l'eau de chaux forme, avec les dissolutions de ce métal, un précipité blanc (arséniate de chaux), qui, étant à peine plus soluble que le sulfate de chaux, se précipite sous la forme de petits cristaux, et qui, mis sur un charbon ardent, répand l'odeur alliacée particulière à l'arsenic.

Quelques chimistes ont essayé d'évaluer la quantité d'acide carbonique contenue dans une eau minérale, en ajoutant à cette eau, nouvellement tirée de la source, de l'eau de chaux, et en recueillant, séchant et pesant le précipité de carbonate de chaux ainsi produit. Mais cette méthode est, dans la plupart des cas, trompeuse; car l'eau de chaux précipite aussi tout le carbonate de chaux, tenu en dissolution par l'acide carbonique et le carbonate de magnésie; et, parce qu'en outre, cette eau décompose d'autres sels de magnésie, dont elle précipite les terres.

EXPÉRIENCE LXXX.

Si, après avoir mis dans un verre, de l'eau de chaux fraîchement préparée, on soufle, dans cette eau, avec un tube de verre, ou, un tuyau de plume, de manière à y faire passer de l'air sortant des poumons : l'eau de chaux se troublera, parce que le gaz acide carbonique, expiré des poumons, se combinera avec la chaux dissoute, et formera ainsi un carbonate neutre de chaux, qui, étant insoluble, se précipite. On peut faire disparaître le précipité, par une addition, d'acides, hydrochlorique, ou nitrique.

EXPÉRIENCE LXXXI.

En mettant, dans un tube éprouvette, de l'eau imprégnée de gaz acide carbonique, et en y ajoutant ensuite de l'eau de chaux : il se produira un précipité blanc (carbonate de chaux), qui se redissoudra par l'addition de quelques gouttes d'acides, hydro-chlorique, ou nitrique.

EXPÉRIENCE LXXXII.

Remplissez un flacon, d'une capacité de 60 centimètres cubes, de gaz acide carbonique ; et, après y avoir versé environ une cuillerée d'eau de chaux, bouchez le flacon et agitez-le : l'eau de chaux deviendra laiteuse, parce qu'il y aura production d'un carbonate de chaux neutre ; retirez le mélange trouble du flacon, remplissez-le de nouveau de gaz acide carbonique, et replacez-y alors ce mélange : l'eau de chaux deviendra par-

faitement transparente ; ou, s'il n'en est pas ainsi, remettez-le une troisième fois dans une portion nouvelle de gaz acide carbonique. La transparence, ainsi rétablie, est due, à ce que le carbonate neutre de chaux s'étant combiné avec une quantité additionnelle, ou, avec un excès, de gaz acide carbonique : il s'est produit un corps nouveau, un carbonate acide de chaux, qui est soluble dans l'eau. On voit donc, que si, à de l'eau contenant du gaz acide carbonique en dissolution, on ajoute une petite quantité seulement d'eau de chaux, le mélange devient à l'instant laiteux, et, il se forme un précipité de carbonate de chaux ; mais, que par l'addition d'un excès de la liqueur carbonatée, le mélange redevient clair. En chauffant ce mélange, ou simplement, en le laissant exposé à l'air libre, l'excès d'acide carbonique se dégage, et il se reproduit un carbonate de chaux neutre, qui, étant insoluble, se dépose en un précipité blanc.

Il suit, de là, que toutes les eaux de pompe ou de source, qui tiennent en dissolution du carbonate acide de chaux, etc., deviennent troubles par l'ébullition, et qu'il se forme une croûte, ou, espèce d'enduit, dans les bouilloires, ou autres vaisseaux, dans lesquels on fait bouillir fréquemment des eaux de cette nature ; l'excès d'acide carbonique, qui tenait le carbonate terreux en dissolution, est chassé par la chaleur, et le carbonate de chaux neutre se dépose. C'est, par l'acide carbonique en excès, que la nature dissout les masses calcaires, qui ont été rassemblées, et déposées par ces eaux. Lorsqu'elles perdent, par leur exposition à l'air, l'acide carbonique, à l'aide duquel la chaux était dissoute, il se forme des

dépôts; et, c'est-là l'origine des incrustation s, qu'on rencontre dans les cavernes, les grottes, les fontaines, etc. Lorsque ces eaux perdent subitement l'excès d'acide carbonique, qui était essentiel à la dissolution de la chaux, il en résulte une précipitation irrégulière; de là, ces pierres tendres cellulaires calcaires, ces *tufs* spongieux calcaires. Mais, si l'évaporation de l'acide carbonique a lieu lentement, il se produit des cristallisations, telles que *stalactites*, etc.

EXPÉRIENCE LXXXIII.

En ajoutant un ou deux décigrammes de sous-carbonate de potasse à environ cent grammes d'eau de chaux nouvellement préparée : la liqueur se troublera, et, il s'y formera un précipité blanc; parce que l'acide carbonique du sous-carbonate alcalin, en s'unissant à la chaux, donne naissance à un sous-carbonate de chaux, qui est insoluble. Le précipité se redissoudra, par l'addition d'acides, hydro-chlorique, ou nitrique, étendus.

EXPÉRIENCE LXXXIV.

En versant un peu d'eau de chaux, récemment préparée, dans une dissolution de 3 ou 4 décigrammes de sulfate de magnésie dans de l'eau distillée, la liqueur deviendra trouble, et il se déposera peu à peu un précipité blanc pulvérulent. L'eau de chaux décompose donc aussi les sels de magnésie.

EXPÉRIENCE LXXXV.

En mêlant, dans un tube éprouvette, cinq ou six

gouttes d'une dissolution concentrée de perchlorure de mercure, avec de l'eau de chaux : il ne se produira pas de précipité pulvérulent de couleur de brique, ou orangé, mais il se déposera un précipité de couleur jaune; en versant, peu à peu, davantage de la dissolution de perchlorure de mercure, le mélange prendra une couleur orangée, et le précipité, qui se déposera, aura même teinte.

EXPÉRIENCE LXXXVI.

Laissez tomber huit ou dix gouttes d'une dissolution d'acide arsenieux, dans un verre contenant environ une cuillerée à bouche d'eau distillée, et achevez ensuite de remplir le verre avec de l'eau de chaux nouvellement préparée : dans peu de minutes, le mélange deviendra laiteux, et il se formera un précipité en flocons blancs (arsénite de chaux), qui se rassemblera peu à peu au fond du verre. Si l'on ajoute à la liqueur, ainsi devenue trouble, quelques gouttes d'acides, acétique, ou nitrique, elle sera rendue claire, parce que le précipité aura été complétement redissous. Le même effet aura lieu, en ajoutant, en grande quantité, de la dissolution d'acide arsenieux. Si, après avoir fait sécher le précipité, on le met sur un charbon ardent, il répandra l'odeur d'ail, particulière à l'arsenic.

L'eau de chaux ne se conserve pas ; elle est promptement mise hors d'état de pouvoir être employée, par la raison, qu'elle attire le gaz acide carbonique de l'air, lorsqu'on ouvre fréquemment le flacon qui la contient. On peut aisément la préparer pour s'en servir immédiatement, de la manière qui suit.

Mettez, dans un vase de terre, 60 grammes de chaux vive nouvellement calcinée, aspergez-la, peu à peu, avec autant d'eau distillée, ou de pluie, qu'il en peut suffire pour éteindre la chaux, et tenez le vaisseau couvert pendant que la chaux s'éteint et tombe en poudre. Lorsqu'elle est dans cet état, versez dessus un demi-litre d'eau distillée, ou de pluie, et facilitez le mélange de la chaux avec l'eau, en remuant bien. Lorsque la chaux s'est déposée, remuez et agitez de nouveau, en continuant successivement ainsi, à plusieurs reprises, pendant l'espace de vingt-quatre heures. Conservez alors la liqueur sur une partie de la chaux, restée sans se dissoudre, dans un flacon bien fermé avec un bouchon de liége; on filtrera ensuite, ou l'on décantera l'eau de chaux, lorsqu'on aura à en faire usage.

La proportion d'eau, que nous avons indiquée, suffit, à peine, pour dissoudre un dixième de partie de la chaux; mais cette substance est de si peu de valeur, et si rarement, entièrement bonne, qu'il importe peu d'employer inutilement de cette matière dans l'objet d'en obtenir promptement et facilement une dissolution saturée dans l'eau.

L'état, dans lequel il convient le mieux de conserver la chaux, pour en faire usage de suite, est celui d'*hydrate*. On la met, dans cet état, en aspergeant la chaux vive desséchée, avec justement assez d'eau, pour qu'elle se réduise en une poudre parfaitement sèche. Dans ce composé, ou *hydrate de chaux*, la proportion de la chaux est à celle de l'eau, comme 23 est à 8. Lorsque la chaux est dans cet état, on peut la garder avec sûreté dans des bouteilles de verre, ce qui n'aurait pas lieu avec de la chaux vive bien sèche, sous sa forme ordinaire,

parce qu'alors, elle brise presque toujours les flacons en se gonflant, au moyen de l'humidité qu'elle attire, lorsqu'on les ouvre au besoin.

XXII. TANNIN.

On emploie cette substance, comme réactif, pour découvrir la gélatine animale, ou gelée, avec laquelle le tannin forme une masse élastique, visqueuse, qui, se desséchant promptement à l'air libre, s'y convertit en une substance cassante de nature résineuse, insoluble dans l'eau, et susceptible de résister à un grand nombre d'agens chimiques. L'énergie du tannin, comme réactif pour la gélatine, est très-forte. Le docteur Bostock obtint un précipité *immédiat* et abondant, en ajoutant une infusion de tannin, modérément chargée, à de l'eau contenant $\frac{1}{1000}$ seulement de colle de poisson, et le précipité était très-considérable, lorsque la proportion de la gélatine ne s'élevait qu'à $\frac{1}{2000}$. Ainsi l'on peut considérer un précipité, *immédiatement* produit avec le tannin, comme une indication assez certaine de présence de gélatine. Pour rendre l'effet de ce réactif exact, il convient d'avoir égard à la circonstance, qu'il produit également un précipité avec l'albumine; cependant, ce précipité est beaucoup moins évident; il n'a pas lieu *immédiatement*, mais seulement après que le mélange a été abandonné pendant quelque temps à lui-même; et la distinction, entre ces corps, s'établit aisément par l'emploi d'autres réactifs.

Le docteur Bostock a fait aussi connaître une méthode très-ingénieuse, pour découvrir la présence de la gélatine dans un fluide animal, et, pour en déterminer

la quantité. Si le perchlorure de mercure n'y produit point de précipité, on peut être certain qu'il ne contient pas d'albumine. En mêlant, alors, l'infusion de tannin avec le liquide, dans une proportion telle, que la liqueur filtrée ne précipite, ni avec l'infusion de tannin, ni avec le fluide animal soumis à l'examen, il se déposera un précipité, composé de deux parties environ de tannin et de trois parties de gélatine; d'où il suit, que le poids de ce précipité, convenablement séché, étant multiplié par 0,6, donnera, ou à très-peu de chose près, celui de la gélatine, dans le fluide sur lequel on opère.

EXPÉRIENCE LXXXVII.

En ajoutant de la dissolution de tannin, à la dissolution, dans l'eau, d'une petite quantité de colle forte, ou de colle de poisson : il se déposera immédiatement un précipité floconneux abondant, formé de tannin et de gélatine.

EXPÉRIENCE LXXXVIII.

Ajoutez, de la dissolution de tannin, à la dissolution dans l'eau bouillante, d'une petite quantité de tablette de bouillon : il se formera, comme dans l'expérience qui précède, un précipité caillé abondant. Le même effet sera produit en versant du tannin dans du bouillon.

XXIII. NITRATE DE COBALT.

M. Gahn, célèbre minéralogiste allemand, à qui est due la découverte de la nature métallique du

manganèse, a recommandé dernièrement l'emploi de ce sel, comme réactif, pour reconnaître aisément la présence de l'alumine dans des substances minérales soumises à l'essai par le chalumeau. On peut se servir de ce nitrate ainsi qu'il suit : On laisse tomber sur le minéral à essayer, une goutte, ou moins, d'une dissolution concentrée de nitrate de cobalt, et l'on expose alors le minéral, au dard de la flamme du chalumeau. S'il contient de l'alumine, en quantité notable quelconque, et qu'il ne soit pas trop chargé de fer, ou autres métaux colorans, il acquerra promptement une couleur bleue, plus ou moins vive et intense, selon la pureté et l'abondance de l'alumine qu'il contient.

Le nitrate de cobalt peut être encore appliqué, comme réactif, aux pierres gemmes les plus dures, ou aux argiles les plus molles. Lorsque le minéral est une pierre dure, il suffit de le bien pulvériser, de verser dessus une très-petite portion du réactif, et de l'exposer alors à l'action du dard de la flamme du chalumeau, sur un morceau de platine en feuille. Le réactif présente, cependant, un désavantage, en ce que, la zircone produit la même couleur bleue; mais, comme les caractères de cette dernière terre, sont extrêmement bien marqués, il est facile, au moyen de réactifs additionnels, de reconnaître à laquelle des deux la couleur est due.

EXPÉRIENCE LXXXIX.

Si, après avoir laissé tomber une goutte d'une dissolution de nitrate de cobalt, sur un morceau de terre à pipe ordinaire, de la grosseur d'un pois, on chauffe

le mélange, par degrés, à la flamme du chalumeau, sur un morceau de feuille de platine : l'argile acquerra une légère couleur bleue.

EXPÉRIENCE XC.

Humectez, avec du nitrate de cobalt, un morceau de chaux vive, de craie, de magnésie, ou, une très-petite portion de caillou pulvérisé, et exposez ensuite le mélange au dard de la flamme du chalumeau : ces terres ne prendront point la couleur bleue; l'effet, sur elles, du nitrate de cobalt, sera simplement de leur faire prendre, au chalumeau, une couleur gris-sombre, ou noire.

EXPÉRIENCE XCI.

En versant quelques gouttes de nitrate de cobalt sur un morceau d'ocre d'un jaune clair, et en le faisant ensuite chauffer au rouge, au moyen du chalumeau : cette substance deviendra d'un bleu foncé ou pourpre; parce que l'ocre est principalement composée d'alumine. L'oxide de fer, qu'elle contient, acquiert, par l'action de la chaleur, une couleur rouge, qui, en se mêlant avec celle bleue, donnée par l'alumine, produit la teinte pourpre ou violette.

XXIV. ACÉTATE DE PLOMB, NEUTRE.

Cet acétate est un autre réactif, dont on peut faire usage, pour découvrir l'acide hydro-chlorique, et l'acide sulfurique, qui occasionent, l'un et l'autre, un précipité blanc, d'hydro-chlorate de plomb, et de sulfate de ce

métal. Le précipité, auquel l'acide hydro-chlorique donne lieu, est soluble dans les acides, nitrique et acétique, étendus; mais il n'en est pas ainsi du précipité produit par l'acide sulfurique. L'action, de l'acétate de plomb sur l'acide hydro-chlorique, est de beaucoup inférieure à celle du nitrate d'argent sur cet acide. Cet acétate est aussi décomposé par les alcalis et les carbonates terreux; mais on peut prévenir cet effet par un mélange préalable d'acide nitrique. L'acétate de plomb neutre, peut aussi être employé, comme réactif, pour l'acide phosphorique, avec lequel il produit un précipité blanc; cet acétate décompose, même, complétement une dissolution de phosphate de chaux, tout l'acide phosphorique est séparé, et, par double décomposition, il se produit un précipité de phosphate de plomb, qu'on reconnaît aux caractères suivans, savoir : Lorsqu'il est chauffé au chalumeau sur un morceau de charbon, il se fond aisément en un globule d'un blanc nacré, qui, en discontinuant immédiatement la flamme, se refroidit en un bouton de forme polyèdre; mais, si l'on continue la flamme, l'acide phosphorique est décomposé par degrés, et brûle avec une vapeur lumineuse, en répandant une odeur de phosphore; et, à la fin, il reste un globule de plomb pur. Le précipité, ou le phosphate de plomb, séché et poussé à une faible chaleur rouge, contient 22,5 pour cent d'acide phosphorique. Si l'acide sulfurique se trouvait être, dans un état quelconque de combinaison, présent dans la dissolution de phosphate de chaux, il serait aussi décomposé par l'acétate de plomb, et, alors, le précipité serait un mélange de sulfate et de phosphate de plomb. Ces sels sont sé-

parables par l'acide nitrique étendu, qui dissoudra le phosphate de plomb, sans attaquer le sulfate. L'acétate de plomb neutre, est un des réactifs les plus sensibles pour découvrir les plus petites portions de gaz acide hydro-sulfurique, ou les sulfures en général, avec lesquels il forme instantanément un précipité noir. On l'a recommandé comme réactif pour l'acide carbonique; mais on l'emploie rarement dans cette vue, parce qu'il existe de meilleurs réactifs pour cet acide. On s'est servi aussi de cet acétate de plomb, pour découvrir la présence de l'acide borique libre, particulièrement, dans l'analyse d'eaux minérales. Dans ce cas, les alcalis non combinés, et les terres, s'il en existe dans ces eaux, doivent être saturés avec de l'acide acétique; les sulfates, s'ils sont présens, seront décomposés par l'acétate ou le nitrate de barite, et les hydro-chlorates par l'acétate ou le nitrate d'argent. La liqueur filtrée, si l'eau minérale contient de l'acide borique, continuera de donner un précipité, qui est soluble dans l'acide nitrique, d'une pesanteur spécifique de 1,3; et ce précipité, ou borate de plomb, peut être décomposé en le faisant bouillir avec de l'acide sulfurique : il se forme du sulfate de plomb, et l'acide borique est mis en liberté.

Le liquide, contenant l'acide borique, peut être évaporé à siccité, et le résidu, étant mis en digestion dans de l'alcool, ce liquide se charge de l'acide borique.

EXPÉRIENCE XCII.

Mettez dans un tube éprouvette contenant de l'eau distillée, quelques centigrammes d'hydro-chlorate de soude,

ou une goutte d'acide hydro-chlorique, et ajoutez, à la dissolution, une goutte d'acétate de plomb : il se déposera immédiatement un précipité blanc, qui est un hydro-chlorate de plomb. Ce précipité se redissout, à l'aide de la chaleur, dans les acides, nitrique, ou acétique, et aussi, dans une grande quantité d'eau bouillante. Cent parties du précipité desséché, indiquent soixante-quinze parties de plomb métallique.

EXPÉRIENCE XCIII.

En ajoutant de l'acétate de plomb, à une dissolution dans de l'eau distillée, de quelques centigrammes de sulfate de soude, ou de sulfate de potasse : il se formera un précipité blanc abondant, de sulfate de plomb.

EXPÉRIENCE XCIV.

Le même précipité se produira, par l'acétate de plomb, dans de l'eau distillée, à laquelle on aura ajouté une seule goutte d'acide sulfurique; ce précipité, qui est aussi un sulfate de plomb, après avoir été chauffé doucement jusqu'au rouge, indiquera, sur cent parties, soixante-onze parties de plomb.

EXPÉRIENCE XCV.

L'acétate de plomb neutre, ou simplement acétate de plomb, est un réactif, dont on fait ordinairement usage dans le commerce, pour reconnaître la pureté du suc de citron. Cet article, qui est importé en grande quantité à l'état liquide, est assez souvent falsifié par quelque acide fort, et à plus bas prix. L'acide sulfurique est celui, dont on y soupçonne le plus généralement la présence. On peut le découvrir, en opérant comme il

suit : On met du suc de citron dans un verre, et on y ajoute une dissolution d'acétate de plomb : il se produira un sédiment blanc abondant ; en versant, alors, quelques gouttes d'acide nitrique fort, si le suc ne contenait point d'acide sulfurique, le précipité blanc sera redissous, et la liqueur redeviendra claire, parce que les citrate, et malate de plomb, dont il se sera formé aussi une petite portion, se dissolvent aisément dans l'acide nitrique ; mais, si le suc de citron était mêlé avec l'acide sulfurique, le sulfate de plomb resterait, non dissous, au fond du vase. En recueillant, lavant et séchant ce précipité, la quantité de l'acide pourra être évaluée, d'après les proportions connues de ce sulfate, établies dans l'expérience précédente.

EXPÉRIENCE XCVI.

Mettez, dans deux verres, des portions égales, d'une dissolution dans l'eau distillée, de quelques centigrammes de sous-carbonate de soude, ou de potasse. Ajoutez, à l'une de ces portions, un peu d'acétate de plomb : il se formera immédiatement un précipité blanc, de carbonate de plomb ; versez ensuite, dans l'autre portion de la dissolution, de l'acide nitrique, jusqu'à ce que la potasse ou la soude du carbonate qu'elle contient, soit neutralisée, après quoi ajoutez-y aussi quelques gouttes d'acétate de plomb ; il ne se manifestera pas de précipité, parce que l'action du sous-carbonate alcalin est ainsi contrariée, et le réactif indiquera alors les acides, hydro-chlorique et sulfurique.

EXPÉRIENCE XCVII.

En ajoutant, à une quantité quelconque d'eau impré-

gnée de gaz acide hydro-sulfurique, une goutte d'acétate de plomb : il se manifestera sur-le-champ, dans la liqueur, des nuages d'un brun foncé, et, il se déposera un précipité de la même couleur, ou un hydro-sulfate de plomb.

EXPÉRIENCE XCVIII.

L'effet de l'encre sympathique avec de l'acétate de plomb, démontre, d'une manière frappante, l'action de ce réactif, à l'égard du gaz acide hydro-sulfurique; car, en écrivant sur du papier avec une plume trempée dans de l'acétate de plomb, les caractères ne seront pas visibles, si la dissolution de plomb est très-étendue; mais, si l'on tient le papier au-dessus d'un vase, contenant de l'eau imprégnée de gaz acide hydro-sulfurique, ou, si l'on mouille le papier de ce liquide, les caractères paraîtront avec un brillant métallique et une couleur irisée.

EXPÉRIENCE XCIX.

En ajoutant un peu d'acétate de plomb à une dissolution, dans de l'eau distillée, de quelques centigrammes de phosphate de soude : il se produira un précipité blanc, ou un phosphate de plomb; ce précipité disparaîtra par une addition d'acide nitrique.

EXPÉRIENCE C.

Versez de l'acide sulfurique, sur du phosphate de chaux pulvérisé, communément appelé cendre d'os, comme provenant des os calcinés au blanc : il y aura décom-

position partielle, parce que le phosphate de chaux cède une portion de sa base à l'acide sulfurique, et il se produit un phosphate acide de chaux. Si, après avoir étendu d'eau cette liqueur, on y verse quelques gouttes d'acétate de plomb : il se formera un précipité blanc, qui consiste dans la totalité de l'acide phosphorique uni à de l'oxide de plomb. L'acide sulfurique se dépose aussi, en combinaison avec une autre portion de l'oxide de plomb, et forme du sulfate de plomb. On peut séparer ces deux précipités, au moyen d'acide nitrique étendu, qui dissout le phosphate de plomb, sans attaquer le sulfate de ce métal.

EXPÉRIENCE CI.

En faisant tomber, dans de l'eau imprégnée de gaz acide carbonique, deux ou trois gouttes d'acétate de plomb : il se déposera une poudre blanche, qui est du carbonate de plomb (plomb blanc du commerce). Le même effet sera produit, si l'on fait passer, en soufflant, au moyen d'un tuyau de plume ou d'un tube de verre, de l'air sortant des poumons, à travers une dissolution d'acétate de plomb. Le carbonate de plomb est soluble dans la potasse caustique ; et, par l'action du chalumeau sur du charbon, l'acide est chassé, et le plomb est réduit à l'état métallique.

L'acétate de plomb attire fortement l'acide carbonique de l'air ; et, par conséquent, il convient de le tenir dans une bouteille bien bouchée.

XXV. SOUS-ACÉTATE DE PLOMB.

Cette combinaison de plomb avec l'acide acétique,

vulgairement appelée, *eau de Goulard*, est recommandée par le docteur Bostock, pour découvrir la présence du *mucus*, ou mucilage animal; et pour le distinguer, dans l'analyse des fluides animaux, de la gélatine, avec laquelle on l'a si souvent confondu. Le sous-acétate de plomb agit instantanément sur le mucus animal, en produisant, avec cette substance, un précipité blanc, abondant, sous forme de flocons; mais cet acétate n'est pas sensiblement rendu trouble par une dissolution de gélatine animale. On peut aussi faire usage d'une dissolution de sous-acétate de plomb, pour séparer, du vin, la matière extractive, acide, et colorante; de sorte, qu'en enlevant ensuite, à la liqueur incolore qui reste, toute l'eau qu'elle contient, au moyen d'un sous-carbonate alcalin, on peut évaluer, facilement, la quantité d'alcool qui existait dans le vin. Cette manière d'obtenir l'alcool du vin, détruit, en même temps, l'opinion communément reçue, et qui fut énoncée, pour la première fois, par Fabroni, que l'esprit, qu'on retire du vin, se produit pendant le procédé de la distillation; tandis, qu'il est, au contraire, clairement prouvé, que l'alcool existe tout formé dans les liqueurs vineuses quelconques, qu'on peut l'en séparer sans avoir recours à la distillation, et que, de plus, la quantité de l'alcool ainsi séparé, est exactement égale à la proportion de cet esprit qu'on obtiendrait par la méthode ordinaire de distillation. Ce fut M. Brande, qui indiqua le premier ce moyen de séparation de l'alcool du vin; on y procède ainsi qu'il suit:

EXPÉRIENCE CII.

A huit parties, en mesure, du vin à examiner, ajoutez

une partie d'une dissolution concentrée de sous-acétate de plomb : il se formera un précipité dense insoluble, qui est une combinaison du réactif avec la matière colorante, extracive, et acide du vin. Après avoir agité le mélange pendant quelques minutes, mettez le tout sur un filtre, et recueillez le liquide filtré. Il contient l'esprit, ou alcool, et l'eau, du vin, avec une portion du sous-acétate de plomb, pourvu que ce dernier n'ait pas été employé en excès, dans lequel cas, il en restera une partie qui n'aura pas été décomposée. Ajoutez alors, à cette liqueur, en petites quantités à la fois, et jusqu'à ce que la dernière portion ajoutée ne se dissolve plus, du sous-carbonate de potasse chaud, sec et *pur*, dont on a préalablement chassé toute l'eau par la chaleur. L'esprit, ou l'alcool, contenu dans le fluide, sera ainsi séparé; car, le sous-carbonate de potasse lui enlevera toute l'eau avec laquelle il était combiné; l'alcool formant alors une couche distincte, qui surnage la dissolution aqueuse du sel alcalin. Si l'expérience se fait dans un tube de verre de 12 à 48 millimètres de diamètre, et gradué en cent parties égales, on pourra connaître, à la simple inspection, la quantité, pour cent, d'esprit contenu dans une quantité donnée de vin.

En opérant sur des mélanges artificiels d'alcool et d'eau, M. Brande trouva, que, lorsque l'alcool n'est pas dans une proportion moindre que celle de 16 pour cent, la quantité indiquée, par le sous-carbonate de potasse chaud et sec, après que la matière colorante et acide a été séparée par le sous-acétate de plomb, était toujours, en deçà d'une demi-partie sur cent, de la proportion réelle contenue dans le mélange.

TABLE

Présentant les quantités comparatives d'alcool, de la pesanteur spécifique de 0,825, obtenues par M. Brande, *de différens vins et liqueurs spiritueuses.*

VINS.	Proportion d'esprit, pour cent, en mesure.
Lissa.	26,47
Idem.	24,35
Moyenne.	25,41
Vins de raisins secs.	26,40
Idem.	25,77
Idem.	23,30
Moyenne.	25,15
Marsalla.	26,03
Idem.	25,05
Moyenne.	25,54
Madère.	24,42
Idem.	23,93
Idem (Sercial).	21,40
Idem.	19,24
Moyenne.	22,25
Vin de groseilles.	20,55
Xerès.	19,81
Idem.	19,83
Idem.	18,79
Idem.	18,25
Moyenne.	19,17
Ténériffe.	19,79
Colares.	19,75
Lacryma-Christi.	19,79

VINS.	Proportion d'esprit, pour cent, en mesure.
Constance (blanc).	19,75
Constance (rouge).	18,92
Lisbonne	18,94
Malaga (de 1666).	18,94
Bucellas.	18,49
Madère rouge.	22,30
Idem.	18,40
Moyenne.	20,35
Cap muscat	18,25
Cap Madère.	22,94
Idem.	20,50
Idem.	18,11
Moyenne.	20,51
Vin de raisin.	18,11
Calcavella.	19,20
Idem.	18,10
Moyenne.	18,65
Vidonia.	19,25
Alba Flora.	17,26
Malaga.	17,26
Ermitage (blanc).	17,43
Roussillon.	19,00
Idem.	17,20
Moyenne.	18,10
Bordeaux.	17,11
Idem.	16,32
Idem.	14,08
Idem.	12,91
Moyenne.	15,10
Malvoisie de Madère.	16,40
Lunel.	15,52
Schiras.	15,52
Syracuse.	15,28

VINS.	Proportion d'esprit, pour cent, en mesure.
Sauterne	14,22
Bourgogne	16,60
Idem	15,22
Idem	14,53
Idem	11,95
Moyenne	14,57
Vin vieux du Rhin	14,37
Idem	13,00
Idem (vieux, en tonneau)	8,68
Moyenne	12,02
Nice	14,62
Barsac	13,86
Vin couvert d'Alicante	13,30
Champagne (non mousseux)	13,80
Champagne (mousseux)	12,80
Champagne (rouge)	12,56
Idem. Idem	11,30
Moyenne	12,61
Ermitage rouge	12,32
Vin de Grave	13,94
Idem	12,80
Moyenne	13,37
Frontignan	12,79
Côte-Rôtie	12,32
Vin de groseille	11,84
Vin d'orange, terme moyen	11,26
Tokay	9,88
Vin de sureau	9,87
Cidre de la première qualité, terme moyen	9,87
Idem de la qualité la plus inférieure, terme moyen	5,21
Poiré, terme moyen	7,29
Hydromel	7,32

VINS.	Proportion d'esprit, pour cent, en mesure.
Aile, de Burton.	8,88
Idem, d'Edimbourg.	6,20
Idem, de Dorchester	5,50
Moyenne.	6,86
Bière forte, brune.	6,80
Porter de Londres, terme moyen.	4,20
Petite bière de Londres, idem.	1,28
Eau-de-vie.	58,39
Rum.	53,68
Esprit de genièvre.	51,60
Whiskey, d'Ecosse.	54,30
Idem, d'Irlande.	53,90

EXPÉRIENCE CIII.

On peut reconnaître l'action du sous-acétate de plomb, comme réactif pour le mucus animal, en opérant ainsi qu'il suit : Après avoir bien lavé une huître, dans de l'eau distillée froide, et l'y avoir fait macérer, on évapore à siccité la matière muqueuse, qu'on obtient ainsi : On redissout ensuite la masse sèche dans de l'eau distillée, et on filtre. Si l'on ajoute alors, à cette liqueur, quelques gouttes de sous-acétate de plomb, il se produira un précipité blanc abondant, en flocons.

Le même effet a lieu, si l'on soumet, à l'action du sous-acétate de plomb, la matière obtenue par l'évaporation à siccité de la salive, après l'avoir redissoute dans l'eau.

XXVI. HYDRO-CHLORATE DE PLATINE.

L'emploi de ce sel, comme réactif, est très-important pour distinguer les sels de potasse de ceux de soude. Il produit, avec tous les sels de potasse, un précipité

jaune, qui n'est pas un oxide de platine, mais un sel triple, d'hydro-chlorate de platine et de potasse, et il n'occasione point de précipité avec les sels à base de soude. Il est essentiel, lorsqu'on fait usage de ce réactif, qu'il n'y ait pas excès d'acide ; et la dissolution doit être un peu concentrée. Son action est plus énergique que celle de l'acide tartarique.

EXPÉRIENCE CIV.

En ajoutant quelques gouttes de la dissolution d'hydro-chlorate de platine, à une dissolution dans l'eau distillée de quelques centigrammes de potasse, ou de sous-carbonate de potasse : la liqueur se troublera sur-le-champ, et il se déposera un précipité jaune.

EXPÉRIENCE CV.

La dissolution d'hydro-chlorate de platine, ajoutée aussi à une dissolution, dans l'eau distillée, d'une même quantité de soude, ou de sous-carbonate de soude : ne donne lieu à aucun changement, parce que la soude n'est pas susceptible d'être précipitée par ce réactif (1).

EXPÉRIENCE CVI.

Avec le sulfate de potasse, l'action de l'hydro-chlorate de platine produit le même effet que dans l'expérience ci-dessus, CIV.

---

(1) Il se forme bien aussi, dans ce cas, un sel triple, d'hydro-chlorate de platine et de soude; mais ce sel, étant très-soluble, reste dans la liqueur, et, par conséquent, il n'y a point de précipité.

(*Note du traducteur.*)

EXPÉRIENCE CVII.

Avec le sulfate de soude, quelques gouttes d'hydrochlorate de platine n'occasionent aucun changement. On peut donc ainsi distinguer aisément la potasse et la soude, et leurs combinaisons.

XXVII. SULFATE VERT DE FER.

Ce sel a été recommandé, pour reconnaître la présence du gaz oxigène, dont, les eaux minérales et autres, contiennent quelquefois une petite quantité. La présence de ce gaz se manifeste, en dissolvant un peu du sel dans l'eau. Si l'eau est entièrement dépouillée d'oxigène, et que le flacon qui la contient soit bien bouché, elle reste transparente; mais, s'il en est autrement, l'eau devient bientôt légèrement trouble, par la raison, que l'oxide du fer attire l'oxigène qui y existe, et, qu'une petite portion du métal, dans ce plus grand état d'oxidation, abandonne l'acide, et se précipite.

On emploie aussi le sulfate vert de fer, pour découvrir la présence de l'or, avec lequel il produit, lorsque le métal est en état de dissolution, un précipité brun, qui est l'or métallique. Ce sulfate précipite aussi le palladium à l'état métallique. On en fait également usage pour reconnaître l'acide gallique, avec lequel il forme, ainsi que tous autres sels de fer, un précipité, qui noircit promptement à l'air.

EXPÉRIENCE CVIII.

Dans un flacon, exactement rempli de l'eau à examiner, mettez quelques cristaux de sulfate de fer, et tenez le flacon fermé avec un bouchon de liége : le sulfate de fer ne

tardera pas à être dissous, et, en laissant le mélange en repos, pendant six ou huit heures, il se déposera au fond du flacon, un oxide de fer brun, ou précipité ocreux, si l'eau contenait du gaz oxigène.

L'effet de l'action de ce réactif doit être considéré avec quelque restriction; parce que l'air ordinaire, qui existe dans toutes les eaux naturelles, en produit, en partie, un semblable; et ce n'est, qu'en comparant la quantité du précipité avec celui produit dans de l'eau de source ordinaire, qu'on peut acquérir quelque notion précise à ce sujet. M. Henry ayant dépouillé d'air, par l'ébullition, une portion d'eau de source, trouva, qu'un décimètre cube de cette eau abandonnait environ 48 centimètres cubes de gaz, qu'il reconnut être un mélange de 34 centimètres cubes d'acide carbonique, et de 14 centimètres cubes d'air atmosphérique. C'est, à la présence de ces deux fluides élastiques, que sont dus la saveur de l'eau, et les bons effets qu'elle produit sur les végétaux et les animaux; de là aussi, résulte la perte de ces propriétés, dans l'eau, qui vient d'être privée, par l'ébullition, de gaz acide carbonique et d'air.

EXPÉRIENCE CIX.

En versant quelques gouttes d'hydro-chlorate d'or dans de l'eau distillée, contenue dans un tube éprouvette : il ne se produira aucun changement; mais, si on ajoute à la liqueur du sulfate de fer, dissous dans l'eau, il se déposera dans le tube un précipité brun, qui est l'or à l'état métallique. Ce procédé a été recommandé pour obtenir l'or pur.

Cependant, d'après la couleur tirant sur le pourpre,

du précipité, il y a lieu de croire, qu'il contient une portion d'oxide; et, suivant M. Proust, les acides hydrochlorique et nitrique dissolvent un peu de ce précipité, ce qu'on doit regarder comme une preuve de cet état d'oxidation.

XXVIII. ACIDE ARSENIEUX.

On emploie une dissolution dans l'eau d'acide arsenieux, pour découvrir la présence du gaz acide hydrosulfurique, et des sulfures en général, avec lesquels il donne lieu à un précipité jaune; et, avec les sels de plomb, il produit un précipité blanc. L'acide arsenieux peut servir, au besoin, comme terme de comparaison, pour confirmer ou invalider l'action d'autres réactifs, lorsqu'on les emploie pour découvrir la présence de l'arsenic, particulièrement dans, les cas, où des circonstances qui concourent, rendent douteux les phénomènes que produisent les réactifs ordinaires.

EXPÉRIENCE CX.

En ajoutant, un peu de la dissolution d'acide arsenieux, à de l'eau distillée, dans un tube éprouvette : il n'en résultera aucune altération dans la couleur du liquide; mais, si on y verse alors de l'eau imprégnée de gaz hydro-sulfurique : il se formera un précipité d'un jaune vif, qui est un hydro-sulfate d'arsenic.

XXIX. HYDRO-CHLORATE D'OR.

On fait principalement usage de ce sel, pour découvrir la présence de l'étain. Il produit, avec les dissolutions de ce métal, lorsqu'il est à l'état de protoxide, un précipité

pourpre ou d'un brun purpurin ; d'où il suit, que l'hydro-chlorate d'or, et le sous-hydro-chlorate d'étain, sont réciproquement réactifs, l'un à l'égard de l'autre.

On a aussi recommandé l'hydro-chlorate d'or, comme réactif, pour l'albumine. Il donne lieu à un précipité dense, en flocons, dans une dissolution contenant $\frac{1}{1000}$ de cette substance ; mais le chlorure de mercure convient mieux pour reconnaître la présence de l'albumine, parce qu'il ne donne lieu à aucun changement dans des dissolutions, qui contiennent de la gélatine, et du mucus animal ; tandis, que l'hydro-chlorate d'or paraît avoir une légère action sur ces corps.

XXX. SULFATE DE CUIVRE.

Ce sel peut servir à indiquer la présence de l'arsenic, comme formant, avec ce métal, un précipité d'un vert jaunâtre vif, pourvu, toutefois, qu'on ait préalablement ajouté à la liqueur, dans laquelle on soupçonne qu'il existe de l'arsenic, une très-petite quantité de sous-carbonate alcalin. L'eau, imprégnée de gaz acide hydro-sulfurique, produit, avec le sulfate de cuivre, un précipité d'un brun foncé, qui est un hydro-sulfate de ce métal.

EXPÉRIENCE CXI.

Si, après avoir préalablement fait dissoudre quelques centigrammes de sous-carbonate de potasse dans de l'eau distillée, on ajoute à cette dissolution une petite quantité d'une dissolution d'acide arsenieux : il se déposera instantanément un précipité vert en flocons. En

mettant ce précipité, séché et mêlé avec un peu de poussière de charbon, dans un tube de verre, fermé à son extrémité inférieure, et légèrement bouché à son orifice; et en chauffant alors doucement jusqu'au rouge : il se formera un sublimé métallique, ayant une forte odeur particulière d'arsenic, qui se condensera sur les parois du tube, en une couche d'un brillant métallique. Le précipité exhalera la même odeur forte, et répandra des vapeurs blanches, épaisses, en le faisant simplement sécher sur un charbon ardent.

Pour bien reconnaître l'arsenic, lorsque le sulfate de cuivre est un des réactifs, dont on fait usage pour le découvrir, le docteur Henry conseille, très à propos sans doute, de procéder, en même temps qu'on opère, à des expériences comparatives semblables, avec ce qui est réellement connu pour être de l'arsenic; parce que les proportions du sulfate de cuivre et de l'alcali employés, ont une très-grande influence sur la manifestation distincte de l'effet. Les proportions qui conviennent le mieux, sont celles, d'une partie d'arsenic, de trois parties de sous-carbonate de potasse, et cinq parties de sulfate de cuivre. Si, par exemple, on mêle ensemble une dissolution de 6 centigrammes d'arsenic et de 18 centigrammes de potasse, dans 8 grammes d'eau, et une autre dissolution de 30 centigrammes de sulfate de cuivre dans la même quantité d'eau, le tout est converti en un beau mélange de couleur vert-pré, d'où se dépose lentement un précipité abondant de la même nuance, laissant la liqueur, qui le surnage, transparente et à peu près incolore. Lorsqu'on emploie, d'une manière semblable, les mêmes substances, à l'exception de

l'arsenic, il en résulte un mélange d'un bleu de ciel tendre, tellement différent du premier, qu'il ne peut exister aucune possibilité d'erreur. C'est, de cette manière, que 2 milligrammes d'arsenic, contenus dans 4 grammes d'eau, ce qui est dans la proportion de $\frac{1}{1000}$, fournirent au docteur Bostock, par l'addition de sulfate de cuivre et de potasse, dans des proportions convenables, un précipité distinct, d'un vert jaunâtre.

Dans l'emploi de ce réactif, il est nécessaire que le liquide soit vu par lumière réfléchie, et non par lumière transmise, et que les expériences se fassent à la clarté du jour. Pour rendre l'effet plus apparent, on peut placer une feuille de papier blanc derrière le verre, ou le tube éprouvette, qui contient le mélange des liqueurs.

XXXI. HYDRO-CHLORATE DE CHAUX.

On peut se servir de ce sel, comme d'un réactif auxiliaire, pour découvrir la présence de carbonates alcalins, qui, tous, le décomposent, et produisent, en s'unissant avec sa base, un carbonate de chaux. Son emploi est, de plus, utile dans l'analyse des substances végétales, comme indiquant la présence des acides, oxalique, malique et tartarique, avec lesquels il forme un précipité blanc cristallin, insoluble à un haut degré dans l'eau; mais se dissolvant aisément dans l'acide nitrique étendu; et, dont on peut ensuite examiner avec moins de difficulté la nature précise, de manière, à pouvoir déterminer, quel est l'acide végétal particulier, qui entre dans la composition du précipité.

On emploie aussi l'hydro-chlorate de chaux dessé-

ché, qui, dans cet état, est le *chlorure de calcium*, pour donner de la force à l'alcool ; parce que l'affinité de ce liquide pour l'eau est si grande, qu'elle ne peut lui être totalement enlevée par simple distillation ; ce qui peut avoir aisément lieu, au moyen du chlorure de calcium. Pour y parvenir ainsi, on met dans la cornue, ou dans l'alambic, une partie de chlorure de calcium, provenant d'hydro-chlorate de chaux, parfaitement desséché à une chaleur rouge, et pulvérisé après qu'il a été refroidi ; sur ce chlorure, on verse trois parties d'alcool rectifié, et l'on agite bien le mélange. En le distillant ensuite à une très-douce chaleur, on en obtient, environ les deux tiers, à l'état d'alcool parfaitement pur.

XXXII. BENZOATE D'AMMONIAQUE.

Ce sel est un excellent réactif, pour séparer le fer du manganèse, lorsque ces deux métaux existent ensemble dans une dissolution. Il est nécessaire, lorsqu'on l'emploie pour cet objet, que la dissolution, contenant les deux oxides, soit préalablement rendue parfaitement neutre, par un mélange convenable d'ammoniaque, ou de tout autre alcali; et alors, on peut y ajouter le benzoate d'ammoniaque, jusqu'à cessation de précipité. Ce précipité est du benzoate de fer, car tout le manganèse reste dans la dissolution.

Il peut arriver cependant, qu'après avoir précipité le fer de la dissolution, contenant des terres et oxides métalliques de diverses espèces, une portion du benzoate ajouté, existe en excès dans la dissolution; dans ce cas, il faudrait l'en débarrasser, en la faisant bouil-

lir avec quelque acide, pour obvier à toute confusion, pouvant résulter, dans la continuation de l'analyse, de l'acide benzoïque.

Non-seulement le benzoate d'ammoniaque sépare le fer du manganèse, mais il le dégage aussi de tous les sels terreux, du nickel, du cobalt, du zinc, et de beaucoup d'autres métaux, dont aucun n'est précipité par ce réactif, lorsqu'il est convenablement appliqué; c'est-à-dire, avec le concours des circonstances qui suivent: il faut que la dissolution du fer, qui doit être à l'état de péroxide, soit rendue parfaitement neutre en y mêlant de l'ammoniaque, et, étendue ensuite avec une quantité considérable d'eau distillée. On verse alors dans cette liqueur, et goutte à goutte, la dissolution de benzoate d'ammoniaque, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus apparence de précipité.

On met la masse sur un filtre, et après avoir lavé à l'eau froide le résidu insoluble, on le fait sécher à la température de 100 degrés centigrades. Le benzoate de fer, ainsi obtenu, contient, sur cent parties, 25 d'oxide rouge de fer, et 75 d'acide benzoïque et d'eau.

Si l'on fait digérer, pendant environ douze heures, le benzoate de fer dans de l'ammoniaque liquide, il est complétement décomposé; l'oxide rouge de fer se dépose au fond du vaisseau, et le benzoate d'ammoniaque reste en dissolution. C'est, à M. Berzélius, que nous sommes redevables de l'indication de ce réactif. Son utilité doit être évidente à tous ceux qui s'occupent de travaux analytiques; parce que, jusqu'à présent, on avait particulièrement éprouvé de la difficulté, pour opérer la séparation complète du manganèse d'avec le fer.

XXXIII. EAU IMPRÉGNÉE DE GAZ ACIDE HYDRO-SULFURIQUE, OU, ACIDE HYDRO-SULFURIQUE LIQUIDE.

Ce liquide offre un agent d'une très-grande importance dans l'analyse, parce qu'il précipite, de leurs dissolutions acides, un grand nombre des genres de métaux, en produisant, avec la plupart d'entre eux, des précipités de couleur foncée; et, qu'il n'agit sur aucune des terres, à l'exception de la zircone et de l'alumine. Il est, outre cela, quelques métaux, qu'on peut tout de suite reconnaître à la couleur du précipité produit. Avec le zinc, par exemple, le gaz acide hydro-sulfurique, donne lieu à un précipité blanc; à un précipité orangé vif avec les sels d'antimoine. Il précipite l'arsenic en jaune; l'étain, en brun chocolat; l'or, en pourpre foncé; le platine, en brun rougeâtre, ou à peu près noir. Les dissolutions de plomb, d'argent, de mercure, de cuivre et de bismuth, sont précipitées en brun foncé ou en noir. Cependant, les couleurs des précipités sont très-susceptibles de variation, d'après l'état de combinaison; et, le degré d'oxidation du métal dans la dissolution, a, particulièrement, une influence matérielle, sur la couleur des précipités. Ce sont, pour la plupart, des composés de gaz acide hydro-sulfurique avec l'oxide métallique; ou, dans quelques cas, il s'opère une décomposition plus ou moins complète; une partie de l'hydrogène, s'unit d'abord, à une partie, sinon à la totalité, de l'oxigène de l'oxide métallique, qu'il réduit à peu près à l'état métallique, ou à celui d'oxidation au *minimum;* le surplus du soufre et de l'hydrogène s'unit au métal; et le tout est séparé de l'acide de la dissolution, sous la forme d'un

précipité coloré, qui est donc ainsi, un sulfure, ou un hydro-sulfate du métal, suivant les circonstances. Quelquefois aussi, il se forme, en même temps, une petite portion d'acide sulfurique, ce qui rend le jeu des affinités encore plus compliqué. Quelques-unes des dissolutions métalliques ne précipitent point avec le gaz acide hydro-sulfurique, ou du moins, le précipité est redissous par un léger excès d'acide. Les métaux, qui ne fournissent point de précipité, sont principalement ceux qui ont une grande affinité pour l'oxigène, et qui décomposent l'eau, savoir : le fer, le cobalt, le nickel, le manganèse, l'urane, le titane et le cérium. Mais le gaz acide hydro-sulfurique donne, à quelques-unes de ces dissolutions métalliques, une couleur plus ou moins foncée. C'est ainsi, qu'en ajoutant, à une dissolution faible de sulfate rouge de fer, de l'acide hydro-sulfurique liquide, le métal est immédiatement réduit à l'état de sulfate vert, ou de sulfate moins oxigéné; il ne se dépose pas de composé réel métallique, mais il y a seulement précipitation de soufre.

EXPÉRIENCE CXII.

Si, après avoir dissous quelques centigrammes de sulfate de zinc (vitriol blanc) dans de l'eau distillée, on ajoute, à la dissolution, de l'acide hydro-sulfurique liquide : le zinc sera précipité sous la forme d'un sédiment *blanc* gélatineux, qui est un hydro-sulfate de zinc.

EXPÉRIENCE CXIII.

Faites dissoudre quelques centigrammes de tartrate

antimonié de potasse (émétique) dans de l'eau distillée; et versez ensuite, peu à peu, dans la dissolution, de l'acide hydro-sulfurique liquide : on obtiendra un précipité de couleur *orangé* vif.

EXPÉRIENCE CXIV.

En ajoutant de l'acide hydro-sulfurique liquide à un mélange d'une petite quantité d'acide arsenieux et d'eau distillée : il se produira immédiatement un précipité *jaune*.

EXPÉRIENCE CXV.

Si, on laisse tomber quelques gouttes de sous-hydrochlorate d'étain dans un verre contenant de l'eau distillée; et qu'on verse ensuite dans le mélange de l'acide hydro-sulfurique liquide; il y aura formation de précipité d'un *brun chocolat*.

EXPÉRIENCE CXVI.

Après avoir mis quelques gouttes d'hydro-chlorate d'or dans un tube éprouvette, à moitié rempli d'eau distillée, versez dans le mélange de l'acide hydro-sulfurique liquide : il s'y déposera un précipité *orangé brun* foncé, qui est un sulfure d'or, consistant dans 80,39 d'or, et, 19,61 de soufre. En exposant ce précipité à la chaleur, il abandonne son soufre, et le résidu est de l'or à l'état métallique.

EXPÉRIENCE CXVII.

Mettez, dix ou vingt gouttes d'hydro-chlorate de pla-

line, dans de l'eau distillée, remplissant à moitié un tube éprouvette ; et, versez ensuite dans le mélange de l'acide hydro-sulfurique liquide : il se formera un précipité *noir*, qui, avec un excès de ce réactif, devient d'un brun rougeâtre. Ce précipité est, suivant M. Berzélius, un sulfure de platine parfait.

XXXIV. TEINTURE DE NOIX DE GALLE.

Cette teinture est un réactif excellent, pour découvrir la présence du fer. Elle occasione, dans toutes les dissolutions acides de ce métal, un précipité violet, ou noir. Si c'est l'acide carbonique qui dissout le fer, ainsi que cela a souvent lieu dans des eaux minérales, la dissolution, après avoir été concentrée par l'ébullition, ne produit plus, avec la teinture, de couleur violette ou noire ; mais, si c'est, par un autre acide quelconque, que le fer est tenu en dissolution, la teinture continue de précipiter cette dissolution en noir, après qu'on l'a fait bouillir. Lorsque le fer est en quantité excessivement petite, comme c'est en général le cas dans les eaux ferrées, la teinture de noix de galle ne produit pas un précipité, qui se manifeste d'une manière sensible ; mais elle occasione seulement une teinte pourpre légère. Il est un moyen très-commode et très-facile, d'appliquer ce réactif, dans les cas, où la quantité de fer est très-petite. Ce moyen consiste à suspendre, par un cordon de soie, une tranche de noix de galle, dans l'eau soumise à l'examen. Pour que, par la présence du fer, il se forme, avec la teinture de noix de galle, un précipité pourpre ou noir, il faut que le métal soit à l'état

d'oxide rouge; si son oxidation est à un degré moindre, l'effet ne sera pas instantané; mais il n'aura lieu qu'après que le mélange aura été laissé pendant quelque temps exposé au contact de l'air. Cependant, la couleur noire peut aussi être rendue apparente, même dans les dissolutions du fer où ce métal n'est pas à l'état d'oxide rouge, par des circonstances, qui ne sont pas susceptibles de changer l'état d'oxidation, telles, que celles où la dissolution est étendue d'eau, ou, par l'addition d'un peu d'alcali; et, par conséquent, ce qui s'oppose à ce que la couleur noire se manifeste dans la dissolution, qui contient le fer au *minimum* d'oxidation, c'est, que l'oxide, dans cet état, est retenu en combinaison avec l'acide, par une attraction plus forte, que lorsque l'oxidation est plus parfaite.

L'action de la teinture de noix de galle, comme réactif, est influencée par la présence d'autres corps. Celle, par exemple, des alcalis et des carbonates terreux, produit, avec le fer, une couleur violette. Cette couleur est rendue sombre, ou devient d'un pourpre foncé, par des sels alcalins neutres. La présence de sulfate de chaux donne, d'abord, au précipité, une couleur blanchâtre, qui passe ensuite au noir; et celle du carbonate de chaux produit le même effet. La couleur, d'un pourpre foncé, est l'indication d'autres sels alcalins; le rouge purpurin dénote l'acide hydro-sulfurique. M. Phillips a fait voir, que le carbonate de chaux influe considérablement sur la production de couleur, par l'action de la teinture de noix de galle, sur les sels de fer. La présence de ce carbonate rehausse la couleur, lorsque le fer est à un faible degré d'oxidation; tandis, qu'il l'affaiblit tellement, lors-

que le métal est oxidé au maximum, que, s'il existe en quantité très-petite, la teinture peut n'être pas même capable d'en indiquer la présence. C'est ainsi, que M. Phillips est parvenu à rendre raison d'un fait jusqu'alors inexplicable, et, qui avait donné lieu à une diversité d'opinions, relativement aux eaux chaudes de Bath. Ce fait consiste, en ce que ces eaux, prises immédiatement au sortir de la source, et encore chaudes, indiquent, avec la teinture de noix de galle, la présence d'une petite quantité de fer; tandis, qu'ayant été refroidies par leur exposition à l'air, de manière que le fer soit devenu plus oxidé, elles paraissent, par l'action du même réactif, ne pas contenir du tout de fer, quoiqu'il ne se soit point déposé de ce métal pendant le refroidissement.

La teinture de noix de galle produit, avec les dissolutions d'osmium, une couleur d'un bleu vif. Elle occasione un précipité jaune avec la dissolution de tellure, un précipité orangé avec les dissolutions de mercure, un précipité blanc avec l'argent, brun avec l'urane; mais, la couleur des précipités de ces métaux, est, au total, excessivement variable, suivant la combinaison, ou l'état dans lequel le métal existe, et son degré d'oxidation.

EXPÉRIENCE CXVIII.

Si, après avoir imprégné de l'eau distillée de gaz acide carbonique, et l'avoir alors agitée, pendant quelques minutes, avec un peu de limaille de fer, on laisse reposer le mélange pendant vingt-quatre heures; et, qu'après avoir décanté, ou filtré, on verse, dans cette eau ferrée, quelques gouttes de teinture de noix de galle:

elle prendra une couleur violette, et il se déposera un précipité noir, composé d'acide gallique, de tannin, et d'oxide de fer.

EXPÉRIENCE CXIX.

Prenez une autre portion de cette même eau ferrée, et, après l'avoir concentrée par l'ébullition, jusqu'à moitié de son volume, filtrez-la, lorsqu'elle sera devenue froide : il se déposera un précipité brun, de carbonate de fer. La liqueur claire surnageante ne sera plus altérée par la teinture de noix de galle, ce qui prouve, que le fer était combiné avec un excès d'acide carbonique, qui le retenait en dissolution dans l'eau.

EXPÉRIENCE CXX.

Ajoutez, à 60 ou 90 grammes d'eau distillée, cinq ou six gouttes d'acide sulfurique, avec, en même temps, une petite quantité de limaille de fer; agitez le mélange pendant quelques minutes, et abandonnez-le à lui-même jusqu'à ce qu'il soit devenu parfaitement clair, ou, qu'après huit ou dix heures de repos, il puisse être filtré.

Versez alors, dans une moitié de cette dissolution de fer claire, quelques gouttes de teinture de noix de galle : il se manifestera, sur-le-champ, une couleur violette, qui deviendra promptement plus foncée.

Faites bouillir l'autre moitié de la dissolution, jusqu'à ce qu'elle soit réduite à la moitié environ de son volume : il s'en séparera, pendant la concentration, une poudre brune. Lorsque la liqueur aura été refroi-

die, filtrez-la, et, en l'essayant alors de nouveau, par une addition de quelques gouttes de teinture de noix de galle, cette teinture y occasionera encore une couleur violette ou noire, parce que le fer est combiné avec un acide minéral. Une dissolution d'un peu de sulfate de fer dans de l'eau distillée, donnera les mêmes résultats.

Le précipité, de couleur noire ou violette, auquel la teinture de noix de galle donne lieu avec les dissolutions de fer, est une combinaison d'oxide de fer avec l'acide gallique et le tannin, contenus dans cette teinture. Il faut, pour qu'il y ait immédiatement production, avec les dissolutions de fer, d'un précipité noir, que ce métal soit à l'état d'oxide rouge ; car, lorsqu'il est à un degré moindre d'oxidation, le précipité noir ne se forme point instantanément dans ces dissolutions ; mais la tendance de l'oxide de fer, dans le sulfate vert, à se combiner avec une plus grande proportion d'oxigène, est néanmoins telle, qu'il est difficile d'éviter qu'il ne soit obtenu un précipité noir. Quelques minutes d'exposition à l'atmosphère, ou à l'action de l'oxigène, même, à celle de l'air contenu dans la partie supérieure du tube éprouvette, suffisent pour donner une teinte violette. Le précipité brun, qui se produit, lorsqu'on fait bouillir une dissolution de sulfate vert de fer, est dû à ce qu'une partie du protoxide de fer, passant à l'état de péroxide, et, se combinant avec une portion de l'acide, se dépose sous la forme d'une poudre brune, qui est un sulfate du péroxide avec *excès de base*, ou, un sous-sulfate de fer.

EXPÉRIENCE CXXI.

On peut obtenir les effets de l'encre sympathique, en

écrivant sur du papier avec une dissolution étendue de sulfate vert de fer. Lorsque l'écriture est sèche, les caractères ne sont pas visibles; mais, si l'on passe sur le papier, une plume ou une éponge mouillée avec de la teinture de noix de galle, l'écriture paraît à l'instant, en prenant une couleur noire.

XXXV. SULFATE DE CUIVRE ET AMMONIAQUE.

On peut faire usage de ce réactif, qui est d'un très-beau bleu azur, pour découvrir la présence de l'arsenic dans un liquide, il produit, avec ce métal, un précipité d'un vert jaunâtre, qui, étant séparé par le filtre, séché, et mis sur des charbons ardens, produit une odeur particulière, analogue à celle de l'ail, qui est l'odeur caractéristique de l'arsenic, lorsqu'on met ce métal en contact avec des charbons rouges de feu. Le précipité n'est pas soluble dans l'eau, non plus que dans une dissolution d'acide arsenieux, à moins, qu'elle ne soit ajoutée en grand excès; mais il se dissout dans l'ammoniaque liquide, dans l'acide nitrique, et la plupart d'autres acides.

EXPÉRIENCE CXXII.

Si, après avoir laissé tomber quelques gouttes de dissolution d'acide arsenieux, dans de l'eau distillée, on ajoute à la liqueur quelques gouttes d'une dissolution de sulfate de cuivre et ammoniaque : il se produira un précipité jaunâtre, ou vert de pois, qui, étant recueilli, séché et mis sur un charbon ardent, répandra l'odeur particulière d'ail, qu'exhale l'arsenic, lorsqu'il est chauffé avec des corps combustibles.

EXPÉRIENCE CXXIII.

Partagez la totalité du liquide et du précipité de l'expérience précédente en quatre parties; ajoutez, à la première, un peu d'eau distillée seulement; à la seconde, quelques gouttes de dissolution d'acide arsenieux; à la troisième, de l'ammoniaque liquide, et, à la quatrième, de l'acide acétique, de l'acide nitrique, ou tout autre acide quelconque. Par l'addition d'eau, il ne se manifestera aucun changement, pas plus que par l'addition d'acide arsenieux; mais, si ce dernier est ajouté en grande quantité, le précipité est redissous; il suffira de peu de gouttes d'ammoniaque liquide, pour que le précipité soit aussi dissous immédiatement, et, qu'il en résulte un liquide bleu transparent; l'addition d'un peu d'acide nitrique à la quatrième portion, dissoudra, de la même manière, le précipité, et formera une dissolution incolore.

XXXVI. SOUS-BORATE DE SOUDE.

Ce sel (borax commun), lorsqu'il a été privé, par la fusion, de son eau de cristallisation, devient (verre de borax) un excellent flux pour toutes les substances terreuses et oxides métalliques, et on l'emploie, comme tel, dans les essais au chalumeau.

On peut s'en servir également, avec un grand avantage, dans le procédé d'analyse de minéraux argilleux. Ces substances, qui ne sont que faiblement attaquées par leur fusion avec des alcalis, cèdent aisément à l'action du verre de borax Le corindon, et les pierres gemmes les plus dures, peuvent être ramollis, par fusion, à l'aide de ce sel.

XXXVII. SOUS-HYDRO-CHLORATE D'ÉTAIN.

Cet hydro-chlorate de protoxide d'étain, qui forme un précipité orangé avec les dissolutions de platine, est un réactif très-sensible pour indiquer la présence de ce métal. On s'en sert aussi, pour découvrir celle de l'or, dont les dissolutions fournissent, avec ce sel, un précipité pourpre, bien connu sous le nom de *précipité pourpre de Cassius*, précipité, dont on fait usage, pour obtenir les couleurs rose et violette, sur la porcelaine et le verre. On a encore recommandé l'emploi du sous-hydro-chlorate d'étain, pour reconnaître la présence de l'albumine, qu'il précipite de sa dissolution, mais avec moins d'activité que le perchlorure de mercure; car de l'eau, contenant $\frac{1}{200}$ d'albumine, n'est point altérée immédiatement par ce sel, mais, seulement, après que le mélange a été laissé pendant quelques heures en repos. Avec les sels neutres de palladium, le sous-hydro-chlorate d'étain donne lieu à un précipité d'un brun foncé; mais, en l'ajoutant en excès, la liqueur reste transparente, et se colore en un beau vert émeraude. Cet hydro-chlorate produit aussi un précipité brun foncé, avec une dissolution de perchlorure de mercure. Il est indispensablement essentiel que ce réactif soit récemment préparé, ou, au moins, que l'étain, qui y est contenu soit au *minimum* d'oxidation.

EXPÉRIENCE CXXIV.

En ajoutant, une ou deux gouttes de sous-hydro-chlorate d'étain à de l'eau distillée, dans laquelle on a préalablement laissé tomber une goutte d'hydro-chlorate de platine: il se déposera un précipité épais de couleur orangé.

EXPÉRIENCE CXXV.

Si, après avoir ajouté à de l'eau distillée dans un verre, une goutte d'hydro-chlorate d'or, on verse dans ce liquide quelques gouttes de sous-hydro-chlorate d'étain: on aura un précipité de couleur pourpre, formé d'oxide d'étain et d'or.

La couleur et la quantité du précipité sont extrêmement variables, d'après des circonstances, qu'il n'est pas aisé d'apprécier. Sa production est due à la forte attraction de l'étain pour l'oxigène, et à la grande proportion de ce principe, avec laquelle il est disposé à se combiner. Lors du mélange des deux liqueurs, l'oxide d'étain, qui était au minimum d'oxidation, attire une partie, ou la totalité, de l'oxigène de l'oxide d'or; et, les deux oxides, étant mis ainsi dans des états différens de ceux où ils se trouvaient dans les dissolutions séparées, ils cessent d'être solubles, et sont précipités en combinaison. Cette théorie indique aussi les circonstances auxquelles il est nécessaire d'avoir égard pour obtenir, uniformément, dans cet essai, le précipité; le tout consiste dans la dissolution d'étain, qui doit être au minimum d'oxidation, ou, s'en rapprocher autant que possible; et, par conséquent, il faut que cette dissolution, au minimum, soit récemment préparée, autrement, l'étain passe à un degré d'oxidation trop élevé, et l'effet du réactif est perdu.

La couleur du précipité se rapproche davantage du violet, selon que l'hydro-chlorate d'étain est en proportion plus grande relativement à celle d'or; et la

couleur, communiquée par ce précipité à la porcelaine, a le même caractère variable. Lorsque le sous-hydrochlorate d'étain est en excès, le précipité est d'une couleur plus rose. M. Oberkampf s'est assuré, que le précipité violet consiste dans 60 pour cent d'oxide d'étain, et 40 pour cent d'or métallique; et il trouva, qu'un beau précipité pourpre contenait 20,5 pour cent d'étain, et 79,5 d'or. Il paraît, d'après les expériences de M. Duportal, que l'état des dissolutions, selon qu'elles sont plus ou moins étendues, influe beaucoup sur la proportion du précipité ; de sorte que, lorsqu'on emploie une dissolution très-faible d'hydro-chlorate d'or et d'hydro-chlorate d'étain, une partie d'or produira autant que cinq parties et demie de précipité pourpre.

EXPÉRIENCE CXXVI.

Laissez tomber une goutte d'une dissolution de chlorure de mercure dans de l'eau distillée, contenue dans un tube éprouvette; et ajoutez, ensuite, au mélange, une goutte de sous-hydro-chlorate d'étain : il se produira à l'instant un précipité d'un beau brun foncé.

Le sous-hydro-chlorate d'étain a une forte tendance pour se combiner à une plus grande proportion d'oxigène; il est, par conséquent, nécessaire de le conserver dans un flacon bien bouché.

XXXVIII. AMMONIAQUE LIQUIDE.

On emploie principalement l'ammoniaque caustique, ou ammoniaque liquide, dans les expériences analytiques, pour découvrir la présence du cuivre et du

nickel, parce qu'étant ajouté en excès aux dissolutions de ces métaux, il les colore en un bleu saphir clair.

Pour reconnaître auquel des deux métaux cette couleur est due, il suffit de saturer en excès la dissolution ammoniacale avec de l'acide sulfurique ou nitrique, et, d'y plonger alors un morceau, ou barreau, de zinc; ce métal précipitera le cuivre, si c'est au cuivre que la couleur est due; mais, avec le nickel, il ne produit aucun effet. Il se dépose assez souvent, à la vérité, un précipité de couleur sombre, d'une dissolution de nickel *commun*; mais ce précipité consiste, pour la plus grande partie, en arsenic et en fer, métaux, qui accompagnent toujours, en grande quantité, le nickel, purifié par le procédé ordinaire; et lorsque tout l'arsenic, qui peut être précipité par ce moyen, s'est déposé, la digestion, avec le zinc, ne produit plus le moindre effet. La dissolution d'oxide de nickel dans l'ammoniaque, est décomposée, suivant M. Phillips, par une addition de soude ou de potasse; et il présente ce fait, comme offrant un moyen certain de dégager aisément le nickel du cobalt, ce qui, autrement, est très-difficile : l'oxide de cobalt, dissous dans l'ammoniaque, est précipité très-lentement et en très-petite quantité par la potasse, tandis que l'oxide de nickel, l'est aussitôt et abondamment. M. Phillips attribue ces décompositions, à ce que les deux alcalis se combinant, l'affinité de l'un ou de l'autre, pour l'oxide métallique, est diminuée.

L'ammoniaque liquide produit, avec le zinc, un précipité blanc, qui est redissous par le mélange en plus grande quantité de ce réactif. L'ammoniaque liquide

est d'un usage bien utile pour l'analyste praticien, en lui fournissant, dans un grand nombre de cas, les moyens de distinguer les composés salins à base de chaux, de ceux à base de magnésie; parce qu'il précipite, *en partie*, les sels de magnésie, ce qui n'a pas lieu à l'égard des sels de chaux; au moins, ceux-ci ne sont pas précipités lorsqu'il n'y a que présence de chaux seulement. Ce mode d'essai exige cependant certaines précautions; car, quoique la magnésie ne puisse être précipitée entièrement d'aucune de ses dissolutions par l'ammoniaque, cependant, s'il y a présence d'alumine, la précipitation est complète. C'est ainsi, que M. Chenevix trouva, qu'en ajoutant un excès d'ammoniaque à une dissolution d'hydro-chlorate de magnésie, mêlée avec une grande proportion d'hydro-chlorate d'alumine, il ne restait autre chose, dans la dissolution, que de l'hydro-chlorate d'ammoniaque : les deux terres furent précipitées en combinaison, et l'affinité de l'alumine pour la magnésie, avait tellement aidé la décomposition, qu'elle l'avait rendue complète; cette affinité entre les deux terres, était même suffisante, pour résister à l'action que la potasse est capable d'exercer sur l'alumine. Et, de plus; si, dans l'examen d'un liquide, d'une eau minérale, par exemple, contenant de l'acide carbonique, soit libre, soit combiné avec la magnésie, on emploie l'ammoniaque liquide, il prendra à la magnésie une partie de l'excès de l'acide carbonique, et le carbonate d'ammoniaque précipitera alors le carbonate de chaux; et, s'il y a présence de sels d'alumine, ils seront affectés de la même manière.

Il est de la plus grande importance de prendre en con-

sidération, en employant l'ammoniaque liquide comme réactif, la propriété remarquable, que cette substance a de former des sels triples avec les terres et oxides métalliques, ainsi que cela a lieu, lorsque les sulfates de magnésie, de chaux, et de fer, se rencontrent ensemble. Dans ces cas, par exemple, l'excès d'acide, s'il y en a, doit être d'abord neutralisé par l'ammoniaque; si, alors, on ajoute du succinate d'ammoniaque, le fer, s'il est à un haut degré d'oxidation, se précipitera, et les terres resteront sans avoir été attaquées.

On peut encore évaporer à siccité la dissolution, et maintenir ensuite, pendant au moins une heure, le résidu, à la chaleur d'un rouge obscur. On opère, par ce moyen, la décomposition du sulfate de fer; son oxide de fer reste, et le sulfate de chaux sera rendu insoluble, tandis que le sulfate de magnésie n'a éprouvé aucun changement. En faisant alors digérer la masse dans l'eau, le sulfate de magnésie est dissous.

S'il n'existe, dans le liquide, que des sulfates de fer et de magnésie seulement, le résidu insoluble sera, par conséquent, de l'oxide de fer.

On peut également séparer, l'un de l'autre, les sulfates de chaux et de magnésie, en opérant ainsi qu'il suit : si la quantité de sulfate de magnésie est petite, comparativement à celle du sulfate de chaux, l'ammoniaque liquide, ajoutée à la dissolution, séparera une portion de la magnésie, mais non la totalité; et le sulfate de chaux ne sera pas attaqué, si l'on a eu la précaution de garder le mélange, pendant quelques heures, dans un flacon bien bouché, afin d'éviter qu'il absorbe l'acide carbonique de l'atmosphère. Mais, comme il y a plus

ordinairement lieu à séparer le sulfate de chaux d'une plus grande quantité de sulfate de magnésie, on peut tirer un grand avantage du très-peu de solubilité du premier de ces sulfates, lorsque l'autre se dissout aisément. Il faudrait donc concentrer à un haut degré, par l'évaporation, le mélange des dissolutions; et, lorsqu'après, quelques heures de repos, le sulfate de chaux se serait, en plus grande partie, déposé seul, on pourrait le séparer. On évaporerait alors la dissolution à siccité; et, après avoir fortement chauffé le résidu, et l'avoir réduit en poudre, on le mettrait en digestion avec trois ou quatre fois son poids d'eau froide, qui dissoudra en totalité le sulfate de magnésie, sans attaquer le peu de sulfate de chaux, qui aurait pu être resté après la première opération. On peut faire alors bouillir la dissolution avec du sous-carbonate de potasse, pour décomposer le carbonate de magnésie; et ce carbonate après avoir été lavé, séché, et exposé à une forte chaleur rouge, sera la magnésie.

On peut se servir aussi de l'ammoniaque liquide, comme d'un réactif très-avantageux, pour séparer l'oxide de fer de l'oxide de manganèse. Nous sommes redevables de la connaissance de ce fait à M. Hatchett; et voici sa manière d'opérer : dans la dissolution, étendue d'eau, du minéral dans l'acide hydro-chlorique, on verse de l'ammoniaque liquide, jusqu'à ce que le mélange rétablisse légèrement la couleur bleue du papier de tournesol rougi par un acide; en le filtrant alors, l'oxide de fer se séparera en restant sur le filtre, et l'oxide de manganèse passera à l'état de dissolution, combiné avec l'acide hydro-chlorique. Pour l'obtenir de cette

dissolution, il suffit de l'évaporer à siccité, et d'exposer ensuite le résidu à une chaleur rouge, pour en chasser l'hydro-chlorate d'ammoniaque.

EXPÉRIENCE CXXVII.

En ajoutant trois ou quatre gouttes de la dissolution de sulfate de cuivre, à de l'eau distillée, dans un tube éprouvette : il ne se produira aucun changement ; mais, si l'on y verse alors en excès quelques gouttes d'ammoniaque liquide, le mélange deviendra d'une belle couleur bleu de saphir, et il indiquera ainsi la présence du cuivre. On peut varier à volonté, cette expérience, comme il suit.

EXPÉRIENCE CXXVIII.

Ecrivez sur du papier avec une dissolution de sulfate de cuivre : les caractères de l'écriture seront de couleur verte, ou, si la dissolution est étendue, ils ne seront pas visibles. En tenant alors le papier au-dessus de la surface d'ammoniaque liquide, contenue dans un verre, ou dans une soucoupe, l'écriture prendra une belle couleur bleue, qui disparaît de nouveau, en plaçant le papier près du feu, ou, en le laissant pendant quelque temps exposé à l'air libre.

On peut découvrir ainsi la présence du cuivre dans des articles de comestibles, auxquels on a donné une belle couleur verte, d'après les directions pernicieuses de la plupart des traités de l'art du cuisinier, soit, en faisant bouillir ces articles de comestibles avec un sou, soit, en les laissant séjourner, pendant vingt-quatre heures, dans des casseroles de cuivre ou de laiton. Il

suffit, pour cela, de couper menu les articles soupçonnés, et de verser dessus, dans une fiole bouchée, de l'ammoniaque liquide, étendue d'un volume égal d'eau; s'il y a présence de la plus petite quantité de cuivre, l'ammoniaque prendra une couleur bleue.

EXPÉRIENCE CXXIX.

Après avoir fait dissoudre quelques centigrammes de sulfate de zinc (vitriol blanc) dans de l'eau distillée contenue dans un tube éprouvette, ajoutez à la liqueur, et goutte à goutte, de l'ammoniaque liquide : il se formera un précipité gélatineux, qui disparaîtra, en versant plus abondamment du réactif dans le mélange.

EXPÉRIENCE CXXX.

Faites dissoudre 30 à 35 centigrammes de sulfate de magnésie dans de l'eau distillée, contenue dans un tube éprouvette, et ajoutez ensuite, à cette dissolution, de l'ammoniaque liquide : il n'y aura qu'une partie seulement de la magnésie précipitée, le surplus reste dans la dissolution; et, en évaporant la liqueur surnageante, il se formera un sel triple, consistant dans de l'acide sulfurique, de la magnésie, et de l'ammoniaque, ou, dans un sulfate ammoniaco-magnésien.

On reconnaît que l'ammoniaque liquide est entièrement privée d'acide carbonique, ou, qu'elle est propre à être employée comme réactif, lorsqu'elle ne produit point d'effervescence avec les acides, ni de nuage, par son mélange aveo de l'alcool fort, et particulièrement, lorsqu'elle n'altère pas la transparence d'une dissolution

de chaux pure (spath calcaire, ou marbre de Carrare) dans les acides, nitrique, hydro-chlorique, ou acétique. Ce dernier moyen d'essai, qui est un des plus délicats, doit être fait dans un flacon bien bouché; car, si l'ammoniaque liquide ne précipite pas la chaux, cet effet sera facilement produit par de l'ammoniaque carbonatée, et l'ammoniaque liquide, par son exposition à l'air, absorberait promptement assez d'acide carbonique pour induire en erreur sur son effet, comme réactif. De plus, il ne produirait pas de précipité avec l'acide oxalique. Si, dans le procédé de distillation de l'ammoniaque liquide, il s'y mêle accidentellement de l'hydro-chlorate d'ammoniaque, on pourra reconnaître la présence de l'acide hydro-chlorique, en opérant ainsi : Saturez une partie de la liqueur avec du vinaigre distillé, et ajoutez-y ensuite quelques gouttes de nitrate d'argent : s'il se produit alors un précipité blanc, ce sera une indication de l'acide hydro-chlorique; car le nitrate d'argent ne donne lieu à aucun nuage dans de l'acétate pur d'ammoniaque.

XXXIX. OXALATE D'AMMONIAQUE.

Ce sel est un réactif des plus sensibles pour la chaux, avec laquelle il forme un précipité blanc insoluble. Son énergie est très-grande; car il peut faire reconnaître une partie de chaux dans 24250 parties d'eau. Il occasione aussi un nuage dans les liquides qui contiennent de la magnésie; mais, alors, son action est comparativement très-faible.

Lorsque la magnésie est en petite proportion, le

précipité n'a pas *immédiatement* lieu, mais seulement après quelques heures de repos de la liqueur ; et, pour que le précipité se produisît sur-le-champ, il faudrait que la magnésie présente fût en proportion considérable ; tandis, qu'au contraire, la plus petite quantité de chaux suffit, pour qu'il y ait tout aussitôt précipité.

Si l'oxalate d'ammoniaque occasione un précipité blanc, avant, et non après, qu'on a fait bouillir le liquide soumis à son action (dans une eau minérale par exemple), la chaux y est tenue en dissolution par un excès d'acide carbonique ; et si, après que le liquide à examiner a été concentré par l'ébullition, il continue de précipiter avec l'oxalate d'ammoniaque, on est sûr alors, que la chaux y est à l'état de combinaison avec un acide fixe. On peut, d'après la quantité du précipité formé, déterminer celle de la chaux que la substance contient. Cependant, pour rendre décisif l'effet de l'oxalate d'ammoniaque employé comme réactif, il faut, 1° que les acides minéraux, s'il en est de présens dans le liquide, aient été préalablement saturés avec un alcali ; 2° que la barite, et la strontiane, si le liquide en contient, aient été d'abord séparées au moyen de l'acide sulfurique.

On peut reconnaître la quantité de chaux, qui existe dans le précipité, en le mettant d'abord à l'état d'ignition avec accès de l'air, ce qui convertit l'oxalate de chaux en carbonate de cette base; et en chassant ensuite de ce dernier sel, l'acide carbonique, en l'exposant à une chaleur rouge, dans un creuset couvert. Suivant

le docteur Marcet, 117 parties de sulfate de chaux, donnent 100 parties d'oxalate de chaux, desséché à 71 degrés centigrades.

EXPÉRIENCE CXXXI.

Après avoir imprégné d'acide carbonique une petite quantité d'eau distillée, agitez-la, pendant quelques minutes, avec une petite portion de marbre blanc en poudre, ou de craie; et, au bout de deux jours au moins de repos, filtrez-la.

Ajoutez, à une moitié de cette dissolution, quelques centigrammes d'oxalate d'ammoniaque : la liqueur se troublera à l'instant, et, au bout de quelque temps, il s'y déposera une poudre blanche (d'oxalate de chaux).

Faites bouillir, pendant un peu de temps, l'autre moitié de la liqueur : elle deviendra trouble pendant l'ébullition, et, il s'y rassemblera un précipité blanc, de carbonate de chaux; lorsqu'étant refroidie, elle aura été filtrée, elle ne se troublera plus par une addition d'oxalate d'ammoniaque; parce que l'excès d'acide carbonique, qui retenait la chaux en dissolution, ayant été volatilisé, cette terre se précipitera sous la forme de carbonate de chaux.

EXPÉRIENCE CXXXII.

Formez un mélange d'environ 100 grammes d'eau distillée, de quelques centigrammes de marbre blanc en poudre, ou de craie, et de quelques gouttes d'acide hydro-chlorique; agitez ce mélange pendant quelques

minutes, et abandonnez-le à lui-même, jusqu'à ce qu'il soit devenu parfaitement clair. Mettez une portion de cette liqueur claire dans un verre, et ajoutez-y quelques centigrammes d'oxalate d'ammoniaque : elle se troublera immédiatement, et il s'y déposera de l'oxalate de chaux, sous la forme d'une poudre blanche.

Après avoir concentré, par l'ébullition, une autre portion de la liqueur, essayez-la de la même manière par l'oxalate d'ammoniaque : ce réactif, y occasionera aussi un précipité blanc; parce que l'acide hydro-chlorique, qui tient la chaux en dissolution, ne peut être volatilisé par la chaleur.

EXPÉRIENCE CXXXIII.

Les mêmes phénomènes auront lieu, en mettant quelques gouttes d'oxalate d'ammoniaque dans un tube éprouvette rempli d'eau de chaux.

EXPÉRIENCE CXXXIV.

En ajoutant un peu d'oxalate d'ammoniaque à de l'eau de source ordinaire : cette eau deviendra laiteuse, et il s'y déposera un précipité blanc; parce que l'eau de source, ou de pompe, contient toujours une portion de chaux, combinée avec les acides, ou sulfurique, ou carbonique, ou quelquefois, il y existe ensemble du sulfate et du carbonate de chaux.

EXPÉRIENCE CXXXV.

Si, après avoir fait dissoudre quelques centigrammes

de sulfate de magnésie dans de l'eau distillée, dont est rempli un tube éprouvette, on ajoute, à la dissolution, quelques centigrammes d'oxalate d'ammoniaque : elle ne deviendra pas trouble. Cette expérience fait voir, que la magnésie ne forme pas, avec l'acide oxalique, un sel aussi insoluble, que celui produit par la combinaison du même acide avec la chaux; et que, par conséquent, la présence de la magnésie n'est point un obstacle réel à la découverte de la chaux, par le moyen de l'acide oxalique. En ajoutant quelques centigrammes de plus de sulfate de magnésie, à la première dissolution de ce sel dans l'eau distillée, et en y mettant ensuite aussi de nouveau plusieurs centigrammes d'oxalate d'ammoniaque : la dissolution ne se troublera pas même alors, quoiqu'après quelques jours de repos.

XL. HYDRO-CYANATE DE POTASSE.

Ce sel est un des réactifs les plus importans, par la précieuse propriété, qu'il a, de former un précipité avec toutes les dissolutions métalliques, excepté celles de platine, d'or, d'antimoine, de tellure, d'iridium, de rhodium et d'osmium. On peut, dans un grand nombre de cas, reconnaître, d'après la couleur du précipité, le métal qui l'a produit, et en déterminer la proportion par des moyens assez faciles. Mais, c'est surtout pour découvrir la présence du fer, qu'on fait emploi de l'hydro-cyanate de potasse. Lorsque ce métal, existant dans un liquide, est à un haut degré d'oxidation, le précipité, auquel le réactif donne lieu dans le liquide, est de couleur bleu de Prusse; et, lorsque le fer présent dans

un liquide est peu oxidé, le précipité est blanc; mais alors il devient promptement bleu par sa simple exposition à l'air. L'hydro-cyanate de potasse précipite le cuivre en brun; le zinc et l'étain en une masse blanche gélatineuse, et le cobalt en une couleur distincte de vert olive. Le bismuth donne, avec ce réactif, un précipité jaune. Il n'est affecté par aucune des terres. Son emploi est très-utile pour l'analyse des eaux minérales. Si une eau minérale, fraîchement puisée dans la source, donne, avec l'hydro-cyanate de potasse, un précipité bleu; et, qu'après avoir été concentrée par l'ébullition, ce réactif n'y occasione plus de précipité, on pourra en induire, que le fer, présent dans l'eau, y est à l'état de combinaison avec de l'acide carbonique; et, si l'hydro-cyanate de potasse continue à précipiter la liqueur en bleu après qu'on l'a fait bouillir, l'acide, qui y tenait le fer en dissolution, est un acide minéral, dont on peut facilement reconnaître la nature, au moyen des réactifs appropriés pour les acides, tels que les sels de barite, ou ceux d'argent.

Quelques auteurs ont avancé, que l'alumine est aussi précipitée par l'hydro-cyanate de potasse; mais cette assertion est une erreur, à laquelle seule a pu donner lieu, l'emploi du réactif dans un état impur; et il est probable, que, dans un grand nombre de cas, on peut attribuer à la même cause, les résultats contradictoires d'analyses minéralogiques par différens chimistes. Mais, avec la barite, l'hydro-cyanate de potasse, produit un *sel cristallin*; et ce caractère particulier, que présente le réactif, fut considéré comme assimilant, jusqu'à un certain point, la barite avec les métaux, dont

les dissolutions sont si généralement précipitées par ce réactif. Meyer et Klaproth firent cependant observer, qu'une semblable précipitation des dissolutions de barite n'a lieu *immédiatement*, qu'autant, que l'hydrocyanate employé est altéré par la présence d'un sulfate, dont il est difficile de l'obtenir entièrement dépouillé. Le docteur Henry a fait voir, que s'il ne se forme pas de précipité *immédiat*, par l'addition d'hydro-cyanate de potasse à un sel de barite, lorsque l'hydrocyanate est pur, cependant, il se dépose de la liqueur, dans peu d'heures, de petits cristaux, qui consistent en hydro-cyanate de barite; ce qui est une preuve, que les sels ont échangé, en partie au moins, leurs principes ; et cet effet n'est pas, ainsi que Guyton-Morveau l'a observé, particulier à la barite : un échange semblable ayant lieu avec les sels d'autres terres, et alcalis. Le docteur Henry observe également, que les mêmes cristaux sont formés lorsqu'on ajoute de l'eau de barite à l'hydro-cyanate.

EXPÉRIENCE CXXXVI.

Si l'on ajoute, un peu de limaille, ou de fil, de fer, à 100, ou 120 grammes d'eau distillée, imprégnée de gaz acide carbonique, ou à de l'eau ordinaire de Seltz, et qu'on laisse ensuite le mélange pendant trois ou quatre jours en repos dans un flacon bouché, en agitant, au besoin, le mélange ; en filtrant alors la dissolution, elle sera une eau aérée, ferrée, artificielle. Ajoutez, à une moitié de cette dissolution, quelques centigrammes d'hydro-cyanate de potasse : la liqueur deviendra bleue,

et quelque temps après, il s'y déposera un précipité de cette même couleur.

EXPÉRIENCE CXXXVII.

Faites évaporer, jusqu'à son demi-volume, l'autre moitié de l'eau aérée ferrée, obtenue dans l'expérience ci-dessus : il se déposera une poudre brune, ou un sous-carbonate de fer. En filtrant ensuite la liqueur, après refroidissement, et, en l'essayant de nouveau avec l'hydro-cyanate de potasse, ce réactif ne produira aucun effet; parce que l'excès d'acide carbonique, qui tenait le fer en dissolution, ayant été volatilisé, le fer, ainsi réduit à l'état d'un sous-carbonate de ce métal, ne peut plus rester en dissolution dans l'eau.

EXPÉRIENCE CXXXVIII.

Après avoir agité, pendant quelques minutes, un mélange de 60 ou 90 grammes d'eau distillée, de 2 ou 3 grammes de limaille de fer, et de cinq à six gouttes d'acide sulfurique, laissez reposer pendant un jour ou deux ce mélange, pour le filtrer ensuite (ou bien, faites dissoudre quelques centigrammes de sulfate de fer dans de l'eau distillée) : à une moitié de la liqueur claire, ajoutez quelques gouttes d'une dissolution d'hydro-cyanate de potasse, il se formera un précipité bleu.

Si, après avoir un peu concentré, par l'évaporation, l'autre moitié de la liqueur, on y ajoute du même réactif, il ne s'en produira pas moins un précipité bleu; parce que le fer est tenu en dissolution par un acide

minéral, ou fixe, qui ne peut être volatilisé par la chaleur.

EXPÉRIENCE CXXXIX.

En mettant dans un verre, à moitié rempli d'eau distillée, quelques centigrammes d'hydro-cyanate de potasse, et en faisant dissoudre, dans une quantité égale d'eau distillée, que contient un autre verre, 6 centigrammes de sulfate vert de fer; si, lorsque ces sels sont dissous, on mêle ensemble les liqueurs : il se formera un précipité vert olive, dont la couleur passera promptement au bleu.

On peut obtenir une encre sympathique au moyen de l'hydro-cyanate de potasse. Si l'on écrit sur du papier avec une dissolution étendue de sulfate de fer, cette écriture, le papier étant sec, sera invisible; mais en passant, sur les caractères, une plume, ou une éponge, trempée dans une dissolution d'hydro-cyanate de potasse, ils reparaîtront avec une couleur bleue. On peut faire l'expérience d'une manière inverse, en écrivant avec de l'hydro-cyanate de potasse, et en rendant les caractères visibles au moyen du sulfate de fer.

EXPÉRIENCE CXL.

Si, après avoir fait dissoudre environ 4 grammes de sulfate vert de fer, dans 60 grammes d'eau, on introduit, dans la dissolution, 4 ou 8 grammes de limaille de fer net (non rouillé); et, qu'après avoir fait bouillir vivement le mélange, pendant environ cinq minutes, on le filtre; si l'on met, alors, une goutte de la liqueur filtrée, dans de l'eau contenue dans un tube éprouvette;

qu'après avoir laissé tomber, dans cette liqueur, quelques gouttes d'une dissolution d'hydro-cyanate de potasse, on ferme aussitôt le tube avec un bouchon de liége : il se déposera un précipité *blanc* abondant, qui est un hydro-cyanate blanc de fer, passant promptement au vert; mais, si le tube reste fermé, la couleur blanche ne deviendra pas plus foncée, et elle ne s'altérera point par son exposition à la lumière.

Le fer ayant été mis en digestion dans la dissolution, à l'état métallique, il s'y trouve au *minimum* d'oxidation; et, par conséquent, le précipité qu'il fournit avec l'hydro-cyanate de potasse, est blanc.

EXPÉRIENCE CXLI.

Après avoir versé quelques gouttes d'acide nitrique, dans la dissolution de sulfate de fer, préparée comme dans l'expérience ci-dessus; si on l'essaie de nouveau avec l'hydro-cyanate de potasse : elle produira alors, avec ce réactif un précipité bleu de Prusse; parce que le fer, ayant reçu de l'oxigène, au moyen de l'acide nitrique, il commence à être oxidé à un plus haut degré.

EXPÉRIENCE CXLII.

En ajoutant, à une dissolution de quelques centigrammes d'hydro-cyanate de potasse, dans de l'eau distillée, une goutte ou deux d'une dissolution de sulfate de cuivre : il se formera, immédiatement, un précipité *brun* (hydro-cyanate de cuivre).

EXPÉRIENCE CXLIII.

Si, dans une dissolution de quelques centigrammes

de sulfate de zinc dans de l'eau distillée, on fait tomber quelques gouttes d'hydro-cyanate de potasse : il se déposera, au fond du tube éprouvette, dans lequel l'expérience aura lieu, un précipité *blanc* gélatineux (hydro-cyanate de zinc), qui, par une addition d'ammoniaque liquide, *sera redissous.*

EXPÉRIENCE CXLIV.

Quelques gouttes d'une dissolution de sous-hydrochlorate d'étain, ayant été ajoutées à de l'eau distillée dans un tube éprouvette, si l'on verse dans le mélange quelques gouttes d'hydro-cyanate de potasse : il se formera, comme dans l'expérience précédente, un précipité *blanc* gélatineux qui ne *sera pas* redissous par l'addition d'ammoniaque liquide. Ce précipité est un hydro-cyanate d'étain.

EXPÉRIENCE CXLV.

Mettez quelques gouttes d'une dissolution de nitrate de cobalt dans de l'eau distillée, contenue dans un tube éprouvette; et, en ajoutant alors, au mélange, de l'hydro-cyanate de potasse : on aura un précipité *vert olive* pâle (hydro-cyanate de cobalt).

EXPÉRIENCE CXLVI.

Ajoutez, à de l'eau distillée, dans un tube éprouvette, deux ou trois gouttes d'une dissolution d'hydro-chlorate de bismuth, mêlé, préalablement, avec un peu d'acide hydro-chlorique, afin d'éviter, que l'hydro-chlo-

rate de bismuth ne soit décomposé par l'eau; en versant, alors, dans le mélange, de l'hydro-cyanate de potasse : il se produira un précipité d'un *jaune* soufre, ou un hydro-cyanate de bismuth.

EXPÉRIENCE CXLVII.

Prenez trois tubes éprouvettes, remplis à moitié d'eau distillée; mettez, dans le premier de ces tubes, une goutte ou deux d'hydro-chlorate de platine; dans le second, une quantité égale d'hydro-chlorate d'or, et dans le troisième, une dissolution, de tartrate acide de potasse et d'antimoine; en ajoutant alors, à l'une ou l'autre de ces dissolutions, de l'hydro-cyanate de potasse : il ne se produira aucun changement, parce que les métaux, qui forment les bases de ces sels, sont du nombre de ceux que ce réactif ne précipite pas.

EXPÉRIENCE CXLVIII.

Si, après avoir rempli à moitié trois verres d'eau distillée; on verse, dans le premier, quelques gouttes d'une dissolution de sulfate de magnésie, dans le second, de l'hydro-chlorate de chaux, et, dans le troisième, de la dissolution d'alun; et, qu'on ajoute, alors, à ces trois liqueurs, de l'hydro-cyanate de potasse: il ne se produira aucun changement, parce qu'aucune des terres, formant les bases des sels introduits dans l'eau distillée, ne donne lieu à précipité avec ce réactif.

L'emploi de l'hydro-cyanate de potasse, pour reconnaître la quantité de fer dans un liquide, lorsqu'aucun autre métal n'y est présent, exige qu'on opère avec

beaucoup de soin et de précaution, pour arriver à des résultats exacts. Il faut, dans tous les cas, employer l'hydro-cyanate de potasse cristallisé, et qu'on ait préalablement reconnu quelle est la quantité d'oxide de fer essentielle à sa constitution d'hydro-cyanate de potasse ferrugineux, ou, du moins, comme étant celle qui l'accompagne constamment. Cette détermination peut avoir lieu ainsi qu'il suit : on expose à la chaleur d'un rouge faible, dans un creuset d'argent, une quantité connue de l'hydro-cyanate de potasse cristallisé, l'acide hydro-cyanique est détruit, et il reste la potasse et l'oxide de fer. Après avoir alors enlevé, par un lavage à l'eau distillée, la partie soluble, et recueilli sur un filtre, ce qui n'a pas été dissous, on fait sécher ce résidu; on le calcine avec un peu de cire, et, en le repesant alors : son poids donne la proportion d'oxide de fer contenu dans le sel; cette proportion varie de 22 à 30 p. 100. Lorsque le fer est en quantité plus considérable, le sel n'est pas propre à être employé comme réactif, parce qu'il dépose du bleu de Prusse, par le contact d'acides. Lors donc, qu'on fait usage du réactif, pour rechercher la quantité de fer contenue dans un liquide quelconque, il faut faire dissoudre un poids connu du sel dans une quantité donnée d'eau ; et ajouter peu à peu de cette dissolution au liquide, en observant combien on en emploie pour effectuer la précipitation ; et, avant de recueillir le précipité, on chauffe la liqueur, qui, généralement, laisse encore déposer en plus de bleu de Prusse. Tout le précipité étant alors lavé et séché, on calcine le résidu avec de la cire. En déduisant, ensuite,

du poids total de l'oxide ainsi obtenu, la quantité de fer, qui, d'après la première expérience, est connue comme appartenante à l'hydro-cyanate ajouté au liquide soumis à l'examen : le surplus indiquera la quantité de fer qu'il contient.

Il est rare, cependant, qu'on fasse usage de ce réactif pour déterminer la *quantité* de fer dans des dissolutions, quoique certainement cela soit possible, parce que sa préparation avec une portion constante ou uniforme de fer, présente de grandes difficultés ; on se borne à s'en servir, comme tel, pour indiquer la présence de ce métal.

La dissolution d'hydro-cyanate de potasse, lorsqu'elle est gardée et exposée pendant quelque temps à la lumière, devient en partie décomposée; il convient donc de la conserver dans un flacon opaque. Il est difficile de donner l'explication de ce changement.

XLI. HYDRO-CYANATE D'AMMONIAQUE.

On ne fait usage de ce réactif que dans l'analyse des substances salines. Il peut arriver, par exemple, qu'un liquide contienne à la fois des sels neutres à bases alcalines, et des sels métalliques. Dans ce cas, l'hydro-cyanate de potasse ne serait pas d'un emploi convenable pour séparer les sels métalliques, parce que alors, il serait difficile de s'assurer si les sels alcalins étaient, ou non, originairement présens dans le liquide. Mais, il ne peut résulter aucune ambiguïté de l'emploi de l'hydro-cyanate d'ammoniaque; car, il ne faut que précipiter les sels métalliques seulement par ce réactif, et les terres, par du carbonate

d'ammoniaque, à une température de 82 degrés centigrades, ou au delà, pour que la décomposition des sels magnésiens s'ensuive ; effet, que ce carbonate ne peut produire à froid. On peut, alors, après avoir filtré la liqueur, l'évaporer jusqu'à siccité, et exposer ensuite le résidu desséché à une chaleur telle, qu'elle suffise pour chasser les sels ammoniacaux. Par cette application de la chaleur, on se débarrassera aussi de tout excès de carbonate d'ammoniaque, qui aurait pu retenir en dissolution, soit de l'yttria, soit de la glucine, ou de la zircone. Les sels alcalins peuvent être séparés de ces terres, en faisant bouillir le mélange dans de l'eau, et en évaporant la liqueur après l'avoir filtrée, les sels à bases d'alcalis fixes, n'ayant pas été volatilisés, resteront. On ne pourra, à la vérité, s'assurer, en procédant de cette manière, si les sels ammoniacaux étaient originairement présens ; mais il devient facile de le reconnaître, en ajoutant de la potasse au sel qu'on examine, avant sa dissolution dans l'eau; car, au moyen de cette addition, si le sel contient de l'ammoniaque, l'odeur particulière de cet alcali se manifestera.

XLII. CYANURE DE MERCURE.

Cette combinaison d'acide hydro-cyanique avec le mercure, est un réactif sensible pour découvrir la présence du palladium, qu'il sépare sous la forme d'un précipité blanc (hydro-cyanate de palladium) de toutes les dissolutions de ce métal; ces dissolutions doivent être à l'état neutre. Le précipité, ainsi formé, a la propriété de détoner lorsqu'il est chauffé. Le bruit de la

détonation ressemble à celui qui résulte de l'inflammation d'une quantité égale de poudre à canon ; et, par conséquent, l'explosion n'est accompagnée de traces de violence, qu'autant qu'elle a lieu par compression. La chaleur nécessaire pour produire cet effet, suffit seule pour fondre le bismuth; la lumière produite est faible, et ne peut être visible que dans l'absence de toute autre lumière. Le docteur Wollaston a indiqué un procédé facile pour retirer, au moyen du cyanure de mercure, le palladium, de la mine de platine. Ce procédé consiste : à dissoudre une quantité quelconque de platine du commerce, dans une quantité suffisante d'acide-hydro-chloro-nitrique, en dépouillant, autant que possible, cette dissolution de son excès d'acide, si elle en contient; ce à quoi on parvient par évaporation, ou par l'addition d'un alcali. On met alors, dans cette dissolution, du cyanure de mercure, jusqu'à ce qu'elle ne se trouble plus, en ayant soin de laisser le mélange en repos pendant quelques minutes. Le précipité, d'un blanc jaunâtre, qui se dépose alors, est un hydro-cyanate de palladium. En chauffant au rouge ce précipité, on obtiendra le palladium à l'état de pureté, dans la proportion d'environ 40, ou 50, pour cent, de la quantité de la mine de platine employée. Il est indifférent que la dissolution de la mine de platine ait été rendue neutre par l'évaporation de l'acide surabondant, ou bien, en la saturant par un mélange de potasse, de soude ou d'ammoniaque, par de la chaux ou de la magnésie, par du mercure, du cuivre, ou du fer; il importe peu aussi, que le platine ait été, ou non, précipité de la dissolution par de l'hydro-chlorate d'ammonia-

que. Le cyanure de mercure agit également dans l'un et l'autre cas; car le docteur Wollaston a reconnu, à ce cyanure, la propriété particulière de précipiter le palladium, exclusivement à tous autres métaux, à raison de ce que la grande affinité du mercure pour l'acide hydro-cyanique, s'oppose, dans ce cas, à la précipitation du fer ou du cuivre. Le docteur Wollaston fait observer, que la décomposition de l'hydro-chlorate de palladium par le cyanure de mercure, n'a pas seulement lieu, en vertu de l'affinité supérieure du mercure pour l'acide hydro-chlorique; mais, que cette affinité est encore aidée, par celle plus grande de l'acide hydro-cyanique pour le palladium; car, il remarqua, que l'hydro-cyanate de palladium peut être produit, en faisant bouillir de l'oxide de palladium dans une dissolution de cyanure de mercure.

XLIII. EAU DE BARITE.

Cette eau est un réactif, d'un très-grand effet, pour découvrir la présence de l'acide carbonique libre ou combiné, parce qu'alors, il se produit un précipité, qui se dissout avec effervescence dans l'acide nitrique étendu, ou, dans l'acide hydro-chlorique. L'eau de barite est aussi un des réactifs les plus sensibles pour reconnaître l'acide sulfurique, dont il indique la présence, et dans toutes ses combinaisons, par un précipité, qui n'est pas soluble dans l'eau, et que ne dissolvent point les acides, hydro-chlorique ou nitrique, étendus.

On peut employer également l'eau de barite pour séparer la strontiane de la barite; effet, qui résulte de

l'affinité plus forte de cette dernière terre pour les acides, que celle de la strontiane; il s'ensuit, qu'en ajoutant, à une dissolution qui contient à la fois de la barite et de la strontiane, de l'eau de barite, jusqu'à cessation de précipité, la barite s'empare de l'acide, et la strontiane est précipitée. Il faut que la dissolution de strontiane ne soit pas avec excès d'acide, ce qui serait un obstacle à l'action de la barite.

EXPÉRIENCE CXLIX.

En versant de l'eau de barite dans une eau, imprégnée de gaz acide carbonique : il se déposera un précipité blanc abondant, qui est un carbonate de barite. Si alors, on ajoute au mélange, de l'acide nitrique, ou de l'acide hydro-chlorique, le précipité sera redissous.

EXPÉRIENCE CL.

Faites passer, au travers de l'eau de barite, au moyen d'un tuyau de plume, ou d'un tube de verre, de l'air expiré des poumons : il se produira un précipité blanc, (carbonate de barite), dont la formation est due au gaz acide carbonique contenu dans l'air sorti des poumons.

EXPÉRIENCE CLI.

Versez, à plusieurs reprises, de l'eau de barite, d'un vaisseau de verre dans un autre : cette eau se troublera promptement, et il s'y déposera un précipité blanc. Cet effet prouve, qu'il existe, dans l'atmosphère, du gaz acide carbonique, qui, en se combinant avec la

barite dissoute, forme du carbonate de barite. Il s'en suit aussi, que, si on laisse de l'eau de barite exposée à l'air, elle s'y recouvrira bientôt d'une fine pellicule blanche, qui, tombant, lorsqu'elle se brise, au fond du vase, est remplacée par une autre ; et cela peut continuer ainsi successivement, jusqu'à ce que la barite ait été séparée en totalité de l'eau.

EXPÉRIENCE CLII.

Si on laisse tomber une seule goutte d'acide sulfurique, dans un vase rempli d'eau distillée : il n'en résultera aucun changement ; mais, si l'on ajoute alors à la liqueur un peu d'eau de barite, il se produira tout aussitôt un précipité blanc, ou sulfate de barite, qui ne se redissoudra dans aucun acide étendu quelconque.

EXPÉRIENCE CLIII.

En versant de l'eau de barite, dans un vase rempli d'eau de source, ou d'eau de pompe : il s'y manifestera d'abord un nuage, et il s'y déposera peu à peu un précipité, que ne fait pas non plus disparaître un mélange d'acides, hydro-chlorique ou nitrique, étendus ; parce que les eaux de source ou de puits contiennent toujours une petite quantité de sulfate de chaux, ou autres sels contenant l'acide sulfurique ; et cet acide, s'emparant de la barite, forme, par son union avec cette terre, le précipité blanc insoluble, ou sulfate de barite.

EXPÉRIENCE CLIV.

Si, à une dissolution de quelques centigrammes da

sous-carbonate de potasse ou de soude, dans de l'eau distillée, on ajoute de l'eau de barite, elle troublera sur-le-champ la liqueur; parce que la barite, séparant l'acide carbonique du sous-carbonate alcalin, elle se précipite avec cet acide à l'état de carbonate de barite. En ajoutant de l'eau de barite, en quantité suffisante, on peut enlever ainsi au sous-carbonate alcalin, tout l'acide carbonique, et l'alcali reste parfaitement pur, ou, du moins, dépouillé d'acide carbonique, et d'acide sulfuriqne.

On peut aussi se servir d'eau de barite pour purifier l'eau de pluie, de manière à la rendre propre à être employée pour des recherches chimiques. L'eau de pluie, recueillie des toits des maisons, non pas celle découlant directement des gouttières au commencement d'une averse, mais bien l'eau qui descend après que la pluie a suffisamment lavé la surface des tuiles et ardoises, contient rarement d'autres impuretés qu'une très-petite portion de sulfate de chaux, et aussi quelque peu de matière terreuse, qui y est mécaniquement tenue en suspension. Cette dernière cause d'impureté peut être détruite en filtrant l'eau immédiatement, et l'autre, en y ajoutant ensuite avec précaution de l'eau de barite. Cette terre s'empare de l'acide sulfurique, et se dépose avec cet acide en un précipité insoluble; la chaux, qui reste dissoute en partie dans l'eau, se dépose également en absorbant du gaz acide carbonique de l'atmosphère; ou bien, on peut la précipiter, en ajoutant à l'eau une petite portion d'eau imprégnée de gaz acide carbonique, ce qui détruirait aussi tout excès d'eau de barite, si l'on en avait ajouté en trop. On peut, de cette

manière, se procurer sans beaucoup d'embarras, avec économie, et presque sans frais, l'eau nécessaire pour des expériences chimiques.

L'eau de barite se détériore promptement, lorsqu'on ouvre souvent le flacon qui la contient; mais on peut la préparer aisément, en faisant dissoudre dans de l'eau distillée, une petite quantité de barite, ou de cette terre à l'état d'hydrate.

XLIV. HYDRO-CHLORATE DE BARITE.

L'emploi de ce sel est extrêmement bien approprié à la découverte de l'acide sulfurique, soit libre, soit combiné avec d'autres substances. Il produit avec cet acide, ainsi que cela a lieu avec l'eau de barite, un précipité blanc, qui exige pour sa dissolution 43000 fois son poids d'eau, et qui est aussi parfaitement insoluble dans tous les acides, excepté ceux qui sont le plus concentrés. Il s'ensuit, que le précipité, obtenu au moyen de ce réactif, peut être recueilli, lavé et séché avec la plus grande facilité, et sans qu'il en puisse résulter de perte; ce précipité est inodore et insipide, chauffé au rouge, sans addition, il n'éprouve d'autre changement que la perte de l'eau qu'il a pu retenir. Exposé à un feu violent, ou à la flamme du chalumeau, il se fond en un globule laiteux opaque. On peut connaître, par la quantité du précipité, que produit l'hydro-chlorate de barite, celle de l'acide sulfurique, que ce réactif a séparé de la dissolution; car 100 parties du précipité, après qu'il a été calciné, contiennent, à très-peu près, les deux tiers de barite, et

un tiers d'acide, ou, pour 100, 66,6 de barite, et 33,3 d'acide. Le docteur Wollaston donne, pour ces proportions, 66 parties de barite, et 34 d'acide sulfurique; elles sont, suivant Berzélius, de 65,69 barite, et 34,31 acide. Ce réactif, qui constitue un des plus importans instrumens d'analyse, est aussi décomposé, comme l'eau de barite, par les carbonates alcalins; mais alors le précipité est soluble dans les acides, nitrique, ou hydro-chlorique étendus; et, l'on peut empêcher qu'il ait lieu, en ajoutant, à la dissolution soumise à l'essai, quelques gouttes d'acide hydro-chlorique; ou, si, à raison d'un excès quelconque d'alcali, il s'est produit un précipité de carbonate et de sulfate de barite, on peut aisément opérer la séparation des deux précipités, par simple digestion dans l'acide hydro-chlorique étendu, qui dissout le carbonate de barite, et laisse, sans l'attaquer, le sulfate.

L'acide nitrique concentré, décompose aussi une dissolution concentrée d'hydro-chlorate de barite; le précipité est du nitrate de barite cristallisé. Cet effet de décomposition résulte de ce que le nitrate de barite est moins soluble dans l'eau, que l'hydro-chlorate de cette terre. Il s'ensuit, que dans ce cas, le précipité est soluble dans l'eau, ce qui peut aisément le faire distinguer du carbonate et du sulfate de barite. Ce fut M. Hume, qui fit remarquer, pour la première fois, cette décomposition de l'hydro-chlorate de barite. Ce fait peut servir pour mettre en garde les jeunes chimistes contre de fausses conclusions, qu'ils pourraient tirer, particulièrement, lorsqu'il s'agit d'examiner, au moyen de ce réactif, la pureté de l'acide nitrique.

EXPÉRIENCE CLV.

Si, après avoir rempli deux tubes éprouvettes d'eau distillée, on laisse tomber, dans l'un d'eux, une goutte d'acide sulfurique, et dans l'autre, quelques gouttes d'hydro-chlorate de barite : il ne se manifestera, dans les deux liqueurs, aucun changement; mais, si l'on verse un peu de l'eau seulement, qui contient l'hydro-chlorate de barite, dans celle où il a été introduit une goutte d'acide sulfurique : il se produira immédiatement un précipité blanc abondant (sulfate de barite), qui ne se redissoudra pas avec les acides, hydro-chlorique, ou nitrique, étendus.

EXPÉRIENCE CLVI.

Mettez quelques centigrammes de sulfate de soude (sel de glauber) dans de l'eau distillée, contenue dans un verre; et, après que ce sulfate aura été dissous, ajoutez à la liqueur quelques gouttes d'une dissolution d'hydro-chlorate de barite : le même effet, que dans l'expérience précédente, sera produit.

Ce même effet aura également lieu, si le liquide tient en dissolution de l'alun, du sulfate de magnésie, du sulfate de zinc, ou tout autre sulfate quelconque.

EXPÉRIENCE CLVII.

Après avoir fait dissoudre quelques centigrammes de sous-carbonate de potasse dans de l'eau distillée, contenue dans un verre, mettez dans un autre verre la

moitié de cette dissolution ; en versant alors, dans l'un des verres, un peu d'hydro-chlorate de barite : il s'y déposera un précipité blanc (carbonate de barite), qui disparaîtra par une addition d'acides purs, hydro-chlorique, ou nitrique, étendus. Si, dans l'autre verre, on introduit de l'acide hydro-chlorique, ou de l'acide nitrique, purs, en quantité suffisante pour saturer le sous-carbonate de potasse que la liqueur contient ; et, qu'alors on y ajoute aussi de l'hydro-chlorate de barite : il se produira un précipité, qui est parfaitement insoluble dans les acides hydro-chlorique et nitrique ; parce que l'alcali, qui existait dans l'eau, ayant été neutralisé par l'acide nitrique, le précipité produit par le réactif, ne peut être occasioné que par la présence d'acide sulfurique.

XLV. ACÉTATE DE BARITE.

Ce sel de barite, dont l'action, comme réactif, ressemble à celle de l'hydro-chlorate de cette base, est particulièrement d'un emploi utile pour reconnaître la présence de l'acide sulfurique, lorsqu'il en existe dans du vinaigre, et dans de l'acide sulfureux. Il peut, à la vérité, produire un précipité blanc, avec le vinaigre naturel, à raison, des acides, malique, citrique, ou tartarique, que ce liquide peut contenir, soit à l'état libre, soit combinés avec une base alcaline; mais, alors, le précipité produit peut être facilement distingué de celui qu'occasione l'acide sulfurique, par sa simple exposition à la chaleur, de manière à détruire l'acide végétal, et à convertir ce précipité en un sous-carbonate alcalin ; ce qui ayant eu lieu, le résidu se dissoudra, avec effervescence,

dans des acides étendus ; tandis qu'en traitant, de la même manière, le précipité produit par l'acide sulfurique, il restera virtuellement insoluble dans des acides étendus. On peut également employer avec avantage l'acétate de barite, pour reconnaître aisément la nature et la proportion d'alcalis et de sulfates alcalins dans des liquides, lorsqu'aucun autre sulfate n'est présent.

EXPÉRIENCE CLVIII.

En ajoutant quelques gouttes d'acétate de barite à du vinaigre : il se formera un précipité blanc abondant. Ce précipité, étant recueilli et séché, on l'expose à la chaleur de la flamme du chalumeau, sur une plaque de platine, jusqu'à ce que toute la matière charboneuse soit brûlée, et que le produit ait pris une couleur blanche ou grise. En introduisant alors la masse, qui consiste principalement en sous-carbonate de potasse, dans un tube éprouvette, et, en versant dessus de l'acide hydro-chlorique, ou de l'acide nitrique, étendus : elle sera dissoute aussitôt avec effervescence, ce qui indiquera, par conséquent, que le vinaigre ne contenait pas d'acide sulfurique.

EXPÉRIENCE CLIX.

Répétez cette expérience avec une portion du même vinaigre, auquel on aura ajouté une goutte d'acide sulfurique. Le précipité, qui dans ce cas est un sulfate de barite, après avoir été traité de la même manière au chalumeau, ne sera soluble dans aucun acide étendu quelconque.

EXPÉRIENCE CLX.

Si, après avoir fait dissoudre un peu de sulfate de soude, ou de sulfate de potasse, dans de l'eau distillée, on ajoute à la dissolution de l'acétate de barite : il se produira un précipité, qui est un sulfate de barite. En évaporant, alors, à siccité, la liqueur surnageante, et en mettant le résidu en digestion dans de l'alcool, il se dissoudra. Si l'on évapore de nouveau cette dissolution, à siccité, le sel desséché sera déliquescent, s'il consiste en acétate de potasse ; mais il s'effleurira, s'il se compose d'acétate de soude. 176 parties de sulfate de barite, rougi au feu, indiquent 100 parties de sulfate de soude desséché ; tandis que 136,36 parties de sulfate de barite, traité de même, représentent 100 parties de sulfate de potasse sec. On peut donc ainsi distinguer l'un de l'autre, les deux alcalis, la potasse et la soude.

XLVI. NITRATE DE BARITE.

Cet autre sel de barite, agit, sous tous les rapports, de la même manière que la combinaison de barite avec l'acide hydro-chlorique. Il arrive, cependant, fréquemment, que, dans des circonstances d'opérations analytiques, l'introduction d'acide hydro-chlorique dans le composé, rendrait l'analyse embarrassante ; et, dans des cas semblables, le nitrate de barite est employé avec plus de succès. On en fait particulièrement usage aussi, pour découvrir la présence, dans des fossiles, de la potasse ou de la soude, et pour en déterminer les quantités.

XLVII. HYDRO-CHLORATE D'ALUMINE.

M. Kirwan a recommandé ce réactif, comme indiquant la présence, dans des eaux minérales, du carbonate de magnésie, qui ne pouvant être, comme le carbonate de chaux, séparé en totalité par l'ébullition, reste jusqu'à ce que tout le liquide se soit évaporé. En ajoutant de l'hydro-chlorate d'alumine à de l'eau, après l'avoir fait bouillir, il se dépose un précipité de carbonate d'alumine, si le carbonate de magnésie est présent; ce qui autrement n'a pas lieu, à moins qu'il n'y ait un excès d'alcali, qui peut être aisément neutralisé par un acide.

XLVIII. SUCCINATE D'AMMONIAQUE.

Ce réactif est d'un emploi utile, suivant Klaproth, pour découvrir le fer, et en reconnaître aisément la quantité, lorsqu'il est en dissolution. Cependant le fer doit être à son plus haut degré d'oxidation, et dans l'application de ce réactif, il est nécessaire de ne l'employer qu'en quantité exactement suffisante, parce qu'un excès peut réagir sur le précipité. Le succinate d'ammoniaque donne lieu, avec le fer, à un précipité brun. Il est d'un usage très-avantageux pour séparer l'oxide de fer de l'oxide de manganèse.

EXPÉRIENCE CLXI.

Après avoir mis quelques centigrammes de sulfate vert de fer dans un tube éprouvette, versez-y cinq ou six gouttes d'acide nitrique, et chauffez fortement le

mélange jusqu'à ce qu'il soit réduit en une masse rouge, sèche. Faites redissoudre cette masse dans de l'eau distillée, et ajoutez à la dissolution, filtrée, du succinate d'ammoniaque : le fer contenu dans le sulfate de ce métal, étant devenu oxidé à un haut degré par l'action de l'acide nitrique, on obtiendra un précipité brun, en flocons (succinate de fer). Ce précipité, exposé, seul d'abord, et ensuite avec un peu de cire, à une chaleur faiblement rouge, donne un oxide de fer contenant 70,5 pour cent de métal. Par le premier effet de la chaleur, l'acide succinique est décomposé; et, par son action subséquente, le métal est réduit à l'état d'oxide noir.

Le succinate d'ammoniaque précipite cependant aussi l'alumine, pourvu que la dissolution alumineuse ne soit pas avec un très-grand excès d'acide.

XLIX. DISSOLUTION D'AMIDON.

La dissolution d'amidon dans l'eau, a été, depuis peu, classée parmi les réactifs chimiques, comme moyen d'indication de la présence de l'iode. Son action, dans ce cas, fut reconnue, pour la première fois, par le professeur Stromeyer, de Gottingue. Si l'on ajoute une dissolution aqueuse d'amidon, à un liquide contenant une très-petite quantité d'iode non combiné, la liqueur prend une couleur bleu indigo, et il se forme un précipité (iodure d'amidon,) de la même teinte. Ce précipité se dépose lentement. La sensibilité de ce réactif est telle, que, suivant Stromeyer, il peut faire apercevoir l'iode dans un liquide où il n'existerait que dans

la proportion de $\frac{1}{43000}$. Il s'ensuit que, l'iode et l'amidon, sont respectivement réactifs l'un à l'égard de l'autre. Ils ont été employés avec succès, comme tels, par M. Gauthier de Claubry, qui, par le moyen de l'amidon, découvrit, non-seulement, la présence de l'iode dans le *fucus saccharinus*, mais aussi, l'état dans lequel il y existe, ou, de quelle manière cette singulière substance est combinée dans le corps des variétés nombreuses de plantes marines, qui l'ont fourni. La couleur bleue, produite par le contact de l'iode et de la dissolution d'amidon, varie, suivant que l'une ou l'autre des substances prédomine. Lorsque les deux corps sont en proportion convenable, la couleur est d'un bleu indigo intense, pur; mais elle est noire, lorsque l'iode prévaut, et d'un bleu rougeâtre, ou violette, lorsque l'amidon est en excès. Si l'iode, présent dans le liquide, n'y est pas à l'état libre ou de non-combiné, il convient d'ajouter à la dissolution une très-petite portion d'un acide quelconque, afin de dégager l'iode de sa combinaison. D'où il suit, qu'en versant une dissolution d'amidon dans un liquide contenant de l'acide hydriodique, ou de l'acide iodique, il ne se manifeste aucun changement; mais, si l'on ajoute un acide, de manière à dégager l'iode, l'amidon fait aussitôt apercevoir la présence de cette substance, par la couleur bleu indigo, que prend la liqueur.

Le composé d'amidon et d'iode, ou l'idiodure d'amidon, est soluble dans l'acide sulfurique étendu, et la dissolution est d'une belle couleur bleue. Avec l'acide sulfurique concentré, on obtient un composé brun, qui devient bleu aussi, lorsque l'acide est étendu d'eau.

L. SULFATE DE SOUDE.

On peut employer le sulfate de soude, ou le sulfate de potasse, pour découvrir la présence du plomb. L'une des parties constituantes du sel, l'acide sulfurique, en se combinant avec l'oxide de plomb, donne lieu à un précipité blanc, (sulfate de plomb), qui est insoluble dans l'eau et dans l'ammoniaque liquide, mais que dissout l'acide nitrique étendu, à l'aide de la chaleur, et, qui noircit avec l'eau imprégnée de gaz acide hydrosulfurique. Ces caractères suffisent pour distinguer, de suite, ce sulfate de celui de barite, avec lequel, autrement, il pourrait être confondu; parce que, d'après ce qui a été dit, ce réactif doit aussi produire un précipité blanc, avec tous les sels de barite et de strontiane. On fait principalement emploi du sulfate de soude ou du sulfate de potasse, dans les circonstances où l'acide sulfurique non combiné ne conviendrait pas aussi bien, comme c'est souvent le cas, dans l'analyse d'eaux minérales. Le docteur Thomson considère le sulfate de soude, ou, le sulfate de potasse, comme le réactif le moins équivoque pour le plomb, dont nous puissions nous servir; car il parvint, par son moyen, à découvrir ce métal dans une eau minérale, où il n'existait que dans la proportion de $\frac{1}{1000000}$ de son poids.

EXPÉRIENCE CLXII.

Laissez tomber, dans un tube éprouvette rempli d'eau distillée, une goutte d'acétate de plomb, et, en ajoutant au mélange quelques gouttes d'une dissolution de sul-

fate de soude, ou de sulfate de potasse : il se déposera un précipité blanc, qui est du sulfate de plomb. Après avoir décanté la liqueur surnageante, versez sur le précipité de l'acide nitrique étendu, et chauffez doucement : ce précipité se redissoudra; et, en ajoutant, à cette dissolution, de l'eau imprégnée de gaz acide hydro-sulfurique, elle deviendra tout aussitôt noire.

LI. CARBONATE D'AMMONIAQUE.

On fait usage de ce sel en combinaison avec du phosphate de soude, pour découvrir la magnésie, et la séparer d'autres terres, lorsqu'elle y est combinée dans des dissolutions. On l'emploie aussi pour séparer l'yttria et la glucine d'autres terres, comme étant solubles l'une et l'autre, dans une dissolution de ce sel. Ce réactif fait reconnaître la présence du cuivre, en communiquant au liquide, qui contient ce métal, une couleur bleu saphir; et, parce qu'ainsi que les carbonates des autres alcalis, il précipite les dissolutions des sels terreux et métalliques. D'après la couleur de ce précipité, l'expérimentateur exercé peut, dans quelques cas, se former une notion sur la nature du précipité obtenu au moyen de ce réactif.

LII. FLUATE D'AMMONIAQUE.

Ce sel a été recommandé, comme réactif pour la chaux, avec laquelle il donne lieu à un précipité blanc (fluate de chaux). Mais il ne présente point, à cet égard, de caractère distinctif, parce qu'il affecte aussi les sels à base de magnésie, d'yttria, de glucine, et peut-

composeraient l'un l'autre) savoir : le sulfate de chaux, l'hydro-chlorate de chaux, le sulfate de magnésie, et l'hydro-chlorate de magnésie. Or, parmi ces sels, les sulfates sont totalement insolubles dans l'alcool, tandis que ce liquide dissout très-facilement les hydro-chlorates. Il résulte donc, de cette différence d'action, un moyen très-commode pour opérer la séparation de quelques-uns des sels. Si, en effet, après avoir introduit le résidu bien desséché, et privé d'eau, dans un flacon, on y verse cinq ou six parties d'alcool, et, qu'on laisse pendant quelques heures ce mélange en digestion, en l'agitant, la dissolution alcoolique, ne pourra contenir que les hydro-chlorates de chaux et de magnésie, pourvu, toutefois, que l'alcool soit à un haut degré de rectification; car, autrement, ce liquide dissoudrait aussi un peu d'hydro-chlorate de soude, si ce sel était présent. Le résidu, ou ce dont l'alcool ne s'est pas chargé, peut être composé de sulfates de chaux et de magnésie; et, de ces deux sels, le dernier se dissout facilement dans l'eau, tandis que le sulfate de chaux y est très-peu soluble, à moins que ce ne soit à l'aide d'un acide.

EXPÉRIENCE CLXV.

La plupart des huiles volatiles, ou essentielles, ne pouvant s'obtenir qu'en petite quantité, le prix doit en être par conséquent élevé, et cette plus grande valeur porte à essayer de les falsifier, en les mêlant avec des huiles fixes, afin d'en augmenter la quantité. Il est donc d'une très-grande importance de pouvoir se garantir contre de semblables fraudes, et découvrir le mélange,

ce à quoi l'on peut parvenir de la manière qui suit : Ajoutez quelques gouttes d'huile d'amande, ou d'olive, à une huile essentielle quelconque, de l'huile de lavande, par exemple, et versez ensuite de l'alcool dans ce mélange : l'huile de lavande se dissoudra dans le liquide, et l'huile d'amande restera sans avoir été attaquée. Séparez alors cette dernière par décantation, et ajoutez ensuite de l'eau distillée à la dissolution alcoolique : cette eau s'unira à l'alcool, qui abandonnera ainsi l'huile essentielle de lavande. On peut reconnaître la sophistication d'une huile essentielle par un procédé encore plus simple : il consiste à faire tomber sur du papier bien net une seule goutte de l'huile suspecte, et d'exposer ensuite le papier à une douce chaleur. Si l'huile essentielle est pure, elle s'évaporera en totalité, et il n'en restera aucune trace sur le papier ; mais, si elle a été mêlée avec une huile fixe, l'évaporation laissera sur le papier une tache graisseuse. Si c'est, avec de l'alcool, que les huiles essentielles, ou volatiles ont été altérées, on reconnaîtra facilement la fraude, en mêlant un peu de l'huile avec de l'eau : il se produira sur-le-champ une couleur laiteuse, parce que l'alcool aura été enlevé à l'huile et se sera combiné avec l'eau. On falsifie souvent les huiles essentielles avec de l'huile de térébenthine, ce qui ne peut se reconnaître que par l'odeur particulière d'huile de térébenthine, qui continue à se faire sentir plus long-temps que l'odeur des autres huiles volatiles.

LIV. DISSOLUTION DE SAVON.

On peut faire quelque usage, comme réactif, d'une

dissolution de savon dans de l'alcool, pour reconnaître ce qu'on appelle vulgairement la *dureté* ou *crudité* des eaux; parce qu'en ajoutant de cette dissolution à de l'eau pure, il n'en résulte aucun changement, tandis, que dans une eau chargée de sels terreux, ou métalliques, elle occasione un trouble laiteux, et donne lieu à la formation d'un précipité en flocons. On peut, d'après la nuance laiteuse de la liqueur, et la quantité du précipité produit, acquérir quelque notion sur la qualité de l'eau, au moins, en ce qui concerne son bon emploi, pour laver, teindre, blanchir, bouillir des légumes et graines céréales, ainsi que pour d'autres objets, qui se rapportant à l'art de la cuisine, et à l'économie domestique, exigent que l'eau soit pure autant que possible.

EXPÉRIENCE CLXVI.

En mettant dans un tube éprouvette, à moitié rempli d'eau distillée, quelques gouttes d'une dissolution de savon dans de l'alcool, elle ne fera éprouver à l'eau aucun changement.

EXPÉRIENCE CLXVII.

Ajoutez, à une même quantité que dans l'expérience qui précède, d'eau de pompe ou de source, quelques gouttes d'une dissolution de savon : l'eau deviendra tout aussitôt laiteuse, et il s'y déposera un précipité en flocons, si on la laisse pendant quelques heures sans la troubler. Le trouble laiteux est dû à la présence de sels terreux, qui, dans l'eau de pompe, sont ordinairement du sulfate et du carbonate de chaux; l'alcali du savon abandonne l'huile, avec laquelle il

était chimiquement combiné, pour s'unir à l'acide des bases terreuses des sels qui sont présens dans l'eau, et l'huile forme avec la terre un précipité insoluble, ou savon terreux.

L'action de la dissolution de savon ne peut donc servir à faire distinguer les sels; mais seulement, à indiquer la présence ou l'absence de celles des substances dont l'effet est de donner à une eau la qualité d'eau *crue*, ce qui est principalement dû à ce que cette eau contient des sels à base terreuse ou métallique.

EXPÉRIENCE CLXVIII.

Si, après avoir imprégné de gaz acide carbonique, une petite quantité d'eau distillée, on y fait dissoudre quelques centigrammes de marbre blanc, ou de magnésie; et, qu'ayant séparé la liqueur claire, du résidu insoluble, on ajoute à cette liqueur filtrée quelques gouttes de la dissolution de savon : il s'y produira, de la même manière, un précipité blanc caillé.

EXPÉRIENCE CLXIX.

En ajoutant quelques gouttes de la dissolution de savon, à de l'eau distillée, dans laquelle on a fait dissoudre quelques centigrammes de sulfate de magnésie, ou d'hydro-chlorate de chaux, ou d'alun : le mélange deviendra laiteux, et il se formera un précipité blanc floconneux.

Le même effet sera produit avec tout autre sel quelconque, terreux ou métallique.

EXPÉRIENCE CLXX.

Mettez une goutte d'une dissolution de sulfate de fer, ou de tout autre sel métallique, dans de l'eau distillée; et versez ensuite dans le mélange quelques gouttes d'une dissolution de savon : la liqueur deviendra également trouble, et il s'y déposera un grand nombre de flocons.

LV. RÉACTIF POUR LE VIN.

Ce réactif n'est autre chose que de l'eau imprégnée de gaz acide hydro-sulfurique, combiné avec une petite portion d'acide hydro-chlorique, ou de tout autre acide faible. On en fait ordinairement usage, pour distinguer aisément, dans le vin, la présence du fer, de celle du plomb. En ajoutant de ce réactif à du vin, ou à toute autre liqueur, qu'on soupçonne contenir du plomb, cette liqueur, s'il n'y existe que du fer, restera transparente, et il ne s'y formera pas de précipité; mais, s'il s'y trouve la plus petite portion de plomb, le réactif donnera lieu à un précipité d'un noir obscur (sulfure de plomb). Ce précipité est dû, à ce que l'acide faible, combiné avec l'acide hydro-sulfurique, n'est pas capable, de dissoudre le sulfure de plomb; et en le faisant fondre au chalumeau, avec une petite portion de chaux, ou de la limaille de fer, sur un support de charbon, on aura un globule de plomb métallique. Ce réactif ne produit, cependant pas, un effet assez distinctif; parce qu'il peut précipiter aussi le fer dissous dans l'acide acétique, ou dans tout autre acide végétal. Il occasione également un précipité noir avec

les dissolutions de fer en général, pourvu, qu'on ajoute une petite portion d'acétate de potasse à la liqueur, avant de l'essayer par celle employée comme réactif.

LVI. ZINC.

Le zinc est principalement employé comme réactif, pour séparer à l'état métallique, de leurs dissolutions dans les acides, le cuivre, le plomb, l'étain, l'argent et le tellure. Il précipite aussi, de leurs dissolutions alcalines, le plomb, l'étain, le cuivre et le tungstène; mais on s'en sert rarement dans ces cas, parce qu'il est de meilleurs moyens (les acides) d'effectuer la décomposition de ces dissolutions.

Lorsque le zinc (et dans le fait un métal quelconque) est employé pour séparer, à l'état métallique, un autre métal, de sa dissolution dans un acide, il est essentiel que cette dissolution soit avec un très-léger excès d'acide libre; car autrement, une portion du métal est précipitée, soit à l'état d'oxide, soit à celui d'alliage.

EXPÉRIENCE CLXXI.

Après avoir ajouté, à de l'eau distillée, un peu de dissolution d'acétate de plomb, et y avoir versé quelques gouttes d'acide acétique, ou nitrique, plongez dans la liqueur un barreau, ou un morceau de zinc : le plomb, qu'elle contient, formera immédiatement, sur le zinc, un précipité d'apparence métallique et mousseuse, d'un gris bleuâtre foncé.

EXPÉRIENCE CLXXII.

C'est le cas de faire ici mention de la précipitation du plomb, qui a été, pendant si long-temps, connue sous le nom d'*arbre de plomb*. On la produit en opérant ainsi qu'il suit : On met, dans un flacon de verre, environ un litre d'eau de pluie, dans laquelle on fait dissoudre 24 grammes d'acétate de plomb (sucre de Saturne du commerce), préalablement réduit en poudre ; après avoir agité le mélange, on le laisse reposer pendant deux ou trois jours; on décante alors la liqueur claire de dessus le précipité insoluble, s'il s'en est formé; on enlève ce précipité, et après avoir rincé le flacon avec de l'eau, on y remet le liquide clair. Si, alors, on suspend un morceau de zinc au milieu de ce liquide, en l'attachant à un fil fixé au bouchon du flacon, et, qu'ensuite on place le vase dans un lieu, où la liqueur qu'il contient ne peut être troublée, le morceau de zinc se recouvrira promptement d'une espèce de végétation de plomb métallique, qui augmentant par degrés, se développera en lames cristallines brillantes de ce métal, et ces lames se plaçant d'elles-mêmes, suivant une espèce d'arrangement symétrique, présenteront, jusqu'à un certain point, l'apparence d'un arbre ou arbrisseau.

Le zinc a une plus grande affinité pour l'oxigène que le plomb ; il enlève ce principe à l'oxide de plomb, qui, étant ainsi réduit à l'état métallique, ne peut plus rester en combinaison avec l'acide acétique, et ce métal se précipite sur le zinc. La théorie de l'électricité voltaïque a fait voir depuis peu, que ce phénomène,

comme tous ceux de précipitations métalliques, est le résultat d'une action de cette électricité, produite entre les corps amenés en contact. Ainsi, lorsque la précipitation du plomb métallique sur la surface du zinc, a lieu, il se développe de l'électricité voltaïque, à raison, de ce qu'un métal, facilement oxidable, arrive en contact, par l'interposition d'un liquide, avec un autre métal, qui est moins oxidable. Le circuit galvanique étant ainsi formé, une partie de l'eau du fluide interposé est décomposée, l'une de ses parties constituantes, l'oxigène, est attirée par le zinc, représentant, dans le circuit, le pôle électro-négatif; tandis, que l'autre partie constituante, l'hydrogène, est attirée par le plomb, formant, dans le circuit, le pôle électro-positif. L'hydrogène agit de plus ici, comme moyen de réduction, il enlève l'oxigène à l'oxide de plomb, dissous dans l'acide, et les molécules de ce métal, réduit, se déposent peu à peu à cette extrémité. Il s'y forme des filamens métalliques, d'où naissent des cristaux, qui, par leur accroissement progressif, s'étendent et s'arrangent, d'eux-mêmes, en forme d'arbre ou d'arbrisseau.

La théorie de la réduction d'autres précipités métalliques, de leurs dissolutions, est précisément analogue à celle qui vient d'être établie.

EXPÉRIENCE CLXXIII.

Si l'on plonge, dans une dissolution étendue de sulfate de cuivre, étant avec excès d'acide, un barreau, ou un morceau de zinc laminé : il y aura, aussitôt,

précipitation de cuivre métallique, et il se formera, sur le zinc, une incrustation de cuivre. Ce métal peut être facilement détaché du zinc; il convient alors de le mettre en digestion dans de l'acide hydro-chlorique, qui dissoudra le zinc, s'il arrivait, qu'il en fût resté d'adhérent au cuivre. De plus, à moins que la dissolution ne soit avec excès considérable d'acide, une portion du cuivre est toujours précipitée à l'état d'oxide, et cet oxide, est aussi enlevé complétement par l'acide hydro-chlorique.

EXPÉRIENCE CLXXIV.

Ajoutez 5 ou 6 décigrammes de sous-hydro-chlorate d'étain, à de l'eau distillée dans un verre, et plongez ensuite, dans cette liqueur, un barreau de zinc : l'étain sera immédiatement précipité à l'état métallique, se rassemblant autour du zinc, sous la forme d'une enveloppe d'apparence mousseuse en paillettes.

M. Sylvestre a recommandé le circuit galvanique, formé de zinc et d'or, comme un agent actif, pour découvrir le sublimé corrosif (perchlorure de mercure), en procédant de la manière qui suit.

EXPÉRIENCE CLXXV.

Ayez un morceau de fil de zinc, d'environ 75 millimètres de long, doublement recourbé à angles droits, présentant la forme de la lettre grecque Π, de manière que les deux jambages de cette figure, soient distans l'un de l'autre d'environ le diamètre d'un anneau, ou alliance d'or, ordinaire, et attachez ensuite les deux ex-

trémités du fil recourbé à un anneau, tel que celui énoncé. Prenez alors une lame de verre, d'environ 20 centimètres carrés, en la plaçant dans une position aussi horizontale que possible. Sur l'un des côtés de cette lame, versez de l'acide sulfurique, étendu d'environ six fois son poids d'eau, jusqu'à ce qu'il recouvre, sur une longueur de quelques millimètres, cette partie du verre. A peu de distance de là, vers l'autre côté du verre, mettez de la dissolution, qu'on suppose contenir du perchlorure de mercure, jusqu'à ce que les bords des deux liquides se joignent; placez ensuite le fil et l'anneau, disposés, comme il a été expliqué ci-devant, de manière, que le fil puisse toucher l'acide, tandis que l'anneau d'or sera en contact avec le liquide suspecté. S'il y a, dans ce liquide, présence de la plus petite quantité de perchlorure de mercure, l'anneau d'or se recouvrira, dans peu de minutes, de mercure métallique, sur la portion de cet anneau qui touche le liquide. C'est ainsi, qu'on peut découvrir la moindre quantité de mercure dans un liquide quelconque.

LVII. FER.

On fait usage, de fils, barreaux, ou lames de fer, polis, comme réactifs, pour précipiter le cuivre, à l'état métallique, de sa dissolution dans des acides. Le fer précipite également, sous forme métallique, l'antimoine et le tellure, de leurs dissolutions acides.

EXPÉRIENCE CLXXVI.

Si l'on plonge, pendant quelques secondes, la lame

d'un couteau, une clef, ou tout autre morceau de fer poli, ou d'acier, dans une dissolution de sulfate de cuivre, avec un léger excès d'acide sulfurique : la lame de couteau, lorsqu'on l'aura retirée de la liqueur, sera recouverte d'une couche de cuivre métallique. Pour l'obtenir à l'état de pureté, il faut mettre le métal précipité en digestion, dans de l'acide hydro-chlorique étendu.

LVIII. ÉTAIN.

On emploie ce métal avec avantage, comme réactif, pour découvrir la présence de l'or, à raison du précipité de couleur pourpre, qu'il produit dans les dissolutions de ce métal. En plongeant, dans une dissolution d'hydro-chlorate d'or, un barreau, ou un morceau, d'étain, la surface de ce dernier métal se recouvre immédiatement d'une poudre de couleur pourpre foncé, qui s'étend peu à peu à travers tout le liquide, auquel il donne une couleur rouge de vin. La poudre, ainsi produite, se dépose promptement, et laisse la dissolution d'or incolore. Cette poudre est semblable au précipité occasioné par le sous-hydro-chlorate d'étain, et l'hydro-chlorate d'or.

EXPÉRIENCE CLXXVII.

Si, après avoir ajouté quelques gouttes d'hydro-chlorate d'or, à de l'eau distillée, on introduit, dans la liqueur, un morceau, ou un fil, d'étain : il s'y formera, en très-peu de temps, un précipité violet ou pourpre, qui est un composé d'or et d'oxide d'étain.

LIX. CUIVRE.

On se sert principalement du cuivre dans les expériences analytiques, pour séparer l'argent de ses dissolutions, à l'état métallique. Lorsque, dans une dissolution acide d'argent, on plonge un barreau, ou une baguette, de cuivre, la surface de ce métal devient d'une couleur noirâtre, et, au bout de quelque temps, l'argent est précipité sur le cuivre, à l'état métallique. Cependant, l'argent n'est pas séparé ainsi en totalité par le cuivre; car, en ajoutant, à la dissolution, de l'hydro-chlorate de soude, ou de l'acide hydro-chlorique, elle devient laiteuse. Toutefois, c'est un moyen très-convenable de rétablir immédiatement l'argent à son état métallique Si la dissolution d'argent n'est pas avec excès considérable d'acide, la dernière portion de ce métal, ainsi précipité, contient un peu de cuivre; mais on peut éviter que cela ait lieu, en ajoutant, à la liqueur, un léger excès d'acide nitrique, ou, en mettant de nouveau le précipité en contact avec une dissolution de nitrate d'argent.

On suit ce procédé dans la *docimasie* pour reprendre l'argent qui a été allié avec l'or, et qui, dans l'opération du *départ*, a été dissous par l'acide nitrique; on introduit, dans la dissolution, des plaques de cuivre, pour précipiter l'argent. C'est, souvent aussi de cette manière, qu'on dégage l'argent, d'autres métaux, avec lesquels il a été allié.

EXPÉRIENCE CLXXVIII.

Plongez un morceau, ou un barreau, de cuivre, dans

de l'eau distillée, à laquelle on aura ajouté cinq ou dix gouttes de la dissolution de nitrate d'argent : l'argent sera immédiatement précipité sous une forme métallique, brillante, sur la surface du cuivre.

On peut varier, à volonté, cette expérience, ainsi qu'il suit.

EXPÉRIENCE CLXXIX.

Si, après avoir étendu sur une lame de verre, quelques gouttes de nitrate d'argent, dissous dans une quantité double d'eau distillée, on pose, à plat sur le verre, et en contact avec le liquide, un fil de cuivre, auquel on aura donné, en le recourbant, une figure quelconque, et que le tout soit laissé en repos dans une position horizontale : dans peu d'heures, il se formera sur le verre, une cristallisation d'argent métallique près du morceau de fil de cuivre, et l'arrangement des cristaux s'étendra par degrés, jusqu'à ce que la liqueur ait été décomposée en totalité.

LX. MERCURE, ET ARGENT EN FEUILLE.

On fait usage de l'un et de l'autre de ces métaux, pour découvrir de très-petites quantités de gaz acide hydro-sulfurique, ou de sulfures en général, particulièrement dans des eaux minérales ; parce qu'en plongeant ces métaux dans un liquide, qui contient du soufre en combinaison peu intime, leur brillant métallique est détruit.

EXPÉRIENCE CLXXX.

En ajoutant, à de l'eau distillée, imprégnée de gaz

acide hydro-sulfurique, quelques globules de mercure, bien net, ou de l'argent en feuille : le métal perdra promptement son brillant métallique, et sa surface se recouvrira d'une pellicule brune, qui est une combinaison de soufre avec le métal.

LXI. FLUX POUR LE CHALUMEAU.

On donne, en chimie, le nom de flux, aux substances qu'on ajoute aux minéraux, aux mines métalliques, ou autres corps, pour en aider la fusion lorsqu'on les expose à l'action du feu. Ainsi, la potasse, ou la soude, caustiques, ou à l'état de sous-carbonates, sont des flux pour le quartz, et pour toute autre espèce de minéraux siliceux, parce que le quartz étant mêlé avec ces corps, dans une proportion convenable, et chauffé, ces alcalis en déterminent la fusion, et le composé est une masse vitreuse. L'acide borique, et le borax (sous-borate de soude), sont des flux pour l'argile, et les minéraux argileux, etc. Ces corps agissent donc par *voie sèche* sur les substances réfractaires, comme le font, par *voie humide*, l'eau, les acides, et autres liquides, dont on fait usage pour dissoudre les solides. La manière dont chaque minéral est affecté, lorsqu'on le fait chauffer avec différens flux; sa fusion plus ou moins vive ou lente, aisée ou difficile, complète ou incomplète, liquide ou pâteuse; la nature de la masse qui en résulte, opaque, transparente, vitreuse ou émaillée, scorifiée, ou dense et compacte; la couleur qu'elle affecte principalement, ce qui dépend le plus souvent de la proportion des matières métalliques qu'elle

contient ; toutes ces circonstances particulières sont autant de caractères, qui servent utilement dans l'analyse minéralogique, pour aider à découvrir, et à distinguer chaque espèce des composés divers ; et lorsque les caractères extérieurs, ou les propriétés sensibles, ne suffisent pas pour déterminer, avec exactitude, le genre, ou l'espèce, cette action des flux employés avec le chalumeau, est souvent d'une très-grande utilité pour cette détermination, en écartant les doutes, faisant disparaître les incertitudes, et en fournissant les moyens de se rendre compte de la nature générale du minéral.

On concevra facilement, que la nature des produits sera très-variable, suivant celle du flux qui entre en combinaison avec eux ; et, selon qu'il est fait emploi dans les expériences, de flux divers, d'après l'objet qu'on a en vue.

Les flux dont on fait usage pour les expériences au chalumeau, et, en général, pour toutes les opérations de laboratoire, sont principalement des corps composés, appartenant à la classe des sels. L'une des parties constituantes de ces corps, agit, dans beaucoup de cas, chimiquement ; c'est ainsi, que la partie alcaline et terreuse de flux se combine souvent avec l'acide, qui peut être uni à un oxide métallique, et qui s'opposerait à sa réduction, s'il n'en était pas séparé ; tandis que, d'un autre côté, l'action d'autres parties est simplement mécanique. Il est, en outre, des métaux, en grand nombre, qui retiennent leur oxigène, avec une telle force, que l'application de la chaleur n'est pas capable de le leur enlever, lorsqu'on cherche à obtenir le

métal. L'addition de matière inflammable, devient donc alors un expédient propre à déplacer l'oxigène, sous la forme de gaz. Ainsi, pour réduire un oxide, il faut le mêler avec une portion de matière inflammable, et l'exposer alors à une chaleur intense; et, pour obtenir le métal réduit, en une masse cohérente, et non en petits grains, il est nécessaire, aussi, qu'il y ait présence d'une substance susceptible d'entrer aisément en fusion, et de permettre au métal de se déposer à travers la matière fondue, de manière que les molécules, en s'agglomérant, forment un bouton réuni, au lieu de grains écartés et dispersés, ce qui, autrement, aurait lieu. Ce serait un très-grand travail, sans doute, que de rassembler les particules, si elles n'avaient pas été mises en état de s'abaisser au fond du creuset, et de s'y unir ensemble. L'action des flux est donc, en général, tout à la fois, et mécanique et chimique.

Les flux, qui ont été plus spécialement adoptés par les chimistes, eu égard à l'usage étendu qu'on en peut faire, sont, le phosphate de soude, le sous-borate de soude, et l'acide borique; outre ces flux, on emploie, à l'occasion, comme tels, dans les essais au chalumeau, le fluate de chaux (spath fluor), le sulfate de chaux (gypse), le sous-carbonate de soude, le nitrate de potasse et le verre. Après avoir réduit ces corps en poudre, on les mêle avec les substances sur lesquelles elles doivent agir. Ce qu'on appelle *flux blanc*, est un mélange d'un peu de potasse avec du carbonate de cet alcali, et on le prépare, en opérant la déflagration, dans un vase rougi au feu, de parties égales de nitrate de potasse et de tartrate acide de

potasse. Lorsqu'il s'agit de réduire, tout d'abord, un oxide, il convient d'employer de préférence le flux, qu'on a désigné par le nom de *flux noir*, qui est le résultat de la déflagration, produite de la même manière, de deux parties de tartrate acide de potasse, et d'une partie de nitrate de potasse. Celui-ci ne diffère du premier, qu'en ce qu'il contient un peu de charbon. Le savon provoque, également, la fusion, comme étant converti par le feu, et en carbonate de soude et en charbon ; il agit, par conséquent, aussi comme flux, et souvent on l'emploie comme tel dans les laboratoires.

LXII. CHALUMEAU, ET SON USAGE.

Le chalumeau est, en chimie et en minéralogie, un instrument de la plus grande utilité. Il nous fournit le moyen de soumettre, à l'action de la chaleur la plus violente, toute substance quelconque, dont on cherche à connaître la nature ou les qualités générales, relativement à ce que lui fait éprouver l'action du feu; tout effet de la chaleur la plus intense de fourneaux, peut être instantanément produit par cet instrument; et, avec cet avantage, que le procédé est expéditif, qu'il a lieu sous la vue de celui qui opère; tandis, que nous ne pouvons que former des conjectures sur ce qui se passe au centre d'un fourneau, si l'on s'en sert pour la même expérience. On peut soumettre, à l'action du chalumeau, les matières du plus grand prix, ainsi que les plus petites quantités de corps, et toute l'opération, au lieu de s'effectuer dans un vaisseau opaque, peut être, à l'instant, variée sous les yeux de l'observateur,

qui peut la suivre en la voyant depuis le commencement jusqu'à la fin. Il peut résulter ainsi un grand nombre d'avantages de l'emploi de ce simple et précieux instrument. Sa petitesse, qui le rend susceptible d'être porté dans la poche, n'est pas d'une recommandation peu importante pour le minéralogiste voyageur. Il est vrai, que dans ces essais en miniature, on ne peut déterminer que très-peu de chose concernant la quantité effective des produits ; mais, dans la plupart des cas, la connaissance de ce que contient une substance minérale quelconque, est une grande acquisition ainsi obtenue dans un temps très-court, quoique les quantités des produits découverts soient trop petites, pour mettre celui qui opère en état d'en reconnaître les proportions relatives.

Ainsi, par exemple, si, en rencontrant une espèce d'argile, nous désirons connaître si elle est propre ou non à être employée à la fabrication de la porcelaine, l'essai au chalumeau nous mettra à même de décider la question ; car, pour les espèces plus fines et plus belles de poteries et de porcelaine, il est essentiel d'avoir une argile qui, *après avoir été brûlée*, reste parfaitement blanche. L'apparence de ces substances, avant le brûlement, ne peut jamais satisfaire sur ce point ; car, quoique souvent les argiles les plus blanches avant d'avoir été brûlées, soient celles qui, après, restent telles, ce n'est, que dans un petit nombre de contrées, que se rencontrent des argiles qui restent absolument blanches, et il se trouve un grand nombre d'argiles blanches qui, étant brûlées, deviennent plus ou moins colorées ; lorsque, d'un autre côté, beaucoup

d'argiles noires sont, en pareil cas, rendues parfaitement blanches. On peut facilement distinguer, au moyen du chalumeau, la nature de la *pierre à chaux*. Cette pierre, propre à faire du mortier et du ciment, ne se fond pas, mais elle devient plus ou moins blanche, après avoir subi l'action d'une chaleur violente par le chalumeau; et si, alors, après l'avoir laissé refroidir, on la mêle avec de l'eau, elle s'échauffe. La meilleure preuve qu'on puisse acquérir à cet égard, est celle de la vive chaleur, que la pierre essayée produirait sur la peau, lorsqu'après en avoir mis une très-petite portion sur le revers de la main, on laisserait tomber dessus une goutte d'eau. Les *pierres siliceuses* ne fondent jamais seules, mais elles forment un verre avec le borax et la soude. Les terres argileuses, lorsqu'elles sont pures, ne se fondent pas, mais elles blanchissent et acquièrent la dureté d'un caillou; le fluate de chaux devient phosphorescent, et se fond en une scorie d'un blanc opaque; les zéolithes fondent aisément, en écumant dans la flamme. La couleur, que prennent les substances appelées flux, peut aussi fournir beaucoup d'indications utiles sur la nature du minéral soumis à l'examen. Ainsi, par exemple, l'or communique au borax, au phosphate de soude, et à l'acide borique, une couleur de rubis; l'argent donne à ces flux une teinte de jaune orangé; le cuivre produit, avec eux, un gris de perle bleuâtre; le fer, un vert d'intensités différentes et de nuances diverses; l'étain produit un émail blanc ou d'un blanc opaque grisâtre; l'antimoine fournit un verre de couleur hyacinthe, le métal se dissipe en partie en fumées blanches, et il se dépose

une poudre blanche ou oxide d'antimoine sur la surface tenue près de la substance fixe. L'arsenic s'exhale également en fumées blanches, lorsqu'on le chauffe sur un charbon, et il produit une odeur analogue à celle de l'ail ; le cobalt peut teindre une grande quantité de borax en bleu intense, et il forme avec ce flux un verre bleu. L'oxide de manganèse donne, au point le plus intérieur de la flamme, ou flamme bleue, un grain coloré en violet qui, avec la partie extérieure de la flamme, redevient incolore ; et l'on peut, ainsi, rendre alternativement, à volonté, cet oxide coloré ou incolore. Ces changemens successifs de couleur, particuliers à l'oxide de manganèse, peuvent être exposés de la manière qui suit :

EXPÉRIENCE CLXXXI.

Après avoir fondu à la flamme du chalumeau sur un morceau de charbon, une petite quantité de phosphate de soude, ou de verre de borax, ajoutez-y une très-petite portion d'oxide noir de manganèse, et faites fondre le mélange à la flamme plus intérieure bleue : le globule prendra une couleur pourpre ou violette. Faites le fondre de nouveau, et, en le maintenant pendant plus long-temps à l'état de fusion, il en résultera que la couleur violette disparaît. Si, alors, on fait fondre le globule, devenu incolore, à la flamme extérieure du chalumeau, la couleur pourpre se reproduira ; mais elle sera, comme auparavant, détruite de nouveau, par une continuation plus prolongée de la chaleur. En mettant sur le globule la plus petite quantité de

nitrate de potasse, la couleur se rétablit aussi immédiatement. Si, lorsque le globule est sans couleur, on le fait alors fondre dans une cuiller d'argent, ou sur une plaque de fer, ou sur un support métallique quelconque, au lieu de charbon, la couleur violette revient, et elle ne disparaîtra pas, quelque prolongée que puisse être la continuation de la chaleur, et pendant tout aussi long-temps que le globule restera sur le support métallique.

Il est quelques minéraux qui, exposés au dard de la flamme du chalumeau, restent parfaitement infusibles; tandis, que par l'action de cette flamme sur d'autres, ils sont aisément fondus. Elle produit, sur quelques-uns, l'effet d'être volatilisés en partie, d'autres brûlent avec une flamme d'une couleur particulière; dans certains, comme l'oxide de manganèse, la couleur est changée à différentes températures. Quelques minéraux, lorsqu'ils sont attaqués par la flamme du chalumeau, se gonflent, d'autres décrépitent ou s'exfolient, ou perdent leur couleur; dans quelques-uns, la fusion est partielle; quelquefois le résultat est une espèce de cendre ou poudre; dans beaucoup de cas, c'est un globule vitreux complet, transparent, ou opaque, ou de couleurs diverses. Certains minéraux fournissent une simple scorie ou fraisil, d'autres produisent un émail, et quelques-uns donnent une *fritte*. Toutes ces gradations de phénomènes sont autant de moyens de découvrir et d'apprécier les différences, spécialement des minéraux terreux, et elles contribuent aussi à la connaissance et à la détermination de l'espèce particulière du minéral qui les présente.

Il faut un peu d'art, pour entretenir sans interruption, avec la bouche, l'insufflation du chalumeau. Il n'est pas aisé de le décrire, mais il peut s'acquérir facilement par la pratique et l'habitude. L'acte de la respiration, pendant tout le temps qu'on souffle au chalumeau, ne doit avoir lieu que par les narines, et la force du souffle doit résulter simplement de la compression des joues sur l'air dans la bouche. Les commençans soufflent généralement trop fort, ce qui les oblige à respirer très-souvent. Tout l'art consiste à inspirer l'air à travers les narines, tandis, que celui contenu dans la bouche, est forcé de passer à travers le chalumeau; de manière, que l'action des narines, des poumons et de la bouche, ressemble à celle de soufflets doubles; pour remplir cet objet, il n'est pas nécessaire de souffler avec violence, mais seulément avec une force modérée et égale; et, alors, le souffle ne peut jamais manquer à celui qui opère.

Cet art de souffler convenablement, en faisant usage du chalumeau, s'acquiert dans un instant pour quelques-uns de ceux qui essaient de se servir de cet instrument, tandis, qu'il faut à d'autres beaucoup de temps pour y parvenir. Il peut être utile d'indiquer ici les moyens suivans, de vaincre les difficultés qu'on éprouverait à cet égard. Il faut, d'abord, s'accoutumer à respirer librement à bouche fermée; alors, après avoir fait entrer, au moyen d'une expiration, de l'air dans la bouche jusqu'à ce que les joues soient modérément enflées, on y retient cet air, en se déchargeant du surplus de l'expiration à travers les narines, et l'on fait ainsi deux ou trois inspirations et expirations à tra-

vers elles, sans rien laisser échapper de l'air qui est dans la bouche. Lorsque, par l'exercice, on s'est rendu facile cette manière de respirer par le nez seulement, il faut, lorsqu'on veut faire des essais au chalumeau, introduire l'extrémité du tube de cet instrument dans la bouche en le saisissant avec les lèvres, et en tenant dirigée, sur la flamme, l'autre extrémité en pointe déliée à très-petite ouverture, par où doit sortir le jet d'air. Après avoir, alors, rempli par respiration, sa poitrine d'air, qu'on fait entrer dans la bouche avec gonflement des joues, on continue de respirer aisément par les narines jusqu'à ce que l'air ait été chassé en presque totalité, de la bouche, à travers le tube; on le renouvelle, alors, comme auparavant, et, après quelques jours de pratique, les muscles de la bouche s'étant accoutumés à ce nouveau mode d'action, on pourra entretenir, pendant une demi-heure, un courant d'air uniforme, non interrompu, sans éprouver aucune autre incommodité que la fatigue des lèvres.

La meilleure espèce de flamme pour l'effet du chalumeau, est celle que produit une bougie, ou une chandelle, à très-grosse mèche, qui puisse être entretenue mouchée médiocrement bas, et un peu écartée du jet d'air. On peut se servir aussi de la lampe à esprit de vin; elle donne une flamme parfaitement claire, sans fumée, mais faible, en comparaison de celle d'une bougie. Quoique l'emploi d'une bougie soit ce qui convient le mieux, on peut très-bien se servir aussi d'une chandelle. La chandelle devrait être mouchée plus court, et la mèche recourbée vers l'objet, de manière qu'une

partie de cette mèche soit dans une position horizontale. Le courant d'air doit être dirigé en soufflant sur cette portion horizontale de la mèche, aussi près que possible, sans la frapper. Si la flamme est inégale et irrégulière, c'est une preuve que le trou de la pointe du chalumeau n'est pas rond ou uni; et, si la flamme présente à travers elle une cavité, on peut en induire que l'ouverture de cette pointe est trop large. Lorsque cette ouverture est de figure convenable, et régulièrement proportionnée, la flamme consiste dans un beau dard lumineux bleu pointu, ou cône, entouré d'une autre flamme, d'une apparence plus faible et moins distincte. Une flamme trop grande obéit difficilement au jet qui la presse; si la flamme est trop petite, elle ne produit qu'un faible effet.

En faisant usage du chalumeau, il faut avoir égard aux considérations suivantes : L'extrémité de la pointe de cet instrument doit entrer juste dans la flamme, et alors le courant d'air chassera un cône, ou dard de flamme, du côté opposé. Si le courant est bien dirigé, ce dard, ou cône, sera distinct et bien terminé. Il convient de faire attention à ce que le courant d'air ne frappe contre aucune partie de la mèche, car alors il serait interrompu, et divisé en plusieurs parties. Le jet, ou souffle d'air, doit être porté un peu au-dessus de la mèche; et, comme il ne serait pas suffisant pour que le courant agît sur la flamme, à moins qu'elle ne fût considérable, ce qu'on peut faire de mieux, par cette raison, est d'ouvrir la mèche, parce qu'alors, elle présente la surface la plus large, et produit la plus grande flamme. Il faut, dans ce cas, diriger le courant d'air à

travers le canal ou l'ouverture, entre la mèche, de manière à produire un cône le plus parfait et le plus brillant, s'inclinant sous un angle d'environ quarante-cinq degrés.

Le cône varie en intensité dans les différentes parties de la flamme; cette intensité est la plus forte, à l'extrémité du point bleu de la flamme.

Lorsqu'on soumet un corps quelconque à l'action du chalumeau, il faut avoir grand soin de ne le chauffer que par degrés, en dirigeant très-lentement la flamme vers ce corps, dans le commencement, non directement sur lui, mais un peu au-dessus, et en l'approchant ainsi de plus en plus près avec la flamme, jusqu'à ce qu'il devienne rouge de feu. Lorsque c'est une substance minérale qu'il s'agit d'essayer, il ne faut pas opérer d'abord immédiatement sur elle avec le chalumeau, parce que les minéraux ne sont pas toujours homogènes, ou de la même espèce dans toutes leurs parties, quoiqu'ils puissent paraître tels à la vue. Il faut donc avoir recours à la *loupe*, afin de pouvoir découvrir les particules hétérogènes, s'il y en a; dans ce cas, on doit les séparer, et essayer chaque partie par elle-même, pour éviter que les effets résultans de deux objets différens, examinés ensemble, ne puissent être attribués à un seul.

La substance sur laquelle la flamme agit, doit être proportionnée à la dimension de cette flamme. Si l'ouverture de la pointe du chalumeau est du diamètre d'une épingle ordinaire, le fragment de la substance qu'on essaye ne doit pas excéder la grosseur d'un grain de poivre. Pour que cette substance soit maintenue pendant qu'on l'examine au chalumeau, on lui donne pour

support un morceau de charbon de bois d'orme ou de peuplier, bien brûlé, et compacte. On fait avec un couteau un petit creux dans le charbon, et c'est là qu'on place la substance. Le charbon brûle lui-même tout au tour de ce creux, qui s'agrandit ainsi; et il en résulte, que la chaleur, est maintenue tout autour de la substance, d'une manière beaucoup plus uniforme, que lorsqu'on fait usage d'un support de métal. Il ne faut cependant pas négliger de prendre, en même temps, en considération l'effet chimique, que produit le charbon en ignition, particulièrement pour la réduction des oxides métalliques, et la désoxigénation des acides fixes; de sorte, par exemple, qu'un petit morceau d'oxide de cuivre, d'oxide de plomb, ou d'oxide d'étain, chauffé au rouge par le chalumeau, sur un support de charbon, est promptement réduit à l'état métallique; de même aussi on réduit aisément des fragmens de pierre d'étain (mine d'étain), de mine de plomb commune, ou galène, de cuivre rubis, etc., en les chauffant sur un support de charbon.

Lorsqu'on ne peut opérer que sur de très-petites portions de substances légères et cassantes, elles peuvent être enlevées, par le courant de la flamme, de dessus le charbon. On peut remédier à cet inconvénient, en faisant un creux profond dans le charbon où l'on doit placer la substance, et en la recouvrant ensuite avec un autre morceau de charbon, qui la garantit en partie de cet effet de la flamme. La meilleure manière d'opérer dans quelques expériences de réductions, consiste à lier ensemble deux morceaux plats de charbon, à pratiquer dans celui des morceaux qui doit recouvrir l'autre, une entaille, dans le milieu de laquelle on forme une cavité,

pour contenir la substance à examiner. Au moyen de cette disposition, la flamme peut être chassée à travers l'entaille, ou conduit, entre les deux morceaux de charbon, et la substance se trouve ainsi exposée, dans la cavité, à une chaleur violente, comme elle le serait dans un fourneau clos.

Ceux des corps sur lesquels le charbon agit chimiquement, mais auxquels, en les traitant au chalumeau, on veut éviter de faire éprouver de semblables changemens, peuvent être placés dans une petite cuiller d'or, d'argent, ou de platine, d'un peu moins de 6 millimètres de diamètre, garnie en conséquence d'un manche de bois convenablement fixé. L'emploi de cuillers d'argent, ou d'or, est préférable, lorsqu'il s'agit de produire des fusions avec des flux alcalins, fusions pour lesquelles les cuillers de platine ne conviendraient nullement. Les premières, cependant, présentent l'inconvénient capital qu'on ne peut leur faire subir que la chaleur d'un rouge obscur, sans risquer de les fondre; tandis, que les cuillers de platine sont parfaitement infusibles par la flamme du chalumeau.

On se sert aussi, avec beaucoup d'avantage, d'une petite pince, toute de platine, pour exposer des fragmens de pierres au dard de la flamme du chalumeau, parce que, non-seulement on peut tenir ces corps avec cet instrument, sans qu'il se fonde ou s'oxide, mais encore, parce qu'en le tenant avec les doigts pendant l'essai, il ne s'échauffe pas trop, à raison de ce que le platine est mauvais conducteur du calorique. Les pinces de ce métal sont d'un emploi convenable aussi, pour remuer, ou retirer, des flux en fusion, le petit bouton du produit.

Un fil de platine aplati est aussi d'un usage très-avantageux, pour exposer, à l'action de la flamme du chalumeau, des fragmens de substances infusibles. Le fragment, peut être facilement assujetti entre un morceau du fil recourbé autour de lui, et tenu fermement ainsi dans toute direction quelconque à volonté.

Une feuille de platine est également d'une très-grande utilité, lorsqu'on expose, à la flamme du chalumeau, de ces substances qui se divisent aisément, et qui, soumises au dard de cette flamme sur un charbon, ou tenues avec la pince de platine, ou placées sur la cuiller ou assujetties entre un fil de ce métal, sont dispersées. Toute substance quelconque, enveloppée dans un morceau de feuille de platine, peut être aisément maintenue en masse pendant l'essai ; et, par conséquent, cette feuille est ce qui convient le mieux pour les substances pulvérulentes. On peut aussi employer, à l'occasion, des filamens de cyanite ou d'asbeste.

LXIII. EAU IMPRÉGNÉE DE GAZ ACIDE CARBONIQUE, OU ACIDE CARBONIQUE LIQUIDE.

L'eau imprégnée de gaz acide carbonique, étant d'un emploi indispensable dans plusieurs des expériences dont ce traité présente le détail, et, comme on ne peut pas se procurer promptement ce liquide dans toutes occasions, je crois devoir placer ici la description d'un appareil *extemporané*, au moyen duquel on peut le préparer facilement.

Cet appareil consiste dans un bassin de poterie commune (*Pl. II, figure du milieu*), que traverse,

placée sur ses bords, une planche de bois, de douze centimètres de large et d'environ vingt millimètres d'épaisseur, ayant une fente qui se termine par un trou pratiqué au centre de la planche. Ce trou sert à recevoir une bouteille, ou flacon ordinaire, de la capacité d'un litre, *a*, qu'on renverse dessus. *b*, est un flacon semblable auquel est ajusté un tube de verre recourbé, *c*, qui, aboutissant, du flacon *b*, au flacon *a*, sert à transporter le gaz du premier à celui-ci. L'une des extrémités du tube *c*, entre, en traversant son bouchon de liége, dans le flacon *b*, tandis que l'autre extrémité est introduite dans le flacon *a*, par le trou sur lequel ce flacon pose. Pour imprégner de l'eau, au moyen de cet appareil, de gaz acide carbonique, ou de tout autre gaz quelconque que ce liquide n'ait pas la faculté d'absorber, soit le flacon *a*, entièrement rempli d'eau, fermé avec un bouchon de liége, et renversé le col en bas dans le bassin de terre, aussi préalablement rempli d'eau. Posez ce flacon au centre du trou de la planche, et, alors, débouchez-le. Ceci étant fait, mettez du marbre blanc, de la pierre calcaire ou craie commune, concassés en morceaux de la grosseur d'un pois, dans le flacon *b*, et versez-y par-dessus de l'acide hydro-chlorique ordinaire, étendu de deux ou trois fois son volume d'eau : par l'action de cet acide sur le marbre, où, la substance calcaire employée, le gaz acide carbonique en sera séparé, il traversera le tube de verre recourbé, *c*, entrera dans le flacon *a*, dont il chassera l'eau, et ce flacon se remplira ainsi de gaz acide carbonique. Il faut le boucher alors dans sa position renversée, avec le col au-dessous de la surface

de l'eau, le retirer ensuite du vase de terre, et y introduire environ un quart de litre d'eau distillée; après l'avoir, alors, bouché de nouveau bien exactement, agitez-le pendant trois à quatre minutes et laissez le tout en repos pendant deux ou trois heures, en agitant souvent le flacon. L'eau deviendra ainsi fortement imprégnée de gaz acide carbonique, ou sera convertie en une eau de Seltz artificielle. Il se dégagera, en très-grand nombre, des bulles d'air de cette eau, lorsqu'elle sera exposée à l'atmosphère, et particulièrement, si on la vide d'un vase dans un autre, ou lorsqu'elle est doucement chauffée. Plus l'eau est froide, et plus elle se chargera de gaz acide carbonique.

Il est évident, qu'il s'échappe une quantité de gaz acide carbonique égale à la portion d'eau introduite dans le flacon, mais c'est un objet peu important. On peut même éviter cette perte, en renversant le flacon rempli de gaz acide carbonique dans une capsule contenant de l'eau distillée, et en le laissant ainsi pendant quelques heures, ou jusqu'à ce qu'il soit monté une quantité suffisante d'eau dans le flacon, et que cette eau se soit imprégnée du gaz.

On peut obtenir du marbre, par ce procédé, de 40 à 45 pour cent de son poids de gaz acide carbonique, de manière, que six grammes produiraient de un et demi à deux décimètres cubes.

LXIV. EAU IMPRÉGNÉE DE GAZ ACIDE HYDRO-SULFURIQUE, OU ACIDE HYDRO-SULFURIQUE LIQUIDE.

Ce liquide, qui n'est point un article de commerce,

et qu'on ne peut, par conséquent, se procurer par cette voie, est également nécessaire pour procéder à plusieurs des expériences dont il a été précédemment fait mention ; on peut aisément le préparer de la manière qui suit, pour s'en servir immédiatement.

Mettez dans le flacon *b* (*Pl. II, figure du milieu*) une partie de sulfure d'antimoine du commerce, réduit en poudre grossière, et versez dessus trois ou quatre parties d'acide hydro-chlorique ordinaire, concentré ; en aidant alors l'action de l'acide par une douce chaleur de la lampe à esprit de vin, il y aura dégagement de gaz acide sulfurique, et on pourra le combiner alors avec de l'eau distillée, ainsi qu'on l'a indiqué ci-devant, pour opérer le même effet avec cette eau et le gaz acide carbonique ; il faut avoir soin de laisser s'échapper la première portion du gaz mis en liberté, parce qu'il se trouve mêlé avec une portion d'air ordinaire, contenu dans le flacon où le gaz se développe.

On peut, au lieu de sulfure d'antimoine, faire usage de sous-sulfure de fer, il se séparera du gaz acide sulfurique en abondance, et il pourra ensuite être combiné avec de l'eau distillée, ainsi qu'il a déjà été indiqué ; mais le sulfure d'antimoine fournit le gaz le plus pur. L'eau distillée se charge, dans la proportion d'environ les trois quarts de son volume, de gaz acide hydro-sulfurique ; elle acquiert, par sa combinaison avec ce gaz, une saveur douceâtre et très-nauséabonde, et une forte odeur fétide, ressemblant à celle d'œufs pourris, ou à celle qui se répand lorsqu'on lave avec de l'eau un canon de fusil encrassé après avoir tiré. L'eau, imprégnée de gaz acide, hydro-sulfurique, ne peut pas

se conserver pendant long-temps, lors même qu'on la tient renfermée dans des flacons bouchés avec des bouchons de liége ; parce que l'hydrogène abandonne le soufre, qui se précipite alors sous la forme d'une poudre blanche ; mais, pour les expériences que nous avons indiquées, l'eau imprégnée de gaz acide hydro-sulfurique, lorsqu'on la garde dans un lieu obscur ou dans un flacon opaque bien bouché, conserve, pendant deux ou trois mois, une force suffisante.

On peut se procurer le sous-sulfure de fer, en fondant ensemble, dans un creuset couvert, pendant quelques minutes, trois parties de limaille de fer et une partie de fleur de soufre ; ou bien, encore, on obtient ce sous-sulfure, en remplissant à moitié un creuset avec des pyrites ferrugineuses ordinaires, en les y recouvrant avec la moitié de leur poids de limaille de fer, en mettant par-dessus une couche de poussière de charbon, et en exposant, alors, le tout pendant une demi-heure à la chaleur d'un rouge obscur.

ANALYSE DES EAUX MINÉRALES (1).

L'ANALYSE des eaux minérales a été considérée, de tout temps, comme une opération difficile. On a fait usage, pour reconnaître les différentes substances qu'elles contiennent, et pour en déterminer les proportions, d'un grand nombre de méthodes, qui sont, pour la plupart, susceptibles d'erreurs. Cette diversité de moyens d'analyse est, elle-même, une source de discordance dans les résultats; et, pour ceux qui ne sont pas familiarisés avec des recherches de cette nature, c'est souvent une chose difficile que de déterminer quel est le procédé le mieux approprié à la découverte d'une composition particulière. Il suit de là, qu'il serait avantageux d'avoir une formule générale, s'il était possible de la donner, applicable à l'analyse de toutes les eaux. Le docteur Murray a proposé un procédé, qui paraît susceptible d'être très-généralement employé. Ce procédé est simple, d'une exécution assez facile, et il ne présente de causes quelconques d'erreur, que celles qu'il est aisé de prévenir. Les principes sur lesquels cette méthode est fondée, et les détails du procédé, lui-même, sont l'objet des observations qui suivent.

(1) C'est à M. J. Murray, M. D., que nous sommes redevables de cette méthode d'analyser des eaux minérales. *Transactions of the royal society of Edinburgh*; vol. 11, pag. 225.

Deux moyens d'analyse ont été employés dans la recherche de la composition des eaux minérales. Celui qu'on peut appeler la *méthode directe*, par lequel on obtient, par évaporation, aidée par l'application subséquente de dissolvans, ou quelquefois de précipitans, certains sels conmposés; et celui, pouvant être désigné comme *méthode indirecte*, qui fait connaître, par l'emploi de réactifs, les principes de ces sels, c'est-à-dire, les acides et les bases dont ils sont formés, dont on évalue en outre les quantités, et d'où l'on peut conclure, et les sels particuliers, et les proportions de ces sels.

Les chimistes ont toujours considéré la première de ces méthodes, comme fournissant le document le plus essentiel et le plus certain; et, sans négliger la seconde, ils s'en sont ordinairement servi, comme d'un moyen subordonné à l'autre. Les sels obtenus par évaporation, ont été généralement considérés comme les ingrédiens réels, et l'on imagina, par conséquent, que rien de plus n'était nécessaire pour l'exactitude de l'analyse, que de les avoir purs, et d'en estimer avec précision les quantités. Au contraire, lorsque ce sont les élémens seulement qu'on est parvenu à connaître, on jugea, qu'on n'acquerrait point de notion relativement à la composition réelle; car, il restait encore à déterminer suivant quel mode ces élémens étaient combinés, ce que l'on supposa ne pouvoir être déduit que des composés effectivement obtenus. On n'eut donc recours à cette méthode, lorsqu'on l'employa dans la vue d'évaluer les quantités, que pour obvier aux difficultés particulières, qui pouvaient se présenter dans l'exécution de l'autre, ou pour ajouter à l'exactitude des propor-

tions, ou, tout au plus, lorsque la composition étant très-simple, ne consiste principalement que dans un genre de sels.

Une autre circonstance, qui contribua à faire donner la préférence à la méthode directe d'analyse, ce fut l'incertitude en ce qui concernait la détermination des proportions des élémens de sels composés. Cette incertitude était telle, que même, d'après la détermination la plus exacte des quantités absolues des acides et des bases existantes dans une eau minérale, il eût été difficile, ou presque impraticable, d'assigner la composition précise, et les proportions effectives des sels composés; de là, par conséquent, la nécessité de les obtenir par la méthode directe.

L'état présent de la science porte à d'autres considérations.

Si l'on pouvait justement conclure, que les sels, obtenus d'une eau minérale par évaporation, ou tout autre procédé analogue, en sont réellement les ingrédiens, il ne devrait rester aucun doute sur la supériorité de la méthode directe d'analyse, et même, sur l'absolue nécessité d'en faire usage. Mais il n'est pas besoin de grandes explications pour prouver que cette conclusion n'est pas incontestablement vraie. La concentration, par évaporation, doit, dans un grand nombre de cas, changer l'état de combinaison; d'où il suit, que les sels obtenus sont souvent des produits de l'opération, et non les ingrédiens primitifs. Ce n'est pas leur état actuel qui peut fixer sur cette incertitude, et faire connaître la composition réelle. On n'acquiert donc pas, relativement à cette composition, plus de notion, en se pre-

curant les sels, que par la découverte de leurs élémens; car, ceux-ci étant connus, et leurs quantités déterminées, on peut, en partant du principe, quel qu'il puisse être, d'après lequel on déduit les modes affectifs de combinaison, assigner, avec une égale facilité, les quantités des composés binaires que ces élémens forment.

La connaissance, qu'on a aujourd'hui des proportions exactes des principes constituans de la plupart des sels composés, nous met aussi en état d'en déterminer la formation par les élémens, avec autant de précision, qu'en obtenant ces composés eux-mêmes; et, s'il avait pu être commis quelque erreur dans l'évaluation de ces proportions, en poursuivant ces recherches, on ne pourrait manquer de la découvrir promptement.

Lorsqu'en cherchant à reconnaître la composition d'une eau minérale, on la détermine par la découverte des acides et des bases qu'elle contient, ce moyen d'opérer est, en général, d'une exécution plus facile, et il présente plus d'exactitude, que celui d'établir la composition d'après les sels composés obtenus isolément. Rien n'est plus difficile que d'effectuer la séparation entière de sels par cristallisation, même en s'aidant, comme on le fait ordinairement, de l'action d'alcool, soit comme dissolvant, soit comme précipitant, ou, en employant l'action de l'eau comme dissolvant à différentes températures; dans le plus grand nombre de cas, l'objet de cette séparation ne peut être complétement rempli, et il doit en résulter un défaut d'exactitude dans l'analyse. L'autre méthode n'est pas susceptible d'une semblable difficulté. Les élémens étant décou-

verts, et leurs quantités estimées, en général, d'après leur précipitation en composés insolubles, leur séparation entière est aisément effectuée. Rien n'est plus facile, par exemple, que d'évaluer la quantité totale d'acide sulfurique, au moyen de la précipitation par la barite, ou celle de la chaux, en précipitant par l'oxalate d'ammoniaque. Cette méthode a, de plus, un avantage particulier sous le rapport de l'exactitude; c'est que, si l'on commet quelque erreur dans l'évaluation d'un des principes quelconques, on la découvre dans la suite des inductions qu'on en tire, relativement aux combinaisons binaires, puisque, si tous les élémens ne sont pas entre eux dans le rapport nécessaire pour produire l'état de neutralisation, l'excédant, ou ce qui manque, devient apparent; et, par conséquent, l'erreur est reconnue. La méthode indirecte a donc, alors, tout avantage sur l'autre, tant, sous le rapport de l'exactitude, que sous celui de la facilité d'exécution.

Un autre avantage dérive encore de cette manière de voir, si elle est juste; c'est celui de prévenir la discussion de questions, qu'autrement il faudrait prendre en considération, et qu'il doit être souvent difficile de décider, si même elles sont de nature à être résolues. L'évaporation, ou toute autre opération analytique quelconque, au moyen desquelles on essaie d'obtenir les sels qui existent dans une eau minérale, pouvant influer sur l'état ou combinaison, il s'ensuit, qu'on aura souvent des résultats discordans, suivant les méthodes employées. Les proportions, au moins, seront différentes, et quelquefois même on trouvera, par une méthode, des produits qui ne s'obtiennent point par une autre. C'est ce

qui arrivera plus particulièrement, dans le cas d'une eau dont la composition est compliquée. Les eaux de Cheltenham, par exemple, ont, dans diverses analyses, offert des résultats très-différens; et, dans la supposition que les sels obtenus sont les ingrédiens réels, cette diversité de résultats, qu'il faut attribuer à de l'inexactitude, donne nécessairement lieu à un ample sujet de discussion. De même aussi, la question de savoir, si l'eau de mer contient du sulfate de soude avec du sulfate de magnésie, a fourni souvent matière à controverse. Cependant, des discussions de ce genre sont superflues. Les sels, qu'on se procure, ne sont pas nécessairement les ingrédiens réels, mais ils sont, en partie au moins, des produits de l'opération, qui, par conséquent, peuvent être obtenus ou non, ou, dans des proportions différentes, suivant la méthode que l'on emploie. Ainsi, tout ce qu'il est possible de faire avec précision, c'est d'estimer les élémens, et d'en établir alors les combinaisons binaires, conformément à la manière de voir la plus probable, quelle qu'elle puisse être, sur la composition réelle.

On a rangé les eaux minérales sous les quatre classes, de carbonatées, de sulfureuses, de ferrées, et de salines. Mais toutes ces eaux sont, ou salines, ou peuvent être ramenées à cette division. Dans les eaux de la première classe, l'acide carbonique, qui est en excès, peut être chassé par la chaleur, et sa quantité évaluée. Le gaz acide hydro-sulfurique est expulsé de la même manière, ou décomposé; et le fer peut être découvert par les réactifs qui lui sont propres, et, séparé par des méthodes convenables. Dans tous ces cas, l'eau

reste avec son imprégnation saline quelconque, et, par conséquent, dans la suite de son analyse, elle est essentiellement la même qu'une eau purement saline; la seule précaution à prendre, est celle d'avoir observé ces principes dégagés, et de ne point introduire d'ingrédient nouveau, par les méthodes dont on fait usage.

Les sels, que contiennent ordinairement les eaux minérales, sont des carbonates, des sulfates et des hydrochlorates, de chaux, de magnésie et de soude. Il faut donc, en procédant à l'analyse, se procurer d'abord, par l'application des réactifs ordinaires, une connaissance générale de la composition probable. On découvre la présence des acides sulfurique et carbonique, par la barite; celles, de l'acide hydro-chlorique, par le nitrate d'argent; de la chaux, par l'acide oxalique; de la magnésie, par l'ammoniaque; et celle de tout sel neutre alcalin quelconque, par évaporation. Il y aura aussi de l'avantage à recueillir les produits d'évaporation, à en reconnaître les quantités, sans s'attacher, par une attention minutieuse, à la précision; l'objet étant simplement de faciliter, par ces essais préliminaires, la plus grande exactitude de l'analyse.

Supposons cela fait, et que la composition de l'eau soit de l'espèce la plus compliquée, c'est-à-dire, que par l'effet des réactifs, ou par évaporation, elle ait fourni des carbonates, sulfates, et hydro-chlorates de chaux, de magnésie, et de soude; il faut, en général, procéder, ainsi qu'il suit, pour reconnaître les ingrédiens, et en déterminer les proportions.

Faites réduire l'eau par évaporation, autant que cela se peut, sans qu'il en résulte aucun précipité sensible,

ou cristallisation. Par cette concentration, l'action des réactifs à employer, est rendue plus certaine et plus complète; par elle, aussi, tout acide carbonique libre est dégagé.

Ajoutez, à l'eau, ainsi concentrée, une dissolution saturée d'hydro-chlorate de barite, pendant tout aussi long-temps qu'elle donne lieu à précipité, en faisant attention de n'en pas employer un excès. Par une expérience préliminaire, assurez-vous si ce précipité fait ou non effervescence avec de l'acide hydro-chlorique étendu, et s'y dissout en totalité. S'il en est ainsi, le précipité est nécessairement du carbonate de barite, dont le poids, après qu'il a été séché, donne la quantité d'acide carbonique; cent parties contenant vingt-deux parties d'acide. Si le précipité ne fait point effervescence, c'est du sulfate de barite, dont le poids donne, de la même manière, l'acide sulfurique; cent parties de ce précipité, chauffé au rouge obscur, contiennent trente-quatre parties d'acide. Si le précipité fait effervescence, et qu'il soit en partie dissous, il consiste, à la fois, en carbonate et en sulfate. Pour reconnaître les proportions de ces sels, on fait sécher le précipité à une chaleur un peu inférieure au rouge, et on le pèse; on le soumet ensuite à l'action d'acide hydro-chlorique étendu; et, après l'avoir lavé avec de l'eau, on le sèche à une chaleur semblable. Dans cet état, son poids représentera la proportion de sulfate de barite; et ce qu'il se trouvera avoir perdu de son premier poids, celle du carbonate de cette base.

Par cette opération, les acides, carbonique et sulfurique, sont séparés en totalité, et tous les sels contenus

dans l'eau, sont convertis en hydro-chlorates. Il reste donc, d'abord, à découvrir et à évaluer les quantités des bases présentes; et alors, pour compléter l'analyse, à trouver la quantité d'acide hydro-chlorique que l'eau minérale contenait dans l'origine : on y parvient ainsi qu'il suit.

Ajoutez, à la liqueur claire, une dissolution saturée d'oxalate d'ammoniaque, pendant tout aussi long-temps qu'il s'y manifeste du trouble. La chaux sera précipitée à l'état d'oxalate de cette base. Après avoir lavé le précipité, on peut le faire sécher ; mais, comme son exposition, à une chaleur rouge, donne lieu à décomposition, il est à peine possible de l'amener à un état uniforme de dessiccation avec assez d'exactitude, pour permettre d'évaluer la quantité de chaux, d'après son poids. Il faut donc calciner le précipité à une chaleur faiblement rouge, ce qui le convertit en carbonate de chaux, dont cent parties en représentent, cinquante-six de chaux. Mais comme une portion d'acide carbonique peut être chassée par la chaleur, si on la pousse à un trop haut degré, ou que le carbonate peut avoir retenu de l'eau, si la chaleur n'est pas assez élevée, il convient de le convertir en sulfate, par une addition d'acide sulfurique avec un léger excès, et d'exposer ensuite le sel, ainsi formé, à une pleine chaleur rouge. Il restera du sulfate de chaux bien desséché, dont 100 parties en contiennent, suivant le docteur Murray, 41,5 de chaux.

La seule source d'erreur, dont cette conduite de l'analyse soit susceptible, est celle qui résultera de l'emploi, dans la première opération, de plus de barite, que n'en pouvait exiger la précipitation des acides

sulfurique et carbonique. La barite en excès se précipitera dans l'opération suivante, à l'état d'oxalate de barite, sera ensuite convertie en carbonate et sulfate, et ainsi la proportion de chaux sera, en apparence, trop grande. On obvie, par conséquent, à cette cause d'erreur, en évitant, avec soin, d'employer un excès de barite. Pour rendre, aussi complet que possible, l'effet de la précipitation de la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, il faudrait réduire l'eau considérablement par évaporation, tout en évitant de donner lieu à séparation d'aucun de ses ingrédiens.

L'opération, qui suit, dans la continuation de l'analyse, doit avoir pour objet de séparer la magnésie; et, à cet égard, il se présente quelque difficulté, qui dérive particulièrement du plan de la présente formule. Le principe, sur lequel cette formule est fondée, est, d'abord, de séparer tous les acides, l'acide hydro-chlorique excepté; et, en second lieu, de séparer les bases, ou autrement, d'en évaluer les quantités. Si l'on peut obtenir séparément la chaux et la magnésie, par précipitation, il n'en est point ainsi de la soude. Il faut donc conduire le procédé de manière à laisser à la fin cet alcali à l'état d'hydro-chlorate de soude. Il s'ensuit, qu'il est nécessaire, ou de se débarrasser de tout produit nouveau, introduit dans les opérations antécédentes de l'analyse, ou bien, s'il en reste de ce genre, d'être en état d'en déterminer la quantité avec précision. En décomposant l'hydro-chlorate de chaux, par l'oxalate d'ammoniaque, on substitue de l'hydro-chlorate d'ammoniaque, qui peut être ensuite dégagé par la chaleur. L'objet est donc de décomposer l'hydro-chlorate de magnésie,

et de séparer la magnésie, soit, par quelque méthode semblable, ou, si cela ne se peut pas, du moins, par quelque autre, au moyen de laquelle, l'hydro-chlorate substitué puisse être évalué exactement; et c'est, dans la manière de satisfaire à l'une, ou à l'autre de ces conditions, que consiste la difficulté dont il vient d'être parlé.

La décomposition du sel magnésien, par l'ammoniaque, aurait le premier avantage, puisque l'hydrochlorate d'ammoniaque serait chassé par la chaleur à la fin du procédé; mais cette décomposition, ainsi que cela est bien connu, ne s'opère qu'en partie. Le sous-carbonate d'ammoniaque donne lieu à une précipitation de magnésie plus abondante; mais son action n'est également que partielle, puisqu'après qu'on en a ajouté une certaine quantité, il se forme un sel ternaire soluble. Il semblait probable, qu'on pouvait obvier à cet inconvénient, en ajoutant le sous-carbonate d'ammoniaque, jusqu'à cessation totale de précipité, en évaporant, alors jusqu'à siccité, la liqueur filtrée, en chassant, au moyen de la chaleur, l'hydrochlorate d'ammoniaque, et tout excès d'ammoniaque, en faisant redissoudre, et, enfin, en ajoutant une nouvelle portion de sous-carbonate d'ammoniaque, pour décomposer le sel de magnésie restant. En procédant de cette manière, le docteur Murray, trouva, que la seconde addition donnait lieu à un précipité abondant, et il s'assura, que même, à la quatrième, il s'en produisait un en petite quantité. Mais, après tout, la décomposition n'était pas parfaitement opérée; car la quantité de magnésie obtenue, n'était point égale à celle qu'on se procurait par d'autres méthodes.

On s'est ordinairement servi du sous-carbonate de potasse, ou de soude, pour précipiter la magnésie, de ses combinaisons salines. La précipitation, cependant, n'est que partielle, à moins qu'on n'emploie le précipitant en excès, et même alors, elle n'est peut-être pas tout-à-fait complète; et, comme cet excès ne peut pas être facilement apprécié, il en résulte, pour l'évaluation de la quantité d'hydro-chlorate de soude à la fin de l'opération, une cause d'erreur, contre laquelle il n'est pas aisé d'être en garde.

La méthode, que propose le docteur Wollaston, est beaucoup plus parfaite. Elle consiste à précipiter la magnésie de sa dissolution, en ajoutant, d'abord, du carbonate d'ammoniaque, et, alors, du phosphate de soude, de manière à former le phosphate insoluble ammoniaco-magnésien. La magnésie paraît être ainsi précipitée en totalité; et, par conséquent, ce moyen de déterminer la quantité de cette base, ne semble pas susceptible d'objection. Cependant, il n'est pas tout-à-fait d'accord avec le but de la présente formule. La soude du phosphate de cette base, sert à neutraliser l'acide hydro-chlorique de l'hydro-chlorate de magnésie; et, par conséquent, il se forme de l'hydro-chlorate de soude, qui reste avec le muriate de soude de l'eau, et dont il devient alors nécessaire de déterminer, avec exactitude, le montant. C'est ce qui peut se faire, d'après la quantité de phosphate de magnésie obtenue, comme donnant la portion équivalente d'hydro-chlorate de soude, soit au moyen des équivalens des acides, soit par les équivalens des bases; mais encore cela rend-il la méthode un peu compliquée, et susceptible de

quelque erreur, si, afin de précipiter la magnésie en totalité, on ajoute un excès quelconque de phosphate de soude, ce qu'il est difficile d'éviter; cet excès, qui reste avec l'hydro-chlorate de soude, en rend l'évaluation inexacte. Indépendamment de ces circonstances, il serait préférable de mettre de l'uniformité dans l'opération, en employant quelque méthode, au moyen de laquelle, le produit, dans cette opération, aussi bien que dans celles qui l'ont précédées, est séparé, ne laissant, à la fin de l'analyse, que l'hydro-chlorate de soude.

Il semblait probable, qu'on aurait pu y parvenir, en employant l'acide phosphorique avec le carbonate d'ammoniaque, pour former le phosphate triple d'ammoniaque et de magnésie, avec un excès d'ammoniaque tel, qu'il pût suffire à la fois, pour la formation de ce composé, et pour neutraliser l'acide hydro-chlorique de l'hydro-chlorate de magnésie. L'hydro-chlorate d'ammoniaque serait ainsi substitué, comme dans l'opération précédente de la précipitation de la chaux, et cet hydro-chlorate serait, à la fin, chassé par la chaleur, laissant l'hydro-chlorate de soude seul. Le docteur Murray trouva, en conséquence, que lorsqu'on variait ainsi le procédé, la liqueur devenue claire après la précipitation, n'était pas troublée par une addition, soit de phosphate de soude avec ammoniaque, soit de sous-carbonate de soude; ce qui prouve, que la séparation de la magnésie avait été complète. Pour établir d'une manière plus certaine combien cette séparation est exacte, par ce moyen, on fit aussi les expériences qui suivent.

Après avoir fait dissoudre, dans 480 parties d'eau, à la température de 38° centigrades, 20 parties d'hydro-chlorate de soude (sel gemme pur), qui avait été chauffé au rouge, et 10 parties d hydro-chlorate de magnésie critallisé; on fit emploi du phosphate de soude et du carbonate d'ammoniaque, pour précipiter la magnésie, suivant le mode proposé par le docteur Wollaston; c'est-à-dire, qu'on ajouta d'abord une dissolution du carbonate d'ammoniaque, et ensuite, une dissolution de phosphate de soude pendant aussi long-temps qu'il y eut manifestation de précipité, en ayant soin de conserver, dans la liqueur, un léger excès de l'ammoniaque. Le précipité, après avoir été lavé, séché, et alors exposé pendant une heure à une chaleur rouge, donna 5,4 parties de phosphate de magnésie, représentant 2,15 parties de magnésie. En évaporant ensuite la liqueur filtrée, on obtint de l'hydro-chlorate de soude, qui, après avoir été chauffé au rouge, pesait 25,7 parties. Le phosphate de magnésie consistant, sur 100 parties, dans 39,7 de magnésie, et 60,3 d'acide phosphorique; il s'ensuit, que 5,4 parties de ce sel équivalent à 6,4 parties d'hydro-chlorate de soude; et, en les déduisant des 25,7 parties de cet hydro-chlorate obtenues, le surplus, de 19,3 parties, représentera ce qui en a été primitivement dissous.

On prépara une dissolution, qui était parfaitement la même, et on y ajouta, comme auparavant, une dissolution de carbonate d'ammoniaque. On y versa alors une forte dissolution d'acide phosphorique, jusqu'à cessation de toute apparence de précipité, avec la précaution de maintenir toujours un excès de car-

bonate d'ammoniaque dans la liqueur. Le précipité, lavé et séché, donna, après avoir été exposé à une chaleur rouge, 5,5 parties de phosphate de magnésie, équivalant à 2,19 parties de magnésie. On évapora la liqueur filtrée ; et, la matière solide, après avoir été soumise à une chaleur, élevée par degrés, jusqu'au rouge, donnait exactement, étant refroidie, le poids de 20 parties.

Dans l'une et l'autre de ces expériences, la quantité d'hydro-chlorate de soude s'obtient d'une manière exacte, ou, tout aussi approximative qu'on peut s'y attendre. Ces expériences s'accordent, également, tout autant qu'il est possible de le désirer, même en répétant l'expérience, dans la quantité de magnésie qu'elles indiquent. Pour reconnaître, jusqu'où pouvait aller cette correspondance avec la quantité réelle, le docteur Murray convertit 10 parties d'hydro-chlorate de magnésie cristallisé, en sulfate, au moyen d'une addition d'acide sulfurique, et il exposa ce sulfate à une faible chaleur rouge; le produit fut de 6,4 parties, équivalant à 2,13 parties de magnésie. Ce résultat peut être considéré comme une coïncidence parfaite, et comme établissant l'exactitude des autres résultats.

D'après cette dernière expérience, 100 parties d'hydro-chlorate de magnésie cristallisé, donneraient 64 parties de sulfate réel de magnésie, formées de 21, 3 parties de magnésie et de 42, 7 parties d'acide sulfurique. Cette quantité d'acide sulfurique équivaut à 29, 4 parties d'acide hydro-chlorique, d'où il suit, que 100 parties d'hydro-chlorate de magnésie cristallisé, consistent dans 21, 3 parties de magnésie, 29, 4 parties d'acide hydro-chlorique, et 49, 3 parties d'eau.

Ainsi, il paraît, qu'on peut employer l'acide phosphorique avec un excès d'ammoniaque, pour précipiter la magnésie de ses combinaisons salines; et, dans un procédé, tel que celui-ci, cet emploi présente l'avantage, que l'hydro-chlorate d'ammoniaque formé, peut être ensuite volatilisé par la chaleur; et qu'il est, par conséquent, facile de reconnaître la quantité de tout ingrédient résidu quelconque. Le phosphate neutre d'ammoniaque aurait aussi cet avantage; mais il ne réussit pas, le phosphate de magnésie n'étant pas suffisamment insoluble. En ajoutant une dissolution de phosphate d'ammoniaque à une dissolution de sulfate de magnésie, le mélange devint trouble dans une minute ou deux, et, dans peu de temps, il se déposa, au fond et sur les parois du vase, un précipité en grains cristallins; mais ce précipité n'était pas considérable, et il n'augmenta point. Cependant, le phosphate d'ammoniaque, avec un excès d'ammoniaque, ou, avec addition préalable de carbonate d'ammoniaque, peut être employé pour en obtenir le même effet que de l'acide phosphorique. En se servant de l'acide phosphorique, sous une quelconque de ces formes, pour atteindre ce but, il est nécessaire de s'assurer qu'il est entièrement libre de toute imprégnation de chaux.

Il y a un autre avantage attaché à cette méthode, c'est que, si même on ajoutait un léger excès d'acide phosphorique, l'erreur, pouvant en résulter, doit être très-peu de chose; car l'effet de cet excès sera seulement de décomposer une petite portion de l'hydrochlorate de soude primitif; et, comme la différence entre les proportions, suivant lesquelles les acides,

reste après les opérations précédentes, et le résidu étant desséché, chauffez-le pendant tout aussi longtemps qu'il s'en exhale des vapeurs, en poussant, vers la fin, la chaleur jusqu'au rouge. La matière résidu est de l'hydro-chlorate de soude, dont 100 parties consistent dans 53,3 parties de soude et 46,7 parties d'acide hydro-chlorique. Il ne faut pas, cependant, considérer cette quantité comme étant nécessairement la quantité d'hydro-chlorate de soude contenue dans l'eau ; car, avant la combinaison de la soude avec l'acide hydro-chlorique, il pouvait y avoir présence de cet alcali, uni, par exemple, avec de l'acide sulfurique ou de l'acide carbonique; et, d'après la nature de l'analyse, cette soude, séparée dans la suite des opérations, ou plutôt, dès les premières, de ces acides, par l'hydro-chlorate de barite, se serait combinée avec l'acide hydro-chlorique. L'hydro-chlorate de soude, obtenu, ne donne donc pas la quantité primitive d'acide hydro-chlorique; mais il fait connaître la quantité de soude, puisqu'il n'a été enlevé ni introduit aucune portion quelconque de cette base.

Quant à l'acide hydro-chlorique, il peut y en avoir eu plus ou moins qu'il n'en existe dans l'hydro-chlorate de soude obtenu. Si la quantité de soude, qui était contenue dans l'eau, excédait la proportion d'acide hydro-chlorique qu'elle pouvait neutraliser, cet excès de soude se serait combiné avec l'acide sulfurique ou avec l'acide carbonique, et ces acides ayant été ensuite enlevés par l'hydro-chlorate de barite, ils auraient été remplacés par l'acide hydro-chlorique, qui serait resté, à l'état d'hydro-chlorate de soude ; et l'on porterait

trop haut la proportion de ce sel, si, en le considérant comme un ingrédient primitif, on l'évaluait d'après la quantité qu'on en obtient. D'un autre côté, s'il existait dans l'eau plus d'acide hydro-chlorique, que la soude qui y est présente n'en pouvait neutraliser, cet excès s'étant combiné avec les autres bases, soit la chaux, soit la magnésie, se porterait sur l'ammoniaque, comme dans le procédé, au moyen duquel ces terres sont précipitées, et, ensuite, serait dégagé à l'état d'hydro-chlorate d'ammoniaque; si, alors, on évaluait la quantité primitive d'acide hydro-chlorique, d'après le poids de l'hydro-chlorate de soude obtenu, cette quantité serait portée au-dessous de ce qu'elle était réellement.

Pour en trouver la véritable quantité, il est donc nécessaire d'avoir recours à une autre opération. On combine, conformément aux proportions connues de leurs composés binaires, les quantités de bases et d'acides qu'on a pu se procurer, en s'en tenant, relativement à l'acide hydro chlorique, à la quantité qui en existe dans l'hydro-chlorate de soude obtenu, s'il y a eu une portion quelconque d'acide hydro-chlorique enlevée, les bases seront en excès, et la quantité de cet acide, nécessaire pour produire la neutralisation, sera la quantité perdue; d'un autre côté, s'il y a eu de l'acide hydro-chlorique introduit, et s'il en reste au delà de ce qu'il en était primitivement contenu dans l'eau, cette quantité sera en excès relativement à ce qui est nécessaire pour produire la neutralisation.

Le procédé consiste donc simplement à former, avec les élémens obtenus par l'analyse, des combinaisons

binaires dans les proportions connues, suivant lesquelles ces élémens s'unissent; on reconnaîtra alors ce qui manque d'acide hydro-chlorique ou ce dont il est en excès; et en retranchant cet excès de la quantité d'acide hydro-chlorique contenu dans l'hydro-chlorate de soude, ou bien, en y ajoutant ce qui manque, on aura la véritable proportion d'acide hydro-chlorique.

Il y a, cependant, un défaut dans cette méthode; si l'on a commis quelque erreur dans le cours des opérations antécédentes de l'analyse, soit dans l'estimation de bases, soit dans celle des acides, cette erreur restera cachée par l'espèce de compensation qui a lieu en adaptant ainsi la proportion d'acide hydro-chlorique aux résultats, tels qu'ils ont été obtenus; et, en même temps, on fera une évaluation inexacte de la quantité d'acide hydro-chlorique lui-même. Lors donc qu'on pourra craindre de s'être trompé, ou, si, indépendamment de cette circonstance, on veut s'assurer d'une exactitude parfaite, il peut être convenable d'estimer directement la quantité d'acide hydro-chlorique dans une portion donnée de l'eau, en se débarassant, au moyen de la barite, de tout acide sulfurique ou de tout acide carbonique, et en précipitant, alors, l'acide hydro-chlorique par le nitrate d'argent, ou le nitrate de plomb. On déterminera ainsi la quantité réelle de cet acide avec une précision parfaite; et, d'après le résultat, on pourra se rectifier sur toutes les autres opérations de l'analyse, parce qu'il ferait reconnaître toute erreur quelconque commise dans l'estimation des autres ingrédiens; car leur quantité doit être, relativement à celle de l'acide, telle qu'elle a été déter-

minée, dans la proportion qui correspond à l'état de neutralisation.

C'est en opérant ainsi, qu'on découvre les différens acides et les différentes bases, et qu'on en détermine les quantités. Pour compléter l'analyse, il reste à établir l'état de combinaison, dans lequel ces acides et les bases existent. On admettra, probablement, qu'il faut le faire, en partant d'un principe différent que celui d'après lequel on a, jusqu'à présent, déduit la composition d'eaux minérales. Les composés, qui peuvent être obtenus par l'analyse directe, ne sont pas à considérer, comme étant nécessairement les ingrédiens réels; et, en les établissant comme tels, on donnerait souvent une idée fausse de la véritable composition. Il est deux points de vue, d'où l'on peut inférer l'état de combinaison dans une dissolution saline, et d'après lesquels, par conséquent, on peut assigner à une eau minérale sa composition. Il est permis de supposer que les acides et les bases forment des combinaisons simultanées; ou bien, si ce sont des combinaisons binaires, ce, qu'à cet égard, on peut conclure, comme de plus probable, c'est que les combinaisons sont celles qui forment les composés les plus solubles, leur séparation en composés moins solubles, au moyen de l'évaporation, résultant de l'influence de la force de cohésion. Dans l'un et l'autre de ces cas, il est évident, qu'il convient d'établir, d'abord, comme les résultats de l'analyse, les quantités d'acides et de bases obtenues. Dans la première supposition, celle de leur existence en combinaison simultanée, c'est tout ce qu'il y a à faire. Dans l'autre supposition, les quantités établies

d'acides et de bases fournissent les moyens d'en inférer les proportions des composés binaires ; et l'on peut, sans aucun inconvénient, ajouter la composition conformément aux produits de l'évaporation. On peut donc toujours présenter les résultats de l'analyse d'une eau minérale de ces trois manières : 1° les quantités des acides et des bases ; 2° les quantités des composés binaires, comme déduites du principe que les composés les plus solubles sont les ingrédiens ; ce qui aura, en même temps, l'avantage de présenter la composition la plus active qui puisse être assignée ; et, en conséquence, de mieux rendre compte de toutes les vertus médicinales que l'eau peut posséder ; 3° les quantités des composés binaires, telles qu'on les obtient par l'évaporation, ou par toute autre opération analytique directe. Les résultats seront ainsi présentés sous chaque point de vue.

Il est évident que ce procédé, ainsi décrit par le docteur Murray, a été adapté à la composition la plus compliquée qui se rencontre ordinairement, et que, par conséquent, il peut être modifié suivant les ingrédiens. Si, par exemple, il n'y a pas présence de chaux, alors on ne fait pas emploi d'oxalate d'ammoniaque ; et, il en est ainsi des autres ingrédiens. On a supposé aussi que les précautions d'usage, qui se présentent d'elles-mêmes, ont été observées, telles que celles de n'employer aucun des précipitans en excès, et d'amener les produits à un état uniforme de dessiccation, etc.

A l'égard des autres ingrédiens, soit ceux qui ne sont pas salins, soit ceux qui sont plus rarement présens,

il sera, en général, préférable, lorsque, par l'emploi de réactifs, ou par des résultats ayant lieu dans l'analyse elle-même, leur présence a été indiquée, de ne pas combiner la recherche, pour les découvrir, avec le procédé général ci-dessus décrit, mais d'opérer sur des portions séparées de l'eau, et de faire la déduction nécessaire pour leurs quantités, en estimant les autres ingrédiens. La quantité de fer, par exemple, contenue dans une portion donnée de l'eau, peut être trouvée par la méthode la plus appropriée. On découvrira la silice par la consistance gélatineuse qu'elle prend à la suite de l'évaporation, et parce qu'elle forme un résidu insoluble dans les acides, mais que dissout une dissolution de potasse. On peut reconnaître la présence de l'alumine dans l'application préliminaire de réactifs, par le précipité que l'eau fournit avec le carbonate d'ammoniaque, précipité qui n'est pas soluble, ou ne l'est qu'en partie dans le vinaigre distillé, étendu, mais qui se dissout en le faisant bouillir dans une dissolution de potasse; on découvre encore l'alumine par le succinate de soude, qui la précipite de l'eau suffisamment évaporée; ou enfin, en donnant suite au procédé lui-même, l'alumine restera en dissolution après la précipitation de la chaux par l'acide oxalique, et on pourra la reconnaître, par l'apparence trouble que produira le carbonate d'ammoniaque, ajouté avant d'avoir fait emploi de l'acide phosphorique pour découvrir la magnésie. On peut en évaluer la quantité, d'après le précipité, qu'elle fournit par le carbonate d'ammoniaque, ou par d'autres méthodes employées ordinairement. La silice se précipitera aussi

quand le procédé sera parvenu au même point ; on peut en opérer la séparation d'avec l'alumine, en soumettant les précipités, complétement desséchés à l'action de l'acide sulfurique étendu. La potasse, si elle est présente, ce qui arrive très-rarement, reste à la fin, à l'état d'hydro-chlorate de potasse. L'hydro-chlorate de platine en indiquera la présence, et l'hydro-chlorate de potasse pourra être séparé de l'hydro-chlorate de soude par la cristallisation.

L'analyse d'eaux minérales peut, en partie, être conduite d'une autre manière, qui, un peu moins exacte peut-être, est simple et d'une exécution facile ; on peut donc l'employer à l'occasion comme une variation du procédé. Nous allons en présenter succinctement l'exposé.

L'eau étant évaporée en partie, les acides, sulfurique et carboniqne, s'ils sont présens, ayant été séparés par l'addition de barite, et la conversion de tous les sels en hydro-chlorates ayant été effectuée de la manière déjà décrite, on peut évaporer la liqueur jusqu'à siccité, en évitant un excès de chaleur, qui pourrait décomposer l'hydro-chlorate de magnésie, s'il y en avait ; on ajoute alors à la masse desséchée six fois son poids d'alcool rectifié, dont la pesanteur spécifique soit au moins de 0,835 ; l'on maintient ainsi le mélange pendant vingt-quatre heures sans y appliquer la chaleur, en l'agitant de temps en temps. De cette manière, les hydro-chlorates de chaux et de magnésie seront dissous, tandis que l'hydro-chlorate de soude restera insoluble. Pour se débarrasser plus complétement des hydro-chlorates de chaux et de magnésie,

décantez la liqueur, ajoutez au résidu environ deux fois son poids du même alcool, et laissez reposer pendant quelques heures, en ayant soin d'agiter fréquemment le mélange. Cette liqueur étant aussi décantée, lavez la matière insoluble avec un peu d'alcool, que vous ajoutez aux premières liqueurs.

Quoique l'hydro-chlorate de soude soit par lui-même insoluble, ou presque insoluble, dans l'alcool de cette pesanteur spécifique, cependant, lorsqu'il est accompagné d'hydro-chlorate de chaux ou d'hydro-chlorate de magnésie, il s'en dissout un peu. Il faut donc, pour se mettre en garde contre cette cause d'erreur, évaporer ou distiller la dissolution alcoolique jusqu'à siccité, et faire agir de nouveau, sur la masse desséchée, l'alcool, en quantité moindre qu'auparavant : tout l'hydro-chlorate de soude, qui avait été dissous, restera alors insoluble, et pourra être réuni à l'autre portion, ou, du moins, la quantité de cet hydro-chlorate dissous, doit être extrêmement petite. Une légère trace d'hydro-chlorate de chaux, ou d'hydro-chlorate de magnésie, peut adhérer à l'hydro-chlorate de soude; mais la quantité en est à peine appréciable, lorsqu'on a employé une quantité suffisante d'alcool ; et les faibles erreurs dues à ces deux circonstances se compensant mutuellement, servent d'autant à donner un résultat, qui se rapproche de plus près de la vérité.

Après avoir enlevé l'alcool à la dissolution, par évaporation, ou par distillation, versez, de l'acide sulfurique, sur la matière solide, de manière à chasser tout l'acide hydro-chlorique, et exposez ensuite le résidu à une chaleur approchant du rouge, pour lui enlever

tout excès d'acide sulfurique. En lavant, avec un peu d'eau, le sulfate de magnésie sera dissous, le sulfate de chaux restera insoluble, et les quantités de chacun de ces sels, après les avoir chauffés au rouge faible, donneront les proportions de chaux, et de magnésie. La quantité de soude sera déterminée par le poids de l'hydro-chlorate de soude chauffé au rouge; et l'on évaluera les quantités des acides de la même manière que dans la formule générale.

Cette méthode est également propre à découvrir les autres ingrédiens, qui se présentent plus rarement dans les eaux minérales. Ainsi l'alumine restera à l'état de sulfate d'alumine, avec le sulfate de magnésie, et on peut la découvrir, en la précipitant par le bi-carbonate d'ammoniaque. La silice restera avec l'hydro-chlorate de soude, après l'action de l'alcool, et on l'obtiendra en faisant dissoudre ce sel dans l'eau : la présence du fer se manifestera par la couleur qu'il donnera aux liqueurs concentrées, ou, aux résidus desséchés à une époque ou l'autre de l'opération.

Telle est la méthode, que le docteur Murray recommande pour l'examen des eaux minérales. On peut appliquer un procédé semblable à l'analyse des minéraux terreux. Lorsque leur composition est telle qu'ils peuvent être dissous, en totalité, ou à peu près, par un acide, c'est-à-dire, lorsqu'ils consistent principalement en chaux, en magnésie et en alumine, l'emploi de cette méthode d'analyse est évidemment suffisante. Si ces minéraux exigent préalablement l'action d un alcali, à raison de ce que la terre siliceuse y est prédominante, alors, après en avoir séparé cette terre, on neutralise

l'excès d'alcali par de l'acide hydro-chlorique, et l'on peut conduire les autres opérations de l'analyse, avec toute modification que la composition particulière pourra exiger. Comme les quantités des ingrédiens peuvent être estimées avec autant de précision, cette méthode peut être plus particulièrement employée avec avantage, quand on ne peut soumettre, à l'analyse, qu'une petite quantité du minéral; car, lorsqu'on en fait usage, on peut se borner, pour l'essai, à opérer sur un demi-gramme.

ANALYSE DES SOLS.

L'exposé, qui suit, des moyens à employer pour déterminer la composition d'un sol, est extrait d'un mémoire présenté par sir Humphry Davy, au département de l'agriculture.

I. *Utilité de la recherche, par l'analyse, de la nature des sols.* — Les méthodes, qui ont pour objet l'amélioration des terroirs, se liant immédiatement avec la connaissance de la nature chimique des sols, les expériences sur leur composition semblent être susceptibles d'un grand nombre d'applications utiles.

L'importance de ce sujet a déjà été sentie par quelques savans distingués. Il a donné lieu à beaucoup de faits et d'observations intéressantes, annoncés par M. Young. Il a été examiné par lord Dundonald, dans son Traité sur la connexité qui existe entre la chimie et l'agriculture, et M. Kirwan s'en est occupé dans son excellent Essai sur les engrais. Mais cet objet de recherches est encore loin d'être épuisé; et le progrès rapide des découvertes en chimie fournit presque continuellement des méthodes nouvelles, qui tendent à éclaircir le sujet.

Parmi ces méthodes, sir Humphry Davy présente l'exposé de celles qui, paraissant les plus précises et les plus simples, doivent être, par conséquent, les plus avantageuses à suivre par le cultivateur. Ces méthodes sont établies, en partie, sur les travaux des savans dont les noms viennent d'être cités, et, en partie, d'après quelques perfectionnemens trouvés depuis.

Les substances qui constituent les sols, sont de certains mélanges ou combinaisons de quelques-unes des terres primitives, de matière animale ou végétale, en état de décomposition, de certains composés salins, et d'oxide de fer. Ces substances retiennent toujours de l'eau ; elles existent en proportions très-diverses dans différens terroirs; et c'est, pour en déterminer les quantités et découvrir leur mode d'union, qu'on soumet ces terres aux expériences de l'analyse.

II. *Manière de rassembler des sols pour l'analyse.* — Lorsqu'il s'agit de reconnaître la nature générale du sol d'un champ, il en faut prendre des échantillons en différens endroits, à 6 ou 8 centimètres de profondeur, et en examiner comparativement les propriétés. Il arrive quelquefois que, dans les plaines, tout le sol supérieur, c'est-à-dire la couche supérieure du terrain, est de la même espèce, et, dans ce cas, une seule analyse suffira. Mais dans les vallées et dans le voisinage des rivières, il y a des différences très-grandes; il se trouve parfois qu'une partie d'un champ est calcaire, et qu'une autre partie est siliceuse. Dans ce cas, et ceux analogues, il faut prendre des portions différentes de chaque espèce de terre, et les soumettre séparément à l'expérience.

Lorsqu'on ne peut pas examiner immédiatement les portions de sols recueillies pour en faire l'analyse, on les conservera, sans qu'ils éprouvent de changement, en les mettant dans des fioles, qu'on a soin d'en remplir tout-à-fait, et de fermer ensuite, avec des bouchons de verre.

La quantité de sol la plus convenable pour une ana-

lyse parfaite, est celle de 12 à 24 grammes. Cet échantillon doit être pris par un temps sec, et il faut l'exposer à l'air, jusqu'à ce qu'il ne manifeste plus d'humidité au toucher.

On peut constater la pesanteur spécifique d'un sol, c'est-à-dire, le rapport de son poids avec celui de l'eau, en introduisant dans une fiole, qui contiendra un poids connu d'eau, des volumes égaux d'eau et de sol; ce mélange, à volumes égaux, peut aisément se faire, en versant d'abord de l'eau pure dans la fiole jusqu'à moitié de sa contenance, et en y ajoutant ensuite la terre du sol, jusqu'à ce que le liquide se soit élevé à son orifice. La différence entre le poids de cette fiole avec l'eau et la terre, et celui qu'elle aurait étant remplie d'eau seulement, donnera le résultat cherché. Si, par exemple, le poids de la fiole, remplie d'eau seulement, étant de 24 grammes, le poids est devenu de 36 grammes lorsqu'elle contient moitié seulement de sa capacité de cette eau, et l'autre moitié de la terre du sol, la pesanteur spécifique de ce sol sera 2; et, par conséquent, il sera deux fois plus pesant que l'eau. Si l'augmentation du poids de la fiole avec l'eau et la terre n'était que de 10 grammes, la pesanteur spécifique du sol serait de 1833, celle de l'eau étant de 1000.

Il est important de connaître la pesanteur spécifique d'un sol, parce qu'elle fournit une indication de la quantité de matière animale et végétale que le sol contient, ces substances étant toujours les plus abondantes dans les sols plus légers.

Il convient également d'examiner les autres propriétés physiques des sols, avant d'en faire l'analyse, parce

qu'elles dénotent, jusqu'à un certain point, leur composition, et servent de guides pour se diriger dans les expériences. Ainsi, les sols siliceux sont généralement rudes au toucher, et ils rayent le verre lorsqu'on les frotte dessus; les sols argileux adhèrent fortement à la langue, et lorsqu'on souffle dessus, ils émettent très-sensiblement une odeur terreuse; les sols calcaires sont doux au toucher, et ils adhèrent beaucoup moins que les sols argileux.

III. *Manière de reconnaître la quantité d'eau d'absorption dans des sols.* — Les sols, quoique aussi secs qu'ils puissent l'être par leur exposition continuelle à l'air, n'en contiennent pas moins encore, dans tous les cas, une quantité d'eau considérable, qui, adhérant avec force aux terres, ainsi qu'à la matière animale et végétale, n'en peut être chassée que par un très-haut degré de chaleur. La première opération de l'analyse est de dépouiller, autant que possible de cette eau, un poids donné du sol, en prenant garde toutefois de ne pas affecter, sous d'autres rapports, sa composition; et cela peut se faire ainsi, en chauffant l'échantillon, à poids connu, du sol, pendant dix ou douze minutes, sur une lampe à esprit de vin, dans une capsule de porcelaine, à une température égale d'environ 150 degrés centigrades; et, dans le cas où l'on ne ferait pas emploi d'un thermomètre, on s'assurera aisément du degré convenable de chaleur, en tenant un morceau de bois en contact avec le fond de la capsule. Tant que la couleur du bois n'est point altérée, la chaleur n'est pas trop

forte; mais lorsqu'il commence à se charbonner, il faut arrêter l'opération. Il restera peut-être alors une petite quantité d'eau dans l'échantillon du sol ; mais cette épreuve donne toujours des résultats comparatifs utiles. Si, au contraire, on poussait la chaleur au delà du point indiqué, la matière végétale ou animale serait décomposée ; et, par conséquent, l'expérience ne pourrait offrir des résultats satisfaisans.

Il faut noter avec soin la perte de poids qui résulte du desséchement; et, si sur 400 parties de sol elle s'élève à 50, on peut considérer ce sol comme étant absorbant au plus haut degré, comme retenant l'eau, et l'on trouvera généralement qu'il contient une grande proportion d'alumine. Si la perte de poids n'est que de 20 à 10 parties, on en conclura que le sol n'est que légèrement absorbant, qu'il retient peu l'eau, et que la terre siliceuse y prédomine.

IV. *Manière de séparer, des sols, les pierres, le gravier, et les fibres végétales.* — On ne doit point séparer du sol, dans l'état où il se trouve, les pierres, le gravier ou les fibres végétales, jusqu'à ce que l'eau en ait été expulsée, car ces corps sont souvent eux-mêmes très-absorbans, et susceptibles de retenir l'eau; ils influent, par conséquent, sur la fertilité du terroir. Cependant, cette séparation devra se faire immédiatement après l'opération du desséchement, et on l'effectuera aisément au moyen d'un tamis, le sol ayant été modérément broyé dans un mortier. Il faudra noter séparément les poids des fibres végétales, ou bois, du gravier et des

pierres, et s'assurer de la nature de celles-ci. Si ces pierres sont calcaires, elles feront effervescence avec les acides; si elles sont de nature siliceuse, elles seront assez dures pour rayer le verre; et si ce sont des pierres de la classe ordinaire de celles argileuses, elles seront douces au toucher, susceptibles d'être aisément coupées au couteau, et incapables de faire effervescence avec les acides.

V. *Séparation du sable d'avec l'argile ou glaise.* — Les sols contiennent, pour le plus grand nombre, outre le gravier et les pierres, de plus ou moins grandes proportions de sable de différens degrés de finesse; et, c'est une opération nécessaire, la première, qui doit suivre dans le procédé de l'analyse, que de séparer ces substances, des parties à l'état de plus petite division. telles que l'argile, la glaise, la marne, et la matière végétale ou animale. On peut y parvenir d'une manière suffisamment exacte, en agitant le sol dans l'eau. Le sable grossier se séparera généralement alors dans une minute, et le plus fin en deux ou trois minutes, tandis, que les parties terreuses, très-tenues, la matière animale ou végétale, resteront pendant beaucoup plus long-temps en état de suspension mécanique; de sorte, qu'en décantant l'eau avec précaution, au bout d'une, de deux ou trois minutes, le sable sera principalement séparé des autres substances; l'eau, qui les tient en suspension, étant mise sur un filtre, elles s'y trouveront déposées, après que l'eau l'aura traversé; on pourra alors rassembler ces substances, les sécher, et les peser; le sable sera également pesé, et il sera pris

note du poids des quantités respectives. L'eau qui a filtré doit être conservée, parce qu'elle se trouvera contenir la matière saline, et les matières animales et végétales solubles, s'il en existe dans le sol.

VI. *Examen du sable.* — Par le procédé de lavage et de la filtration : le sol est séparé en deux portions, dont la plus importante est généralement la matière qui est la plus divisée. Une analyse particulière du sable n'est jamais, ou que très-rarement nécessaire ; on en peut reconnaître la nature, de la même manière que celle des pierres ou du gravier. C'est toujours, ou du sable siliceux, ou du sable calcaire, ou un mélange de l'un et de l'autre. S'il consiste entièrement en carbonate de chaux, il se dissoudra rapidement et avec effervescence dans l'acide hydro-chlorique ; mais, si le sable est composé en partie de cette substance, et en partie de matière siliceuse, on peut en déterminer les quantités respectives, en pesant le résidu après l'action de l'acide, dont il faut augmenter la dose, jusqu'à ce que toute effervescence ait cessé, et que la liqueur ait acquis une saveur acide. Ce résidu est la partie siliceuse. Il faut, après l'avoir lavé et fait sécher, l'exposer à une forte chaleur dans un creuset. La différence, entre le poids de ce résidu et le poids de tout le sable, indique la proportion du sable calcaire.

VII. *Examen de la matière très-divisée de sols, et manière de découvrir la chaux et la magnésie.* — La matière tres-divisée du sol est ordinairement de

nature très-composée; elle contient quelquefois toutes les quatre terres primitives des sols, ainsi que de la matière animale et végétale; et, ce qu'il y a de plus difficile dans cet examen, c'est de déterminer les proportions des substances d'une manière suffisamment exacte.

La première opération à faire, dans cette partie de l'analyse, est de soumettre la matière très-divisée du sol, à l'action de l'acide hydro-chlorique. Il faut verser de cet acide sur la matière terreuse dans un bassin propre à l'évaporation, en quantité égale à deux fois le poids de la terre, mais l'acide doit être étendu d'un volume d'eau qui soit double du sien. Après avoir remué souvent le mélange, on le laissera reposer pendant une heure et demie avant de l'examiner.

S'il existe dans le sol du carbonate de chaux, ou du carbonate de magnésie, il aura été dissous par l'acide, qui se charge également quelquefois d'un peu d'oxide de fer, mais très-rarement d'aucune portion quelconque d'alumine.

Après avoir filtré la liqueur, la matière solide, restée sur le filtre, sera lavée avec de l'eau de pluie, puis séchée à une douce chaleur, et ensuite pesée. Ce qu'elle aura perdu de son poids indiquera la matière solide enlevée. On réunira l'eau de lavage à la dissolution, et si la liqueur n'est pas acide à la saveur, elle sera rendue telle, en y ajoutant une nouvelle quantité de l'acide. On mêlera alors avec le tout un peu de dissolution d'hydro-cyanate de potasse. S'il se manifeste un précipité bleu, ce sera une indication de la présence d'oxide de fer; et dans ce cas, il faut ajouter goutte

à goutte de la dissolution d'hydro-cyanate, jusqu'à ce qu'elle cesse de produire aucun effet. Pour reconnaître ensuite la quantité du précipité, après l'avoir recueilli comme d'autres précipités solides, on le chauffera au rouge : le résultat sera de l'oxide de fer.

Dans le liquide, ainsi débarrassé de l'oxide de fer, on versera de la dissolution de carbonate de potasse neutre, jusqu'à ce que toute effervescence ait cessé, et que l'odeur, ainsi que la saveur du liquide, indiquent un excès considérable de sel alcalin.

Le précipité qui s'est déposé est du carbonate de chaux ; après l'avoir recueilli par la filtration, on le fera sécher à une chaleur au-dessous du rouge.

On fait bouillir ensuite la liqueur filtrée pendant un quart d'heure. S'il y existe de la magnésie, cette terre se précipitera, à l'état de combinaison avec de l'acide carbonique ; et l'on pourra en reconnaître la quantité de la même manière que pour le carbonate de chaux.

Si, par quelques circonstances particulières, une très-petite portion d'alumine avait été dissoute par l'acide, elle se trouvera dans le précipité avec le carbonate de chaux, dont on pourra la séparer, en faisant bouillir pendant quelques minutes ce précipité avec une quantité de potasse caustique, suffisante, pour recouvrir la matière solide. La potasse caustique dissout l'alumine sans attaquer le carbonate de chaux.

Lorsque le sol, très-divisé, est d'une nature assez calcaire pour donner lieu, avec les acides, à une très-vive effervescence, on peut, dans tous les cas ordinaires, reconnaître la quantité de carbonate de chaux, qu'il con

tient, par un moyen très-simple, et suffisamment exact.

Le carbonate de chaux, dans ses divers états, contient une proportion déterminée d'acide carbonique, c'est-à-dire, environ 45 pour 100. Ainsi, lorsque la quantité de ce fluide élastique, dégagé d'un sol pendant la dissolution de sa matière calcaire dans un acide, est connue, soit en poids, soit en mesure, la quantité de carbonate de chaux s'en infère aisément.

Lorsqu'on veut procéder par réduction de poids, on pèse deux portions de l'acide dans une fiole, et une portion de la matière du sol dans une autre, et on mêle ensuite ces deux portions très-lentement, jusqu'à cessation d'effervescence : la différence de poids, avant et après l'expérience, indique la quantité d'acide carbonique qui s'est dégagée ; car 4 parties et demie de cet acide, doivent représenter 10 parties de carbonate de chaux.

La meilleure méthode pour recueillir le gaz acide carbonique, de manière à pouvoir en connaître le volume, consiste à faire usage de l'appareil pneumatique, dont la construction et l'application sont ci-après exposées. L'évaluation est, pour chaque once mesure, (31 centimètres cubes) d'acide carbonique, 13 centigrammes de carbonate de chaux.

VIII. *Manière de reconnaître la quantité de matière animale et végétale très-divisée insoluble.* — La matière fine du sol ayant été soumise à l'action de l'acide hydro-chlorique, il faut alors s'occuper de reconnaître la quantité de matière animale et végétale très-divisée insoluble que ce sol contient.

On y parvient avec une précision suffisante, en portant la masse à l'état de forte ignition dans un creuset, sur un feu ordinaire, jusqu'à ce qu'on n'y aperçoive plus rien de noir. Il faut remuer souvent cette masse pendant l'opération, avec une baguette métallique, afin d'en exposer continuellement de nouvelles surfaces à l'air; la perte de poids qu'elle éprouve, indique la quantité de la substance qu'elle contient, susceptible d'être détruite par le feu et l'air.

Il n'est pas possible de s'assurer si cette substance est entièrement animale ou végétale, ou si c'est un mélange de l'une ou de l'autre de ces matières. Lorsque l'odeur, qui s'exhale pendant l'ignition, ressemble à celle de plumes brûlées, c'est une indication certaine de quelque matière animale; et, la production, dans le même temps, d'une flamme bleue abondante, dénote presque toujours une portion considérable de matière végétale. Dans les cas qui nécessitent que l'expérience soit très-promptement achevée, la destruction des substances décomposables peut être aidée par l'action de nitrate d'ammoniaque, jeté peu à peu pendant l'ignition, sur la masse chauffée, en quantité de 20 parties pour 100 parties du sol résidu. Le nitrate d'ammoniaque, ainsi employé, fournit le principe nécessaire à la combustion de la matière animale et végétale, dont il opère la conversion en fluides élastiques; tandis, qu'en même temps, ce nitrate lui-même, étant décomposé, se dissipe.

IX. *Manière de séparer la matière argileuse et siliceuse, et l'oxide de fer.* — Les substances qui restent après la destruction de la matière animale et végétale,

sont généralement des particules de matière terreuse, consistant ordinairement en alumine et en silice avec de l'oxide de fer combiné.

Pour séparer ces substances les unes des autres, il faut faire bouillir la masse pendant deux ou trois heures avec de l'acide sulfurique, étendu de quatre fois son poids d'eau; la quantité de l'acide se règle par la quantité du résidu solide sur lequel on doit le faire agir, en comptant, pour 100 parties de ce résidu, 120 parties de l'acide.

La substance, qui reste après l'action del'acide, peut être considérée comme siliceuse; il faut la séparer, et s'assurer de son poids, après l'avoir lavée et fait sécher comme à l'ordinaire.

L'alumine, et l'oxide de fer, s'il en existe, sont dissous l'un et l'autre par l'acide sulfurique; on peut les séparer, par une addition, de carbonate d'ammoniaque avec excès : l'alumine est précipitée, et l'oxide de fer, qui reste en dissolution, peut être séparé de la liqueur en la faisant bouillir.

Si, quelques portions quelconques de magnésie et de chaux ont échappé à la dissolution dans l'acide hydrochlorique, on les retrouvera dans l'acide sulfurique. C'est cependant ce qui n'arrive presque jamais; mais le moyen d'en découvrir la présence, et d'en reconnaître les quantités, est le même dans l'un et dans l'autre cas.

La méthode d'analyse, par l'acide sulfurique, est suffisamment exacte pour toutes les expériences ordinaires; mais, si l'on veut opérer avec une très-grande précision, il faut faire emploi, comme agent, de carbonate de potasse sec, en chauffant au rouge pen-

dant une demi-heure, dans un creuset d'argent ou de porcelaine, le résidu de l'ignition avec quatre fois son poids de ce sel. On dissout, dans l'acide hydro-chlorique, la masse obtenue, et, après avoir évaporé la la dissolution presque à l'état solide, on y ajoutera de l'eau distillée, qui dissoudra, en combinaison comme hydro-chlorates, l'oxide de fer et toutes les terres, la silice exceptée. La silice, après le procédé ordinaire du lavage, sera chauffée au rouge; et les autres substances pourront être séparées de la même manière que des dissolutions hydro-chloriques et sulfuriques.

Ce procédé est un de ceux ordinairement employés par les chimistes pour l'analyse des pierres.

X. *Manière de découvrir la matière animale et végétale soluble, et les substances salines.* — Si l'on suppose la présence, dans le sol, de quelque matière saline, ou de matière végétale ou animale soluble, on les trouvera dans l'eau de lavage qui a servi à séparer le sable.

Cette eau doit être évaporée jusqu'à siccité, dans un vase convenable, à une chaleur inférieure à celle de l'ébullition.

Si la matière solide obtenue est de couleur brune, et inflammable, on peut la considérer comme étant, en partie, un extrait végétal. Si, lorsqu'elle est chauffée, elle répand une odeur forte et fétide, elle contient une substance animale mucilagineuse ou gélatineuse; si cette matière est blanche et transparente, elle peut être considérée comme étant principalement saline. La présence du nitrate de potasse, ou du

nitrate de chaux, dans cette matière saline, se reconnaît à sa scintillation avec un charbon ardent. Le sulfate de magnésie peut être indiqué par sa saveur amère; et le sulfate de potasse, en ce qu'il ne produit aucun changement dans la dissolution de carbonate d'ammoniaque, mais, qu'il précipite la dissolution d'hydro-chlorate de barite.

XI. *Manière de découvrir la présence, dans des sols, de sulfate, et phosphate, de chaux.* — S'il y a lieu de soupçonner qu'il existe, dans le sol entier, du sulfate ou du phosphate de chaux, il faut avoir recours à un procédé particulier pour s'en assurer. On chauffera au rouge, pendant une demi-heure, dans un creuset, une quantité connue, 100 parties, par exemple, de la matière du sol, mêlée avec 33 parties de poussière de charbon. On fera bouillir ensuite le mélange pendant un quart-d'heure dans un quart de litre d'eau, et, après avoir filtré la liqueur, on la laissera, pendant quelques jours, exposée à l'air libre dans un vaisseau ouvert. S'il existait dans le sol une quantité soluble quelconque de sulfate de chaux, il se formera peu à peu, dans la liqueur, un précipité blanc, dont le poids après qu'il aura été séché, indiquera la proportion.

Après cette séparation du sulfate de chaux, on procédera, ainsi qu'il suit, à celle du phosphate de chaux, s'il y en a dans le sol. On mettra l'échantillon du sol, sur lequel on opère, en digestion dans une quantité d'acide hydrochlorique, plus que suffisante pour saturer les terres solubles. Après avoir évaporé la liqueur, on versera, sur la matière solide, de l'eau, qui dissoudra les com-

posés terreux formés avec l'acide hydro-chlorique, et laissera le phosphate de chaux intact.

XII. *Manière d'établir les résultats et produits.* — Lorsque l'examen d'un sol est complétement achevé, il faut classer les produits, et ajouter ensemble leurs quantités ; si la somme de ces produits est à peu près égale à la quantité du sol, mise en expérience, l'analyse peut être considérée comme exacte. Il faut, cependant, remarquer, que si le phosphate ou le sulfate de chaux a été trouvé dans le sol par le procédé indépendant ci-devant article XI, il convient de faire une correction, en en déduisant le poids, de la quantité de carbonate de chaux, obtenue, par précipitation, de l'action de l'acide hydro-chlorique.

En arrangeant les produits, il faut les établir dans l'ordre des expériences d'où ils sont résultés.

Ainsi 400 parties d'un bon sol sablonneux siliceux, peuvent être supposés contenir :

		PARTIES.
Eau d'absorption.		18
Pierre, et gravier principalement siliceux. . .		42
Fibres végétales non décomposées.		10
Sable fin siliceux.		203
Matière très-divisée, séparée par filtration, et consistant en :		
Carbonate de chaux.	25	
Carbonate de magnésie.	4	
Matière destructible par la chaleur, principalement végétale.	10	
Silice.	40	
	79	273

Ci-contre.		273
Idem.	79	126
Alumine.	33	
Oxide de fer.	4	
Matière soluble, principalement sulfate de potasse, et extrait végétal. . .	5	
Sulfate de chaux.	3	
Phosphate de chaux.	2	
Total des produits.		399
Perte.		1

Dans cet exemple, la perte est supposée très-petite; mais, en général, en effectuant les expériences, elle sera trouvée beaucoup plus grande, à raison de la difficulté de recueillir les quantités totales des différens précipités; et tant que la perte n'excède pas une trentaine de parties, sur 400, il n'y a pas lieu de soupçonner, qu'elle puisse être provenue de défaut de précision convenable dans les opérations.

XIII. *Cette méthode générale d'analyse peut être, dans beaucoup de cas, sensiblement simplifiée.* — Lorsque, celui qui fait les analyses, se sera mis en état d'être familiarisé avec l'usage des divers instrumens, les propriétés des réactifs, et avec les rapports qui existent entre les qualités extérieures et les qualités chimiques des sols, il trouvera très-rarement nécessaire de faire toutes les opérations qui viennent d'être décrites. Lorsque, par exemple, le sol à examiner, ne contient pas une quantité notable de matière calcaire, on peut se dispenser de l'emploi de l'acide hydro-chlorique, art. VII. Dans l'analyse de sels tourbeux, il devra, principale-

ment, porter son attention sur l'opération par le feu et l'air, art. VIII; et, en opérant sur des sels de craie et de glaise, l'analyste se trouvera souvent dans le cas de pouvoir négliger l'expérience par l'acide sulfurique, art. IX.

Ceux, qui ne sont pas encore exercés aux manipulations chimiques, ne doivent pas s'attendre à une grande précision dans les résultats de leurs premiers essais. Ils rencontreront un grand nombre de difficultés; mais, c'est en travaillant à se mettre en état de les vaincre, qu'ils acquerront la plus utile des connaissances pratiques; et rien n'est plus instructif, dans les sciences expérimentales, que la découverte d'erreurs. On ne peut opérer avec exactitude dans l'art de l'analyse, sans avoir une parfaite connaissance de la chimie générale; mais, il n'est peut-être pas de moyen plus convenable, pour acquérir cette connaissance, que celui de se livrer à des recherches originales. En s'occupant de faire les expériences qu'elles rendent nécessaires, on est continuellement obligé de recourir aux ouvrages pour y apprendre l'histoire des substances qu'on doit y employer, ou sur lesquelles il faut agir; et les idées théoriques sont, d'autant plus avantageusement établies, qu'elles se lient aux opérations pratiques, et qu'elles s'acquièrent dans la vue et la poursuite d'une découverte.

XIV. *De l'amélioration des sols, comme se liant au principe de leur composition.* — Lorsqu'on examine un sol stérile, avec le projet de l'améliorer, il faut toujours, si cela est possible, le comparer avec un sol extrêmement fertile dans le voisinage, et dans une si-

tuation semblable : la différence, que présente leur analyse, indiquerait les méthodes de culture; et, ainsi, le plan d'amélioration serait fondé sur des principes scientifiques exacts.

Si le sol fertile contient une grande quantité de sable, relativement au sol stérile, le procédé d'amélioration consisterait seulement à ajouter de cette substance; et le moyen serait également simple à l'égard des sols dans lesquels il y aurait insuffisance d'argile ou de matière calcaire.

Dans l'application, à des terroirs d'argile, de sable, de glaise, de marne, ou de craie, il n'y a aucuns principes chimiques particuliers à observer; mais, lorsqu'on emploie la chaux vive, il faut avoir grand soin que ce ne soit pas celle obtenue de la pierre calcaire magnésienne; car, dans ce cas, ainsi que M. Tennant l'a fait voir, elle est excessivement nuisible au terroir. On peut distinguer la pierre calcaire magnésienne de la pierre calcaire ordinaire, à sa plus grande dureté, et, à raison du temps plus long qu'elle exige pour sa dissolution dans les acides; l'analyse peut en être faite par le procédé de carbonate de chaux et de magnésie, art. VII.

Lorsque la comparaison analytique dénote un excès de matière végétale comme la cause de stérilité, elle peut être détruite par une grande pulvérisation et l'exposition à l'air, en pélant le sol et le brûlant, ou par l'action de chaux vive récemment fabriquée. Il faut suppléer au manque de matière animale végétale par un engrais animal ou végétal.

XV. *Les sols stériles, dans des climats et situations divers, doivent différer en composition.* — Les in-

dications générales de fertilité et de stérilité, telles qu'elles résultent d'expériences chimiques, doivent nécessairement varier dans des climats divers, et par l'effet de différentes circonstances. La faculté des sols pour absorber l'humidité, principe essentiel à leur fécondité, doit être beaucoup plus grande, dans les contrées chaudes et sèches, que dans celles froides et humides; et la quantité de terre alumineuse fine, qu'ils contiennent, plus considérable. Les sols, situés sur le penchant des collines, doivent, également, avoir une plus grande faculté d'absorption d'humidité que les sols, dans le même climat, des plaines ou les vallons. La fécondité des sols doit aussi être influencée par la nature de ce qui est au-dessous, ou des lits terreux ou pierreux sur lesquels ils reposent; et il faut avoir particulièrement égard à cette circonstance, lorsqu'on prend en considération leur nature chimique et le système d'amélioration. Ainsi, un sol sablonneux peut devoir quelquefois sa fertilité à la faculté, qu'a le sol au-dessous, de retenir l'eau; et un sol argileux absorbant peut échapper accidentellement à la stérilité, dans un climat humide, par l'influence d'un lit au-dessous de lui, de sable ou gravier.

XVI. *Composition chimique des sols, fertiles en blé, dans le climat de l'Angleterre.* — Ceux des sols qui sont les plus féconds en blé, contiennent toujours certaines proportions de terres alumineuse et calcaire dans un très-grand état de division, et une certaine quantité de matière végétale ou animale.

La quantité de terre calcaire est, cependant, très-

variable, et, dans quesques cas, excessivement petite. Sir Humphry Davy trouva, dans un sol à blé très-fertile, pris à Ormiston, dans l'est de la province de Lothian en Écosse, 11 parties seulement, sur 100, de terre calcaire douce au toucher; elle contenait 25 parties de sable siliceux, et 45 d'argile très-divisée. Elle perdit 9 parties en matière animale et végétale décomposée, 4 en eau, et elle donnait des indices d'une petite quantité de phosphate de chaux.

Ce sol était d'une contexture très-fine, et contenait très-peu de pierres ou de fibres végétales. Il n'est pas invraisemblable que sa fertilité ne se rapportât, jusqu'à un certain point, au phosphate de chaux; car on trouve cette substance dans le froment, l'avoine et l'orge, et elle peut être une partie de leur nourriture.

Sir Humphry Davy reconnut, qu'un sol des basses terres du comté de Sommerset, renommé pour donner, sans engrais, d'excellentes récoltes de froment et de fèves, consistait dans un neuvième de sable, principalement siliceux, et dans huit neuvièmes de marne calcaire, ayant une teinte de fer, et contenant environ 5 parties sur 100 de matière végétale. Il ne put reconnaître dans ce sol la présence de phosphate ou de sulfate de chaux; de manière, que sa fertilité devait principalement dépendre de sa faculté d'attirer des principes de nourriture végétale, de l'eau et de l'atmosphère.

M. Tillet, dans quelques expériences qu'il fit sur la composition des sols de Paris, trouva, qu'un sol, formé de trois huitièmes d'argile, deux huitièmes de sable de rivière, et trois huitièmes de débris de pierre calcaire, était très-propre à produire du froment.

XVII. *De la composition des sols propres pour les racines bulbeuses et pour les arbres.* — Les racines bulbeuses exigent, en général, un sol beaucoup plus sablonneux, et moins absorbant que les graminées. Un très-bon sol à pomme de terre, pris à Varfal, dans le comté de Cornouailles, fournit, à l'analyse qu'en fit sir Humphry Davy, sept huitièmes de sable siliceux, et sa faculté d'absorption était si petite, que 100 parties de ce sol n'en perdirent que 2 par leur dessication à la température de 204 degrés centigrades.

Les plantes et arbres, dont les racines fibreuses et dures sont capables de pénétrer en profondeur dans la terre, végéteront avec avantage dans presque tous les sols ordinaires, qui sont modérément secs, et ne contiennent pas un très-grand excès de matière végétale.

Sir Davy trouva, que le sol, pris dans un champ à Scheffield, comté de Sussex, remarquable par les beaux chênes qui y croissent, consistait dans 6 parties de sable, sur une partie d'argile et de matière très-divisée; 100 parties du sol dans sa composition entière, qu'il soumit à l'analyse, lui donnèrent pour produits, savoir :

	PARTIES.
Eau.	3
Silice.	54
Alumine.	28
Carbonnate de chaux.	3
Oxide de fer.	5
Matière végétale en décomposition.	4
Perte.	3
	100

XVIII. *Avantage des améliorations, ayant pour objet de changer la composition des parties terreuses des sols.* — D'après la grande diversité des causes qui influent sur la fécondité des terroirs, il est évident, que dans l'état présent de la science, on ne peut établir, pour leur amélioration, de système indépendant de l'expérience; mais il est peu de cas, où le travail des essais analytiques n'offrira pas un ample dédommagement, par le moyen, que ces essais fournissent, de dénoter positivement les meilleures méthodes d'amélioration; c'est ce qui aura particulièrement lieu, lorsque la composition est reconnue défectueuse dans les proportions des terres primitives.

En fournissant un engrais animal ou végétal, on ne fait que pourvoir temporairement les plantes d'une nourriture qui, dans tous les cas, est épuisée par un certain nombre de récoltes; mais, lorsqu'un sol est rendu de la meilleure constitution et contexture possibles, sous le rapport de ses parties terreuses, sa fertilité peut être considérée comme établie d'une manière permanente. Il devient capable d'attirer une très-grande proportion de nourriture végétale de l'atmosphère, et de produire ses récoltes avec comparativement moins de travail et de dépense.

Description de l'appareil pour l'analyse des sols. — *Figure* 1, *planche II*, *a*, *b*, *c*, *d*, *f*, représentent les différentes parties de l'appareil nécessaire pour mesurer la quantité de fluide élastique dégagé pendant l'action d'un acide sur des sols calcaires : *a* représente le vase destiné à contenir le sol; *b*, le flacon contenant l'acide, garni d'un robinet; *c*, le tube auquel est joint une

vessie flasque; *f*, la mesure graduée; *f*, *e*, le vase contenant la vessie *d*.

Lorsqu'on fait usage de cet appareil, on introduit en *a* une quantité connue du sol; on remplit *b* d'acide hydro-chlorique, étendu d'une quantité égale d'eau; et le robinet étant fermé, on l'adapte à l'orifice supérieur de *a*, qui a été rendu propre à le recevoir. Le tube *c* est introduit dans l'orifice plus bas de *a*, et la vessie qui est jointe à ce tube, est placée, dans son état flasque, en *e*, *f*, qu'on remplit d'eau. La mesure graduée *f*, est posée sous le bec de *f e*. Si, tout étant ainsi disposé, on ouvre le robinet de *b*, l'acide coule dans *a*, et agit sur le sol; le fluide élastique, dégagé par cette action, passe en traversant le tube *c*, dans la vessie *d*, et cette vessie déplace, en se gonflant en *e f*, une quantité, égale à son volume, de l'eau dont ce vase est rempli; et cette eau, qui coule par le bec de *f e*, dans la mesure graduée *f*, indique, par son volume, la quantité de gaz acide carbonique qui a été expulsée du sol, d'après l'évaluation qu'on en peut faire, en comptant 13 centigrammes de carbonate de chaux, par chaque once mesure (31 centimètres cubes), du liquide dans la mesure.

ANALYSE DES MARNES.

On donne le nom, de marne, à un mélange principalement composé de carbonate de chaux et d'argile, dans lequel la proportion du carbonate excède considérablement celle des autres ingrédiens. On distingue, particulièrement en agriculture, les variétés de marne ci-après, savoir :

La marne commune, qui comprend, non-seulement la marne terreuse, ordinairement d'un gris jaunâtre, composée de parties pulvérulentes, plus ou moins agglutinées, tachant un peu les doigts, et rude au toucher; mais encore :

La marne en pierre, ou la marne endurcie, ordinairement d'un gris de fumée, ou de couleur bleuâtre, et quelquefois d'un jaune d'ocre, ou d'un rouge brunâtre. Sa texture est schisteuse; elle perd promptement sa cohésion par son exposition à l'air, et souvent elle contient des coquillages. On donne le nom de marne coquillière; aux marnes, soit terreuse, soit endurcie, lorsqu'elles abondent en coquillages.

Toutes les marnes ne présentent d'utilité pour l'agriculture, qu'en proportion seulement de la quantité de terre calcaire qu'elles contiennent; elles ne sont d'aucun avantage pour le cultivateur, à moins qu'elles ne contiennent au delà de 30 pour 100 de chaux.

D'après ce qui a déjà été dit sur l'analyse des sols, celle des marnes ne présente aucune difficulté. De tous les modes d'essai des marnes, celui qui convient le

mieux au cultivateur peu instruit, consiste à savoir combien la marne abandonne d'acide carbonique, ce qu'il peut reconnaître, en faisant dissoudre un peu de cette marne dans l'acide hydro-chlorique étendu, et en prenant note de ce qu'elle perd de son poids par l'acide carbonique qui s'est dégagé. Ainsi, lorsque, sur 31 grammes de marne, il y a une perte de 2,5 grammes, celui qui fait l'essai peut en conclure, que les 31 grammes n'en contenoient que 6,5 de terre calcaire, et qu'il serait de son intérêt de payer, pour une charge de chaux, cinq fois autant que pour une charge de marne, à la même distance.

Procédé I. — Pour reconnaître la composition d'une marne, introduisez 100 grammes, par exemple, d'acide hydro-chlorique étendu, dans un flacon, que vous placerez dans le plateau d'une balance, en l'y établissant en équilibre.

II. — Réduisez alors en poudre la même quantité de 100 grammes de marne sèche, et introduisez-la avec précaution et peu à peu dans le flacon, jusqu'à ce que, d'après des additions répétées, il ne se manifeste plus d'effervescence.

III. — Pesez ensuite le reste de la marne pulvérisée, au moyen de quoi, la quantité, qui en a été projetée dans l'acide, sera connue.

IV. — Rétablissez alors la balance en équilibre. La différence de poids entre la quantité de la marne employée, et le poids qui aura été nécessaire pour remettre la balance en équilibre, fera connaître le poids de l'acide carbonique perdu pendant l'effervescence.

Si la perte s'élève à 13 p. 100 de la marne projetée, ou de 13 à 33 parties, sur 100 parties, la marne analysée, est calcaire, c'est-à-dire, une marne riche en terre calcaire.

Les marnes, dans lesquelles l'argile abonde, perdent rarement, en les traitant ainsi, au delà de 8 à 10 pour 100 de leur poids. On peut également reconnaître la présence de terres argileuses dans les marnes, lorsqu'en les faisant sécher, après les avoir bien lavées, et en les pétrissant ensuite ensemble, les séchant et les brûlant, elles se durcissent et se forment en brique.

Les marnes sablonneuses perdent ordinairement la même quantité d'acide carbonique, et souvent moins encore.

ANALYSE DE MINES.

MINES D'OR.

L'or, le plus précieux de tous les métaux, n'a été trouvé, jusqu'à présent, qu'à l'état d'alliage, combiné avec l'argent, le cuivre et le tellure.

L'analyse des mines d'or est très-simple, la principale difficulté, qu'elle présente, ne provenant que de la très-petite portion de ce métal contenue dans une grande quantité de la mine, même de celles qui sont considérées comme étant très-riches.

Procédé I. — Prenez une partie de la mine, dépouillée, autant que possible, de sa gangue ou matière pierreuse; après l'avoir alors réduite en poudre impalpable, et mêlée avec quatre fois son poids de sous-carbonate de potasse, et d'une fois son poids de verre de borax, faites fondre le mélange dans un creuset de terre (*fig.* 15, *pl. I*); après avoir tenu ce mélangé en fusion pendant une demi-heure, versez-le sur un marbre pour l'y laisser refroidir et, alors, réduisez la masse en poudre.

II. — Introduisez cette masse pulvérisée dans un flacon, versez-y de l'acide hydro-chloro-nitrique (eau régale), en quantité suffisante, pour qu'elle en soit recouverte, et faites digérer le tout, pendant quelques heures, à une douce chaleur. Décantez ensuite la liqueur, et répétez les digestions, jusqu'à ce que le résidu soit devenu d'une

couleur blanche pure. Lavez alors ce résidu, et ajoutez l'eau de lavage à la dissolution hydro-chloro-nitrique.

III.—Mettez cette liqueur réunie dans une capsule de verre (*fig.* 4, *pl. I*), et faites-la évaporer lentement, jusqu'à siccité, à la chaleur d'une lampe (*figure* 4, *planch. I*).

IV.—Versez, sur ce dernier résidu, de l'eau distillée bouillante, en quantité suffisante pour le dissoudre, et filtrez la dissolution à travers du papier, placé, à cet effet, dans un entonnoir.

V.—La dissolution étant passée, ajoutez-y du sulfate vert de fer, jusqu'à ce qu'il ne s'y produise plus de changement de couleur, et laissez ensuite le tout en repos pendant quelques jours : l'or se sera précipité, et on le trouvera au fond du vase, à l'état d'une poudre brune.

VI.—Recueillez avec soin, en filtrant la liqueur, cette poudre, qui est de l'or métallique; et, après l'avoir fait complétement sécher, fondez la masse avec un peu de nitrate de potasse.

Si l'or, dans la mine, est allié avec une petite portion d'argent, comme cela a lieu dans les mines désignées sous le nom d'or natif jaune, on apercevra une poudre blanche, flottant dans la dissolution hydro-chloro-nitrique. Cent parties de cette poudre, séparée par le filtre, et parfaitement desséchée, contiennent soixante-quinze parties d'argent, que l'on peut en retirer, ainsi que nous l'indiquerons plus bas à l'article des mines d'argent.

On peut aussi découvrir la présence de l'argent, en exposant, aux rayons du soleil, le résidu insoluble (Pro-

cédé II); s'il contient de l'argent, la masse prendra une teinte purpurine.

Si la mine contenait du cuivre, en plongeant, dans la dissolution hydro-chloro-nitrique, un cylindre poli de fer ou de zinc, ce cylindre se recouvrira de cuivre. Dans ce cas, la dissolution aurait dû être avec un léger excès d'acide.

Lorsque l'or se trouve entremêlé, parmi du sable ou des substances terreuses, à l'état de particules, tellement tenues, qu'elles ne peuvent être distinguées à la vue simple, on peut procéder à l'examen de semblables substances de la manière qui suit.

Procédé I. — Après avoir réduit en poudre fine le sable, ou la terre, étendez l'une ou l'autre substance, à grande eau, dans un vase conique de verre (*fig.* 4, *planch. I*), puis décantez fréquemment le liquide, chaque fois, immédiatement après qu'il aura été remué; par ce moyen, les parties plus légères de sable, ou de terre, aussi bien que d'autres substances susceptibles de rester plus long-temps en suspension, peuvent être entraînées par l'eau; tandis que les particules d'or, plus pesantes, tomberont rapidement au fond du vase.

II. — Mais, comme il serait difficile de séparer ainsi complétement l'or, par simple affusion d'eau, il faut, après avoir réuni dans le vase (*fig.* 5, *planch. I*) les dernières portions du sable, qui a été lavé à plusieurs reprises, les y recouvrir d'acide hydro-chloro-nitrique, et tenir le tout en digestion, à chaud, pendant au moins une heure. La liqueur étant ensuite étendue d'eau, on

y opérera la séparation de l'or, au moyen d'une dissolution de sulfate de fer, page 100.

ANALYSE DE MINES D'ARGENT.

Les mines d'argent sont en plus grand nombre que celles d'or. Les minéralogistes les ont divisées en différens genres, suivant la substance minéralisante avec laquelle le métal forme la mine.

Analyse d'argent natif.

Procédé I. — Après avoir mis une portion de la mine, préalablement concassée, dans le vase (*fig.* 5, *pl.* I), versez-y par-dessus trois ou quatre fois son poids d'acide nitrique, et chauffez doucement. Répétez ainsi, jusqu'à ce qu'en ajoutant une nouvelle dose de l'acide sur le résidu, qui a subi l'action des autres portions décantées, celle-ci n'y en produise plus aucune; réunissez, alors, les différentes dissolutions nitriques, et versez, sur le résidu insoluble, de l'eau, par petites quantités à la fois, jusqu'à ce qu'elle en sorte sans saveur, et mêlez ensuite cette eau de lavage avec les précédentes dissolutions.

II. — Ajoutez, aux liqueurs réunies, de la dissolution d'hydro-chlorate de soude, par petites quantités à la fois, jusqu'à cessation de précipité. Après avoir recueilli ce précipité, l'avoir complétement lavé avec de l'eau, et mis à l'état de dessiccation parfaite, il représentera, sur 100 parties, 75 parties d'argent qu'on obtiendra ainsi qu'on l'a ci-devant indiqué, Expérience LXIV, page 61.

Analyse d'argent natif plombifère.

L'argent, dans cette mine, y est à l'état d'alliage avec du plomb, et quelquefois aussi avec du fer.

Procédé I. — On traite la mine par l'acide nitrique, jusqu'à ce que cet acide cesse d'agir sur ce qui n'est pas dissous; et l'on plonge ensuite, dans la dissolution nitrique, un cylindre de cuivre poli : l'argent sera précipité à l'état métallique. On peut le fondre, en un bouton, sans aucune addition, et en constater le poids. Il est essentiel que la dissolution de la mine soit avec un léger excès d'acide.

II. — Ajoutez à la liqueur, dont on a retiré l'argent, une dissolution de sulfate de soude dans l'eau; s'il se forme un précipité blanc, c'est une preuve qu'il y avait présence de plomb dans la mine. On en connaîtra la quantité par le poids de ce précipité, dont 100 parties, parfaitement desséchées, en indiquent 30 de plomb métallique.

III. — On peut rechercher le fer, en versant, dans la dissolution, de l'hydro-cyanate de potasse, ou de la teinture de noix de galle.

Analyse de la mine d'argent bismuthifère.

Procédé I. — Faites digérer la mine, à plusieurs reprises, dans l'acide nitrique, jusqu'à ce que cet acide n'exerce plus aucune action sur elle.

II. — Mettez la dissolution nitrique dans une grande quantité d'eau : il se déposera un précipité, qui est l'oxide de bismuth; 123 parties de ce précipité, bien sec, en indiquent 100 de bismuth.

III. — Évaporez, jusqu'au tiers au moins de son volume, la liqueur filtrée ; versez-y de l'acide hydrochlorique, et recueillez le précipité, qui se sera déposé, pour le laver et le sécher.

IV. — Mettez ce précipité, qui est alors du chlorure d'argent, en digestion dans de l'acide nitrique; décantez ensuite le liquide; et si, après l'avoir mêlé avec une grande quantité d'eau distillée, ce mélange donne lieu à un précipité, il sera dû à une portion d'oxide de bismuth échappé à l'action de l'eau dans le procédé II; ce précipité séché sera ajouté à celui déjà obtenu.

V. — On peut, après cela, essayer la liqueur restante, relativement au plomb; à cet effet, on l'évapore jusqu'à siccité ; et, après avoir fait dissoudre le résidu dans une suffisante quantité d'eau, on y verse de l'acide sulfurique. S'il y a présence de plomb dans la dissolution, cet acide y produira un précipité qui, étant recueilli et séché, indiquera, par son poids, la quantité de plomb, en considérant, que 100 parties de ce précipité desséché en représentent 30 de plomb métallique, procédé II.

VI. — La dissolution, dont le plomb a été ainsi séparé, peut être ensuite examinée sous le rapport du fer ; on y ajoute, à cet effet, de l'ammoniaque liquide, jusqu'à ce que l'odeur de cette dernière substance soit devenue très-sensiblement prédominante. Il se formera un précipité brun si la mine contenait du fer.

VII. — S'il existe du cuivre dans la mine, la dissolution, traitée par l'ammoniaque, prend alors une couleur bleue ; on peut, dans ce cas, la saturer par de l'acide sulfurique ajouté en excès ; et, en y plongeant alors

un cylindre ou une lame de fer, le cuivre se précipitera.

VIII. — Le résidu peut être mis de nouveau en digestion, à plusieurs reprises, dans de l'acide hydro-chlorique, et essayé, pour le plomb, par l'acide sulfurique. S'il en résulte un précipité, c'est du sulfate de plomb, et ce métal pourra être ajouté à celui déjà obtenu; et si, après cela, il reste encore quelque chose, ce ne sera simplement que la gangue de la mine.

ANALYSE DE MINES DE CUIVRE.

Analyse de cuivre vitreux, ou cuivre sulfuré commun.

Procédé I. — Faites digérer, à plusieurs reprises, une partie de la mine pulvérisée dans trois fois son poids d'acide nitrique étendu, jusqu'à ce qu'il ne sépare plus de cuivre; et l'on sera assuré que la dissolution n'en contient plus, lorsqu'après y avoir versé de l'ammoniaque liquide en excès, elle aura cessé de se colorer en bleu.

II. — Après avoir évaporé cette dissolution à siccité, faites redissoudre le résidu dans de l'acide nitrique concentré, en le traitant successivement plusieurs fois avec cet acide.

III. — En faisant alors bouillir la masse sèche dans huit fois son poids d'eau : il se séparera une poudre brune, qui est le fer que contenait la mine. Après avoir recueilli cette poudre sur un filtre, et l'avoir lavée et séchée, on la soumettra à la calcination.

IV. — Mêlez le liquide, d'où le fer a été séparé, avec une dissolution de potasse, jusqu'à cessation de préci-

pité, et faites-le bouillir pendant quelques minutes; recueillez ensuite le précipité et faites-le sécher en le chauffant au rouge : 100 parties de cette masse sèche en contiennent 80 de cuivre.

On peut analyser, de la même manière, les mines de cuivre, désignées par les qualifications, de pourpres, jaunes, et noires.

La mine de cuivre grise, contient, outre du cuivre, du soufre et du fer; et aussi, de l'argent, du plomb et de l'antimoine. L'analyse de ce cuivre gris peut être faite d'une manière semblable. L'argent pourra être séparé par de l'hydro-chlorate de soude; mais, comme il en serait de même du plomb en employant cet hydro-chlorate, il faudra faire digérer le précipité avec de l'ammoniaque liquide, qui dissoudra le chlorure d'argent et laissera le plomb. En diminuant, du poids du précipité, ce qu'il en aura perdu par cette digestion, on aura la quantité de l'un et de l'autre de ces métaux. Si la mine contenait de l'antimoine, on l'obtiendrait, en étendant la dissolution, qui reste, d'une grande quantité d'eau : il se forme un précipité insoluble dans ce liquide.

Le docteur Fordyce a indiqué le procédé général, qui suit, d'analyse de toutes mines de cuivre, dans la vue d'y reconnaître la quantité de ce métal.

Procédé I. — Faites digérer, à plusieurs reprises, 6 grammes de la mine réduite en poudre dans 30 grammes d'acide hydro-chloro-nitrique, formé de parties égales d'acides, nitrique et hydro-chlorique, jusqu'à séparation complète de tout le cuivre, ce dont on peut s'assurer de la manière que nous avons déjà indiquée.

II. — Réunissez alors ensemble les différentes liqueurs des digestions, précipitez-les par une addition de sous-carbonate de potasse, et recueillez le précipité sur un filtre.

III. — Il faut redissoudre ce précipité dans une suffisante quantité d'acide sulfurique étendu, et plonger ensuite, dans la dissolution, un cylindre de zinc, qui en précipitera tout le cuivre.

Telles sont les meilleures méthodes pour l'analyse des mines de cuivre. — En considérant les diverses manières d'y procéder, on verra, que toutes les opérations de cette analyse sont excessivement simples, et qu'elles peuvent être succinctement établies ainsi qu'il suit :

Il faut faire digérer la mine à plusieurs fois, dans l'acide nitrique, jusqu'à ce que tout le cuivre et autres métaux en aient été extraits, et, alors, on précipite, de cette dissolution, le cuivre, soit sous forme métallique, soit à l'état d'un oxide, d'où l'on peut conclure la quantité du métal.

On découvre l'argent au moyen de l'hydro-chlorate de soude, ou de l'acide hydro-chlorique, qui sépare ce métal à l'état d'un chlorure, en laissant le cuivre. La présence du plomb peut se reconnaître, en ajoutant, à la dissolution obtenue, du sulfate de soude, qui précipite le plomb à l'état d'un sulfate de ce métal. L'antimoine, s'il est présent, est séparé, lorsqu'après avoir décomposé la dissolution de la mine par un alcali, on met l'oxide en digestion avec de l'acide nitrique concentré, qui dissout l'oxide de cuivre, et laisse l'oxide d'antimoine. On obtient le fer, en sur-saturant la disso-

lution avec de l'ammoniaque, qui dissout le cuivre sans attaquer l'oxide de fer; ou bien, autrement, en plongeant, dans la liqueur, un cylindre poli de zinc, qui sépare le cuivre et laisse le fer en dissolution. S'il existe de l'étain dans la mine, on peut l'isoler, au moyen d'un cylindre de ce même métal qui, introduit dans la dissolution, n'en sépare que le cuivre seulement. On aura l'arsenic, au moyen d'acétate, ou de nitrate de plomb, qui sépare l'arsenic en un arseniate de plomb, et laisse le cuivre; 100 parties de cet arséniate représentent 33,66 parties d'acide arsenique. Pour se débarrasser de l'excès de plomb, s'il en restait dans la dissolution, on l'en séparerait, en y ajoutant du sulfate de soude. S'il existait du nickel dans la mine, il y est toujours en combinaison avec du fer. Par une addition d'ammoniaque liquide à la dissolution : le cuivre et le fer, ainsi que le nickel, seront séparés. Pour isoler le cuivre, on ajoutera de l'acide hydrochlorique en excès; et, en plongeant alors un cylindre de zinc ou de fer dans la dissolution : le cuivre sera précipité, et le nickel restera en dissolution.

ANALYSE DE MINES DE PLOMB.

Analyse de plomb sulfuré.

Procédé I. — En mettant en digestion, dans un flacon, une partie de la mine, réduite en poudre fine, avec 6 parties d'acide nitrique étendu, et en répétant cette opération plusieurs fois de suite, une grande portion du soufre se séparera pendant ces digestions, sous la forme

d'une poudre légère, flottant, en partie, à la surface du liquide, et se déposant, en partie, au fond du vase.

II. — Ajoutez, à la dissolution obtenue, préalablement évaporée d'une petite quantité, de l'acide hydrochlorique, jusqu'à ce qu'il ne se manifeste plus de nuage dans la liqueur; et, après avoir laissé le mélange en repos, pour faciliter le dépôt complet du précipité, décantez la liqueur, séparez le précipité, que vous laverez, à plusieurs reprises, avec de l'alcool.

III. — Le précipité obtenu est un chlorure de plomb, et aussi un chlorure d'argent, si ce dernier métal existait dans la mine.

IV. — Pour séparer l'un de l'autre ces deux métaux, mettez le précipité en digestion dans de l'ammoniaque liquide; le chlorure d'argent sera dissous, et le chlorure de plomb restera; ou bien, on pourra séparer le chlorure de plomb, en faisant bouillir le précipité dans 24 parties d'eau, ce qui suffira pour dissoudre ce chlorure, et celui d'argent ne sera point attaqué; on peut opérer plus facilement encore la dissolution du chlorure de plomb, en le faisant digérer dans de l'acide nitrique étendu, qui le dissout aisément, mais sans agir sur le chlorure d'argent.

V. — Mêlez la dissolution ammoniacale d'argent avec de l'acide nitrique; et, après l'avoir fait chauffer pendant quelques minutes, précipitez-en l'argent au moyen d'un cylindre de cuivre.

VI. — Pour déterminer la quantité de plomb obtenue par le procédé IV, mêlez le chlorure de ce métal avec moitié de son poids de flux noir; et, après avoir introduit ce mélange dans un creuset, exposez-le pen-

dant une demi-heure à une chaleur rouge : le plomb sera réduit à l'état métallique. On peut se dispenser d'opérer ainsi, et reconnaître la quantité de plomb, en pesant simplement le précipité, séché, et chauffé au rouge obscur : 100 parties de ce précipité contiennent 75,2 parties de plomb métallique.

Le chlorure de plomb peut être aussi réduit, en plongeant, dans la dissolution aqueuse de ce chlorure, obtenu, procédé IV, un cylindre de fer, qui précipitera le plomb à l'état métallique.

VII. — Pour trouver la quantité d'argent, on procédera ainsi qu'il a été indiqué pour l'analyse de mines d'argent.

Pour essayer la mine, relativement au fer et au cuivre, mêlez les dissolutions, d'où le plomb et l'argent ont été séparés, avec de l'ammoniaque liquide en excès : il se dépose un précipité brun, qui est de l'oxide de fer. On peut reconnaître la présence du cuivre, à la couleur bleue, que l'addition d'ammoniaque fait prendre à la liqueur ; en la neutralisant alors par de l'acide sulfurique, et, en y plongeant ensuite un cylindre de zinc, le cuivre sera séparé ; ou bien, on peut l'obtenir sous la forme d'un oxide, en faisant bouillir la liqueur, neutralisée par l'acide sulfurique, avec de la potasse.

Analyse du plomb sulfuré antimonifère.

Cette mine est un composé triple, de plomb, d'antimoine et de cuivre, avec une très-petite portion de fer. M. Hatchett en fit l'analyse ainsi qu'il suit :

PROCÉDÉ I. — Il introduisit, dans un matras, 12 grammes

de la même, réduite en poudre fine, avec 60 grammes d'acide hydro-chlorique, et, après avoir chauffé, il ajouta de l'acide nitrique, goutte à goutte, jusqu'à ce que le tout fut entré modérément en effervescence. En chauffant ensuite doucement pendant une heure, il obtint une dissolution verte, à la surface de laquelle flottait une quantité de soufre, qui, étant recueillie, mise en digestion dans de l'acide hydro-chlorique, et enfin, lavée et séchée, pesait 2 grammes, et qui, projetée dans un creuset rouge de feu, se consumait sans laisser de résidu.

II. — La dissolution nitrique, réunie à l'acide hydro-chlorique, dans lequel le soufre avait été mis en digestion, fut évaporée, et mêlée ensuite avec 3 litres d'eau distillée, bouillante, ce qui la rendit sur-le-champ laiteuse. Après l'avoir alors filtrée, le précipité blanc obtenu, ayant été lavé et séché, pesait 4 grammes; il consistait en oxide d'antimoine.

III. — La liqueur, à laquelle les lavages avaient été réunis, avait déposé, pendant son refroidissement, des cristaux d'hydro-chlorate de plomb; elle fut donc évaporée presque à siccité, et on y ajouta quelques gouttes d'acide sulfurique, pour en séparer, sous la forme de sulfate de plomb, le peu qui pouvait y être resté de ce métal en dissolution.

IV. — Le résidu fut alors redissous dans de l'eau bouillante, et décomposé par du sulfate de soude. Le sulfate de plomb produit, ayant été ajouté à celui qui venait d'être obtenu, pesait, après avoir été séché, 7,783 grammes.

V. — La liqueur, qui était alors d'un vert bleuâtre,

acquit, par une addition d'ammoniaque, une couleur bleu foncé, et il s'en était séparé une petite quantité d'oxide de fer, qui, ayant été séché et chauffé avec de la cire, devint magnétique. Cet oxide de fer pesait 155 milligrammes.

VI. — Le liquide ayant été alors évaporé presque jusqu'à siccité, on le fit bouillir avec une forte dissolution de potasse, jusqu'à ce qu'il fût à peu près sec; et, après l'avoir lavé avec de l'eau, l'oxide de cuivre, qu'on obtint, pesait 2 grammes.

Dans cette analyse les métaux sont évalués comme dans leur état métallique, cette forme étant celle sous laquelle ils existent dans les sulfures. Et, par conséquent, pour les 4 grammes d'oxide d'antimoine, on peut compter 3 grammes d'antimoine métallique; et, dans les 7,783 grammes de sulfate de plomb, M. Hatchett en estime 5,5 grammes de plomb métallique, ce qui est dans la proportion de 70,66 pour cent.

Analyse de plomb carbonaté.

On peut faire l'analyse de cette mine, de la manière suivante :

Procédé I. — Après avoir fait dissoudre 6,5 grammes de la mine, dans une quantité connue d'acide nitrique étendu, tenez note de la perte de poids, qui résulte de la quantité d'acide carbonique dégagé.

II. — Plongez, dans la dissolution obtenue, un cylindre de zinc, qui précipite le plomb à l'état métallique. Il faut ensuite examiner la liqueur qui reste,

relativement à ce qu'elle peut contenir de fer et de cuivre, ainsi qu'il a été établi ci-devant.

Klaproth fit l'analyse d'un échantillon de plomb carbonaté, en y procédant ainsi qu'il suit.

Cent parties de la mine, réduite en poudre fine, furent dissoutes dans deux cents parties d'acide nitrique, étendu de trois cents parties d'eau, et la perte de poids par l'effervescence, dont il fut pris note, s'élevait à seize parties. Cette perte était de l'acide carbonique. Après avoir alors étendu d'eau la dissolution nitrique, on y plongea un cylindre de zinc, qui précipita le plomb à l'état métallique. Ce précipité, pesait, étant séché, soixante-dix-sept parties, représentant quatre-vingt-deux parties d'oxide, cet état étant celui du plomb, tel qu'il existe dans la mine. Cette proportion, cependant, ne donnerait qu'une augmentation de six parties et demie d'oxigène par cent de plomb.

ANALYSE DE MINES D'ÉTAIN.

Analyse d'étain oxidé natif.

Procédé I. — Après avoir mis, à l'état de poudre impalpable, une partie de la mine, triturez-la avec quatre fois son poids de potasse, humectée d'eau, et faites bouillir la masse dans un vaisseau d'argent avec huit parties d'eau; évaporez alors le tout à siccité, et mettez-le modérément à l'état d'ignition pendant au moins une demi-heure.

II. — Versez de l'eau sur la masse, faites bouillir le mélange pendant un quart d'heure, et filtrez le liquide.

III. — Mêlez alors le résidu resté sur le filtre, s'il y en a, avec une semblable quantité de potasse, c'est-à-dire, quatre fois son poids, dissoute dans une quantité suffisante d'eau, évaporez à siccité, et procédez comme ci-dessus.

IV. — Réunissez les dissolutions, ainsi obtenues, et versez-y de l'acide hydro-chlorique, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité, en ajoutant plutôt de cet acide en excès; abandonnez alors le mélange à lui-même, jusqu'à ce que le précipité s'étant déposé en totalité, il puisse être recueilli sur un filtre.

V. — Dissolvez ce précipité dans de l'acide hydro-chlorique, en excès; ajoutez à la dissolution du carbonate de soude; et, après avoir recueilli, sur un filtre, le nouveau précipité, qui se sera formé, lavez-le à plusieurs reprises avec de l'eau, et faites-le sécher.

VI. — Dissolvez encore le précipité dans de l'acide hydro-chlorique, à l'aide d'une douce chaleur, (la partie insoluble, s'il y en a, consiste en silice), étendez la dissolution avec deux ou trois parties d'eau, et, après y avoir plongé un cylindre de zinc, laissez le tout en repos pendant quelques jours. L'étain, que la mine contenait, se sera alors déposé, en totalité, à l'état métallique, au tour du cylindre de zinc. On peut former cet étain en un bouton, en le faisant fondre, dans un creuset, qu'on aura soin de recouvrir de poussière de charbon.

Analyse d'étain sulfuré.

L'étain existe, dans cette mine, en état de minéralisation par le soufre, et souvent accompagné de cuivre;

On peut en faire l'analyse en opérant de la manière suivante :

Procédé I. Faites digérer, à plusieurs reprises, une partie de la mine, réduite en poudre fine, dans six parties d acide hydro-chloro-nitrique, formé de deux parties d'acide hydro-chlorique et d'une partie d'acide nitrique; et, après avoir continué la digestion, jusqu'à ce qu'il ne se dissolve plus rien, décantez le liquide.

II. — Ajoutez, à cette dissolution, du sous-carbonate de potasse, jusqu'à cessation de précipité, et recueillez le précipité sur un filtre.

III. — Faites redissoudre ce précipité dans de l'acide hydro-chlorique, étendu de trois ou quatre parties d'eau, et suspendez, dans la liqueur, un cylindre d'étain dont le poids soit connu. Si la mine contenait du cuivre, ce métal se précipitera à l'état métallique, sur le cylindre d'étain; mais, pour s'assurer, qu'il n'est pas altéré, par un mélange d'étain, il faut faire redissoudre, le métal précipité sur le zinc, dans de l'acide nitrique concentré, à l'aide de la chaleur; et, s'il reste une poudre blanche, c'est une portion d'oxide d'étain.

IV. — Comme, dans l'opération qui précède, l'étain employé pour précipiter le cuivre, est attaqué par l'acide hydro-chlorique; plongez dans la dissolution, d'où le le cuivre a été séparé, un cylindre de zinc : tout l'étain se précipitera sur le cylindre. Faites sécher ce métal précipité, et après l'avoir fondu en masse, prenez-en le poids. De cette quantité d'étain, déduisez la portion de ce métal, qui provient du cylindre d'étain, dont on s'est servi pour précipiter le cuivre; le surplus sera la véritable quantité d'étain que contenait la mine.

ANALYSE DE MINES DE FER.

Analyse de mine de fer magnétique, ou oxide de fer magnétique commun.

Cette mine contient, outre de l'oxide de fer, une petite portion de silice et d'alumine. Elle est non-seulement attirée par l'aimant, mais encore elle jouit par elle-même de la faculté de polarité; et, par conséquent, elle attire le fer non aimanté, tel que la limaille de ce métal. Cette mine fournit de la fonte, de qualité ordinaire, mais de très-excellent fer en barre.

PROCÉDÉ I. — Ajoutez, à une partie de la mine, réduite en poudre aussi fine que possible, six parties de potasse ou soude, et dix-huit parties d'eau; faites bouillir le mélange dans un creuset ou bassine d'argent, pendant deux heures au moins, en ayant soin de remplacer l'eau à mesure qu'elle s'évapore; faites ensuite évaporer le mélange jusqu'à siccité, en élevant justement assez la chaleur pour fondre le tout, et alors maintenez-le en fusion, à la chaleur d'un rouge obscur, pendant environ une demi-heure.

II. — Après avoir ramolli avec de l'eau la masse alcaline fondue, et l'avoir alors introduite dans un flacon, versez dessus de l'acide hydro-chlorique, étendu de deux fois son poids d'eau, faites digérer pendant quelques minutes, et évaporez ensuite à siccité.

III. — Sur le résidu sec de cette évaporation, mettez 10 parties d'eau bouillante, et séparez, par la filtration, la partie insoluble, qui est de la silice.

IV. — Après avoir alors concentré la liqueur filtrée, ajoutez-y de la potasse ou de la soude, en excès; faites bouillir le tout, pendant quelques minutes, étendez avec de l'eau; laissez se déposer, ou séparez, par le filtre le précipité formé; en mêlant ce précipité, après l'avoir lavé et séché, avec un peu d'acide nitrique, et en le tenant ensuite, pendant quelques minutes, dans un creuset ouvert, à la chaleur d'un rouge obscur : il se trouvera changé en un oxide rouge de fer parfait, dont 100 parties en indiquent 52 de fer.

V. — Si l'on ajoute, au liquide alcalin, après que cet oxide en a été séparé, une quantité d'acide nitrique, justement suffisante pour rendre la dissolution neutre, on pourra en précipiter l'alumine, en y versant du benzoate d'ammoniaque, jusqu'à cessation de tout nuage dans la liqueur. Ce précipité, chauffé au rouge pendant une demi-heure, donne la quantité d'alumine qui existait dans la mine.

On peut analyser de la même manière, la mine de fer sablonneux magnétique, la mine de fer spéculaire, la mine de fer micacé, la mine de fer rouge, et toutes ses sous-espèces.

Analyse de mine de fer noir.

Cette mine diffère de la précédente, en ce qu'elle contient une petite portion de manganèse.

Procédé I. — Traitez la mine avec de la potasse ou de la soude, ainsi qu'il a été indiqué procédé I, de l'analyse qui précède. Séparez le silex, par les procédés II et III; décomposez ensuite la dissolution hydro-chlorique,

suivant le procédé IV, et recueillez le précipité. Il consiste en oxides, de fer et de manganèse, dont on peut opérer la séparation ainsi qu'il suit :

II. — Après avoir introduit le précipité dans un flacon, faites-le dissoudre par l'acide hydro-chlorique, en facilitant son action, au moyen d'une douce chaleur.

III. — Lorsque la dissolution sera effectuée, ajoutez-y, en la tenant à l'état d'ébullition, du succinate de soude, jusqu'à ce qu'il ne s'y manifeste plus de nuage. Le précipité, qu'on obtient ainsi, est un succinate de fer, dont 100 parties, après avoir été chauffées à une chaleur faiblement rouge, avec un peu de cire, en représentent 70 de fer métallique.

IV. — On peut encore séparer les deux métaux, en faisant dissoudre, dans de l'acide hydro-chlorique, à l'aide d'une douce chaleur, le précipité composé, consistant en oxides de fer et de manganèse, et en ajoutant ensuite à la dissolution, mise à l'état d'ébullition, une dissolution de soude, par petites quantités à la fois, jusqu'à ce que la liqueur soit devenue incolore, ou, jusqu'à ce que le précipité, produit par chaque addition de soude, commence à prendre une couleur blanche. En recueillant ce précipité, et en le chauffant avec de l'acide nitrique, il donne la quantité de fer, à raison de 52 parties de ce métal, sur 100 parties du précipité.

V. — Ajoutez alors, au liquide qui reste, de la soude, jusqu'à cessation de précipité : celui qui s'est ainsi formé, est de l'oxide de manganèse.

Les mines de fer, appelées, hématite noire, mine de fer brun, et toutes les sous-espèces, peuvent être analysées de la même manière que celle qu'on vient d'exposer.

Analyse de mine de fers pathique.

La composition de cette mine est bien autrement compliquée qu'aucune de celles dont il a été fait mention. Cette mine contient ordinairement, outre de l'oxide de fer, de la silice, et de l'alumine, une portion considérable d'oxide de manganèse, et de carbonate de chaux; quelquefois, aussi, il s'y trouve, en petites quantités, des carbonates de magnésie et de barite.

Le fer obtenu de cette mine, est particulièrement précieux, en ce que, de son état de fonte, il peut être immédiatement converti en acier fin. La barre de fer, que cette mine fournit, possède à la fois, dans un haut degré, l'une et l'autre des qualités de la dureté et de la ténacité. On en peut faire l'analyse, en opérant ainsi qu'il suit :

Procédé I. — Introduisez une partie de la mine, réduite en poudre fine, dans un flacon garni d'un tube de verre en spirale, et versez dessus deux fois son poids d'acide hydro-chloro-nitrique, en tenant compte de la quantité d'acide carbonique, d'après la perte de poids que la mine a éprouvée.

II. — Sur cette mine, dont on a ainsi dégagé l'acide carbonique, mettez quatre fois son poids d'acide hydrochlorique, et faites-la digérer avec des quantités semblables de cet acide, jusqu'à ce que toute action ait cessé, ou, jusqu'à ce que la teinture de noix de galle ne fasse éprouver aucun changement à l'acide après son action, et, qu'ayant été neutralisé par un alcali, il devienne bleu ou noir.

III. — Mêlez ensemble les dissolutions obtenues, et, après avoir concentré le tout par évaporatiou, décomposez la liqueur, tandis qu'elle est bouillante, par une addition de soude jusqu'à excès, et tenez le tout en ébullition pendant environ un quart d'heure; l'alumine sera ainsi dissoute par l'excès de l'alcali. Filtrez alors, pour séparer le résidu insoluble.

IV. — En faisant digérer ce résidu insoluble dans de l'acide nitrique étendu, la chaux, la barite, et la magnésie, que la mine pouvait contenir, seront dissoutes, et les oxides, de fer, et de manganèse, resteront sans avoir été attaqués par l'acide; on pourra les séparer par la filtration.

V. — Après avoir étendu de 20 parties d'eau cette dernière liqueur filtrée, versez-y, par gouttes, de l'acide sulfurique, jusqu'à ce qu'il ne s'y manifeste plus de nuage; la barite, qui y existait, sera séparée, sous la forme d'une poudre blanche insoluble, qui sera du sulfate de barite, et les autres terres, présentes dans la dissolution, y resteront.

VI. — Pour opérer la séparation de ces terres, concentrez de nouveau le liquide dont la barite a été extraite, et décomposez-le par une addition de sous-carbonate de potasse. Le précipité, qui se sera formé, consistera dans des carbonates de chaux et de magnésie.

VII. — Pour obtenir isolément ces terres, on verse dessus de l'acide sulfurique, en quantité suffisante pour les en recouvrir; on évapore ensuite le mélange à siccité, jusqu'à ce qu'il ne s'exhale plus de vapeurs visibles; et, en mettant ensuite sur le résidu une petite

portion d'eau, elle dissoudra le sulfate de magnésie, et laissera le sulfate de chaux.

VIII. — Ajoutez du sous-carbonate de potasse à la dissolution de sulfate de magnésie. Le précipité produit sera du carbonate de magnésie, qui, après avoir été dépouillé, en le chauffant au rouge, de son acide carbonique, donnera la quantité de magnésie contenue dans la mine.

IX. — Pour reconnaître la quantité de chaux, faites bouillir à plusieurs reprises le sulfate de chaux, obtenu dans le procédé VII, avec trois fois son poids de sous-carbonate de potasse, et dix fois son poids d'eau, jusqu'à ce qu'il soit devenu complétement soluble dans l'acide nitrique; évaporez, jusqu'à siccité, la dissolution nitrique, et décomposez le résidu à une chaleur rouge. La chaux, qui existait dans la mine, sera mise ainsi en évidence.

X. — Pour séparer les oxides de fer et de manganèse, obtenus dans le procédé IV, mettez la masse en digestion, à une douce chaleur, avec de l'acide nitrique étendu, et un petit morceau de sucre; le manganèse sera dissous, et il restera l'oxide de fer, d'où l'on pourra inférer la quantité de ce métal.

XI. — Pour reconnaître la quantité de manganèse, ajoutez à la dissolution nitrique, dont le fer vient d'être séparé, du carbonate de soude, jusqu'à cessation de toute apparence de nuage. Ce précipité, lavé, et séché à une faible chaleur rouge, est du carbonate de manganèse, dont 100 parties en représentent 55 de manganèse métallique.

Analyse de fer argileux commun.

Cette mine est principalement composée d'oxide de fer, d'alumine, et d'une petite portion de silice; d'où il suit, que l'analyse peut en être faite, d'après les moyens déjà indiqués pour la séparation de ces corps; elle fournit ordinairement de 30 à 40 pour cent de fer.

Les autres sous-espèces de mines de fer argileux, contiennent quelquefois, outre les ingrédiens déjà établis, des portions variables d'oxide de manganèse, de phosphate de fer, et de silice; on peut donc les analyser comme il suit :

Procédé I. — Faites digérer, à plusieurs reprises, une partie de la mine dans de l'acide nitrique, jusqu'à ce que tout le fer ait été enlevé par cet acide.

II. — Après avoir évaporé la dissolution nitrique presque jusqu'à siccité, mettez le résidu en digestion avec de l'eau froide, dans un flacon bouché. Le phosphate de fer, s'il en existe dans la mine, se précipitera.

III. — Mettez à l'état de fusion avec quatre fois son poids de soude, et, en l'y maintenant pendant une heure, le résidu insoluble du procédé I, après la dissolution du fer par l'acide nitrique; faites ensuite dissoudre dans de l'eau la masse fondue; filtrez, et, séparez la silice de la dissolution alcaline, au moyen d'une addition d'acide hydro-chlorique; ce précipité sera recueilli et séché.

IV. — Ajoutez, à la liqueur filtrée, dont la silice a été obtenue, la dissolution d'où le phosphate de fer a été précipité, procédé II; sur-saturez le tout avec de la soude,

et faites bouillir le mélange pendant environ une demi-heure. L'alumine, si elle est présente, sera dissoute par l'excès de soude ajoutée, et les oxides métalliques, ainsi que la chaux, resteront sans avoir été attaqués; séparez, par le filtre, cette matière insoluble.

V. — Après avoir mis la masse, restée sur le filtre, en digestion avec de l'acide nitrique concentré, le liquide sera évaporé à siccité. On répétera cette opération plusieurs fois de suite; et, enfin, après avoir fait digérer de nouveau dans de l'acide nitrique étendu, on filtrera la liqueur.

VI. — Décomposez alors, par du carbonate de potasse, la dissolution nitrique obtenue, et faites chauffer le précipité au rouge pendant une demi-heure : on obtiendra ainsi la chaux, si la mine en contenait.

VII. — Pour séparer les oxides métalliques, savoir, l'oxide de fer et l'oxide de manganèse, qui n'ont pas été dissous dans le procédé V; on opérera ainsi qu'il a été précédemment indiqué.

MINES D'ANTIMOINE.

Analyse d'antimoine sulfuré.

Les sulfures d'antimoine contiennent ordinairement, outre l'antimoine, une portion de plomb, de cuivre, de fer, et d'argent; métaux, auxquels il convient d'ajouter les terres qui composent la gangue, et qu'on ne peut pas séparer complétement de la mine avant de la soumettre à l'analyse. La meilleure méthode pour opérer avec ces mines composées, est celle qui suit.

Procédé I. — Faites digérer, pendant une demi-heure, à la température de 65 degrés centigrades, 500 parties de la mine, réduite en poudre fine, dans 1500 parties d'acide nitrique pur, d'une pesanteur spécifique de 1,25, et 1000 parties d'eau, et répétez plusieurs fois cette digestion.

II. — Mêlez la dissolution avec une quantité d'eau égale au reste du liquide, et décantez la liqueur, dès qu'elle est devenue claire; elle peut consister dans des nitrates, d'argent, de plomb, de cuivre, avec probablement un peu de fer, dissous dans un excès d'acide.

III. — Pour obtenir le fer, il suffira de faire bouillir la liqueur, et de séparer ensuite, par la filtration, le fer, qui se sera précipité à l'état d'oxide rouge.

IV. — Versez, alors, dans la dissolution filtrée, de l'hydro-chlorate de soude, jusqu'à cessation de précipité, et laissez reposer la liqueur, qui le surnage, jusqu'à ce qu'elle soit devenue parfaitement claire; ce précipité est du chlorure d'argent, qu'on peut, après l'avoir séparé, lavé et mêlé avec deux ou trois fois son poids de carbonate de soude sec, réduire, par la fusion, à l'état métallique.

V. — En saturant, par de la potasse ou de la soude, la dissolution où s'est formé le précipité de chlorure d'argent, et en la concentrant, par l'évaporation, jusqu'au tiers de son volume, si l'on ajoute alors de l'ammoniaque en excès, le plomb sera précipité en un oxide blanc, et le cuivre restera en dissolution. En faisant fondre le précipité avec du flux noir, le plomb sera réduit à l'état métallique.

VI. — La dissolution, ainsi débarrassée du plomb, peut être légèrement acidulée avec de l'acide nitrique, en y ajoutant ensuite du carbonate de potasse, l'oxide de cuivre sera précipité; et ce précipité, chauffé à une faible chaleur rouge, sera mis à l'état d'oxide brun, dont 100 parties dénotent 85 parties de métal.

VII. — La portion insoluble de la mine, restée dans le procédé I, sera mise en digestion, à une température un peu inférieure à celle de l'eau bouillante, avec des quantités successives d'acide hydro-chloro-nitrique, consistant en une partie d'acide nitrique de 1,25 de pesanteur spécifique, et 3 parties d'acide hydro-chlorique fort, et cette digestion sera continuée pendant tout aussi long-temps que l'acide agira. En réunissant, alors, les dissolutions, et, après les avoir concentrées par évaporation, on les étendra d'une très-grande quantité d'eau pure; il se produira immédiatement un précipité, d'oxide blanc d'antimoine, qui, étant séparé, lavé et mêlé avec deux fois son poids de flux noir, et un peu de nitrate de potasse, sera facilement réduit, par son exposition de quelques minutes à la chaleur d'un rouge obscur, en un bouton métallique.

VIII. — La dissolution obtenue, procédé VI, ne contient, alors, qu'un peu d'acide sulfurique, et peut-être de fer, avec quelque portion de matière terreuse. On aura, en y ajoutant du nitrate de barite jusqu'à cessation de précipité, l'indication de la quantité de soufre; après quoi, un excès de potasse caustique, à l'aide d'une chaleur de 100 degrés centigrades, précipitera le fer, en retenant la silice et l'alumine, conformément à ce qui a déjà été plusieurs fois établi.

IX. — Le résidu insoluble, procédé VII, ne contenant que du soufre et la partie terreuse, sera décomposé par ignition. Le soufre se dissipera et les terres resteront.

Ainsi, la quantité d'antimoine est obtenue par le procédé VII.

Celles du soufre et de terre, par les procédés VIII et IX;

Du fer, par ceux II et VII;

D'argent, procédé IV;

De plomb, *idem* V;

De cuivre, *idem* VI.

ANALYSE

DE SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

Examen d'un métal dont la nature est inconnue (1).

Supposons, qu'un métal dont la nature est inconnue, étant mis en contact avec de l'acide sulfurique faible, il y ait dégagement de gaz hydrogène; on en pourra alors conclure, que le métal est, ou du fer, ou du zinc, ou du manganèse.

C'est du *fer*, si la dissolution métallique, mêlée avec une dissolution de potasse, de soude, ou d'ammoniaque, laisse déposer un oxide blanc, ou d'un vert olive, qui, par le contact de l'air, passe promptement au vert foncé, puis au jaune rougeâtre, ou au brun; et si, après y avoir ajouté une petite quantité de chlore, la liqueur acquiert la propriété de former un précipité bleu avec l'hydro-cyanate de potasse ferrugineux, et noir, avec l'infusion de noix de galle.

C'est du *zinc*, si la dissolution de potasse, de soude ou d'ammoniaque, produit, dans la dissolution métallique, un précipité blanc, qui ne change point de couleur par le contact de l'air, et qui soit susceptible de se dissoudre dans un excès d'alcali; et, si les dissolutions d'hydro-cyanate de potasse, et d'hydro-sulfate de cette base, y produisent un précipité gris ou blanc.

C'est du *manganèse*, si l'addition de potasse, ou de

(1) Extrait du Traité de chimie, de M. Thénard, *tom. 4, pag.* 49.

soude, donne lieu, dans la dissolution métallique, à un précipité blanc, insoluble dans un excès d'alcali, et susceptible de se colorer en un brun marron par le contact de l'air; et, si les dissolutions d'hydro-cyanate de potasse ferrugineux et d'hydro-sulfates alcalins produisent aussi des précipités blancs ou gris. Enfin, si en desséchant l'oxide, qui est séparé par les dissolutions alcalines, le mêlant avec cinq ou six fois son poids de sous-carbonate de potasse, et en exposant alors le mélange à l'action d'une chaleur rouge pendant 15 à 20 minutes, on obtient une masse verte, présentant toutes les propriétés du caméléon minéral (1).

Supposons maintenant, que le métal soit sans action sur l'acide sulfurique étendu d'eau, à la température ordinaire; mais, qu'à cette température, il soit susceptible d'être dissous par l'acide nitrique, ou, du moins, à l'aide de la chaleur; ce métal fera partie de la série suivante : Étain, antimoine, molybdène, arsenic, cobalt, urane, cuivre, nickel, palladium, mercure, bismuth, tellure, plomb, argent.

---

(1) Si l'on expose, à une chaleur rouge, du nitrate de potasse, avec six ou sept fois son poids de protoxide de manganèse, on obtient un composé vert, qui jouit de propriétés remarquables. En effet, ce composé étant mis en contact avec de l'eau froide ou chaude, se dissout et se colore en vert; peu-après, la dissolution, soit qu'elle ait ou non le contact de l'air, laisse déposer des flocons d'un jaune rougeâtre, qui paraissent être un hydrate de tritoxide de manganèse; et elle acquiert en même temps une teinte violette. Elle conserve cette nuance, et n'éprouve aucune altération à vaisseaux clos; mais, dans des vaisseaux ouverts, elle abandonne, à la longue, tout l'oxide qu'elle contient, et devient incolore; lorsque la couleur est verte ou

Le cobalt, l'urane, le cuivre, le nickel et le palladium, étant les seuls de ces quatorze métaux qui, en se dissolvant dans l'acide nitrique, le colorent, ils ne pourront être confondus, par cet effet, avec aucun autre; on les distinguera à cette propriété de colorer l'acide. Le métal sera :

Du *cobalt*, si la liqueur est d'un rouge, violet ou rose; si elle forme un précipité d'un bleu violet avec les alcalis; vert, avec les hydro-cyanates alcalins; noir, avec les hydro-sulfates alcalins; et particulièrement, si l'oxide qu'en séparent les alcalis, est capable, à une chaleur rouge, de colorer une grande quantité de borax, et de produire un verre bleu.

Du *palladium*, si la liqueur est rouge, et si le protosulfate de fer en réduit subitement le métal; si l'hydrochlorate d'étain y forme un précipité noir, et l'hydrocyanate de potasse un précipité olive; enfin, si en l'évaporant à siccité, et en chauffant au rouge le résidu, on parvient, non-seulement à décomposer le nitrate, mais aussi l'oxide.

Du *cuivre*, si la dissolution est bleue ou d'un bleu verdâtre; si elle forme, avec la potasse et la soude, un précipité bleu, insoluble dans un excès d'alcali; avec

---

violette, les acides la font toujours passer au rose. Ce fut, à raison de ces changemens de couleur, que Scheèle désigna ce singulier composé par la dénomination de *caméléon minéral*. Le caméléon est évidemment formé de potasse et d'oxide de manganèse; car on le prépare le plus ordinairement, en chauffant au rouge, sept ou huit parties de potasse caustique à la chaux, ou 9 ou 10 parties de potasse du commerce avec une partie d'oxide de manganèse *.

(2) Accum's chemical Amusement. *Third edition*, 1818, *page* 140.

l'ammoniaque, un précipité d'un blanc bleuâtre, qu'un excès d'ammoniaque redissout aussitôt, en communiquant à la dissolution une couleur d'un bleu céleste; avec l'hydro-cyanate de potasse, un précipité brun; enfin, si en y plongeant une lame de fer poli, cette lame se recouvre d'une couche de cuivre.

Du *nickel*, si la dissolution est d'une couleur vert-pré; si la potasse et la soude, en précipitent un oxide de couleur verte; si l'ammoniaque en rend la couleur d'un bleu violacé; si l'hydro-cyanate de potasse y produit un précipité vert-pomme, l'hydro-sulfate de potasse un précipité noir, et si une lame de fer n'en réduit pas du tout le métal.

De *l'urane*, si la dissolution est jaune, ou inclinant au jaune; si, par une évaporation et un refroidissement convenables, il s'en sépare des cristaux d'un jaune citron; si la potasse, la soude, ou l'ammoniaque, donnent lieu à un précipité d'un jaune pâle, insoluble dans un excès d'alcali; si l'hydro-cyanate de potasse produit un précipité couleur de sang. Enfin, si le fer ne réduit point la dissolution contenant l'oxide.

Un composé métallique étant donné, comment en reconnaître la nature (1)?

I. — Il faut commencer par mettre le composé en contact avec de l'eau, afin de déterminer s'il contient du potassium, du sodium, du barium, du

(1) Dans ces exemples d'analyse, on suppose, non-seulement, que les métaux sont combinés, mais encore, qu'ils agissent comme s'ils existaient séparés, ce qui n'est pas toujours le cas.

strontium, ou du calcium. S'il y existe une de ces substances quelconques, il se dégagera du gaz hydrogène, et la liqueur deviendra alcaline; on peut alors y ajouter un excès de sous-carbonate d'ammoniaque, afin de convertir en carbonates les différens oxides produits par la décomposition de l'eau; et, au moyen de ce que les carbonates, de barite, de strontiane et de chaux, sont insolubles, tandis, qu'au contraire, les carbonates de potasse et de soude sont très-solubles; après avoir filtré la liqueur, recueilli et bien lavé le précipité, s'il s'en est produit, on la traitera ainsi qu'il suit:

Cette liqueur filtrée, ayant été évaporée à siccité, le résidu consistera dans les sous-carbonates de potasse et de soude, qui y étaient tenus en dissolution. On redissoudra ce résidu dans de l'eau; et après avoir décomposé la dissolution par de l'acide sulfurique, afin de convertir les carbonates en sulfates, on en séparera ceux-ci par voie de cristallisation. Dans le cas, où la liqueur concentrée n'opère aucun trouble dans la dissolution concentrée de platine, il serait inutile d'avoir recours à la cristallisation des sels; car alors, il n'y aurait que du sulfate de soude seulement

Quant au précipité, il faut le redissoudre dans de l'acide hydro-chlorique, évaporer la dissolution à siccité, faire digérer à plusieurs reprises le résidu dans de l'alcool bouillant, qui, n'ayant pas d'action sur l'hydro-chlorate de barite, dissout aisément les hydro-chlorates de chaux et de strontiane; alors, en étendant d'eau cette dissolution alcoolique, et, en y ajoutant du sous-carbonate de potasse, la chaux et la strontiane seront immédiatement précipitées, de ces hydro-chlorates, à l'état de

carbonates. Alors, s'il y a formation de précipité, il faut le dissoudre de nouveau, non plus dans l'acide hydrochlorique, mais dans l'acide nitrique; enfin, en évaporant encore une fois la dissolution jusqu'à siccité, on pourra faire digérer le résidu dans de l'alcool bouillant très-rectifié, qui, n'ayant aucune action dissolvante sur le nitrate de strontiane, en exerce une très-énergique sur le nitrate de chaux.

II. — Lorsque l'eau n'a point d'action sur le composé métallique, il faut le mettre en contact avec de l'acide sulfurique faible, et l'on élèvera la température de cet acide jusqu'à l'ébullition. Le manganèse, le fer, le zinc, qu'il peut contenir, et même, suivant M. Tupputi, le nickel, seront dissous, en produisant un dégagement de gaz hydrogène, comme dans le cas précédent.

Le composé contient :

Du *fer*, si la dissolution forme, avec l'hydro-cyanate de potasse ferrugineux, un précipité, qui devient bleu avec le chlore, ou par son exposition à l'air.

Du *nickel*, si, après avoir ajouté à la dissolution du chlore en excès, afin d'en sur-oxider le fer, elle devient bleue par une addition d'ammoniaque.

Du *zinc*, si le fer de la dissolution étant sur-oxidé, l'addition de carbonates de potasse et de soude y produit un précipité, soluble en partie dans de la potasse ou de la soude caustique; car, alors, en filtrant la liqueur, et en y ajoutant de l'acide nitrique avec un léger excès, il se déposera des flocons blancs, qui disparaîtront presque immédiatement, et il se produira un nitrate de zinc, qui, avec les alcalis, les hydro-sulfates et les hydro-cyanates alcalins, présentera tous

les phénomènes qu'on a fait connaître en parlant du zinc, page 274.

Du *manganèse*, si, en mettant le précipité ci-dessus, en contact avec de l'ammoniaque, le lavant bien, le dissolvant dans l'acide nitrique, faisant évaporer la liqueur jusqu'à siccité, exposant le résidu à une chaleur rouge, et jetant ensuite de l'eau sur la masse qui reste, l'on obtient une dissolution qui fournisse, par l'évaporation, un nouveau résidu, capable de former du caméléon minéral avec la potasse, page 275.

III. — A l'action de l'eau et de l'acide sulfurique faible, il faudra faire succéder celle de l'acide hydro-chlorique concentré et bouillant. S'il en résulte un dégagement de gaz hydrogène; si la liqueur précipite, en brun ou en pourpre, une dissolution d'or; si, en y ajoutant du sous-carbonate de potasse ou de soude, on obtient un précipité, qui, étant traité par l'acide nitrique, laisse un résidu blanc, ce sera une preuve que le composé métallique contient de l'étain.

IV. — Le composé métallique, après avoir été mis successivement en digestion dans l'eau, dans l'acide sulfurique faible, et dans l'acide hydro-chlorique, sera, alors, traité avec de l'acide nitrique bouillant. Cet acide dissoudra, ou, au moins, oxidera l'arsenic, le molybdène, l'antimoine, le cobalt, l'urane, le bismuth, le tellure, le cuivre, le nickel, le plomb, le mercure, l'argent et le palladium. Il n'attaquera pas sensiblement, ou, attaquera avec difficulté, le chrome, le tungstène, le columbium, le titane, le cérium, l'osmium, le rhodium, le platine, l'or, et l'iridium. Si la dissolution n'est pas susceptible d'être troublée par l'eau, on y

ajoutera une certaine quantité de ce liquide; elle sera alors filtrée, et on lavera le résidu. Mais, si la dissolution peut être rendue trouble par l'eau, il faudra l'étendre d'acide nitrique faible, qui n'y produira point d'altération, la filtrer comme à l'ordinaire, et laver le résidu avec de ce même acide affaibli.

Le résidu étant bien lavé, devra être mis en contact avec de l'acide hydro-chlorique, et exposé à l'action de la chaleur, afin de dissoudre les métaux que l'acide nitrique n'aurait fait qu'oxigéner; savoir : l'antimoine, l'étain, qui aurait pu échapper à la première action de l'acide hydro-chlorique, une certaine quantité d'arséniate de bismuth, qui se formerait et se précipiterait, dans le cas où le bismuth et l'arsenic feraient partie du composé, et, peut être aussi, une certaine quantité de molybdate; après quoi, il faudra examiner les deux dissolutions.

Pour parler, en premier lieu, de la dissolution nitrique:

Cette dissolution devra être évaporée peu à peu, de manière à en chasser la plus grande partie de l'excès d'acide. Il serait possible qu'elle se troublât pendant l'évaporation. On pourrait conclure, de cette circonstance, qu'elle contient probablement un arséniate ou un molybdate, et, peut être, l'un et l'autre. Or, pour s'en assurer, il faudrait séparer le dépôt, le laver avec de l'eau, ou avec de l'acide nitrique faible, l'essayer avec de l'hydro-sulfate de potasse, qui produirait un arséniate ou un molybdate soluble, et un sulfure insoluble, saturer ensuite la liqueur par un acide, la filtrer, et l'essayer au moyen de réactifs convenables, aussi bien que le sulfure, qui aurait pu se former. Si la

liqueur contient de l'acide molybdique, il suffit de la concentrer fortement, et d'y verser un peu d'acide sulfurique ; l'acide molybdique s'en précipitera sous la forme d'une poudre blanche. S'il existe, dans la liqueur, de l'acide arsenique, il suffit, pour le reconnaître, de la faire évaporer à siccité, de mêler le résidu avec du savon desséché, et de calciner le mélange dans une petite cornue de grès : il se produira un sublimé d'arsenic cristallisé. Quant au sulfure, il faudrait le mettre en contact avec de l'acide hydro-chloro-nitrique, qui dissoudrait le métal du sulfure ; et, comme ce métal ne peut appartenir qu'à la série de ceux qui viennent d'être nommés, il sera toujours facile à découvrir par le réactif qui lui est applicable.

Lorsque la dissolution a été concentrée, comme on vient de le dire, il convient d'en faire successivement l'examen, pour y découvrir la présence du bismuth, du palladium, de l'argent, du plomb, du cuivre, du tellure, du mercure, du cobalt, et de l'urane. Cette dissolution contient :

Du *bismuth*, si, étant étendue d'eau, elle laisse déposer une matière blanche, qui, après avoir été bien lavée, est susceptible de devenir noire avec l'acide hydro-sulfurique, de fondre par l'effet d'une chaleur rouge, de se prendre en une masse jaunâtre ; et, enfin, d'être réduite, en la chauffant au chalumeau dans une cavité de charbon, et de fournir un métal cassant très-fusible.

Du *plomb*, si, après avoir étendu d'eau la dissolution, elle forme, avec de l'acide sulfurique ou des sulfates, un précipité blanc, qui devient immédiate-

ment noir par l'acide hydro-sulfurique, comme le précédent ; et qui, lorsqu'on l'a fait bouillir avec de l'eau et du nitrate acide de barite, produit une liqueur, donnant, par l'évaporation, des cristaux blancs, sucrés, semblables à ceux qu'on obtiendrait en faisant digérer du protoxide de plomb (litharge) dans l'acide nitrique.

De *l'argent*, si, après avoir étendu d'eau la dissolution, et y avoir ajouté de l'acide sulfurique, elle est troublée tout à coup par une addition d'acide hydrochlorique; et si le précipité est blanc, floconneux, insoluble dans un excès d'acide, mais se dissolvant très-facilement, au contraire, dans l'ammoniaque; et si ce précipité noircit par son exposition à la lumière.

Du *palladium*, si le protosulfate de fer sépare promptement de la liqueur un métal blanc, brillant, formant, avec l'acide nitrique, une dissolution rouge, susceptible d'être précipitée en une poudre brune par de l'hydro-chlorate de protoxide d'étain, et si elle fournit un précipité par le cyanure de mercure.

Du *cuivre*, si, lorsqu'on plonge dans la dissolution une lame de fer bien décapée, elle s'y recouvre d'une couche métallique, d'un rouge plus ou moins foncé, tellement que la lame de fer semble être une lame de cuivre.

Du *tellure*, si, après avoir retiré de la dissolution, le bismuth, le plomb, l'argent et le palladium, le carbonate de potasse y produit un précipité, soluble en partie dans la potasse caustique; si, saturant ensuite la dissolution alcaline par un acide, il s'en dépose un oxide blanc; enfin, si cet oxide, étant mêlé avec du noir de fumée et de l'huile, et ensuite chauffé au rouge

dans une cornue, laisse sublimer des globules métalliques d'un blanc bleuâtre.

Du *mercure*, si, en chauffant jusqu'au rouge dans une cornue ou dans un tube de verre, la partie du précipité de l'expérience précédente, qui a résisté à l'action dissolvante de l'alcali, il se vaporise des globules de mercure; ou, mieux encore, si l'on obtient de semblables globules, en calcinant les métaux avant de les traiter par l'acide nitrique.

Du *cobalt*, si, après avoir étendu d'eau la dissolution, et y avoir plongé une lame de fer, pour en précipiter le bismuth, le plomb, l'argent, le palladium, le cuivre, le tellure, et le mercure, on obtient une liqueur, d'où l'on puisse précipiter un oxide, capable de former un verre bleu avec le borax; à cet effet, il faut d'abord mêler la liqueur avec de l'acide hydro-chlorique, puis après avec un excès d'ammoniaque; et, après l'avoir filtrée, on la fera bouillir avec de la potasse caustique. Ce sera le précipité formé par l'action de cet alcali, qui, étant mis en fusion avec vingt ou vingt-cinq fois son poids de borax, devra le colorer en bleu.

De *l'urane*, si, en faisant digérer dans de l'acide nitrique, le précipité formé par l'ammoniaque dans l'expérience précédente, en évaporant jusqu'à siccité la dissolution nitrique, versant de l'eau sur le résidu, et répétant successivement plusieurs fois ces mêmes deux opérations, on finit par obtenir une liqueur jaune, ayant les mêmes propriétés que celle qui proviendrait de l'action de l'acide nitrique sur l'urane, page 277.

Pour examiner actuellement la dissolution hydro-chlorique, pages 280 et 281.

Il conviendra de la concentrer, comme l'avait été la dissolution nitrique, et lorsqu'elle aura été rapprochée au point d'avoir perdu la plus grande partie de son excès d'acide, on pourra y ajouter, peu à peu, un petit excès d'hydro-sulfate de potasse; les acides, arsenique et molybdique, que la liqueur peut contenir, s'uniront à la potasse, et resteront en dissolution, tandis, que les oxides, quels qu'ils soient, seront précipités à l'état de combinaison avec l'acide hydro-sulfurique, formant des hydro-sulfates, ou des hydro-sulfates sulfurés; alors, après avoir filtré la liqueur, on la traitera, comme il a été dit ci-devant, page 280, pour y découvrir ces deux sortes d'acides métalliques. Quant au précipité, qui consistera, peut-être, dans de l'hydro-sulfate d'antimoine, de l'hydro-sulfate d'étain, et du sulfure de bismuth, on le fera bouillir avec de l'acide hydro-chlorique concentré, qui décompose et dissout facilement ces hydro-sulfates, et n'a aucune action sur le sulfure de bismuth. Si la nouvelle dissolution précipite avec l'eau, c'est une preuve qu'elle contient de l'antimoine; et l'on reconnaîtra, par son action sur une dissolution d'or, si elle contient de l'étain; car alors, il y aura lieu à production d'un précipité brun ou pourpre.

D'ailleurs, comme le sulfure de bismuth est attaquable par l'acide nitrique, et, qu'en le faisant digérer avec cet acide, à l'aide de la chaleur, il en résulte un nitrate, soluble, cristallisable, pouvant être décomposé par l'eau, et qu'il se forme un dépôt de soufre et de sulfate, il sera toujours facile de le reconnaître.

V. — Après avoir examiné le composé des différens métaux, dont on veut reconnaître la nature, par l'action de l'eau, de l'acide sulfurique faible, de l'acide hydrochlorique, et de l'acide nitrique, il faudra chauffer au rouge le résidu, avec une fois, ou une fois et demie son poids de nitrate de potasse dans un creuset de platine. Si ce résidu se compose, comme il est possible que cela soit, de chrome, de tungstène, de columbium, de titane, de cérium, d'osmium, de rhodium, de platine, d'or, et d'iridium, les effets produits seront les suivans: le chrome, le tungstène et le columbium s'acidifieront, et s'uniront à la potasse ; le titane, le cérium, l'iridium et l'osmium s'oxideront ; et peut-être, s'oxidera-t-il aussi une très-petite portion de platine.

Dans tous les cas, on fera d'abord bouillir avec de l'eau la masse restante, puis, avec de l'acide hydrochlorique, et enfin, avec de l'acide hydro-chloro-nitrique. On obtiendra ainsi trois dissolutions, l'une alcaline, et les deux autres acides : dans la dissolution alcaline, on trouvera le chrome, le tungstène, le columbium, et une partie de l'osmium.

Cette dissolution contiendra :

De l'*osmium*. — Si, en y versant de l'acide nitrique, la filtrant, dans le cas où elle se troublerait, et la soumettant à l'ébullition dans une cornue, il passe dans le récipient une liqueur incolore, ayant l'odeur du chlore, susceptible de devenir bleue avec l'infusion de noix de galle, et de laisser déposer des flocons noirs par l'action du zinc.

Du *chrome*. — Si, après y avoir versé de l'acide nitrique, l'avoir filtrée pour séparer le dépôt, s'il s'en est

formé, et l'avoir saturée avec de la potasse, de la soude ou de l'ammoniaque, le nitrate acide de mercure y produit un précipité rouge, qui devient vert, lorsqu'il est fortement chauffé.

Du *tungstène*. — Si les acides, sulfurique, nitrique, et hydro-chlorique, y forment un précipité blanc, et si ce précipité devient jaune, lorsqu'on le fait bouillir dans l'un de ces acides.

Du *columbium*.—Si les acides, sulfurique, nitrique et hydro-chlorique, forment un précipité blanc, comme il vient d'être dit; et si, en faisant digérer ce précipité avec de l'acide hydro-chlorique bouillant, faisant évaporer la liqueur jusqu'à siccité, chauffant le résidu au rouge, et le mettant en digestion dans l'eau, il reste une poudre blanche, possédant les mêmes propriétés que celle qui provient de l'acide colombique traité de la même manière.

C'est dans la dissolution hydro-chlorique que se trouveront, le titane, le cérium, l'iridium et le rhodium, page 286. Pour s'assurer si elle contient ces métaux, il faudra la concentrer, l'étendre d'eau, la filtrer, puis y plonger une lame de fer, et enfin, la décanter et y ajouter du tartrate de potasse. L'eau précipitera, de cette dissolution, la plus grande partie du titane à l'état d'oxide; le fer y occasionera le dépôt, de l'iridium; en plus grande partie, sous forme d'une poudre noire métallique; et quoi qu'il puisse se précipiter, en même temps, un peu de platine, et même un peu de rhodium, effet qui serait produit, si ces deux derniers métaux étaient attaqués, au moins en partie, par le nitrate de potasse : les propriétés caractéristi-

ques de l'iridium ne seraient pas assez masquées pour s'opposer à ce qu'il pût être distingué. Le tartrate de potasse précipitera le cérium à l'état de tartrate de ce métal. En décomposant ce tartrate, par son exposition à une chaleur rouge, l'on obtiendra un oxide de cérium de couleur d'ocre, qui chauffé avec de l'acide hydro-chlorique, donnera lieu à un dégagement de chlore, et produira une dissolution incolore, ayant une saveur sucrée.

Il faut examiner la dissolution hydro-chloro-nitrique, pour y rechercher le platine et l'or. Pour peu qu'elle contienne de platine, on reconnaîtra facilement ce métal, en la concentrant, et en y versant une dissolution, concentrée elle-même, d'hydro-chlorate d'ammoniaque; il en résultera un précipité jaune, dont on extraira le platine par la calcination.

Après avoir essayé la dissolution par l'hydro-chlorate d'ammoniaque, il conviendra de l'éprouver par le sulfate vert de fer et l'hydro-chlorate d'étain; si elle contient de l'or, cet hydro-chlorate y produira un précipité de pourpre de cassius, et le sulfate vert de fer réduira tout à coup l'or, qui sera précipité immédiatement.

Dans le cas où la dissolution contiendrait un peu d'iridium, ce qui est possible, le précipité formé par l'hydro-chlorate d'ammoniaque, sera d'un jaune orangé.

Enfin, au moyen de ce que le rhodium n'est attaquable ni par l'eau, ni par les acides, ni par le nitrate de potasse, ce métal resterait dans le résidu, après l'action de ces différens réactifs sur le com-

posé métallique; et, en effet, le résidu ne contiendrait pas d'autre métal. Cependant, s'il arrivait qu'il n'y eût pas de résidu, on n'en pourrait pas conclure, que le mélange ne contenait pas de rhodium, parce qu'il est bien connu que la présence des autres métaux rend possible la dissolution de celui-ci; on le retrouvera indubitablement dans la dissolution hydro-chlorique, ou dans celle hydro-chloro-nitrique, d'où on peut le retirer par les méthodes exposées dans tous les systèmes de chimie.

Analyse d'un composé métallique, consistant dans un mélange d'étain, de bismuth, de plomb, de cuivre et d'argent (1).

VI. — Faites digérer ce mélange à chaud, avec un excès d'acide nitrique; évaporez la liqueur presque jusqu'à siccité, et versez de l'eau sur le résidu : il en résultera une dissolution de nitrates, d'argent, de plomb, de cuivre, et un dépôt de peroxide d'étain et d'oxide de bismuth; ceux-ci étant séparés, en les mettant de nouveau en contact avec de l'acide nitrique, comme il a déjà été dit, page 280, donneront, par leurs poids, les quantités d'étain et de bismuth du mélange. On déterminera les quantités d'argent, de plomb, et de cuivre, dans la dissolution,

(1) On s'est contenté d'indiquer ici la marche générale que l'on doit suivre dans cette analyse, ainsi que dans les suivantes. On ne parlera pas de nouveau des lavages, filtrations, dessiccations, non plus que de toutes les autres opérations, mises en pratique dans l'analyse de ces composés divers. On suppose, que le lecteur est maintenant familiarisé avec tous ces détails analytiques, et spécialement, comme ayant été déjà préalablement exposés.

en y versant, d'abord, de l'acide hydro-chlorique, puis du sulfate de potasse ou de soude; et, enfin, de la potasse. L'acide hydro-chlorique précipitera l'oxide d'argent; l'acide sulfurique du sulfate alcalin, précipitera l'oxide de plomb, et la potasse, l'oxide de cuivre. On obtiendra donc ainsi, du chlorure d'argent, du sulfate de plomb, et du cuivre, dont il suffira de prendre les poids pour connaître ceux, de l'argent, du plomb et du cuivre, en ayant recours aux méthodes d'analyses, de l'alliage d'étain et de plomb, de l'alliage d'or et d'argent, et de l'alliage de zinc et de cuivre, pour l'estimation des quantités de plomb, de cuivre et d'argent, pages 294 et 296.

Analyse d'un composé métallique consistant en étain, bismuth, plomb, argent, cuivre et zinc.

VII. — On déterminera, comme dans l'analyse précédente, les quantités des quatre premiers métaux, et l'on séparera les deux autres restés en dissolution dans l'acide nitrique, au moyen de la potasse, comme dans l'analyse du zinc et cuivre, ou laiton, page 296. L'alcali précipitera l'un et l'autre de ces métaux à l'état d'oxide, il redissoudra l'oxide de zinc, et laissera l'oxide de cuivre intact.

Analyse d'un composé métallique formé d'étain, de bismuth, de plomb, d'argent, de cuivre, de zinc et de manganèse.

VIII. — En suivant toujours le même mode d'analyse, l'étain, le bismuth, le plomb, l'argent et le zinc, se trou-

veront isolés; mais le cuivre et le manganèse seront restés mêlés. Or, comme ils sont oxidés, et que l'ammoniaque dissout aisément l'oxide de cuivre, sans exercer aucune action sur l'oxide de manganèse, il sera facile de les séparer; d'ailleurs, en chassant, par l'évaporation, toute l'ammoniaque, on obtiendra l'oxide de cuivre pur. L'on conclura la quantité du cuivre du poids de cet oxide, et la quantité du manganèse, du poids de son oxide, qu'on supposera être au *maximum* d'oxidation.

Analyse d'un composé métallique, consistant en étain, bismuth, plomb, argent, cuivre, zinc, manganèse, or et platine.

IX. — Traitez encore ce composé comme le précédent; vous séparerez le bismuth, le plomb, l'argent, le cuivre, le zinc et le manganèse, et le résidu obtenu sera un composé de peroxide d'étain, d'or et de platine. Faites ensuite digérer ce résidu avec de l'acide hydrochlorique, l'oxide d'étain sera dissous, et pourra être précipité par une addition d'ammoniaque. Il ne restera plus, alors, que l'or et le platine, qui peuvent être convertis en hydro-chlorates par l'acide hydro-chloro-nitrique. Versant alors du sulfate de fer dans la dissolution de ces deux métaux, l'or sera réduit, et il se déposera peu à peu; faisant ensuite passer, à travers cette dissolution, dont l'or a été ainsi séparé, un courant de gaz acide hydro-sulfurique, le platine se combinera avec le soufre; et, enfin, en calcinant, avec le contact de l'air, le sulfure de platine, qui apparaîtra sous la forme de flocons noirs, le platine sera extrait.

Analyse d'un composé métallique, consistant en étain pur, bismuth, plomb, argent, cuivre, zinc, manganèse, or, platine et fer.

X. — Si l'on sépare le bismuth, le plomb, l'argent, le cuivre et le zinc, en opérant comme il vient d'être dit, le fer, à l'état d'oxide, se trouvera mêlé, partie avec l'oxide de manganèse, et partie avec l'oxide d'étain, l'or et le platine. Il ne s'agira donc plus alors, pour compléter l'opération, que d'analyser les deux résidus qui résulteront de la séparation. En faisant digérer le dernier, d'abord, avec de la potasse, puis avec de l'acide hydro-chlorique, l'oxide de fer et l'oxide d'étain seront dissous. On précipitera, de la dissolution alcaline, l'oxide d'étain, par l'acide nitrique; et, de la dissolution hydrochlorique, l'oxide de fer, par l'ammoniaque : l'or et le platine restant, seront traités comme dans l'analyse précédente. Quant à l'oxide de fer, et à l'oxide de manganèse, on les séparera par l'un des deux procédés suivans :

Le premier consiste à dissoudre ces deux oxides dans l'acide sulfurique, à étendre la dissolution d'eau, et à y verser peu à peu une dissolution de potasse faible : On obtiendra ainsi un précipité rougeâtre de sous-sulfate de fer, et un précipité, d'un blanc jaunâtre, d'oxide de manganèse; mais celui-ci se déposera le dernier, et très-long-temps après l'autre ; il sera donc facile de saisir le moment convenable de filtrer la liqueur, pour recueillir le sous-sulfate ; ce sera, lorsque la dissolution, après s'être troublée par l'addition de potasse, cessera de l'être par de petites quantités nouvelles de cet alcali,

et, qu'au contraire, elle sera rendue trouble par des quantités plus grandes de potasse. Il faudra chauffer au rouge le sous-sulfate, pour en chasser l'acide sulfurique, et réunir l'oxide de fer à celui qui était mêlé avec l'oxide d'étain. Par ce moyen, l'on aura tout l'oxide de fer, et l'on connaîtra, par conséquent, la quantité de ce métal; le poids de l'oxide de manganèse donnera également celui de manganèse. Il serait possible, qu'on trouvât encore un peu d'oxide de fer dans l'eau de lavage de l'oxide de bismuth. Dans le cas, où en effet, il y en aurait, on pourrait le précipiter par la potasse, et l'ajouter à celui déjà obtenu.

Le second procédé à employer, pour séparer les deux oxides, est fondé sur la propriété, qu'a le nitrate de fer, d'être facilement décomposé par la chaleur, et sur la propriété du nitrate de manganèse, de ne point éprouver d altération par ce moyen. En effet, si l'on dissout de l'oxide de manganèse, et de l'oxide de fer, dans de l'acide nitrique; que l'on fasse évaporer la dissolution, jusqu'à parfaite siccité; que, surtout, l'on chauffe au rouge le résidu; qu'on le mette ensuite en digestion dans l'eau, et, qu'alors on jette le tout sur un filtre, l'oxide de fer restera sur le filtre, tandis, que l'oxide de manganèse, uni à l'acide nitrique, c'est-à dire, à l'état de nitrate de ce métal, passera à travers la liqueur, d'où il pourra alors être séparé par l'addition de potasse.

Analyse d'alliages métalliques; savoir : de mercure et d'étain, de mercure et de bismuth, de mercure et d'argent, de mercure et d'or.

On détermine la proportion des principes constituans

de ces différens alliages, en les chauffant, par degrés, jusqu'au rouge, dans une très-petite cornue, ou dans un tube de verre recourbé, dont le col, ou l'extrémité, est muni d'un nouet de linge plongeant dans l'eau. Le mercure est volatilisé et se condense dans le récipient, tandis, que l'autre métal reste dans la cornue ou dans le tube. Tout autre alliage, formé de mercure et d'un métal fixe, ou, qui ne se volatilise pas au-dessous de la chaleur rouge, peut être analysé de cette manière, pour en retirer le mercure.

Analyse d'un alliage d'étain et de plomb.

Après avoir introduit une certaine quantité de l'alliage dans une fiole, contenant de l'acide nitrique pur, on exposera le tout à une chaleur graduelle. Bientôt l'acide nitrique se décomposera, et, de cette décomposition, résulteront un peroxide d'étain blanc insoluble, et du nitrate de plomb soluble. Lorsqu'on n'apercevra plus de parcelles métalliques, et, que la liqueur étant très-acide et bouillante, il ne se dégagera plus de gaz, il faudra la faire évaporer presque à siccité, l'étendre d'eau, la jeter sur un filtre, et laver le résidu aveo de l'eau, jusqu'à ce que cette eau de lavage ne rougisse plus le tournesol, ou ne noircisse plus par l'acide hydro-sulfurique. En faisant alors sécher le résidu, qui ne consiste plus qu'en peroxide d'étain, en le calcinant jusqu'au rouge, le pesant, et déduisant de son poids la quantité d'oxigène qu'il contient, c'est-à-dire, 27,2 sur 127,2, on aura la quantité d'étain de l'alliage. On réunira ensuite toutes les eaux de lavage à la liqueur filtrée, et l'on y ajoutera un excès de sulfate de potasse

ou de soude: tout l'oxide de plomb se précipitera, uni à l'acide sulfurique, de sorte, que pour reconnaître la quantité de plomb, il ne s'agira que de recueillir le précipité, le laver, le sécher et le peser, en observant, que dans le sulfate de plomb, l'acide est à l'oxide, comme 100 est à 279,74; et, que dans l'oxide, l'oxigène est au plomb, comme 7,7 est à 100; ou bien, que 100 de sulfate de plomb, contiennent 68,39 de plomb.

Analyse d'un alliage d'étain et de cuivre.

L'analyse de cet alliage doit se faire, en partie, comme celle de l'alliage précédent; seulement, au lieu de sulfate de potasse ou de soude, il faut verser, dans la liqueur filtrée, un excès d'une dissolution de potasse ou de soude. On obtiendra un précipité d'oxide de cuivre, qui, étant lavé par décantation, jusqu'à ce que l'eau de lavage cesse d'être troublée par le nitrate de barite, sera séché, et chauffé au rouge, pour le convertir en deutoxide de cuivre. On le pesera alors, et l'on conclura, de son poids, la quantité de cuivre de l'alliage, c'est-à-dire, en déduisant 20 pour 100 de ce poids.

Analyse d'un alliage de plomb et d'antimoine.

Cette analyse se fait exactement de la même manière que celle de l'alliage d'étain et de plomb, ci-devant exposée, page 294; mais au lieu de retrancher 27, 20 de 127, 20 du résidu, il faudra soustraire 37,20; parce que le peroxide d'antimoine, dont ce résidu se compose, contient, sur 137,20 d'oxide, 100 d'antimoine métallique, et 37,20 d'oxigène.

Analyse d'un alliage de zinc et cuivre, laiton, similor, et de tous alliages de couleur d'or.

Faites dissoudre l'alliage, à l'aide d'une douce chaleur, dans de l'acide nitrique faible; étendez la dissolution d'un peu d'eau; versez-y, à très-grand excès, de la dissolution de potasse ou de soude; faites bouillir le tout pendant un quart d'heure, et lavez le résidu par décantation, jusqu'à ce que l'eau de lavage ne brunisse plus le papier de curcuma. Vous obtiendrez ainsi l'oxide de zinc en dissolution dans la liqueur, et le cuivre, à l'état de deutoxide, pour résidu. Il suffira de sécher ce résidu à une chaleur rouge, de le peser, et de retrancher 20 pour 100 de son poids, pour avoir la quantité de cuivre dans l'alliage. Mais il sera nécessaire de faire un plus grand nombre d'opérations pour avoir la quantité du zinc. A cet effet, après avoir réuni les eaux de lavage à la liqueur même, on y versera un excès d'acide hydrochlorique, ou d'acide sulfurique, qui transformera la potasse et l'oxide de zinc en sulfates ou hydro-chlorates; alors, en ajoutant du sous-carbonate de potasse, ou de soude, tout l'oxide de zinc sera précipité, uni à de l'acide carbonique; en lavant ensuite ce carbonate, le séchant, et le faisant rougir, il sera décomposé, et vous aurez l'oxide de zinc seul, dont on déduira facilement la quantité de zinc dans l'alliage, puisque cet oxide est formé de 100 de zinc et de 24,4 d'oxigène.

Analyse d'un alliage d'argent et d'or.

L'argent étant soluble dans l'acide nitrique, tandis que l'or ne s'y dissout pas, il faudra laminer cet

alliage, et le faire digérer dans de l'acide nitrique, de même que le précédent, mais, à plusieurs reprises, ou plutôt, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs rouges. Le résidu, étant bien lavé et calciné au rouge, donnera la quantité d'or; et l'on conclura celle de l'argent, de la quantité de chlorure qu'on obtiendra, en versant de l'acide hydro-chlorique dans la liqueur, lavant le précipité, le faisant sécher et le pesant: 100 parties de ce précipité en représenteront 74,60 d'argent.

Si la quantité d'argent est très-petite, l'acide nitrique ne dissoudra l'alliage qu'en partie. Il devient alors nécessaire de combiner l'alliage avec une quantité donnée d'argent, telle, que ce métal pût former, au moins, les trois quarts de la masse. On tiendra compte de cette addition à la fin de l'analyse.

Analyse d'un alliage d'argent et de cuivre.

Faites digérer de cet alliage dans de l'acide nitrique. La dissolution de l'alliage dans cet acide étant effectuée, versez-y, après l'avoir étendu d'eau, et peu à peu, de l'acide hydro-chlorique, qui en précipitera tout l'argent à l'état de chlorure. Filtrez ensuite la liqueur, lavez le précipité, jusqu'à ce que les eaux de lavage cessent de devenir bleues par l'ammoniaque; réunissez alors ces eaux à la liqueur filtrée, dans laquelle on versera un excès de dissolution de potasse ou de soude, qui séparera tout le cuivre à l'état de deutoxide. Cet oxide, bien lavé, séché et calciné au rouge, donnera la quantité de cuivre, de même, que le chlorure d'argent donnera la quantité d'argent.

Analyse d'un alliage d'argent, de cuivre et d'or.

Il faut aussi traiter cet alliage par l'acide nitrique; l'argent et le cuivre se dissoudront, et l'or restera intact. On appréciera le poids de ce dernier métal comme précédemment, page 296, et l'on déterminera la quantité d'argent et de cuivre contenue dans la dissolution, ainsi qu'il vient d'être dit, page 297.

Il est évident que cette analyse participe des deux précédentes; et que, par conséquent, si l'alliage contenait trop peu d'argent ou de cuivre, il serait nécessaire, pour le rendre plus attaquable par l'acide, de le combiner avec une certaine quantité de l'un de ces métaux, et de préférence avec l'argent, parce que ce métal n'étant point oxidable, on tiendrait plus facilement compte de ce qui en aurait été ajouté.

Analyse d'un alliage de bismuth, d'étain et de plomb.

Il a déjà été établi, que l'acide nitrique ne fait qu'oxider l'étain, mais qu'il oxide et dissout le bismuth et le plomb; que l'eau précipite l'oxide du nitrate de bismuth, et qu'elle n'affecte point le nitrate de plomb; enfin, que le sulfate de potasse décompose le nitrate de plomb, et qu'il résulte de cette décomposition du nitrate de potasse soluble, et un sulfate insoluble, contenant 68,39 pour 100 de plomb; et l'on verra, que l'analyse de l'alliage d'étain, de bismuth et de plomb, peut s'effectuer aisément de la manière qui suit :

D'abord, l'alliage sera traité à chaud par un excès d'acide nitrique, jusqu'à ce qu'on n'aperçoive plus de parcelles métalliques, ou, plutôt, qu'il ne se dégage

plus de gaz ou vapeurs rouges. Alors la liqueur sera évaporée à siccité, et l'on versera de l'eau, à plusieurs reprises, sur la masse restante pour la laver. Par ce moyen, tout le plomb sera dissous à l'état de nitrate, et l'on obtiendra un résidu blanc, contenant l'étain et le bismuth oxidés; en faisant chauffer alors ce résidu avec une nouvelle quantité d'acide nitrique, tout l'oxide de bismuth sera redissous; mais, pour séparer, sans la décomposer, la portion de nitrate de bismuth, qui pourrait être adhérente à l'oxide d'étain, il faudra avoir soin de laver celui-ci avec de l'acide nitrique faible.

Ces opérations étant terminées, l'analyse sera presque complétement achevée. Il suffira de sécher, de calciner au rouge, et de peser l'oxide d'étain, pour connaître la quantité d'étain; d'évaporer la dissolution de nitrate de bismuth jusqu'à siccité, de décomposer ce nitrate par le feu dans un creuset de platine, et de peser l'oxide, qu'on aura ainsi obtenu, pour déterminer la quantité de bismuth; et, enfin, de verser du sulfate de potasse dans la dissolution de nitrate de plomb; de recueillir, laver, sécher et peser le sulfate de plomb, qui se sera précipité, 127,2 d'oxide d'étain contiennent 100 d'étain; 111,72 d'oxide de bismuth contiennent 100 de bismuth; et, dans 100 de sulfate de plomb, il y a 68,39 de plomb.

FIN.

DESCRIPTION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

FIG. 1. *Une paire de balances.*—Le montant, auquel le fléau est suspendu, est vissé sur le couvercle de la boîte, sur laquelle on la voit placée dans la figure; de sorte, qu'en dévissant ce montant, tout ce qui compose la balance, peut être renfermé dans la boîte.

FIG. 2. *Un support à filtrer*, pour placer commodément des entonnoirs *a*, *a*, *a*, et des vases ou jarres de verre *b*, *b*.

FIG. 3. *Râtelier à essai*, ou châssis en bois, composé de tablettes percées, destinées à recevoir des tubes de verre, pour examiner de petites portions de liquides, par l'action de réactifs, ou, pour opérer la dissolution de petites quantités de terres, métaux, et mines, dans des acides, ou autres liquides, à l'aide de la chaleur, sur une bougie ou lampe.

FIG. 4. *Fourneau à lampe sur table.* — Il consiste dans une verge ou montant de laiton, solidement fixé sur un pied de même métal, chargé avec du plomb; sur la longueur de cette verge, sont établis quatre supports métalliques, formés de tiges droites auxquelles sont fixés des anneaux ou cercles de différens diamètres, destinés à recevoir des capsules ou évaporatoires de verre *c*, *c*, ou un entonnoir; chacun de ces cercles, qui glissent sur la verge, ou montant, peut y être fixé à différentes hauteurs, au moyen d'anneaux, qui l'em-

brassent, et têtes à vis de pression, *a*, *a*, *a*, *a*. Au-dessous de ces cercles glissans sur la verge, ou montant, est placée une lampe à esprit de vin *d*, supportée par l'un d'eux, et pouvant être élevée ou baissée, à l'effet de communiquer plus ou moins de chaleur au vaisseau suspendu au-dessus d'elle. Ce fourneau-lampe, est un des moyens les plus convenables d'application d'une chaleur modérée dans des opérations de chimie. On en peut faire ainsi un très-grand nombre dans l intérieur des appartemens, et avec très-peu de dépense.

Fig. 5. *Une bouteille à digestion*, pour opérer des dissolutions.

Fig. 6. *Un chalumeau.* — Voyez page 176.

Fig. 7. *Une cuiller à chalumeau.* — page 186.

Fig. 8. *Pince à chalumeau.* — page idem.

Fig. 9. *Support de creuset* ou *fromage.* — En élevant le creuset de quelques centimètres au-dessus des barres de la grille à feu, dans le fourneau, la partie inférieure, ou le fond du creuset, est efficacement exposée à l'action de la chaleur, ce qui n'a pas lieu, si l'on néglige cette précaution; et, comme la plus grande intensité de la chaleur des fourneaux est toujours en deçà de 6 à 8 centimètres de la grille, le creuset se trouve placé dans la situation la plus avantageuse pour recevoir l'action du feu.

Fig. 10. *Capsule de verre* ou *vase évaporatoire.* — Ces vases doivent être d'un verre très-fort, dans la composition duquel il n'entre point d'oxide de plomb. Ils ne doivent pas être susceptibles de se fendre aisément, et il faut qu'ils puissent très-bien supporter la

température d'une faible chaleur rouge au bain de sable, sans se déformer.

Fig. 11. *Tube pour décanter les liquides* ou *pipette et pour rassembler des précipités* — Cet instrument consiste dans un tube, soufflé en boule dans son milieu. On remplit cette boule du liquide à décanter, en opérant un mouvement de succion, au moyen de la bouche appliquée à l'orifice supérieur du tube, tandis que son extrémité inférieure est plongée dans ce liquide. On applique alors promptement le doigt sur l'orifice supérieur; et, après avoir retiré la pipette de la liqueur, on en porte l'extrémité inférieure au-dessus du vase ou du filtre qui doit la recevoir, et elle s'y écoule, en gouttes, par cette extrémité, lorsqu'on a retiré, avec précaution, le doigt avec lequel on bouchait l'orifice supérieur; ou bien, la boule étant remplie d'eau, on peut l'en chasser en soufflant dans le tube; et, en dirigeant ainsi cette eau contre les parois intérieurs du filtre, on poussera vers le fond, en la lavant; chaque particule du précipité qui adhère à ces parois, et le précipité sera ainsi rassemblé en totalité.

Fig. 12 et 13. *Mortier et piton de porcelaine: biscuit.* — Ces mortiers, excessivement durs, ne sont attaqués par aucun des réactifs chimiques dans l'usage ordinaire. Ils seront capables de supporter de grands chocs, et parfaitement lisses à l'intérieur, de manière que la substance pulvérisée, ne s'attache pas aux parois.

Fig. 14. *Jarre pour précipiter* ou *décanter.*

Fig. 15. *Creuset et son couvert.*

PLANCHE II.

Fig. 1. *Appareil pour l'analyse des sols, ci-devant décrit*, page 241.

Fig. 2. *Bouteille à pesanteur spécifique.* — Elle consiste dans une petite fiole courte de verre, garnie d'un bouchon ajusté à l'émeri, percé d'outre en outre. Cette bouteille remplie d'eau distillée, à une température donnée, doit en contenir exactement 60,120 grammes, ou même un poids quelconque connu. La quantité qu'on reconnaît qu'elle contient de tout autre liquide, à la même température, dénote la pesanteur spécifique de ce dernier liquide. Ainsi, par exemple, si la petite bouteille contient, à une certaine température, 1000 parties d'eau, et, à la même température, 1850 parties d'acide sulfurique, on en conclura, que la pesanteur spécifique de l'acide sulfurique, est à celle de l'eau, comme 1850 est à 1000.

Fig. 3. *Lampe à esprit de vin.* — L'usage de cette lampe est d'une excellente application pour les expériences à faire en petit, qui demandent un degré de chaleur modéré, et beaucoup de propreté dans l'exécution. La flamme de l'esprit de vin qui brûle, étant toujours parfaitement claire, et sans fumée, il ne se forme pas de suie sur le vaisseau soumis à son action. On peut facilement rendre la combustion de ce liquide ou plus lente ou plus accélérée, et produire, par conséquent, plus ou moins de chaleur, en se bornant seulement à augmenter ou diminuer la surface de la mèche de coton sur laquelle l'esprit de vin brûle; pen-

dant tout aussi long-temps que la mèche est librement fournie d'esprit, la flamme est précisément de la même force. L'esprit de vin brûle, en outre, d'une manière plus claire et plus élégante que l'huile, et sans produire d'odeur désagréable; et, s'il s'en renverse, il n'en peut résulter aucun inconvénient. La mèche de la lampe n'est point salie, ni grillée, ou consumée, et le vaisseau sur lequel la flamme agit, ne devient point obscurci par la fumée. La dépense de l'esprit de vin, que peut exiger l'entretien de la lampe pour des expériences, est infiniment peu considérable. *a*, lampe; *c*, cloche de verre adaptée à la lampe, préparée, en l'usant à l'émeri, pour la recouvrir parfaitement lorsqu'on a cessé de s'en servir, afin d'empêcher que l'esprit de vin ne s'évapore de la surface de la mèche.

Fig. 4. *Mortier de fonte*, pour briser les minéraux. Il diffère de la forme ordinaire des mortiers, en ce que celle-ci est circulaire, au lieu d'être conique. Il résulte de cette forme, que la substance n'est pas aussi facilement chassée hors du mortier par les coups du pilon.

Fig. 5. *Verge*, ou *montant*, *garni*, *sur sa longueur*, *de supports mobiles destinés à recevoir des capsules*, *des vases évaporatoires*, etc., etc.; *a*, *b*, représentent *une section d'un bain à vapeur d'eau pour sécher les produits d'analyse*. On met la substance, à dessécher, dans le vase conique de verre *c*, qu'on place au-dessus d'un vaisseau rempli d'eau; et, en disposant ensuite cet appareil au-dessus d'une lampe, on peut opérer la dessication, en faisant bouillir l'eau que contient le vaisseau placé au-dessous du vase, *c*, et en l'entretenant à cet état d'ébullition. *d*,

est un anneau circulaire, ou collet, pour maintenir le verre conique *c* dans sa position.

Fig. 6. *Lampe chimique sur le plan de celle d'Argand.* — La cheminée de la lampe est indiquée 16. Cette lampe, étant aplatie et basse, est d'un usage très-commode. Elle produit une chaleur uniforme, constante, facile à ménager, et qui peut être entretenue pendant plusieurs heures.

ERRATA.

Le lecteur est prié de faire les corrections suivantes :

Page 19, lignes 14 et 15, *est dû à un sel alcalin fixe ;* l'auteur le dit ainsi, mais il faut lire : *est dû à un alcali fixe, ou, carbonate alcalin.*

Page 129, ligne 21, *se précipitera ;* lisez : *se sera précipitée.*

Page 133, ligne 26, effacez *le mélangé.*

Page 139, ligne 29, *en plus de ;* lisez : *en plus du.*

Page 155, ligne 27, *l'idiodure ;* lisez : *l'iodure.*

Page 246, ligne 17, *ce mélangé ;* lisez : *ce mélange.*

Page 266, au titre, *fers pathique ;* lisez : *fer spathique.*

Page 280, ligne 29, page 286, lignes 8, 11 et 21, page 287, ligne 9, *columbium ;* lisez *colombium.*

De l'Imprimerie de Cellot, rue des Grands-Augustins, n° 9.