

**Considérations sur l'analyse qualitative : suivies de l'exposition d'une méthode analytique applicable à la recherche des substances minérales : thèse de chimie présentée à la Faculté des sciences de Strasbourg, et soutenue publiquement le jeudi, 2 août 1832, à midi, pour obtenir le grade de docteur ès-sciences / par H.M.E. Taufflieb.**

### **Contributors**

Taufflieb, H.M. Ed.  
Royal College of Surgeons of England

### **Publication/Creation**

Strasbourg : De l'imprimerie [i.e. l'imprimerie] de F.G. Levrault, 1832.

### **Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/tyupmujb>

### **Provider**

Royal College of Surgeons

### **License and attribution**

This material has been provided by This material has been provided by The Royal College of Surgeons of England. The original may be consulted at The Royal College of Surgeons of England. where the originals may be consulted. This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.

**wellcome  
collection**

Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>

4

16

# CONSIDÉRATIONS

SUR

## L'ANALYSE QUALITATIVE,

SUIVIES

DE L'EXPOSITION D'UNE MÉTHODE ANALYTIQUE APPLICABLE  
A LA RECHERCHE DES SUBSTANCES MINÉRALES.

### THÈSE DE CHIMIE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG,

ET SOUENUE PUBLIQUEMENT

LE JEUDI, 2 AOÛT 1832, A MIDI,

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES,

PAR

**H. M. E. TAUFFLIEB,**

DE BARR (BAS-RHIN),

LICENCIÉ ÈS-SCIENCES, PRÉPARATEUR DE CHIMIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES.



---

**STRASBOURG,**

DE L'IMPRIMERIE DE F. G. LEVRAULT, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE.

1832.

CONSIDÉRATIONS

1825

L'ANALYSE QUALITATIVE

1825

DE L'EXPOSITION D'UNE MÉTHODE ANALYTIQUE APPLICABLE  
A LA DÉTERMINATION DES MÉTAUX MÉTALLIQUES

THÈSE DE DOCTORAT

STATUT UNIVERSITAIRE DU 9 AVRIL 1825.

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG.

ARTICLE 41.

Pour chaque Thèse le Doyen désigne un Président parmi les Professeurs devant qui elle devra être soutenue. Ce Président examine la Thèse en manuscrit; il la signe et il est garant des principes et des opinions que la Thèse contient, sous le rapport de la religion, de l'ordre public et des mœurs.

M. M. H. T. T. T. T. T.

(SIGNED)

DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG

STRASBOURG

DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG

1825

BOYEN DE LA FACULTÉ

Hon

5  
2233  
ge of  
dvare  
calci

ne ID b22383955

9

CONSIDÉRATIONS

L'ANALYSE QUALITATIVE

A MONSIEUR

**BRANTHOMÉ,**

DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES, PROFESSEUR DE CHIMIE.

*M. Branthomé*

DOYEN DE LA FACULTÉ, PROFESSEUR DE CHIMIE.

*Hommage de reconnaissance.*

ED. TAUFFLIEB.

BRANTHOME,  
PRÉSIDENT DE LA THÈSE.

M. Branthome,

DOYEN DE LA FACULTÉ, PROFESSEUR DE CHIMIE.

Us des plus beaux  
étude de la chimie  
science intéressante  
rigoureux, la nature  
de la chimie, com  
contribué au dév  
aujourd'hui encore  
étudient la nature

L'analyse peut  
rens, suivant le  
ou s'appliquer à  
en découvrir la na  
dont elle se comp  
c'est l'analyse qual  
différens principes  
complexe pour en  
elle prend le nom

La première de  
recherche des sub  
sertation.

Pour procéder  
développemens

# CONSIDÉRATIONS

SUR

## L'ANALYSE QUALITATIVE.

---

UN des plus beaux résultats auxquels puisse nous conduire l'étude de la chimie, est sans contredit l'application de cette science intéressante qui nous fait découvrir, par des procédés rigoureux, la nature d'une substance inconnue. Cette branche de la chimie, connue sous le nom d'*analyse*, a puissamment contribué au développement des sciences et des arts, et aujourd'hui encore elle est la boussole de tous les savans qui étudient la nature.

L'analyse peut être envisagée sous deux points de vue différens, suivant le but auquel on veut la faire servir. Elle peut, ou s'appliquer à la recherche d'une matière inconnue, pour en découvrir la nature et faire connaître les différentes parties dont elle se compose sans en évaluer les proportions relatives : c'est l'*analyse qualitative*; ou bien, elle isole successivement les différens principes qui entrent dans la composition d'un corps complexe pour en déterminer les quantités respectives, et alors elle prend le nom d'*analyse quantitative*.

La première de ces deux espèces d'analyses, appliquée à la recherche des substances minérales, fera le sujet de cette dissertation.

Pour procéder avec ordre, j'entrerai d'abord dans quelques développemens sur les difficultés que présente l'analyse quali-

tative, afin de faire sentir les avantages d'une bonne méthode analytique; j'indiquerai ensuite les conditions qui doivent régler l'exécution d'une pareille méthode, et je terminerai par l'exposition d'une marche analytique dont l'emploi me paraît utile dans la pratique, sous le rapport de sa simplicité et de la certitude de ses résultats.

Le but de l'analyse qualitative étant de déterminer la nature d'une matière inconnue quelconque, il est naturel d'admettre que, pour pouvoir appliquer cette science, il faudrait avant tout connaître, et avoir constamment présentes à la mémoire, les propriétés caractéristiques de chaque substance. Mais quelle expérience et quelle habitude ne faudrait-il pas supposer au chimiste qui voudrait, d'après ces seules connaissances, se livrer aux recherches analytiques, lorsqu'on se rappelle que les corps minéraux peuvent se présenter sous une multitude de formes différentes, capables d'induire en erreur l'observateur le plus exercé? Et lors même que l'on posséderait toutes ces connaissances réunies à un jugement éclairé par une longue pratique, on n'en serait pas moins embarrassé dans la plupart des recherches qu'il faudrait faire pour découvrir la nature d'une substance inconnue, si on n'avait que ces seuls moyens pour y parvenir. En effet, la plupart des corps ne pouvant être reconnus par leurs caractères extérieurs, mais exigeant, pour leur détermination, un certain nombre d'essais qui sont du ressort de la chimie, on prévoit que ces sortes de recherches devraient être le plus souvent extrêmement longues et laborieuses. N'ayant aucune donnée sur la nature de la substance à examiner, on la soumettrait à une foule d'expériences différentes et opposées, jusqu'à ce que l'on rencontrât par hasard celle qui s'appliquerait spécialement à la matière inconnue, et qui serait propre à la faire reconnaître. Des procédés aussi incertains seraient déjà seuls capables de rebuter ceux qui

voudraient s'occuper  
encore bien plus d  
à peu près inutiles  
à démontrer l'in  
était complexe, si  
certain nombre de  
chacun de ces cor  
courir, au moins  
ne pouvons recon  
que par sa manie  
conçoit facilement  
mélange, ils pour  
d'où résulteraient  
serait presque imp  
la nature de ces n

Une autre diffi  
venons de signaler  
recherches. Il y  
sembler par tou  
conque prise iso  
caractère qui ne s  
réunies. Ainsi, par  
essentiellement, p  
de zinc, de mercu  
caractères des sels  
sivement et comm  
viens de nommer  
réunies dans une

1 Par réaction à l'air  
substances un change  
optique, etc., pover

2015

b2238

College of  
Edvard  
icis calca

ne ID

b22383955

9

voudraient s'occuper de recherches analytiques, si des obstacles, encore bien plus difficiles à surmonter, n'achevaient de rendre à peu près inutiles les moyens d'analyse, dont nous cherchons à démontrer l'insuffisance. En effet, si la matière à examiner était complexe, si c'était un mélange ou une combinaison d'un certain nombre de corps différens, la connaissance exacte de chacun de ces corps ne suffirait même plus pour les faire découvrir, au moins dans un grand nombre de cas. Comme nous ne pouvons reconnaître la nature chimique d'une substance que par sa manière de se comporter avec les réactifs<sup>1</sup>, on conçoit facilement que, lorsqu'on fait agir ces derniers sur un mélange, ils peuvent attaquer plusieurs substances à la fois, d'où résulteraient des effets tellement variés et confus, qu'il serait presque impossible d'en tirer la moindre conclusion sur la nature de ces matières.

Une autre difficulté, non moins grave que celle que nous venons de signaler, peut encore venir compliquer ce genre de recherches. Il y a des corps du règne minéral qui, sans ressembler par toutes leurs propriétés à une autre substance quelconque prise isolément, ne présentent cependant pas un seul caractère qui ne se retrouve dans un certain nombre de matières réunies. Ainsi, par exemple, les dissolutions de plomb diffèrent essentiellement, par l'ensemble de leurs propriétés, de celles de zinc, de mercure, de baryte, d'argent et de bismuth; mais les caractères des sels de plomb sont tels qu'on les retrouve successivement et comme par fractions dans les différentes bases que je viens de nommer, en sorte que, si ces dernières se trouvaient réunies dans une même dissolution, le mélange présenterait

---

<sup>1</sup> Par réactifs il faut entendre ici tous les agens capables de produire dans les substances un changement propre à les faire reconnaître. Le calorique, l'air atmosphérique, etc., peuvent devenir des réactifs d'après cette définition.

toutes les propriétés des sels de plomb, outre celles qui appartiennent à chaque base en particulier. Il en résulte qu'il serait impossible de constater par les moyens ordinaires la présence du plomb dans un pareil mélange, puisque les résultats que donneraient les réactifs (propres à découvrir ce sel métallique) pourraient appartenir tout aussi bien aux bases qui accompagnent le plomb, qu'à ce dernier métal lui-même.

Nous allons, pour justifier ces assertions, exposer les principaux caractères des sels de plomb, et indiquer en même temps les bases qui présentent les mêmes propriétés. Il est bon de remarquer que les différens sels dont il va être question, n'ont aucune action les uns sur les autres; de manière que, dans la pratique, on peut très-bien les rencontrer réunis dans une même dissolution.

*Propriétés caractéristiques des sels de plomb.*

Les sels de plomb donnent, avec l'acide sulfurique, un précipité blanc insoluble.

Un précipité noir avec l'acide hydrosulfurique.

Un précipité blanc avec l'hydrocyanate ferruré de potasse.

Un précipité jaune avec le chromate de potasse.

Un précipité blanc avec l'acide hydrochlorique; le précipité est insoluble dans l'ammoniaque.

Un précipité jaune avec les hydriodates.

*Sels qui présentent les mêmes propriétés.*

Sels de baryte.

Sels de mercure.

Sels de zinc.

Sels de baryte.

Sels de mercure (proto).

Sels d'argent.

*Propriétés caractéristiques des sels de plomb.*  
 Un précipité blanc insoluble.  
 Un précipité métallique dans leur dissolution.  
 Chauffés en chaudière carbonatée de soude donnent un bichromate qui s'aplatit sous le briquet, en même temps du charbon sur la présence, se recouvre jaunâtre.  
 La saveur des sels de plomb est sucrée.  
 Nous voyons la présence du plomb dans un précipité blanc, même par toutes les propriétés du même exemple ne qui achèveront d'être un auxiliaire, d'une recherche du chlore lyse où les procédés pour conduire doivent nécessairement être exclusivement. Et pour nous en citer, supposons que

2015

b2238

College of

Edvard

icis calci

ne ID

b22383955

9

*Propriétés caractéristiques des sels de plomb.*

Un précipité blanc avec les alcalis : ce précipité devient jaune par la calcination.

Un précipité métallique, lorsqu'on plonge dans leur dissolution une lame de zinc.

Chauffés au chalumeau avec du sous-carbonate de soude, les sels de plomb donnent un bouton métallique qui s'aplatit sous le marteau sans se briser, en même temps que la partie du charbon sur laquelle on fait l'expérience, se recouvre d'une poussière jaunâtre.

La saveur des sels de plomb est douceâtre.

*Sels qui présentent les mêmes propriétés.*

Sels de bismuth.

Sels de bismuth.

Ce résultat cesse d'être caractéristique par la présence d'un sel de bismuth, qui détruit la malléabilité du bouton de plomb, et produit également une poussière jaunâtre qui recouvre le charbon.

Cette saveur devient imperceptible par la présence des autres sels.

Nous voyons donc combien il serait difficile de constater la présence du plomb dans le mélange que nous venons d'indiquer, même pour quelqu'un qui connaîtrait parfaitement toutes les propriétés chimiques de cette base métallique. Ce même exemple nous conduit encore à quelques considérations qui achèveront de faire sentir la nécessité de quelque moyen auxiliaire, d'une méthode générale et sûre, pour guider les recherches du chimiste. Il se présente, en effet, des cas d'analyse où les procédés ordinaires, non-seulement ne suffisent plus pour conduire à la découverte d'une matière inconnue, mais doivent nécessairement induire en erreur celui qui les emploierait exclusivement.

Et pour nous en tenir au seul exemple que nous avons déjà cité, supposons que nous ayons à examiner un mélange dans

lequel entreraient toutes les bases dont il a été question plus haut, excepté le plomb. En traitant la matière inconnue successivement par les réactifs les plus usités, tels que les acides sulfurique, hydrosulfurique, chromique, hydriodique, les alcalis, la chaleur, etc., nous obtiendrions exactement tous les résultats qui caractérisent une dissolution de plomb; et certes nous n'hésiterions pas d'affirmer que ce métal existe dans le mélange, lors même que ce dernier n'en contiendrait pas un atome!

Il faudrait donc, pour éviter cette méprise, s'assurer de l'absence de la baryte, du bismuth, du mercure, etc., dans toutes les dissolutions où les réactifs auront fait découvrir le plomb, afin d'être bien sûr que les résultats obtenus appartiennent au plomb seul, et non aux autres bases avec lesquelles ce métal pourrait être confondu. Comme il faudrait étendre cette précaution à tous les mélanges qui pourraient présenter l'inconvénient que nous venons de signaler (et le nombre de ces mélanges paraît être assez grand), nous pourrions regarder comme insurmontables les difficultés que présenterait l'analyse qualitative, si nous n'avions pour seule ressource que la connaissance des corps que nous cherchons à découvrir.

Mais nous trouverons dans l'application d'une méthode bien ordonnée le moyen de vaincre tous les obstacles dont nous avons fait mention jusqu'à présent. Nous verrons avec quelle facilité elle nous fera résoudre les problèmes d'analyse les plus compliqués, et parvenir, même avec des connaissances médiocres, à des résultats qui auraient souvent exigé la sagacité et l'expérience d'un chimiste exercé.

Pour mieux exposer le mécanisme de cette méthode, reprenons l'exemple dont nous nous sommes déjà occupé plus haut. Supposons que nous ayons à examiner une dissolution contenant les nitrates de plomb, de zinc, de mercure, de baryte, d'argent et de bismuth, et admettons pour un moment que ces

six bases existent  
les caractères d  
autres bases m  
par une de ses p  
observation va r  
et voici comme  
réactifs qui ont l  
pas agir au moim  
par ce moyen d'é  
cipe nous pourr  
avec lesquelles le  
étudier les caract  
dre aucune espèce  
En effet, en ver  
sulfurique étendu  
sulfate, ainsi que  
ront en dissoluti  
premières bases.  
blent par leur n  
différer entre eu  
Ils se comportent  
d'ammoniaque : en  
sel ammoniacal, le  
Ce caractère perm  
le précipité blanc  
mais il ne fera pas d  
sera masquée par la  
découvrir cette bas  
première, et la trai  
pitiera toutes les base  
séparer des autres m  
vu que la baryte es

six bases existent seules dans la nature. Nous avons vu que tous les caractères du plomb se retrouvent partiellement dans les autres bases métalliques, mais que le premier diffère au moins par une de ses propriétés de chacune de ces dernières : cette observation va nous fournir le moyen d'arriver à notre but, et voici comment. Si nous traitons le mélange par un de ces réactifs qui ont la propriété de s'emparer du plomb et de ne pas agir au moins sur l'une des autres bases, il sera possible par ce moyen d'éliminer cette dernière. D'après le même principe nous pourrons successivement écarter les autres bases avec lesquelles le plomb est mélangé, pour pouvoir ensuite étudier les caractères de ce dernier, sans n'avoir plus à craindre aucune espèce de méprise.

En effet, en versant dans notre dissolution un excès d'acide sulfurique étendu d'eau, le plomb sera précipité à l'état de sulfate, ainsi que la baryte; mais tous les autres métaux resteront en dissolution, ce qui permettra de les séparer des deux premières bases. Les sels de baryte et de plomb, qui se ressemblent par leur manière d'agir sur l'acide sulfurique, doivent différer entre eux par quelque-une de leurs autres propriétés. Ils se comportent, en effet, différemment avec l'hydrosulfate d'ammoniaque : en traitant le mélange des deux sulfates par ce sel ammoniacal, le plomb noircira et la baryte restera blanche. Ce caractère permettra bien de reconnaître le plomb, lorsque le précipité blanc obtenu par l'acide sulfurique en contient; mais il ne fera pas distinguer la baryte, dont la couleur blanche sera masquée par la couleur noire du sulfure de plomb. Pour découvrir cette base alcaline, il faut revenir à la dissolution première, et la traiter par l'acide hydrosulfurique, qui précipitera toutes les bases, excepté la baryte et le zinc, que l'on peut séparer des autres métaux par la filtration; or, nous avons déjà vu que la baryte est précipitée par l'acide sulfurique, et que

le zinc n'est pas attaqué par ce réactif : l'acide sulfurique, versé dans le liquide filtré, pourra donc nous démontrer la présence de la baryte par un précipité blanc. On pourra de cette manière découvrir successivement toutes les autres bases que nous avons déjà nommées.

Les procédés que nous avons employés pour reconnaître la présence du plomb et de la baryte, seraient exacts, si les six bases auxquelles nous avons exclusivement porté notre attention, existaient seules dans la nature; mais comme il n'en est pas ainsi, et qu'au contraire le nombre des substances avec lesquelles ces mêmes bases pourraient être confondues est assez grand, il est évident que la marche que nous avons suivie d'après notre première supposition, ne pourrait être appliquée à tous les cas où il s'agirait de découvrir les bases dont nous venons de faire mention. Il pourrait se faire, en effet, que, parmi les différens corps qui peuvent accompagner ces mêmes bases, plusieurs soient susceptibles de donner avec les réactifs les mêmes résultats que ceux qui nous ont servi à distinguer ces dernières dans le cas particulier dont nous venons de nous occuper. C'est ainsi que, dans notre exemple, l'acide sulfurique et l'hydrosulfate d'ammoniaque ont suffi pour faire reconnaître la baryte; mais les résultats obtenus par ces deux réactifs cesseraient d'être caractéristiques, si le mélange contenait un sel de chaux ou de strontiane.

Il est donc nécessaire de comprendre tous les corps du règne minéral dans l'étude comparative que l'on doit faire de leurs différentes propriétés, pour découvrir une marche constante et sûre, que nous puissions adopter pour toute espèce de recherches analytiques. Pour y parvenir, il faut faire pour tous les corps minéraux un travail semblable à celui que nous avons indiqué, pour découvrir les six bases dont il a été question plus haut; c'est-à-dire qu'il faut étudier toutes les propriétés de chacune

de ces substances,  
 d'aire de cet exan  
 peuvent les faire  
 blés. Comme le no  
 fini, il est impossibi  
 ensuite poser les ré  
 chacune d'elles : il  
 pratique, d'être ob.  
 de préceptes spéci  
 nombre de substan  
 tante qui soit appl  
 qui imprime à nos  
 mathématique qui  
 teindront jamais le  
 teindre à certaine  
 tous les corps réuni  
 moyen d'y constat  
 d'eux, que l'on au  
 dra tous les cas pa  
 duquel on sera par  
 tances de ce mélan  
 dont nous venons de  
 pour arriver à ce ré  
 pourrait le croire,  
 ment : nous verrons q  
 lorsque nous serons p  
 différentes catégories  
 communes à plusieurs  
 Je n'ai pas cru pou  
 servir de la méthode  
 DE CANDOLLE ont appli  
 tanique. En effet, les

de ces substances, les comparer entre elles, pour pouvoir déduire de cet examen comparatif les véritables caractères qui peuvent les faire distinguer dans toutes les combinaisons possibles. Comme le nombre de ces combinaisons est presque indéfini, il est impossible de les envisager séparément, pour pouvoir ensuite poser les règles qui doivent guider nos recherches pour chacune d'elles : il serait d'ailleurs bien embarrassant, dans la pratique, d'être obligé de recourir au hasard à une multitude de préceptes spéciaux, qui ne s'étendraient qu'à un très-petit nombre de substances. Il faut une méthode générale et constante qui soit applicable à tous les cas possibles d'analyse, et qui imprime à nos recherches cette certitude et cette rigueur mathématique qui caractérise la chimie moderne, et que n'atteindront jamais les procédés d'analyse que l'on a voulu restreindre à certaines classes de substances. C'est en supposant tous les corps réunis dans un même mélange, et en indiquant le moyen d'y constater successivement la présence de chacun d'eux, que l'on aura résolu ce problème général qui comprendra tous les cas particuliers. Le procédé analytique, au moyen duquel on sera parvenu à isoler successivement toutes les substances de ce mélange, constituera cette méthode universelle dont nous venons de parler. Les difficultés qu'il faut surmonter pour arriver à ce résultat, ne sont pas aussi grandes que l'on pourrait le croire, pour peu que l'on procède méthodiquement : nous verrons que la question se sera beaucoup simplifiée, lorsque nous serons parvenus à classer toutes les substances en différentes catégories, d'après certaines propriétés qui sont communes à plusieurs d'entre elles.

Je n'ai pas cru pouvoir mieux réussir, qu'en essayant de me servir de la méthode *par bifurcation*, que MM. DE LAMARCK et DE CANDOLLE ont appliquée avec tant de succès à l'analyse botanique. En effet, les corps minéraux sont, par leurs propriétés

chimiques, susceptibles d'être distingués et classés de même que les plantes peuvent l'être d'après leurs caractères botaniques. Je n'ai, au reste, appliqué la méthode qu'aux substances qui se présentent habituellement dans la nature; je n'ai point cru devoir l'étendre aux productions rares qui ne se trouvent guère que dans les cabinets des savans ou dans les collections publiques: j'aurais par là singulièrement embarrassé la marche analytique que nous suivons, et manqué le but que je me suis proposé d'atteindre, en cherchant à rendre mon travail de quelque utilité pratique. D'ailleurs les différens produits que nous avons passés sous silence présentent, pour la plupart, des caractères tellement originaux, si l'on peut se servir de cette expression, qu'il serait impossible de ne pas les reconnaître, si jamais ils se présentaient à nos recherches. Quant aux matériaux nécessaires à mon travail, je les dois en partie à l'excellent ouvrage sur l'analyse, de M. H. ROSE<sup>1</sup>, qui m'a servi de guide et de modèle, et en partie aux recherches que j'ai eu occasion de faire moi-même depuis plusieurs années sous la direction de M. BRANTHOMÉ, doyen de la Faculté, qui a bien voulu encourager mes efforts en m'assistant de ses conseils et de ses lumières.

#### EXPOSITION DE LA MÉTHODE.

Lorsqu'on jette un coup d'œil sur le grand nombre et la variété des combinaisons que peuvent produire cinquante-quatre corps simples, on conçoit à peine la possibilité de comprendre dans une même classification analytique cette multitude de corps connus sous les divers noms d'oxides, d'acides, de sels, d'alliages, de composés binaires sulfurés, phosphu-

<sup>1</sup> *Handbuch der analytischen Chemie.*

rés, etc. Mais les  
peuvent être tra  
pas à cet état,  
est aisé de s'aper  
blement nos recel  
des sels, forme à  
substances minér  
un moyen sûr e  
par suite déterm  
les corps, sous  
pour exemple le  
ordinairement d  
brune noirâtre, e  
chimiques sont as  
priétés de ce sulf  
formerons de sui  
la nature au mo  
à l'étude des sel  
suffira pas de sa  
en sulfate de zin  
trouaient primi  
nous indiquerons  
tion. Ce que nous  
pônerons à tous  
ches, quelle que s  
Je suppose main  
nière inconnue qu  
ter. Si la forme, s  
doute sur sa natur  
appartient au régr  
ardens, et enfin  
tré; si la substance

015  
b2238  
College of  
Edvard  
LOUIS CALCI

ne ID b22383955

rés, etc. Mais lorsqu'on fait attention que toutes ces substances peuvent être transformées en sels quand elles ne se présentent pas à cet état, et que le nombre de ces sels est assez limité, il est aisé de s'apercevoir qu'il est possible de simplifier considérablement nos recherches, puisqu'il suffira de les borner à l'étude des sels, forme à laquelle il est possible de ramener toutes les substances minérales connues. Il ne s'agira plus que de trouver un moyen sûr et facile de reconnaître les sels, pour pouvoir par suite déterminer avec une égale facilité la nature de tous les corps, sous quelque forme qu'ils se présentent. Prenons pour exemple le sulfure de zinc (blende) que l'on rencontre ordinairement dans la nature sous la forme d'une matière brune noirâtre, et dont les caractères minéralogiques et même chimiques sont assez obscurs; au lieu de chercher dans les propriétés de ce sulfure le moyen de le reconnaître, nous le transformerons de suite en sulfate, dont il sera facile de déterminer la nature au moyen de la méthode que nous avons appliquée à l'étude des sels (voyez page 17 et les suivantes). Mais il ne suffira pas de savoir que la matière inconnue a été transformée en sulfate de zinc, il faut aussi connaître l'état dans lequel se trouvaient primitivement le soufre et le zinc de ce sulfate: nous indiquerons plus bas le moyen de résoudre cette question. Ce que nous avons fait pour le sulfure de zinc, nous l'appliquerons à tous les corps qui peuvent s'offrir à nos recherches, quelle que soit d'ailleurs leur nature.

Je suppose maintenant que nous ayons à examiner une matière inconnue quelconque; voici comment il faudra la traiter. Si la forme, sous laquelle elle se présente, laisse quelque doute sur sa nature inorganique, on s'assurera d'abord si elle appartient au règne minéral en la mettant sur les charbons ardents, et ensuite en la traitant par l'acide sulfurique concentré; si la substance ne noircit pas dans ces deux cas, elle appar-

le même que  
botaniques  
stances qui se  
point cru de-  
uvent guère  
étions publi-  
marche ana-  
e je me suis  
u travail de  
produits que  
plupart, des  
rvir de cette  
connaître, si  
t aux maté-  
rie à l'excel-  
servi de guide  
à en occasion  
s la direction  
à bien voulu  
sels et de ses  
E.  
nombre et la  
re cinquante-  
bilité de com-  
ne cette multi-  
ides, d'acides,  
rés, phosphu-

tient à la classe des corps minéraux : on la traitera ensuite par l'eau distillée, après l'avoir réduite en poudre; on filtrera et on examinera le liquide filtré d'après la méthode §. I. L'eau distillée peut dissoudre des sels, des acides et des oxides : on distinguera facilement ces deux dernières classes de substances au moyen du papier de tournesol bleu ou rouge, et encore mieux par l'absence de l'un ou de l'autre des deux principes salifiables (de l'oxide ou de l'acide); on examinera, au reste, l'oxide comme au §. I, et l'acide comme au §. II (voyez pages 17 — 24). Si la dissolution par l'eau distillée n'a pas été complète, on soumet le résidu insoluble à l'action de l'acide nitro-hydrochlorique aidée par une douce chaleur; la nouvelle dissolution que l'on obtiendra de cette manière, sera examinée comme aux §. I et §. II. Toutes les substances se dissoudront dans l'eau régale, excepté le sulfate de baryte, le sulfate de strontiane, le sulfate de chaux, le sulfate de plomb, le chlorure d'argent et la silice.

Il est important de remarquer que l'eau régale n'agit point dans cette circonstance comme simple dissolvant, mais qu'elle transforme les substances sur lesquelles elle a de l'action en sels solubles dans l'eau, et surtout dans l'eau acidulée. En effet, les matières que l'eau distillée n'a pu dissoudre, et qui sont solubles dans l'acide nitro-hydrochlorique, sont ou des métaux, ou des oxides, ou des composés binaires sulfurés, phosphurés, etc., ou, enfin, de sous-sels susceptibles de passer à l'état de sels acides sous l'influence de l'eau régale. La transformation de ces diverses substances en sels a lieu par suite de la décomposition de l'acide nitrique, qui cède une partie de son oxygène aux corps non oxygénés, et se dégage en partie à l'état de gaz deutoxide d'azote, tandis que l'acide hydrochlorique se combine avec le nouvel oxide pour le convertir en hydrochlorate soluble dans l'eau; ou bien, si l'eau

régale a été faite  
gardée comme un  
chloro déterminé  
de la décomposition  
transformé en aci  
l'oxide qui vient de  
cette action sera un  
dissoudre est un ox  
si c'est un composé  
aux deux élémé  
tro-négatif ou acid  
sel qui puisse être d  
par exemple, le ph  
phate de plomb; tan  
formé en hydrochlor  
bonate de fer qui  
l'acide hydrochlori  
chlorures, excepté  
que tous les phosph  
sulfates se dissolv  
l'acide chloro-nitro  
minérales: j'ai indiqu  
qui font exception.

Nous pouvons con  
fois que nous pourr  
par l'eau régale une  
l'acide nitrique ou l'hy  
et de cet acide exist  
l'on examine. Il ne s

Le protochlorure de me  
l'eau régale, en se transformant

régale a été faite depuis long-temps (et alors elle doit être regardée comme un mélange de chlore et d'acide nitreux); le chlore détermine l'oxidation de la matière insoluble par suite de la décomposition de l'eau, en même temps qu'il est lui-même transformé en acide hydrochlorique, capable de dissoudre l'oxide qui vient de se former. Dans tous les cas le résultat de cette action sera un hydrochlorate, si la matière que l'on veut dissoudre est un oxide ou un corps simple oxidable; ou bien, si c'est un composé binaire, ce sera un sel qui aura pour radicaux les deux élémens du composé, pourvu que l'élément électro-négatif ou acidifiable ne soit pas susceptible de former un sel qui puisse être décomposé par l'acide hydrochlorique. Ainsi, par exemple, le phosphore de plomb sera converti en phosphate de plomb; tandis que le carbure de fer (l'acier) sera transformé en hydrochlorate de fer et en acide carbonique (le carbonate de fer qui devait se produire étant décomposable par l'acide hydrochlorique). Or, comme tous les hydrochlorates ou chlorures, excepté celui d'argent<sup>1</sup>, sont solubles dans l'eau; que tous les phosphates, borates, arséniates et la plupart des sulfates se dissolvent dans l'eau acidulée, il est évident que l'acide chloro-nitreux doit dissoudre la plupart des substances minérales: j'ai indiqué plus haut le petit nombre de substances qui font exception.

Nous pouvons conclure de ce qui précède, que, toutes les fois que nous pourrons constater dans la dissolution obtenue par l'eau régale une base quelconque, ou un acide autre que l'acide nitrique ou hydrochlorique, les radicaux de cette base et de cet acide existaient primitivement dans la matière que l'on examine. Il ne s'agit plus que de déterminer à quel état

<sup>1</sup> Le protochlorure de mercure devient également soluble par le seul contact de l'eau régale, en se transformant en deuto.

se trouvaient ces différentes substances dans le mélange inconnu : les considérations suivantes peuvent nous guider dans la solution de ce problème.

Nous ne perdrons pas de vue, d'abord, que les acides ne peuvent dissoudre un corps solide qu'autant que celui-ci est déjà oxidé; de là un moyen facile de reconnaître si une substance est combinée à l'oxygène, ou si elle ne l'est pas. En effet, si nous la traitons par l'acide nitrique étendu d'eau, et à une douce chaleur, cet acide la dissoudra sans se décomposer si elle est déjà oxidée; dans le cas contraire, il ne pourra la dissoudre qu'en lui cédant une partie de son oxygène pour la transformer en base salifiable (ou en acide, si le radical sur lequel il doit agir, est acidifiable): cette réaction est alors manifestée par un dégagement de gaz acide nitreux<sup>1</sup>, résultant de la décomposition d'une partie de l'acide nitrique. Si nous étendons cette observation aux différens cas particuliers qui peuvent s'offrir dans la pratique, nous verrons qu'il est toujours possible de préciser l'état dans lequel peuvent se présenter les différentes parties d'un mélange.

1.° Si la matière solide, traitée par l'acide nitrique étendu, s'y dissout avec dégagement d'acide nitreux, et se transforme en un sel autre que le nitrate, les deux radicaux de ce nouveau sel auront formé la combinaison inconnue. C'est ainsi que l'arséniure de cobalt serait converti par l'acide nitrique en arséniate acide de cobalt soluble.

2.° Si la dissolution ne contient que des nitrates, et si elle a été accompagnée des mêmes phénomènes que ceux que nous venons de signaler, les bases de ces différens nitrates auront existé dans le mélange à l'état de corps simple ou d'alliage.

<sup>1</sup> Le gaz qui résulte de la décomposition de l'acide nitrique est du deutocide d'azote, qui se transforme au contact de l'air en gaz acide nitreux.

La dissolution ne  
cuivre, ou bien les  
la matière sur laq  
cuivre métallique

3.° Si la dissoluti  
rutilantez, la subst  
le mélange à l'état  
réactifs auront indi  
d'un sel étranger, o  
que. Si, par exemp  
solin que du nitrat  
été que de l'oxide d  
phate acide de plom  
connu à l'état de sou

En résumé, les sul  
d'oxygène ou oxygè  
nitrique a eu lieu a

On peut se disp  
nitrique, et traiter  
régale, pour peu q  
miques. Il est vrai  
concentrés réagissen  
du chlore et de l'aci  
ga lorsqu'on élève la  
induire en erreur, et  
de l'acide nitreux est  
par l'acide nitrique  
deux acides, et n'è  
dant la dissolution, il  
si la substance que l'  
l'acide nitrique, il se  
du corps solide, elle

La dissolution ne contiendra, par exemple, que du nitrate de cuivre, ou bien les deux nitrates de zinc et de cuivre, suivant que la matière sur laquelle on a fait agir l'acide nitrique aura été du cuivre métallique pur, ou un alliage de zinc et de cuivre.

3.° Si la dissolution s'est opérée *sans dégagement de vapeurs rutilantes*, la substance inconnue existait primitivement dans le mélange à l'état de sel, ou à l'état d'oxide, suivant que les réactifs auront indiqué dans la dissolution nitrique la présence d'un sel étranger, ou simplement une base unie à l'acide nitrique. Si, par exemple, nous ne découvrons dans ce liquide salin que du nitrate de plomb, la matière inconnue n'aurait été que de l'oxide de plomb; mais si nous y trouvions du phosphate acide de plomb, ce sel existait déjà dans le mélange inconnu à l'état de sous-phosphate.

En résumé, les substances que l'on veut dissoudre sont privées d'oxygène ou oxygénées, suivant que leur dissolution par l'acide nitrique a eu lieu *avec* ou *sans* dégagement d'acide nitreux.

On peut se dispenser de cet essai préliminaire par l'acide nitrique, et traiter tout de suite la matière inconnue par l'eau régale, pour peu que l'on ait l'habitude des manipulations chimiques. Il est vrai que les acides nitrique et hydrochlorique concentrés réagissent l'un sur l'autre, de manière à produire du chlore et de l'acide nitreux qui se dégagent sous forme de gaz lorsqu'on élève la température, ce qui pourrait peut-être induire en erreur, en donnant lieu de croire que la formation de l'acide nitreux est due à l'oxidation de la matière inconnue par l'acide nitrique. Mais si l'on étend d'eau le mélange des deux acides, et si l'on observe avec soin ce qui se passe pendant la dissolution, il est impossible de se méprendre. En effet, si la substance que l'on veut dissoudre s'oxide aux dépens de l'acide nitrique, il se manifeste une vive effervescence autour du corps solide, effervescence qui est due à la production de

gaz d'oxide d'azote, qui se dégage par une infinité de petites bulles, et vient remplir d'abondantes vapeurs rutilantes le vase dans lequel on fait la dissolution. Lorsque, au contraire, la matière est déjà oxidée, la dissolution se fait à froid sans effervescence, et les vapeurs nitreuses, résultant de l'action de l'acide hydrochlorique sur l'acide nitrique, sont à peine sensibles. Il nous reste encore un autre moyen de nous assurer de la présence des corps oxidés dans un mélange : c'est l'acide hydrochlorique, qui peut dissoudre à froid la plupart de ces corps, sans agir sur ceux qui sont privés d'oxygène. Il attaque à la vérité quelques métaux purs ou sulfurés; mais cette réaction est suffisamment caractérisée par un dégagement d'hydrogène ou de gaz acide hydrosulfurique, ce qui prévientra toujours toute espèce d'erreur.

Revenons maintenant aux substances qui n'ont pas été dissoutes par l'eau régale. On fera bouillir ce résidu dans une dissolution de sous-carbonate de soude ou de potasse. La silice et le chlorure d'argent resteront intacts, tandis que tous les autres sels seront décomposés : il se produira un échange de bases et d'acides, d'où il résultera du sulfate de potasse et un carbonate de la base inconnue. On filtrera ; le sel de potasse, qui est soluble, passera, tandis que le nouveau carbonate restera sur le filtre. On traitera ce dernier par l'acide nitrique ou hydrochlorique, pour en dissoudre la base dont on pourra constater la nature par le procédé du §. I. On cherchera ensuite dans la dissolution filtrée, et par la méthode §. II, l'acide inconnu, qui est devenu soluble par sa combinaison avec la potasse. Si, par exemple, le résidu insoluble dans l'eau régale était composé de sulfate de baryte et de sulfate de plomb, en le traitant par une dissolution bouillante de sous-carbonate de potasse, il y aurait décomposition et formation de carbonates de baryte et de plomb insolubles, et de sulfate de potasse soluble. Les

deux carbonates  
formeraient en  
soluble en s'unis  
des acides du §.

Les matières s  
altérés par la di  
resteront égaleme  
nitrique. Ce cara  
point, servir à dis  
plus que le chlor  
différens mélange  
quérir une certitu  
tances, il faut les  
nate de soude : la  
transformera en v  
l'argent sera rédu  
brillant. On peut  
des matières silic  
verre, sur lequel

Procédé pour découvr

Si la dissolution de  
l'acide par quelq  
On traite ensuite un  
1 excès d'acide hydro  
liquous degré fort  
Il y a un précip  
Point de précip

deux carbonates, soumis à l'action de l'acide nitrique, se transformeraient en nitrates; tandis que l'acide sulfurique, devenu soluble en s'unissant à la potasse, rentrerait dans la catégorie des acides du §. II.

Les matières siliceuses et le chlorure d'argent, n'étant point altérés par la dissolution bouillante de carbonate de potasse, resteront également insolubles lorsqu'on les traitera par l'acide nitrique. Ce caractère négatif pourrait déjà, jusqu'à un certain point, servir à distinguer la nature du dépôt siliceux, d'autant plus que le chlorure d'argent se rencontre rarement dans les différens mélanges que l'on peut avoir à examiner. Pour acquérir une certitude complète sur la nature de ces deux substances, il faut les chauffer au chalumeau avec du sous-carbonate de soude : la silice se dissoudra avec effervescence et se transformera en un globule de verre transparent, tandis que l'argent sera réduit sous la forme d'un petit bouton métallique brillant. On peut encore s'assurer plus facilement de la nature des matières siliceuses, en les frottant contre une plaque de verre, sur laquelle elles laisseront un grand nombre de stries.

§. I.

*Procédé pour découvrir les différentes bases d'une dissolution saline complexe.*

- Si la dissolution à examiner est neutre, il faut d'abord l'acidifier par quelques gouttes d'acide hydrochlorique.
- On traite ensuite une partie de cette dissolution par un excès d'acide hydrosulfurique liquide, jusqu'à ce que la liqueur dégage fortement l'odeur d'œufs pourris.
- Il y a un précipité..... 2
- Point de précipité..... 8

- 1 On sépare le précipité par le filtre, et l'on conserve le liquide filtré pour l'examiner plus tard comme au n.° 8. (Cette liqueur sera désignée par la lettre A.)
- 2 On étendra ensuite d'eau distillée une autre partie de la dissolution première.
- Elle devient laiteuse ..... 3
  - Elle reste transparente..... 5
- 3 On sépare le précipité par le filtre, et on le traite, après l'avoir lavé, par de l'acide nitrique concentré.
- Le précipité se redissout complètement..... 4
  - Le précipité reste en partie insoluble..... ANTIMOINE.
- 4 Cette dissolution nitrique est traitée par un excès de potasse.
- Précipité blanc qui devient jaune par la calcination. BISMUTH.
  - Précipité jaune orangé qui disparaît à une chaleur rouge. MERCURE (deuto).
- 5 On verse dans une partie de la dissolution première de l'acide hydrochlorique en excès.
- Précipité blanc insoluble dans le chlore liquide..... ARGENT.
  - Point de précipité, ou précipité soluble dans l'eau chlorurée..... 6
- 6 Une autre partie de la dissolution première est traitée par un excès d'acide sulfurique étendu.
- Il se forme un précipité blanc noircissant par l'hydro-sulfate d'ammoniaque..... PLOMB.
  - Point de précipité..... 7

1 La dissolution ne serait point troublée par l'eau si elle était extrêmement acide, et si elle ne contenait qu'une très-petite quantité de l'une des bases qui peuvent être précipitées par l'eau distillée. Il faut donc avoir la précaution de chasser l'excès d'acide par l'évaporation, avant de procéder à l'essai par l'eau distillée, à moins que l'on ne soit sûr d'avance que le liquide que l'on examine ne contient ni de l'antimoine ni du bismuth.

On verse da  
excès d'ammon  
Si la liq  
Une goutte  
plaque de cuivr  
y produit une  
qui devient plus  
un bouchon de l  
On traite par  
dissolution de n.  
sulfurique, et en  
liquor filtrée pa  
un excès d'acide  
Si l'on obti  
Si l'on soupçon  
on reconnaît  
noir qu'il donne  
fer; et le platine  
avec les sels de p  
Le Calcium,  
nérais de zinc, e  
jaune que ses disso  
sulfurique. Ce précip  
son insolubilité dans  
génie par sa fluidité au  
On décomposera  
de la dissolution A p  
liquide: cette dissoluti  
la lettre B. Une po  
dissolution d'hydrocya  
Il y a un précipi  
Le précipité est  
Point de précipi

On verse dans une partie de la dissolution première un excès d'ammoniaque.

Si la liqueur devient bleue, elle contient du..... **CUIVRE.**

Une goutte de cette même dissolution, versée sur une plaque de cuivre (sur une pièce de monnaie décapée), y produit une tache blanche que l'eau n'enlève pas, et qui devient plus brillante lorsqu'on frotte la pièce avec un bouchon de liège..... **MERCURE.**

On traite par un excès de potasse une partie de la dissolution du n.° 6, dont on a séparé le plomb par l'acide sulfurique, et on filtre si c'est nécessaire. On neutralise la liqueur filtrée par l'acide hydrochlorique, et on ajoute un excès d'acide hydrosulfurique.

Si l'on obtient un précipité jaune clair, c'est de.... **L'ÉTAIN.**

Si l'on soupçonnait la présence de l'**OR**, et du **PLATINE**, on reconnaîtrait facilement le premier par le précipité noir qu'il donne avec une dissolution de protosulfate de fer; et le platine par le précipité jaune serin qu'il forme avec les sels de potasse.

Le **CADMIUM**, que l'on ne rencontre que dans les minerais de zinc, est remarquable par le beau précipité jaune que ses dissolutions produisent avec l'acide hydrosulfurique. Ce précipité se distingue du sulfure d'étain par son insolubilité dans les alcalis, et du sulfure jaune d'arsenic par sa fixité au feu.

On décomposera l'acide hydrosulfurique d'une partie de la dissolution A par une suffisante quantité de chlore liquide; cette dissolution, ainsi modifiée, sera désignée par la lettre B. Une partie du liquide B sera traitée par une dissolution d'hydrocyanate ferruré de potasse.

Il y a un précipité..... 9

Le précipité est coloré en bleu..... **FIN.**

Point de précipité..... 14

- On traite la dissolution par un excès de sous-carbonate d'ammoniaque liquide.
- 9 } Il y aura un précipité..... 10  
Point de précipité, ou précipité soluble dans un excès de réactif..... 11
- 10 } On filtre, et l'on examine le liquide filtré comme au n.° 11. Le précipité resté sur le filtre est chauffé au rouge avec du borax et un peu de sel de nitre.  
Si l'on obtient un verre coloré en brun violet, le précipité contenait du ..... MANGANÈSE.
- 11 } La liqueur est colorée en rouge ou en bleu..... 12  
Elle est incolore ..... 13
- 12 } On ajoute à cette dissolution ammoniacale un peu d'acide oxalique, et on l'expose à l'air.  
Si après quelque temps il se fait un dépôt d'un blanc bleuâtre ..... NICKEL.  
Si la liqueur reste rouge elle contient du ..... COBALT.
- 13 } Après avoir neutralisé ce liquide ammoniacal par quelques gouttes d'acide hydrochlorique, on le traite par une dissolution de gaz acide hydrosulfurique.  
Précipité blanc ..... ZINC.  
Point de précipité..... 14
- 14 } On sépare de la dissolution première, par l'hydrocyanate ferruré de potasse, les métaux qui précipitent par ce réactif : le liquide filtré sera désigné par C. On traite une partie de cette dissolution par de l'hydrosulfate d'ammoniaque.  
Précipité blanc ..... ALUMINE.  
Point de précipité..... 15
- 15 } On verse dans une autre partie du liquide C, préalablement neutralisée, un excès d'acide oxalique.  
Précipité..... 16  
Point de précipité..... 17

16 } Le précipité de  
Le précipité r  
On verse dans  
Précipité  
Point de  
17 } On traite par  
liquide de n.° 17  
strations par les  
18 } s'il y a un précip  
Si elle se  
elle cont  
On évapore à sicc  
19 } tare le résidu avec  
gagement d'ammon  
Pour s'assurer s  
la potasse ou de la  
du liquide A avec  
moniaque effluvi,  
la potasse, la sou  
évaporer la lique  
poration pour vol  
dépôt fixe au feu,  
de la soude. On d  
sité d'eau distillée,  
20 } platine, qui former  
potasse. Si ce réactif  
carbon ne contient  
résultat est purement  
la présence de la soude  
dans ce cas il faut év  
quelle on vient de préc  
par l'alcool, qui ne dis  
et le sel double de pla  
par l'acide hydrosulfur  
on obtient un résidu sa

- 16 { Le précipité disparaît dans l'acide sulfurique étendu d'eau. CHAUX.  
Le précipité reste insoluble..... STRONTIANE.
- 17 { On verse dans la liqueur de l'acide sulfurique étendu d'eau.  
Précipité blanc ..... BARYTE.  
Point de précipité..... 18
- 18 { On traite par une solution de bi-carbonate de potasse le  
liquide du n.° 17 dont on a séparé la chaux, la baryte et la  
strontiane par les acides oxalique et sulfurique. On filtre,  
s'il y a un précipité, et on fait bouillir la liqueur filtrée.  
Si elle se trouble à la chaleur de l'eau bouillante,  
elle contient de la ..... MAGNÈSE.
- 19 { On évapore à siccité la dissolution première, et l'on tri-  
ture le résidu avec de la chaux vive humectée; s'il y a un dé-  
gagement d'ammoniaque, le liquide contenait un sel à base d'AMMONIAQUE.
- 20 { Pour s'assurer si la dissolution à examiner contient de  
la potasse ou de la soude, il faut faire bouillir une partie  
du liquide A avec une solution de sous-carbonate d'am-  
moniaque effleuri, qui précipitera toutes les bases, excepté  
la potasse, la soude et l'ammoniaque. On filtre, on fait  
évaporer la liqueur, et on calcine le résidu de cette éva-  
poration pour volatiliser les sels ammoniacaux. S'il y a un  
dépôt fixe au feu, ce ne peut être que de la potasse ou  
de la soude. On dissout ce résidu dans une petite quan-  
tité d'eau distillée, et on y verse de l'hydrochlorate de  
platine, qui formera un précipité jaune serin avec la  
potasse. Si ce réactif ne donne pas de précipité, la disso-  
lution ne contient que de la soude. Comme ce dernier  
résultat est purement négatif, il ne pourrait plus indiquer  
la présence de la soude si le liquide contenait de la potasse.  
Dans ce cas il faut évaporer à siccité la dissolution de la-  
quelle on vient de précipiter la potasse; reprendre le résidu  
par l'alcool, qui ne dissoudra que l'hydrochlorate de soude  
et le sel double de platine et de soude; séparer la platine  
par l'acide hydrosulfurique, et évaporer le liquide filtré. Si  
l'on obtient un résidu salin, c'est de l'hydrochlorate de soude.

§. II.

*Procédé pour reconnaître les acides.*

- |   |   |  |                           |
|---|---|--|---------------------------|
| 1 | { | On traite une partie de la matière inconnue par de l'acide hydrochlorique faible.  |                           |
|   |   | Il se produit une effervescence.....   | 2                         |
|   |   | Point d'effervescence.....   | 4                         |
| 2 | { | Le gaz qui se dégage est inodore.....  | ACIDE CARBONIQUE.         |
|   |   | Il est odorant et trouble l'eau de chaux étendue d'un tiers d'eau distillée.....   | 3 — CARBONIQUE (mélange). |
| 3 | { | Il a l'odeur d'œufs pourris.....   | — HYDROSULFURIQUE.        |
|   |   | — de soufre qui brûle.....   | — SULFUREUX.              |
| 4 | { | On verse dans une partie de la dissolution première du nitrate acide d'argent.   |                           |
|   |   | Précipité blanc.....   | 5                         |
|   |   | Point de précipité.....  | 7                         |
| 5 | { | Le précipité se dissout dans l'ammoniaque.....   | 6                         |
|   |   | La partie qui ne se dissoudrait pas dans l'ammoniaque contiendrait de l'acide.....   | — HYDROIODIQUE.           |
| 6 | { | La dissolution ammoniacale, traitée par une petite quantité d'acide sulfureux, laisse déposer une poudre blanche : dans ce cas la liqueur contenait de l'acide.... | — IODIQUE.                |
|   |   | La partie qui reste en dissolution dans l'ammoniaque contient de l'acide.....  | — HYDROCHLORIQUE.         |
| 7 | { | On verse dans la dissolution du nitrate acide de baryte.   |                           |
|   |   | Précipité blanc.....   | — SULFURIQUE.             |
|   |   | Point de précipité.....  | 8                         |

On fait bouillir avec de l'eau bleue sulfurique. Il y a décoloration. La liqueur restant On chauffe une an avec de la limaille sulfurique. Il se dégage de Le liquide traité p des vapeurs jaunes On fait bouillir le rate de potasse pur dans le liquide filtré précipité blanc qui Ce précipité On évapore à s Le résidu de l'évap reprend des Point de l'ac Une partie du r oscente, est traité 12 et délayée dans l'a le ce dernier pren aucune contient Le mélange inconnu phosphorique. Dans ce traiter la dissolution à e qu'il ne se produise pl pendant quelques heur pour pouvoir y décou

- 8 On fait bouillir une partie de la dissolution première avec de l'eau bleue (d'indigo) et quelques gouttes d'acide sulfurique.
- Il y a décoloration ..... 9
  - La liqueur reste bleue..... 10
- 9 On chauffe une autre partie de la dissolution première avec de la limaille de cuivre et quelques gouttes d'acide sulfurique.
- Il se dégage des vapeurs rouges ..... ACIDE NITRIQUE.
  - Le liquide traité par l'acide sulfurique concentré dégage des vapeurs jaune doré..... — CHLORIQUE.
- 10 On fait bouillir le liquide inconnu avec du sous-carbonate de potasse pur; on filtre, si c'est nécessaire; on verse dans le liquide filtré de l'eau de chaux. Il se formera un précipité blanc qui disparaîtra dans l'acide hydrochlorique.
- Ce précipité reparait par l'ammoniaque..... 11
  - ne reparait point..... 12
- 11 On évapore à siccité le reste de la dissolution première. Le résidu de l'évaporation, mis sur les charbons ardents,
- répand des fumées blanches et l'odeur d'ail..... — ARSÉNIQUE.
  - Point de fumées blanches ni d'odeur d'ail..... — PHOSPHORIQUE.
- 12 Une partie du résidu provenant de l'évaporation précédente, est traitée par une goutte d'acide sulfurique, et délayée dans l'alcool que l'on allume. Si la flamme de ce dernier prend une belle couleur verte, la matière inconnue contient de l'acide..... — BORIQUE.

---

1 Le mélange inconnu pourrait contenir à la fois de l'acide arsénique et de l'acide phosphorique. Dans ce cas il faudrait, pour s'assurer de la présence de ce dernier, traiter la dissolution à examiner par un courant de gaz hydrogène sulfuré, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité jaune de sulfure d'arsenic. On laisse reposer pendant quelques heures, et on filtre; le liquide filtré sera traité comme au n.° 10, pour pouvoir y découvrir la présence de l'acide phosphorique.

Les CHROMATES se distinguent par leur couleur et par le précipité jaune qu'ils forment avec les sels de plomb. Si le chromate était insoluble, on le reconnaîtrait encore facilement par la belle couleur verte qu'il a la propriété de communiquer au verre de borax à une chaleur rouge.

13 On peut découvrir les FLUATES, en les traitant à une douce chaleur par l'acide sulfurique concentré, qui les décompose et donne lieu à un dégagement de vapeurs blanches corrodant le verre.

On reconnaîtra la présence de l'ACIDE TITANIQUE dans une dissolution, en traitant cette dernière par une lame de zinc ou une lame d'étain : si elle contient du titane, elle se colorera en bleu autour de la lame de zinc, et en rouge violet autour de la lame d'étain. Si la dissolution contenait des métaux qui précipitent par l'acide hydrosulfurique, il faudrait auparavant les séparer par ce réactif.

*Quelques observations sur l'emploi de la méthode qui vient d'être exposée.*

1.° La manière de se servir de la méthode est extrêmement simple; elle est réglée par les résultats mêmes que donneront les expériences auxquelles on devra soumettre la substance que l'on veut examiner. C'est ainsi qu'en traitant la dissolution inconnue par l'acide hydrosulfurique liquide (§. I), on obtiendra un précipité, ou bien les liqueurs resteront transparentes. Dans le premier cas on est renvoyé à la 2.° bifurcation; dans le cas contraire on passera immédiatement à la 8.° accolade, sans faire attention à celles qui précèdent. On trouvera facilement la raison de cette manière de procéder, en jetant un coup d'œil sur le tableau synoptique, page 28.°

2.° Il ne faut jamais employer à la fois que de petites quantités de la dissolution à examiner, afin d'avoir assez de matières

pour les expériences  
quelques gouttes  
n'est pas trop  
3.° Nous rappor-  
vent être purs,  
et, autant que  
qu'on veut cons-  
également se trou-  
4.° Lorsqu'on  
précipité nouvel-  
sur un filtre et  
les matières étran-  
caution ne doit j-  
sentir la nécessité  
des n.° 4 et 5 (§.  
de constater l'aci-  
d'abord par le ni-  
d'argent, remar-  
Ce précipité ne  
cet alcali qu'aut-  
le cas contraire,  
retiendrait, donne  
d'oxide de bismut.  
attribué à la prése-  
et 5 du §. II).  
5.° Lorsqu'on sera  
permettra de recon-  
l'un des acides que  
moins, après avoir  
ser aux numéros sui-  
différentes matières  
même dissolution. Ai

pour les expériences subséquentes jusqu'à la fin de l'analyse : quelques gouttes suffiront ordinairement, lorsque le liquide n'est pas trop étendu.

3.° Nous rappellerons que les réactifs dont on se sert doivent être purs, les vases dans lesquels on opère bien propres et, autant que possible, rincés à l'eau distillée, surtout lorsqu'on veut constater la présence de sels terreux, qui peuvent également se trouver dans l'eau ordinaire.

4.° Lorsqu'on devra soumettre à un essai quelconque un précipité nouvellement obtenu, il faudra d'abord le recueillir sur un filtre et le laver à l'eau distillée, pour enlever toutes les matières étrangères qui peuvent l'accompagner. Cette précaution ne doit jamais être négligée; l'exemple suivant en fera sentir la nécessité. Si nous avons à appliquer les expériences des n.°s 4 et 5 (§. II) à l'hydrochlorate de bismuth, dans le but de constater l'acide de ce sel métallique, nous obtiendrions d'abord par le nitrate d'argent un précipité blanc de chlorure d'argent, remarquable par sa solubilité dans l'ammoniaque. Ce précipité ne se dissoudra cependant complètement dans cet alcali qu'autant qu'il aura été d'abord bien lavé; dans le cas contraire, la petite quantité de sel de bismuth qu'il retiendrait, donnerait avec l'ammoniaque un précipité blanc d'oxide de bismuth insoluble, qui pourrait être faussement attribué à la présence de l'acide hydriodique (voyez les n.°s 4 et 5 du §. II).

5.° Lorsqu'on sera arrivé à une dernière bifurcation, qui permettra de reconnaître immédiatement l'une des bases ou l'un des acides que l'on cherche à découvrir, il n'en faut pas moins, après avoir constaté la nature de cette substance, passer aux numéros suivans, afin de déterminer successivement les différentes matières qui peuvent encore se trouver dans la même dissolution. Ainsi, par exemple, si l'on avait découvert,

par l'expérience du n.º 4 (§. I), le mercure ou le bismuth, il faudrait ensuite passer au n.º 5, quoiqu'on n'y soit point renvoyé par une indication expresse.

6.º Lorsqu'on aura découvert et isolé une base ou un acide quelconque par la méthode que nous avons décrite, il ne faut pas s'arrêter à un premier essai; mais il faut faire sur la substance que l'on vient de trouver toutes les expériences qui servent à la caractériser, afin d'acquérir une certitude complète sur sa nature.

7.º Le cas d'analyse que nous avons pris pour exemple dans l'exposition de la méthode étant purement fictif, puisqu'on suppose réunies dans une même dissolution la plupart des substances inorganiques connues, ce qui ne se rencontre jamais dans la pratique, il est évident que l'on n'aura jamais besoin d'avoir recours à toutes les manipulations que nous avons indiquées. Nos recherches seront d'autant plus faciles et plus certaines, que les substances que nous devons découvrir dans une même dissolution seront moins nombreuses: or, il est certain que les mélanges les plus compliqués que l'on puisse avoir à traiter, ne contiennent ordinairement pas au-delà de cinq à six bases différentes.

Pour terminer ce que j'avais à dire sur la méthode en général, j'ajouterai que je me suis assuré par l'expérience qu'elle peut être mise en pratique sans la moindre difficulté. Plusieurs personnes, peu familiarisées avec les procédés analytiques, ont pu, au moyen de cette méthode, reconnaître avec facilité des métaux, des alliages métalliques, des minerais avec leur gangue, des dissolutions salines complexes. Ayant été à portée de faire moi-même un assez grand nombre d'essais, surtout d'analyse qualitative, j'ai pu vérifier successivement tous les procédés de la méthode, pour éprouver leur exactitude et modifier ceux dont l'application rencontrait dans la pratique

des obstacles que d  
pu faire apercevoir

Pour mieux ren  
vient d'être exposé  
synoptiques les di  
en usage pour re  
tableaux me paraiss  
retenir facilement  
sous un seul coup  
par leur manière  
la dissolution que  
sulfurique, nous p  
quelles sont les b  
pité. Nous serions  
parmi les oxides  
nière bifurcation  
de mercure, d'arg  
et d'or. Si la lique  
furique, le même  
point du nombre  
qu'il faut la cher  
les oxides de fer.  
maintenant que  
droulfurique; dan  
ont été successive

Je dois beaucoup à

des obstacles que des considérations théoriques n'avaient point pu faire apercevoir.

Pour mieux rendre raison de la marche analytique qui vient d'être exposée, j'ai essayé de résumer en deux tableaux synoptiques les divers procédés d'analyse que nous mettons en usage pour reconnaître les substances minérales<sup>1</sup>. Ces tableaux me paraissent présenter le double avantage, de faire retenir facilement la marche de la méthode, et de réunir sous un seul coup d'œil toutes les substances qui se ressemblent par leur manière d'agir sur certains réactifs. Si, par exemple, la dissolution que l'on examine précipitait par l'acide hydrosulfurique, nous pourrions voir de suite sur le premier tableau quelles sont les bases qui peuvent avoir donné lieu à ce précipité. Nous serions alors conduits à chercher la base inconnue parmi les oxides indiqués dans la colonne gauche de la première bifurcation, parmi les oxides d'antimoine, de bismuth, de mercure, d'argent, de plomb, d'étain, de cuivre, de platine et d'or. Si la liqueur ne précipitait point par l'acide hydrosulfurique, le même tableau ferait voir que la base inconnue n'est point du nombre de celles que nous venons de nommer et qu'il faut la chercher parmi les oxides de la colonne droite, les oxides de fer, de manganèse, de nickel, etc. Supposons maintenant que la liqueur inconnue précipite par l'acide hydrosulfurique; dans ce cas il faut la soumettre aux essais qui ont été successivement indiqués dans les diverses colonnes où

<sup>1</sup> Je dois beaucoup à l'amitié de M. F. Dournay pour cette partie de mon travail.

l'on s'occupe des bases qui précipitent par ce réactif. On commencera donc par étendre d'eau distillée la dissolution première; si elle devient laiteuse, elle contient de l'oxide d'antimoine, de mercure ou de bismuth. L'acide nitrique, versé sur le précipité obtenu par l'eau distillée, fera reconnaître l'antimoine, caractérisé par son insolubilité dans cet acide, tandis que le bismuth et le mercure, après avoir été dissous dans ce véhicule, seront précipités de nouveau par la potasse avec leur couleur caractéristique.

Il serait inutile de nous étendre davantage sur la manière de se servir de ces tableaux, puisque la marche à suivre est absolument la même que celle des §§. I et II.

---

ASES

Il s'agit de nous rendre davantage sur le marché  
 de se rendre en ces tabloirs, pendant le marché à venir en  
 absolument le même que celle des 22 et 23.

1875	1876	1877	1878
1879	1880	1881	1882
1883	1884	1885	1886
1887	1888	1889	1890
1891	1892	1893	1894
1895	1896	1897	1898
1899	1900	1901	1902
1903	1904	1905	1906
1907	1908	1909	1910
1911	1912	1913	1914
1915	1916	1917	1918
1919	1920	1921	1922
1923	1924	1925	1926
1927	1928	1929	1930
1931	1932	1933	1934
1935	1936	1937	1938
1939	1940	1941	1942
1943	1944	1945	1946
1947	1948	1949	1950
1951	1952	1953	1954
1955	1956	1957	1958
1959	1960	1961	1962
1963	1964	1965	1966
1967	1968	1969	1970
1971	1972	1973	1974
1975	1976	1977	1978
1979	1980	1981	1982
1983	1984	1985	1986
1987	1988	1989	1990
1991	1992	1993	1994
1995	1996	1997	1998
1999	2000	2001	2002
2003	2004	2005	2006
2007	2008	2009	2010
2011	2012	2013	2014
2015	2016	2017	2018
2019	2020	2021	2022



*Tableau analytique pour les dissolutions salines à une seule base.*

Comme dans la pratique on n'a souvent à examiner que des sels simples, j'ai cru devoir en rendre la recherche plus facile et plus expéditive, au moyen d'un tableau colorié, sur lequel ont été représentés, avec leur couleur caractéristique, les précipités que chacune des bases produira avec les réactifs dont nous nous servons pour les reconnaître.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur ce tableau, pour comprendre la manière de s'en servir. Toutes les bases ont été divisées en quatre séries, d'après leur manière d'agir sur les réactifs que nous avons placés en tête de chaque groupe. On commence par traiter la dissolution saline par l'acide hydrosulfurique : si l'on obtient un précipité, la base que l'on cherche à découvrir fait partie de la première série ; si la couleur du précipité ne suffit pas pour faire reconnaître la base inconnue, on passe au second, au troisième réactif, jusqu'à ce que l'on soit parvenu à un résultat caractéristique. Si le sel ne précipite point par l'acide hydrosulfurique, mais par l'hydrosulfate de potasse, la base de ce sel fera partie de la 2.<sup>e</sup> série, etc. On peut juger, d'après le petit nombre de réactifs qui suffisent à chaque série, de la promptitude avec laquelle cette classification permet de reconnaître la base d'un sel inconnu. Les cases marquées d'un zéro  $\square$  indiquent que le métal en dissolution et le réactif, qui correspondent à cette même case, ne produisent point de précipité lorsqu'on les met en contact. Les métaux qui se rapportent à des cases vides  $\square$ , ne doivent point être essayés par les réactifs qui se rapportent à la même case, soit parce qu'ils ont déjà été suffisamment caractérisés par un résultat précédent, soit parce qu'ils appartiennent à des séries inférieures. Il eût été inutile, par exemple,

d'indiquer le précipité que la dissolution de potasse forme avec le sel d'étain, puisque ce dernier serait suffisamment reconnu par le précipité qu'il donnerait avec l'acide hydrosulfurique.

Les cases marquées de diverses couleurs nuancées verticalement, représentent les précipités dont la couleur change à l'air. La case , par exemple, indique le changement de couleur que subit le protoxide de manganèse précipité par l'ammoniaque. Celles dont les couleurs sont séparées par une ligne horizontale, se rapportent aux précipités qui se dissolvent dans un excès de réactif. Les sels de nickel, par exemple, donnent avec l'ammoniaque un précipité jaune verdâtre, qui se dissout dans un excès d'alcali et colore ce dernier en bleu .

*LISTE des réactifs dont l'emploi est indiqué dans la méthode.*

Chlore.	Carbonate saturé de potasse (bi-carbon.).
Cuivre métallique.	Sous-carbonate de soude.
Lame de zinc.	Sous-carbonate d'ammoniaque.
Acide sulfurique.	Hydrosulfate d'ammoniaque.
Acide hydrosulfurique.	Hydrocyanate ferruré de potasse.
Acide hydrochlorique.	Hydrochlorate de platine.
Acide nitrique.	Protosulfate de fer.
Acide oxalique.	Nitrate d'argent.
Potasse.	Nitrate de baryte.
Ammoniaque.	Sous-borate de soude.
Chaux vive en poudre.	Alcool.
Eau de chaux.	Eau bleue (d'indigo).

FIN.



AMERICAN LIBRARY  
HARVARD UNIVERSITY  
661 B2231  
D 101-1015