

ANNALES
DE
CHIMIE.

IMPRIMERIE DE M^{me}.V^e. PERRONNEAU,
quai des Augustins, n^o. 39.

ANNALES
DE CHIMIE,
OU
RECUEIL DE MÉMOIRES
CONCERNANT LA CHIMIE
ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT,
ET SPÉCIALEMENT
LA PHARMACIE;

Par MM. GUYTON-MORVEAU, MONGE, BERTHOLLET, SEGUIN, VAUQUELIN, ADET, HASSENFRAZ, C.-A. PRIEUR, CHAPTAL, DEYEUX, BOUILLON-LAGRANGE, COLLET-DESCOSTILS, A. LAUGIER, GAY-LUSSAC et THENARD.

30 Avril 1814.

TOME QUATRE-VINGT-DIX.

A PARIS,

Chez J. KLOSTERMANN fils, acquéreur du fonds
de Mad. V^e. BERNARD, Libraire de l'Ecole royale
Polytechnique, rue du Jardinets, n^o. 13.

ANNALES DE CHIMIE,

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE

ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

SECOND MÉMOIRE

Sur la Transpiration;

PAR MM. LAVOISIER et A. SÉGUIN.

Lu à l'Académie royale des sciences, le 21 février 1792.

Dans notre premier Mémoire sur la transpiration, nous avons mis sous les yeux de l'académie les principaux phénomènes de cette importante fonction.

Nous allons dans celui-ci, détailler la méthode que nous avons suivie, les précautions que nous avons prises, et les résultats que nous n'avons pas encore publiés.

La balance dont nous nous sommes servi dans ces recherches, était construite avec le plus grand soin. Chargée de 125 livres de chaque côté, un demi-gros la faisait trébucher très-sensiblement; d'où il résulte, qu'à chaque pesée, l'erreur ne pouvait aller qu'à 18 grains, soit en plus, soit en moins.

Mais comme toutes nos expériences exigeaient deux pesées comparatives, on pouvait soupçonner que cette erreur de 18 grains, existant en sens contraire dans les deux pesées, s'évanouissait en totalité; cependant, en la supposant dans le même sens, l'erreur de chaque expérience n'aurait pu être que de 36 grains.

Or, comme la plus forte différence, que nous ayons obtenue entre les deux pesées comparatives, a été de 4,000 grains environ, (ou ce qui revient au même de 6 onces, 7 gros, 40 grains), et comme la plus petite différence a été de 1280 grains (ou ce qui revient au même de 2 onces 1 gros 56 grains), il en résulte, qu'en supposant toutes les conditions les plus défavorables, l'erreur de nos expériences n'a pu être, dans le premier cas, que d'un cent onzième, et, dans le second, que d'un trente cinquième.

Cette exactitude de la balance exigeait une

grande habitude pour s'en bien servir. Très-souvent un mouvement involontaire de l'individu soumis à l'expérience, faisait osciller le fleau. Mais ce qui gênait d'avantage, c'était la perte de poids qu'éprouvait cet individu pendant chaque pesée, perte qui, terme moyen, s'élevait à 17 ou 18 grains par minute. Lors donc qu'on avait le poids juste, il fallait promptement regarder la montre; car, si l'on attendait encore une minute, la balance commençait à trébucher du côté des poids.

En ayant égard à ces précautions, nous pouvions facilement déterminer les effets réunis de la transpiration cutanée et de la transpiration pulmonaire.

On me pesait, et l'on tenait note de mon poids, et de l'heure à laquelle on l'avait déterminé.

Je restais ensuite en repos pendant trois ou quatre heures, ayant sur-tout grand soin de ne pas me moucher, de ne pas cracher, et même de ne pas m'occuper, soit physiquement, soit moralement d'objets qui auraient pu accélérer mes pulsations.

Au bout de quatre heures, je me remettais sur la balance, on me pesait de nouveau, et l'on tenait de même note de mon

poids, et de l'heure précise à laquelle ce poids avait été déterminé.

L'on savait conséquemment, à l'aide d'une simple soustraction, combien l'expérience avait duré de minutes, et à combien s'était élevée pendant ce tems ma perte de poids.

Divisant alors la perte de poids par le nombre de minutes, nous avons la perte de poids moyenne pour chaque minute.

Lorsque nous voulions connaître ensuite séparément les effets de la transpiration cutanée, et de la transpiration pulmonaire, nous nous servions d'un habillement de taffetas, enduit de gomme élastique, et si bien clos de tous les côtés, que, pendant plus de quinze jours, il ne laissait sortir aucune portion de l'air atmosphérique qu'on y introduisait pour le gonfler.

Cet habillement ouvert à sa partie supérieure, avait à la hauteur de la bouche, une ouverture garnie de cuivre mince.

Je me plaçais dans cette enveloppe; on la fermait à sa partie supérieure, au moyen d'une forte ligature; l'on mastiquait sur mes lèvres avec de la poix, mêlée d'un peu de thérébentine, la bouche de cuivre, et on l'y maintenait fortement à l'aide de cordons

qui se nouaient à la partie postérieure de ma tête.

Ainsi ajusté, je me plaçais sur le siège de la balance ; on me pesait ; je restais tranquille pendant trois ou quatre heures ; et , au bout de ce tems , l'on faisait une nouvelle pesée.

La différence entre ces deux pesées , nous indiquait le poids que je perdais dans un tems donné par la seule transpiration pulmonaire.

Je sortais ensuite de l'enveloppe ; l'on me pesait de nouveau ; et , au bout d'un certain tems , on recommençait la pesée.

La différence entre ces deux nouvelles pesées nous indiquait alors la perte de poids occasionnée , et par la transpiration pulmonaire , et par la transpiration cutanée.

Diminuant donc de cette perte de poids totale , la perte de poids occasionnée seulement par la transpiration pulmonaire , le restant représentait la perte de poids occasionnée par la transpiration cutanée.

C'est en prenant toutes ces précautions que nous sommes enfin parvenus à obtenir des résultats satisfaisans , tant sur la transpiration en général , que sur la transpira-

tion cutanée et sur la transpiration pulmonaire.

Notre travail sur cet objet a duré près de onze mois.

Tous les jours l'on me pesait une fois à la même heure, mais le plus ordinairement l'on faisait sur moi trois ou quatre pesées, suivant qu'il était nécessaire d'isoler les expériences ou d'en faire de comparatives.

A chaque pesée l'on regardait le baromètre, le thermomètre et l'hygromètre; l'on tenait note des degrés qu'ils indiquaient; et l'on notait également la situation dans laquelle je me trouvais.

Pour peu que la température de l'atmosphère fût un peu élevée, je me mettais en chemise, afin de donner plus de facilité à l'air de dissoudre mon humeur transpirable; mais si la température était moins élevée, je me couvrais davantage, en ayant sur-tout soin, dans les pesées comparatives, d'avoir exactement sur moi les mêmes choses.

Lorsque j'avais besoin de connaître au juste la quantité d'alimens que je prenais, je mettais dans une assiette les alimens solides, et dans une carafe les alimens liquide. Je pesais ensuite l'assiette et la carafe, et je les repesais, lorsque j'avais assez diné; la

différence des deux pesées m'indiquait la quantité d'alimens solides et liquides que j'avais pris.

Lorsque je voulais manger et boire des quantités déterminées, je pesais d'abord ces quantités, et je les prenais ensuite en totalité.

Quelques fois aussi je me mettais sur la balance, et j'y mangeais une quantité d'alimens préliminairement pesés; je déterminais ainsi la perte de poids qu'on éprouve directement pendant les repas.

D'autre fois, je pesais pendant quelques jours tous les alimens dont je me nourrissais; je pesais également tous mes excréments solides et liquides; et, ajoutant ce dernier poids à celui de ma transpiration insensible, j'examinais si la somme qui provenait de cette addition égalait le poids des alimens dont je m'étais nourri.

Souvent je dosais pendant une douzaine de jours les alimens dont je devais me nourrir; j'en faisais fortement dessécher une partie dans un four à une température donnée; je faisais également dessécher dans des circonstances semblables, toutes mes déjections solides et liquides; et je comparais la différence des pesées de ces résidus solides, à la

perte des substances solides due aux effets réunis des transpirations pulmonaire et cutanée.

Souvent aussi, je faisais des exercices forcés, et je déterminais par ce moyen l'influence des pulsations et des inspirations sur la transpiration.

Je diversifiais enfin ces expériences suivant le besoin que nous en avions.

Une partie de ces recherches a été répétée sur plusieurs autres individus, mais particulièrement sur mon frère.

Mon ami, M. Silvestre, à bien voulu se prêter aussi à quelques-uns de ces essais.

De tous les résultats que nous avons obtenus par ces moyens, il en existe beaucoup que nous avons mis de côté, ou parce qu'ils n'étaient pas assez concluans, ou parce qu'ils étaient influencés par des circonstances imprévues, ou enfin, parce qu'étant balancés par des effets plus intenses, ils devenaient insensibles.

Nous n'avons conservé que les résultats, bien tranchans, bien décisifs, et dont l'application paraissait générale, tant parce qu'ils dérivait d'expériences répétées sur différens individus, que parce qu'ils dépendaient de causes communes à tous les êtres vivans.

On nomme en général *transpiration*, la sécrétion qui a lieu dans les poumons et à la surface de la peau.

Pour mieux particulariser cette sécrétion, on a nommé *transpiration cutanée*, celle qui se fait à la surface de la peau, et *transpiration pulmonaire*, celle qui se fait dans l'intérieur des poumons.

On a ensuite divisé la transpiration cutanée en deux classes, l'une étant invisible et dépendant de la dissolution de l'humeur transpirable dans l'air environnant, a été nommée *transpiration insensible*; l'autre au contraire étant apparente sur la surface de la peau, a été nommée *transpiration sensible* ou *sueur*.

La sueur n'est influencée que par la digestion, par l'action du cœur et des muscles, et par l'augmentation des pulsations et des inspirations.

La transpiration insensible est influencée par la température de l'air environnant, par son degré de sécheresse ou d'humidité, par son degré de compression, par la digestion, par l'action du cœur et des muscles, et par l'augmentation ou la diminution des pulsations et des inspirations.

Pour déterminer l'influence séparée de ces différentes causes sur la transpiration , il faudrait pouvoir isoler leurs effets ; mais comme, dans l'état actuel de nos connaissances , il nous est impossible de remplir cette condition , nous devons nous borner à présenter les résultats qui dérivent de leur ensemble.

1^{er}. *Résultat.* Quelque quantité d'alimens que l'on prenne, qu'elles que soient les variations de l'atmosphère , le même individu , après avoir augmenté en poids, de toute la quantité de nourriture qu'il a prise, revient tous les jours , après la révolution de vingt - quatre heures , au même poids, à-peu-près, qu'il avait la veille, pourvu toutefois qu'il soit d'une forte santé, que sa digestion se fasse bien, qu'il n'engraisse pas, qu'il ne soit pas dans un état de croissance, et qu'il évite les excès.

Ce résultat bien remarquable prouve avec quelle attention la nature s'est attachée à établir les compensations que nous avons fait remarquer tant de fois.

Il suffit pour remplir ses intentions d'éviter les excès.

Ce n'est pas remplir son vœu que de l'as-

sujétir, comme le faisait Sanctorius, à un régime trop uniforme et trop rigoureusement calculé.

Cet homme célèbre s'étant persuadé qu'il était important pour la santé de prendre régulièrement la même quantité de nourriture, avait adapté à l'extrémité du bras d'une balance une chaise construite de telle sorte, qu'aussitôt que la personne qui y était placée avait mangé la quantité d'alimens qui avait été préliminairement déterminée par plusieurs autres expériences, la chaise rompait l'équilibre, et, en descendant, ne permettait plus d'atteindre à ce qui était sur la table.

Nous devons observer à ce sujet que celui qui s'en rapporterait à la décision du calcul, plutôt qu'à son besoin ou à son appétit, pour fixer la quantité d'alimens qu'il doit prendre, serait très-souvent exposé à manger trop ou trop peu.

En effet, comme la transpiration varie souvent dans le rapport d'un à trois, il s'en suivrait, en admettant que la quantité des alimens doive toujours être dans un même rapport avec la perte de poids que nous éprouvons, qu'il ne faudrait pas en prendre tous les jours une même quantité.

2^e. *Résultat.* Lorsque, toutes les autres

circonstances étant les mêmes, la quantité d'alimens varie, ou, lorsque les quantités d'alimens étant semblables, les effets de la transpiration diffèrent entre eux, la quantité de nos excréments augmente ou diminue, de telle sorte que, tous les jours, à la même heure, nous revenons à-peu-près au même poids, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus; ce qui prouve que, pourvu que la digestion se fasse bien, les causes qui concourent à la perte de nos alimens se secourent mutuellement, et que, dans l'état de santé, l'une se charge de ce que l'autre ne peut pas faire.

3^e. *Résultat.* Le défaut de bonne digestion est une des causes les plus directes de la diminution de transpiration. L'exemple que nous allons rapporter mettra cette vérité dans tout son jour.

Un soir, après avoir bien diné, je mangeai un très-petit morceau de pâtisserie sur les sept heures, moment de ma plus forte digestion; le lendemain, à l'heure à laquelle je me pesais ordinairement, je me trouvai plus lourd de douze onces; j'étais mal à mon aise, mais je me déterminai cependant à prendre une quantité

d'alimens aussi considérable que la veille, afin de voir ce qui en résulterait. Le surlendemain je pesais vingt-une onces de plus qu'à mon ordinaire. Ce jour-là j'étais très-incommodé, j'avais la tête lourde, je me sentais incapable de travailler, tout m'était à charge, et néanmoins je pris une aussi grande quantité d'alimens que les jours précédens. Le quatrième jour mon augmentation de poids était de 34 onces, mais le soir même j'eus une évacuation considérable. Ce ne fût que deux jours après que je revins à mon poids ordinaire.

4^e. *Résultat.* Lorsque la digestion se fait bien, et que les autres causes sont semblables, la quantité d'alimens n'influe que peu sur la transpiration : il m'est arrivé très-souvent de prendre à mon dîner deux livres et demie d'alimens solides et liquides, d'en prendre d'autres fois quatre livres, et d'obtenir, dans ces deux cas, des résultats peu différens entre eux.

Il faut cependant observer que cet énoncé n'est vrai qu'autant que la quantité de boisson ne varie pas considérablement dans ces deux circonstances.

5^e. *Résultat.* C'est immédiatement après

Tome XC.

2

le dîner que la transpiration est à son *minimum*. Cette vérité importante, qui avait été entrevue par les personnes qui se sont occupées de cet objet, est maintenant démontrée d'une manière directe par nos expériences.

Mais quelle est la cause de cette diminution? Nous allons entrer à cet égard dans quelques détails nécessaires à cette explication.

L'humeur transpirable a besoin d'une certaine quantité de calorique pour se dissoudre dans l'air environnant, et c'est notre système qui fournit cette portion de calorique. Lors donc que la communication du calorique diminue, la transpiration doit diminuer dans le même rapport; mais cette communication doit se ralentir toutes les fois que nous fournissons à quelques parties de notre système, une quantité de calorique plus considérable que celle que nous lui fournissons ordinairement, et c'est ce qui arrive immédiatement après le dîner; en effet, la digestion ayant besoin, pour se commencer, d'une certaine quantité de calorique, notre système le lui fournit, et alors la portion employée à cet usage ne sert plus à la transpiration: aussi remarque-

t-on assez généralement, qu'immédiatement après le dîner, on éprouve un sentiment de froid très - marqué, mais variable en intensité suivant les individus, et suivant la capacité de leurs lumeurs pour le calorique.

Cet énoncé comporte quelques exceptions, mais il n'en est pas moins général. Quelques personnes, par exemple, suent en mangeant, et même encore après le repas; mais cela est rare, et provient de ce que l'action du cœur et des muscles l'emporte sur la plus grande absorption du calorique.

6°. *Résultat.* Lorsque toutes les autres circonstances sont semblables, c'est pendant la digestion que la perte de poids occasionnée par la transpiration insensible est à son *maximum*.

Cette augmentation de transpiration pendant la digestion, comparativement avec la perte qui existe lorsqu'on est à jeun, est; terme moyen, de deux grains trois dixièmes par minutes.

7°. *Résultat.* Lorsque les circonstances sont les plus favorables, la perte de poids la plus considérable qu'occasionne la transpiration insensible, est, suivant nos observations, de 32 grains par minute, cou-

séqueusement de 3 onces 2 gros 48 grains par heure , et de cinq livres en vingt-quatre heures , en supposant toutefois que notre perte de poids soit égale pendant tous les momens de la journée , ce qui pourtant est démenti par les faits. Cependant, pour ne pas entrer dans des détails trop étendus , on peut dire que la perte de poids la plus considérable qu'occasionne la transpiration insensible, est de cinq livres en vingt-quatre heures.

8^e. *Résultat.* Lorsque toutes les circonstances accessoires sont les moins favorables , pourvu toutefois que la digestion se fasse bien , notre perte de poids la moins considérable est , suivant nos expériences , de onze grains par minute , conséquemment de une once un gros douze grains par heure , et de une livre onze onces quatre gros en vingt-quatre heures.

9^e. *Résultat.* Immédiatement après les repas , la perte de poids occasionnée par la transpiration insensible est de dix grains deux dixièmes par minute , dans les tems où toutes les causes extérieures sont les plus défavorables à la transpiration , et de dix neuf grains un dixième par minute lorsque ces causes

sont les plus favorables , et que les causes intérieures sont égales.

Ces différences dans la transpiration après les repas , suivant que les causes qui y influent sont plus ou moins favorables , ne sont pas dans le même rapport que les différences qu'on observe dans tout autre moment lorsque les autres circonstances sont semblables ; mais nous ne savons pas à quoi tient ce phénomène.

10°. *Résultat* La transpiration cutanée dépend immédiatement et de la vertu dissolvante de l'air environnant , et de la faculté dont jouissent les vaisseaux exhalans de porter jusqu'à la surface de la peau , l'humeur transpirable.

C'est par cette raison que lorsque j'étais renfermé dans l'enveloppe imperméable , il ne se déposait dans le commencement de l'expérience , à la surface de ma peau , qu'une très-faible quantité d'humidité , et que , sur la fin , cette quantité n'augmentait pas sensiblement.

Si , dans cette circonstance , la transpiration eût existé , l'humeur transpirable ne pouvant plus être dissoute , se serait rassemblée à la surface de ma peau sous la forme de sueur.

Ce rassemblement ne se faisait pas ; donc il n'y avait que peu de transpiration.

Ainsi, lorsque la vertu dissolvante de l'air environnant et la force des vaisseaux exhalans se réunissent, la transpiration insensible s'exécute avec facilité ; mais lorsqu'une de ces causes est supprimée, la transpiration insensible diminue.

L'expérience que nous venons de rapporter fournit un exemple de la diminution de transpiration occasionnée par la suppression de la vertu dissolvante de l'air : l'expérience faite pendant une mauvaise digestion, est un exemple de la diminution de transpiration occasionnée par le défaut d'action ou par le resserrement des vaisseaux exhalans.

11^e. *Résultat.* Si nous prenons le terme moyen de toutes nos expériences, nous trouvons que la perte du poids occasionné par la transpiration insensible, est de dix-huit grains par minute ; et que sur ces dix-huit grains, il y en a, terme moyen, onze qui dépendent de la transpiration cutanée, et sept qui doivent être attribués à la transpiration pulmonaire.

12^e. *Résultat.* La transpiration pulmonaire obéit aux mêmes lois que la trans-

piration cutanée, mais suivant que ces lois se combinent plus ou moins favorablement, il arrive un des trois effets que nous allons énoncer.

1°. Ou l'air qui ressort des poumons ne peut pas dissoudre toute l'eau qui s'y forme ;

2°. Ou il peut, à chaque expiration, emporter toute l'eau qui s'est formée pendant l'inspiration ;

3°. Ou enfin, il peut dissoudre non-seulement l'eau formée, mais encore celle qui suinte dans les poumons avec l'hydrogène carboné.

D'où il résulte, 1°. que, dans certaines circonstances, nous pouvons perdre, par la transpiration, un poids beaucoup moins considérable que celui que nous perdons ordinairement ; 2°. que même, dans certains cas, il est possible que nous augmentions réellement de poids à cause de l'oxygène qui, formant de l'eau, et restant ensuite dans les poumons, compense et même surpasse les poids réunis de l'humeur transpirable que nous perdons à la surface de la peau, et de l'hydrogène carboné que nous perdons dans les poumons.

13°. *Résultat.* La transpiration pulmo-

naire relativement au volume des poumons est bien plus considérable que la transpiration cutanée comparativement à la surface de la peau.

Cette augmentation comparative dépend des deux causes suivantes : 1°. de ce que l'air atmosphérique qui entre dans nos poumons est immédiatement en contact avec l'eau qui s'y trouve ; 2°. de ce que la température de cet air augmente dans des rapports différens de ceux qui dépendent de l'augmentation de température de l'air qui ne fait que toucher notre peau.

14°. *Résultat.* Lorsque toutes les autres circonstances sont égales, la transpiration pulmonaire est à très-peu près la même avant et immédiatement après le repas.

Si l'on prend un terme moyen, l'on trouve que lorsque la transpiration pulmonaire est avant le dîner de dix-sept grains deux dixièmes par minute, elle est après le dîner de dix-sept grains sept dixièmes.

15°. *Résultat.* Toutes les circonstances intérieures étant égales, c'est dans l'hiver que le poids de nos excréments solides est le moins considérable, ce qui provient de ce que dans l'hiver, il se brûle dans

nos poumons une plus grande quantité d'hydrogène carboné que dans l'été, à raison de la plus grande quantité de calorique que nous communiquons à l'air environnant, et du besoin que nous avons, pour notre existence, d'une température d'environ trente degrés.

Après avoir séparé les effets de la transpiration pulmonaire, et ceux de la transpiration cutanée, il fallait encore séparer les causes qui concourent à la transpiration pulmonaire, et savoir au juste combien, dans diverses circonstances, nous expirons d'eau toute formée, de carbone et d'hydrogène.

Nous avons employé à cet effet l'appareil que nous avons précédemment présenté et détaillé à l'Académie.

Le terme moyen des expériences que nous avons faites avec cet appareil nous indique :

1°. Que notre transpiration insensible est de dix-huit grains par minute, et, conséquemment, en supposant qu'elle soit uniforme à chaque instant du jour, de mille quatre-vingts grains, ou d'une once sept gros par heure, et de deux livres treize onces en vingt-quatre heures ;

2°. Que nous consommons par heure environ seize cents pouces d'air vital, et, conséquemment, que nous en consommons en vingt-quatre heures, en supposant toujours une consommation uniforme, trente-huit mille quatre cent treize pouces, ou, ce qui revient au même, à-peu-près, vingt-deux pieds cubes, c'est-à-dire deux livrés une once un gros dix grains;

3°. Que de cette quantité il en est employé à former de l'acide carbonique 8.6 pieds cubes, et à former de l'eau 13.6;

4°. Qu'ainsi, sur cinq parties d'air vital consommées dans les poumons, il y en a à-peu-près deux parties qui sont employées à former du gaz acide carbonique, et trois parties qui servent à la formation de l'eau;

5°. Que le volume du gaz acide carbonique qui se dégage de nos poumons en vingt-quatre heures, est à très-peu-près de quatorze mille neuf cent trente pouces cubes, ou, ce qui revient au même, de 8.6 p. cubes, et, conséquemment, que le poids du gaz acide carbonique dégagé, est de 1 liv. 7 gros 4 grains, composés de

	liv.	onc.	gros.	grains.
Carbone.	»	5	7	»
Oxigène.	»	12	»	4
Total.	1	1	7	4

6°. Que le poids de l'eau qui se forme dans les poumons, en vingt-quatre heures, est de 1 liv. 7 onces 5 gros 20 grains, lesquels sont composés de

	liv.	onc.	gros.	grains.
Hydrogène	»	3	3	10
Oxigène.	1	4	2	10
Total.	1	7	5	20

7°. Que la quantité d'eau qui se dégage toute formée des poumons, est de cinq onces, cinq gros, soixante-trois grains ;

8°. Enfin, qu'en réunissant ensemble

1°. L'eau qui se dégage en vingt-quatre heures par la transpiration cutanée, dont le poids est de

	liv.	onc.	gros.	grains.
.	1	14	»	»

2°. Celle qui se dégage par la transpiration pulmonaire, dont le poids est de » 5 5 63

3°. Le carbone qui se consomme dans les poumons pendant le même espace de tems, dont le poids est de » 5 7 »

4°. Enfin l'hydrogène qui se consomme pendant le

même espace de tems dans
 les poumons , et dont le liv. onc. gros. grains.
 poids est de » 5 3 10

On a pour la perte de
 poids moyenne qu'éprouve
 un homme en vingt-quatre
 heures , par l'effet des
 transpirations réunies. . . . 2 13 » 1

EXPÉRIENCES

Sur l'amidon ;

PAR M. DOEBEREINER, professeur de chimie
à Jéna.

Traduit de l'allemand (1).

M. Bouillon-Lagrange a observé que l'amidon exposé à une légère torrèfaction, acquiert la propriété de se dissoudre dans l'eau froide (2). Je me suis empressé d'examiner ce fait et d'étudier les caractères de l'amidon torrèfié. J'ai remarqué les phénomènes suivants :

A. Lorsque l'on torrèfie légèrement l'amidon, jusqu'à ce que sa couleur passe au gris blanchâtre, en le traitant ensuite à plusieurs reprises par l'eau froide, il se dissout en effet jusqu'à un sixième. La dissolution est jaunâtre, d'un saveur fade, semblable à celle des gommes ; par l'évaporation, il

(1) Voy. Journal de chimie de Schweigger, t. VIII, pag. 207.

(2) Voy. Journ. de pharmacie, tom. III, pag. 395.

reste une masse d'un jaune-brunâtre, cassante et diaphane; sa cassure est vitreuse; elle demeure sèche au contact de l'air, se dissout dans l'eau froide, mieux encore dans l'eau bouillante, et présente une liqueur visqueuse qui jouit des propriétés suivantes:

a) Elle devient laiteuse par l'alcool. Il se dépose des flocons blancheâtres qui se redissolvent dans l'eau, et cette résolution présente de nouveau une liqueur claire, visqueuse.

b) L'infusion de noix de galle y forme un précipité jaunâtre, agglutiné, qui se dissout en faisant chauffer la liqueur; il reparait par le refroidissement: c'est donc de l'amidon tanné.

c) L'eau de baryte y forme un précipité floconneux en abondance; il se redissout parfaitement dans l'acide acétique sans dégagement de gaz.

d) Elle est troublée par le nitrate de mercure; l'acétate de plomb neutre la rend laiteuse au bout de quelque tems.

e) Elle est inaltérable à l'air, c'est-à-dire, elle ne se moisit et ne s'acidifie pas aussi rapidement que d'autres substances végétales.

f) A la température de l'atmosphère, elle décompose l'acide nitrique et se convertit elle-même en acide.

(g) Traitée par l'acide sulfurique à une température élevée, elle n'est pas convertie en sucre, elle n'éprouve même aucun changement quelconque.

h) Mêlée avec de la levure et exposée à une température de $+ 18^{\circ}$ à $+ 24^{\circ}$ Réaumur, elle n'entre point en fermentation. Mêlée à de la levure et exposée pendant longtemps à une température de $+ 30^{\circ}$ Réaumur, elle ne s'acidifie pas.

B. Lorsque l'on torréfie l'amidon au point qu'il commence à exhaler des vapeurs, qu'il passe au brun-jaune, il se dissout dans l'eau froide sans laisser de résidu. Cette dissolution est d'un brun bien plus foncé, et bien moins visqueuse que celle ci-dessus A, mais elle a du reste les mêmes propriétés.

Si nous supposons que pendant la torréfaction des substances végétales, une partie de leur oxygène et de leur hydrogène se combine pour former de l'eau, ou si on l'aime mieux qu'une partie de leur oxygène et de leur hydrogène se trouvant éliminée d'une manière quelconque, le carbone vient dominer, il faudra considérer l'amidon torréfié, soluble dans l'eau froide, comme un produit contenant plus de carbone et moins d'oxygène que l'amidon non torré-

fié; il faudra, dis-je, expliquer par ce changement de proportion dans les parties constituantes, la manière très-différente dont l'amidon non torréfié et l'amidon plus ou moins torréfié se comportent, exposés à l'air, traités par l'acide sulfurique, et mêlés avec la levure, agens qui cependant agissent très-puissamment sur les substances végétales : car l'on sait que dans son état naturel, l'amidon exposé à l'air s'acidifie peu-à peu; que le faisant bouillir avec l'acide sulfurique étendu, il se saccharifie; que mêlé avec de la levure, et exposé à une température de $+ 20^{\circ}$. — 24° Réaumur, il éprouve un commencement de fermentation. (*Voy. mes Recherches à ce sujet dans le Journal de physique, de chimie et de minéralogie de Geblen, tom. IX, pag. 590.*)

Il paraît très-probable que l'amidon contenu dans la drêche, est, par la torréfaction qu'a éprouvée cette dernière, amené à l'état de dissolubilité dans l'eau froide. C'est peut-être là la raison pourquoi les bières brassées avec de la drêche fortement torréfiée, ne passent pas à l'acide aussi facilement que celles provenant de la drêche seulement desséchée. Si la substance sucrée de la drêche n'était pas détruite en majeure partie à la tem-

pérature qui fait torréfier l'amidon ; il faudrait recommander aux brasseurs de pousser la torréfaction de la drêche jusqu'à la faire roussir. Leur bière n'en serait que de meilleure garde. L'on suit effectivement ce principe dans plusieurs brasseries ; je cite celles de Jéna et celles de Koestritz. Les bières qu'elles fournissent passent rarement à l'acide ; mais il faut convenir qu'elles sont moins spiritueuses et moins agréables au goût que celles que l'on brasse en Franconie : cela provient de ce que le principe sucré est altéré par une trop forte torréfaction de la drêche, et par la fermentation de la décoction.

Mes recherches m'ont convaincu que les bières d'une couleur pâle, même celles gardées très-longtems, contiennent encore une quantité considérable d'amidon ; c'est cet amidon qui les rend très-nourrissante, mais qui en même tems les dispose à passer à l'acide. Comme mes expériences m'ont donné la certitude que les dissolutions aqueuses de l'amidon peuvent dissoudre du *tannate d'amidon*, et que cette dissolution de *tannate d'amidon* résiste à l'acidification, il serait à propos d'essayer d'ajouter à la décoction, outre le houblon, une autre substance végétale chargée de tannin, afin de faire passer une partie

de l'amidon dissous à l'état de tannate. (Cette modification parerait à l'inconvénient qui résulte de ce que le gluten et l'albumine sont extrêmement susceptibles d'altération.) Je doute beaucoup que cette addition altère le goût de la bière ; car le tannin se combinant avec l'amidon forme un binaire à-peu-près insipide. On sait depuis longtemps que la racine de girofles (*radix gei urbani*, L.), ajoutée en petite quantité à la décoction avec laquelle on la fait bouillir, donne non-seulement à la bière un goût aromatique fort agréable, mais la préserve encore de l'acidification (*cervisiam ab acore præservant* (sc. *radices gei urbani*), dit la Pharmacopée de Wurtemberg). Cet effet ne peut provenir que du tannin contenu dans cette racine. On ignore si les Anglais qui ont porté si loin l'art de la brasserie, rendent leur bière durable en torréfiant fortement la drèche, et en convertissant ainsi l'amidon qu'elle contient en *gomme d'amidon* (c'est ainsi que j'appellerai l'amidon fortement torréfié), ou par l'addition de quelque substance ; mais il est de fait qu'ils y font entrer beaucoup de réglisse et de jus de réglisse. Je suis cependant porté à croire qu'ils n'ajoutent cete réglisse que pour lui donner un goût sucré

qui résiste à la fermentation. Le glycion contenu dans la réglisse n'étant point fermentescible, il ne peut guère contribuer à rendre la bière de meilleure garde, qu'en remplaçant le sucre de la drèche, lequel étant converti en totalité en alcool par une fermentation poussée à outrance, rend la bière plus spiritueuse.

Mes expériences sur l'amidon torréfié, et mes observations sur la bière me conduisirent à examiner l'amidon de la drèche. Je préparai de l'amidon avec de la drèche d'orge et de froment séchée, que je lavai à plusieurs reprises à l'eau froide pour le dégager entièrement du gluten et du *sucre de drèche* adhérens, après quoi je le fis sécher.

A. L'amidon de la drèche tant d'orge que de froment, est absolument blanc; il est brillant, doux au toucher, et en général ne se distingue point par ses caractères physiques de l'amidon des graines dans leur état naturel. Vu au microscope par un grossissement de 400, il paraît, comme ce dernier, composé de grains lisses et transparens, de forme ovale (1).

(1) Mettant en contact sur une plaque de verre blanc; une trentaine de grains d'amidon avec une

B. Les propriétés chimiques de l'amidon de la drêche différent de celles de l'amidon retiré des graines dans l'état naturel. Sa solubilité dans l'eau est différente ; il se comporte différemment dans la chaleur , avec l'acide sulfurique et avec la levure.

L'amidon retiré de la drêche ,

A) Se dissout complètement dans l'eau à la température de + 55 à 60° R. , et forme avec elle un empois transparent en masses peu considérables. Cette dissolution perd sa consistance par l'échauffement , et la perd rapidement lorsque l'échauffement est poussé à l'ébullition ; elle devient alors très-liquide , prend un goût douceâtre ,

L'amidon retiré des graines dans l'état naturel ,

A) Se dissout complètement dans l'eau à la température de + 68 à 72° R. , et forme avec elle un empois demi-transparent qui , par l'échauffement , prend plus de consistance , mais reste insipide ; continuant de le chauffer , il devient peu-à-peu opaque , et finit par devenir presque insoluble dans l'eau.

goutte d'alcool , et les plaçant sous le microscope , on croit voir une goutte d'eau peuplée d'animalcules infusoires ; on aperçoit tous les grains enfilés en chaînes irrégulières , qui s'attirent et se repoussent en divers sens avec une rapidité étonnante ; on les croirait animés : ce mouvement dure plusieurs minutes ; au bout de ce tems , il cesse , et l'addition d'une nouvelle quantité d'alcool ne le ranime pas. Il paraît donc qu'il n'est point dû à l'évaporation de l'alcool , mais plutôt à la combinaison de ce dernier avec l'eau convenue dans l'amidon , ou bien à l'expulsion de l'air.

et se coagule, par le refroidissement, en masses blanc de lait, qui se ramollissent dans l'eau, mais qui ne s'y dissolvent plus proprement.

B) Ajoutant à la solution aqueuse bouillante un centième (du poids de l'amidon) d'acide sulfurique, elle perd presque sur-le-champ sa consistance d'empois, et passe à l'état liquide; après une ébullition d'une heure, elle se convertit en un liquide sucré.

C) A une température de $+20$ à 24° R., la solution aqueuse n'est pas beaucoup changée par l'addition de la levure. La masse entre à peine en fermentation; mais lorsqu'il y a un peu de sucre, la fermentation s'établit d'une manière vive et qui continue longtemps.

B) Ne passe, par l'addition de l'acide sulfurique, à l'état liquide, qu'après une ébullition d'une demi-heure, et ne se convertit en liquide sucré qu'après 3—4 heures d'ébullition.

C) A une température de $+20^{\circ}$ R., la levure détermine la solution aqueuse à une fermentation assez vive, et la masse se transforme en un liquide qui ressemble au seigle fermenté propre à être mis dans l'alambic pour en distiller l'eau-de-vie.

L'amidon de la drèche se comporte avec les réactifs (les dissolutions métalliques, l'acide nitrique, la liqueur de potasse, le tannin, etc.) comme l'amidon des graines dans l'état naturel. Cependant, les différences rapportées ci-dessus *B*, *a* et *b*, sont bien suffisantes pour nous convaincre que pendant la germination des graines, l'amidon subit une altération quelconque,

mais qu'une partie est altérée d'une manière, et une autre d'une autre. S'il est permis de considérer la germination des graines, comme un procédé électro-chimique, dans lequel l'oxygène et l'hydrogène jouent un rôle, je suis tenté de croire que le *sucre de la drêche* est de l'amidon qui, après un surcroît d'oxygène, et l'*amidon de la drêche* de l'amidon qui a pris un peu d'hydrogène; l'amidon de la drêche étendu d'eau, se trouvant en contact avec une température élevée, son hydrogène attire de l'oxygène; l'amidon dépouillé de cet hydrogène, attire encore, comme binaire, un peu d'oxygène, et se coagule. Probablement que dans l'origine, l'amidon se trouve dans les plantes à l'état liquide, laquelle liquidité est produite par un excès d'hydrogène, et qu'il y passe à l'état solide dès qu'il se combine avec l'oxygène. Si la quantité de cet oxygène combiné est telle qu'elle ne suffit seulement qu'à neutraliser l'hydrogène de l'amidon liquide, il se formera de l'amidon en grains; s'il y en a plus, il se formera de la substance ligneuse (1).

(1) Il va sans dire que l'inverse de tout ceci peut avoir lieu; je serais même tenté de soutenir que les deux opé-

Jusqu'ici je ne connais pas de substance végétale qui soit susceptible d'autant de modifications que l'amidon. Nous devons nous attendre à en découvrir encore plusieurs autres.

Le *sucre de drêche* n'est aussi proprement qu'un amidon qui n'a subi sa modification qu'à demi; c'est du *sucre d'amidon* imparfait que l'on pourrait appeler *amidon sucré*. Il se distingue du sucre d'amidon en ce qu'il ne cristallise ou ne se fige pas comme lui, mais ne forme qu'une masse visqueuse; qu'il est moins sucré, ne se dissout plus dans l'alcool de 90 pour cent, et que l'alcool au contraire le précipite de sa dissolution aqueuse concentrée sous forme d'une masse visqueuse: c'est pour cette raison que, faisant digérer de l'alcool avec le résidu

rations doivent avoir lieu simultanément, c'est-à-dire que, dans le principe, l'amidon existe non-seulement dans l'état hydrogéné, mais encore dans l'état oxigéné (comme gomme et comme sucre fade), et qu'il commence à prendre son caractère propre lorsque son oxigène et son hydrogène se trouvent déterminés à se neutraliser réciproquement. Je ne puis m'empêcher de faire observer ici qu'on n'a pas donné jusqu'aprèsent assez d'attention à l'existence d'une substance hydrogénée ou azotée, et d'une substance oxigénée dans les plantes

D.

de la décoction, évaporée à siccité, l'alcool n'en extrait point le sucre de drêche; mais mêlant de la décoction liquide et plus concentrée que ne préparent les brasseurs, avec volume égal d'alcool de 80 pour cent, cet alcool se charge du *sucre de drêche*, tandis que l'amidon, la gomme et le gluten sont précipités. Faisant évaporer le liquide spiritueux après l'avoir filtré; l'on obtient le *sucre de drêche* pur.

L'amidon de drêche subit encore une modification pendant l'extraction de la drêche par l'eau chaude; il ne forme pas avec l'eau de l'empois, mais une dissolution liquide, qui ne se fige pas par l'ébullition. Il paraît que le gluten, ou peut-être aussi le *sucre de drêche* contenus dans la drêche, ôtent à cet amidon la propriété dont il jouit dans son état de pureté, de former d'abord avec l'eau chaude un empois qui, lorsque l'on continue de chauffer, passe à l'état liquide et se fige par le refroidissement; car dans l'extraction de la drêche, où l'eau, la chaleur et l'air agissent simultanément, le gluten se trouve disposé à agir puissamment sur l'amidon et la modifier. Son action sur l'amidon est telle que lorsque l'on laisse l'extrait de drêche tout chaud

pendant trop longtems en contact avec le marc qui retient la majeure partie du gluten de la drêche, toute la liqueur tourne à l'acide. Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que le gluten n'exerce cette action que dans son état concret, et non lorsqu'il se trouve dissous conjointement avec l'amidon et le *sucré de drêche*. On sait que la décoction tient une grande quantité de gluten en dissolution; et malgré cela, gardée dans un lieu frais, elle se conserve assez longtems sans éprouver d'altération. Mais lorsqu'elle se trouve exposée à l'influence d'agens qui déterminent le gluten à se figer, tels que l'électricité, de la levure, une chaleur soutenue, ce gluten met toute la masse en mouvement, et modifie non-seulement le *sucré de drêche*, mais encore l'*amidon de drêche*. Il se comporte donc à cet égard comme le ferment des sucres de fruits sucrés qui, selon Gay-Lussac, n'agit également que lorsqu'il a attiré de l'oxygène de l'air, et se trouve par là déterminé à se figer.

C'est une chose bien remarquable que le gluten précipité de la décoction par l'électricité, porte de suite toute son action sur l'amidon et le *sucré de drêche*, et les fait

tourner non-seulement à l'acide , mais les modifie encore d'une autre manière , tandis que lorsqu'il est séparé par la levure , il se convertit en levure lui-même , et ne change point l'amidon et le sucre de drêche en acide , mais les détermine à la fermentation acéteuse. Le premier cas a lieu quelquefois dans les brasseries lorsque pendant l'opération , il s'élève un orage , ou que l'air est fortement chargé d'électricité. On connaît depuis longtems ces deux actions si différentes du gluten ; mais on n'en a pas encore donné d'explication satisfaisante : il faut que la science fasse encore bien des progrès pour que nous puissions bien expliquer ce phénomène et plusieurs autres. Dans son état actuel , il ne nous est permis que de faire de faibles efforts pour répandre quelque jour sur ce long enchaînement de causes et d'effets.

A. V.

LETTRE

De M. AMPÈRE à M. le comte BERTHOLLET, sur la détermination des proportions dans lesquelles les corps se combinent d'après le nombre et la disposition respective des molécules dont leurs particules intégrantes sont composées.

MONSIEUR LE COMTE,

Vous savez que depuis longtems l'importante découverte de M. Gay-Lussac sur les proportions simples qu'on observe entre les volumes d'un gaz composé et ceux des gaz composans, m'a fait naître l'idée d'une théorie qui explique non-seulement les faits découverts par cet habile chimiste et les faits analogues observés depuis, mais qui peut encore s'appliquer à la détermination des proportions d'un grand nombre d'autres composés qui, dans les circonstances ordinaires, n'affectent point l'état gazeux.

Le mémoire dans lequel j'expose cette théorie avec tous les détails nécessaires, est presque terminé; mais comme des occupations d'un autre genre ne me permettent pas d'y travailler actuellement, je m'empresse de répondre au desir que vous m'avez manifesté de le connaître, en vous en présentant un extrait.

Des conséquences déduites de la théorie de l'attraction universelle, considérée comme la cause de la cohésion, et la facilité avec laquelle la lumière traverse les corps transparens, ont conduit les physiciens à penser que les dernières molécules des corps étaient tenues par les forces attractives et répulsives qui leur sont propres, à des distances comme infiniment grandes relativement aux dimensions de ces molécules.

Dès-lors leurs formes, qu'aucune observation directe ne peut d'ailleurs nous faire connaître, n'ont plus aucune influence sur les phénomènes que présentent les corps qui en sont composés, et il faut chercher l'explication de ces phénomènes dans la manière dont ces molécules se placent les unes à l'égard des autres pour former ce que je nomme une *particule*. D'après cette notion, on doit considérer une particule

comme l'assemblage d'un nombre déterminé de molécules dans une situation déterminée, renfermant entre elles un espace incomparablement plus grand que le volume des molécules; et pour que cet espace ait trois dimensions comparables entre elles, il faut qu'une particule réunisse au moins quatre molécules. Pour exprimer la situation respective des molécules dans une particule, il faut concevoir par les centres de gravité de ces molécules, auxquels on peut les supposer réduites; des plans situés de manière à laisser d'un même côté toutes les molécules qui se trouvent hors de chaque plan. En supposant qu'aucune molécule ne soit renfermée dans l'espace compris entre ces plans, cet espace sera un polyèdre dont chaque molécule occupera un sommet, et il suffira de nommer ce polyèdre pour exprimer la situation respective des molécules dont se compose une particule. Je donnerai à ce polyèdre le nom de *forme représentative de la particule*.

Les corps cristallisés étant formés par la juxta-position régulière des particules, la division mécanique y indiquera des plans parallèles aux faces de ce polyèdre; mais elle pourra en indiquer d'autres résultant

des diverses lois de décroissement : rien n'empêche d'ailleurs que ceux-ci ne soient souvent plus faciles à obtenir qu'une partie des premiers, et dès-lors la division mécanique peut bien fournir des conjectures, mais seulement des conjectures, pour la détermination des formes représentatives. Il est un autre moyen de connaître ces formes ; c'est de déterminer, par le rapport des composans d'un corps, le nombre des molécules qui se trouve dans chaque particule de ce corps. Je suis parti, pour cela, de la supposition que dans le cas où les corps passent à l'état de gaz, leurs particules seules soient séparées et écartées les unes des autres par la force expansive du calorique à des distances beaucoup plus grandes que celles où les forces d'affinité et de cohésion ont une action appréciable, en sorte que ces distances ne dépendent que de la température et de la pression que supporte le gaz, et qu'à des pressions et des températures égales, les particules de tous les gaz, soit simples, soit composées, sont placés à la même distance les unes des autres. Le nombre des particules est dans cette supposition, proportionnel au

volume des gaz (1). Quelles que soient les raisons théoriques qui me semblent appuyer, on peut ne la considérer que comme une hypothèse ; mais en comparant les conséquences qui en sont une suite nécessaire avec les phénomènes ou les propriétés que nous observons ; si elle s'accorde avec tous les résultats connus de l'expérience ; si l'on en déduit des conséquences qui se trouvent confirmées par des expériences ultérieures, elle pourra acquérir un degré de probabilité qui approchera de ce qu'on nomme en physique *la certitude*. En la supposant admise, il suffira de connaître les volumes à l'état de gaz d'un corps composé et de ses composans, pour savoir combien une particule du corps composé contient de particules ou de portions de particule des deux composans. Le gaz nitreux contenant, par exemple, la moitié de son volume en oxygène et la moitié en azote, il s'ensuit qu'une particule de gaz nitreux est formée par la réunion de la

(1) Depuis la rédaction de mon Mémoire, j'ai appris que M. Avogadro avait fait de cette dernière idée la base d'un travail sur les proportions des élémens dans les combinaisons chimiques.

moitié d'une particule d'oxygène et de la moitié d'une particule d'azote; le gaz formé par la combinaison du chlore et de l'oxide de carbone contenant des volumes de ces deux gaz qui sont égaux au sien, une de ses particules est formée par la réunion d'une particule de chlore et d'une particule d'oxide de carbone; l'eau en vapeur contenant, d'après les belles expériences de M. Gay-Lussac, un volume égal d'hydrogène et la moitié de son volume en oxygène, une de ses particules sera composée d'une particule entière d'hydrogène et de la moitié d'une particule d'oxygène; par la même raison, une particule de gaz oxide d'azote contiendra une particule entière d'azote, et la moitié d'une particule d'oxygène; enfin un volume de gaz ammoniacal étant composé d'un demi-volume d'azote et d'un volume et demi d'hydrogène, une particule de ce gaz contiendra la moitié d'une particule d'azote, et une particule et demie d'hydrogène.

Si nous admettons comme la supposition la plus simple, supposition qui me paraît d'ailleurs suffisamment justifiée par l'accord des conséquences que j'en ai déduites avec les phénomènes, que les particules de l'oxygène, de

l'azote et de l'hydrogène sont composées de quatre molécules, nous en concluons que celles du gaz nitreux sont aussi composées de quatre molécules, deux d'oxygène et deux d'azote; celles du gaz oxide d'azote, de six molécules, quatre d'azote et deux d'oxygène; celles de la vapeur d'eau, de six molécules, quatre d'hydrogène et deux d'oxygène, et celles du gaz ammoniacal, de huit molécules, six d'hydrogène et deux d'azote.

La supposition que les particules du chlore sont aussi composées de quatre molécules, ne peut s'accorder avec les phénomènes que présente ce gaz dans ses diverses combinaisons : on est amené nécessairement, pour rendre raison de ces phénomènes, à admettre huit molécules dans chacune de ses particules, et à supposer, ou que ces molécules sont de même nature, ou que les particules du chlore contiennent quatre molécules d'oxygène et quatre molécules d'un corps combustible inconnu.

La première hypothèse simplifie tellement les explications qui vont suivre, que ce serait une raison suffisante d'en faire usage en les exposant, lors même qu'on ne la regarderait pas comme la plus probable.

Si nous considérons maintenant les formes

primitives des cristaux reconnues par les minéralogistes , et que nous les regardions comme les formes représentatives des particules les plus simples , en admettant dans ces particules autant de molécules que les formes correspondantes ont de sommets , nous trouverons qu'elles sont au nombre de cinq ; le tétraèdre , l'octaèdre , le parallépipède , le prisme hexaèdre et le dodécaèdre rhomboïdal.

Les particules correspondantes à ces formes représentatives , sont composées de 4 , 6 , 8 , 12 et 14 molécules ; les trois premiers de ces nombres sont ceux dont nous avons besoin pour expliquer la formation des particules des gaz cités tout à l'heure ; j'ai montré dans mon Mémoire que le nombre 12 est celui qu'il faut employer pour exprimer la composition des particules de plusieurs combinaisons très-remarquables , et que le nombre 14 rend raison de celle des particules de l'acide nitrique , comme il serait si on pouvait l'obtenir sans eau , de celle des particules du muriate d'ammoniaque , etc.

Voyons maintenant comment les molécules peuvent se réunir suivant ces différentes formes.

Deux molécules étant conçues réunies

par une ligne pour se faire une idée plus nette de leur position respective ; si l'on y joint deux autres molécules réunies de la même manière , d'abord dans un même plan de façon que les deux lignes se coupent mutuellement en deux parties égales , et qu'on les écarte ensuite en les tenant toujours dans une situation parallèle à celle qu'elles avaient dans ce plan , on obtiendra un tétraèdre qui ne sera régulier que dans le cas où les deux lignes étaient égales , perpendiculaires entre elles , et où on les a écartées l'une de l'autre à une distance qui soit à leur longueur comme $1 : \sqrt{2}$.

Concevons maintenant trois molécules jointes par des lignes formant un triangle quelconque ; plaçons dans le même plan un autre triangle égal au premier , et dont la situation soit telle que les deux triangles aient leur centre de gravité au même point , et leurs côtés égaux respectivement parallèles , en écartant ces deux triangles , de manière que les trois côtés de chaque triangle restent constamment parallèles à leur position primitive , on obtiendra six points placés comme ils doivent l'être pour représenter les six sommets d'un octaèdre qui ne sera régulier que dans le cas où l'on a réuni ainsi deux

triangles équilatéraux , et où on les a écartés perpendiculairement à leur plan d'une quantité qui soit à un de leur côté comme $\sqrt{2} : \sqrt{3}$.

Si l'on suppose , dans le cas du tétraèdre , qu'on mène par les deux lignes dont nous avons parlé , deux plans parallèles entre eux , et qu'on place dans chacun d'eux une ligne qui représente la position où se scroit trouvée la ligne de l'autre plan avant qu'on les eût écartés , les extrémités de ces deux nouvelles lignes seront les quatre sommets d'un tétraèdre symétrique (1) au premier qui aura son centre de gravité au même point , et les huit sommets de ces deux tétraèdres , réunis de cette manière , seront ceux d'un parallépipède. C'est ainsi que la forme parallépipède résulte de la réunion de deux tétraèdres. Il est aisé de voir que quand les deux tétraèdres sont réguliers , le parallépipède devient un cube ; un parallépipède rhomboïdal , quand les tétraèdres sont des pyramides régulières ; un prisme droit à bases rhomboïdales , quand quatre arêtes de chaque tétraèdre sont égales entre elles ; et que la base de ce prisme devient un carré quand , à

(1) Voyez dans la Géométrie de M. Legendre , la définition des polyèdres symétriques.

cette condition, se joint l'égalité des deux autres arêtes. Dans le cas de l'octaèdre, si l'on place de même dans les plans de deux triangles dont nous avons parlé, ceux qui représentent la position où se serait trouvé le triangle de l'autre plan avant qu'on les eût écartés, les six angles de ces deux nouveaux triangles seront les six sommets d'un octaèdre symétrique au premier qui aura son centre de gravité au même point, et les douze sommets de ces deux octaèdres, ainsi réunis, seront ceux d'un prisme hexaèdre; cette forme résulte ainsi de la réunion de deux octaèdres. Le prisme hexaèdre ne sera droit qu'autant qu'on aura écarté les deux premiers triangles dans une direction perpendiculaire à leur plan, et il n'aura pour base un hexagone régulier que dans le cas où ces deux triangles seront équilatéraux. On peut remarquer que dans le prisme hexaèdre formé de cette manière avec deux octaèdres réguliers, la hauteur est aux côtés des bases comme $\sqrt{2} : 1$.

En général, l'examen des circonstances qui résultent de la régularité ou de l'irrégularité des particules qui se réunissent entre elles, comme le font deux tétraèdres pour

produire un parallépipède, et deux octaèdres pour donner naissance à un prisme hexaèdre, exige des considérations très-compliquées, qui sont inutiles à l'intelligence de la théorie que j'expose, tant qu'on ne s'occupe que du nombre des molécules de chaque particule, et ne peuvent avoir d'application que quand on étudie sous ce point de vue les formes primitives des cristaux données par l'observation. J'en ferai abstraction dans cet extrait; et comme il n'y sera question que du nombre des molécules dont se composent les particules formées par la réunion d'autres particules déjà connues, je supposerai réguliers tous les tétraèdres et les octaèdres dont j'examinerai les diverses combinaisons. Il sera facile, à l'aide de quelques réflexions, de se faire une idée des modifications que subirait les résultats de cet examen, dans le cas où ces polyèdres seraient irréguliers.

Il est évident qu'en plaçant au même point les centres de gravité de deux tétraèdres et d'un octaèdre, de manière que les deux premiers forment un cube, et que la situation et les dimensions de l'octaèdre soient telles que les arêtes de ce cube et celles de l'octaèdre se coupent mutuelle-

ment à angles droits en deux parties égales , le polyèdre à 14 sommets qui résultera de leur réunion , sera le dodécaèdre , dernière des formes primitives données par la division mécanique des cristaux ; car on ne doit pas compter parmi ces formes la double pyramide à bases hexagonales , admise d'abord pour expliquer la cristallisation du quartz , et ramenée depuis à un parallépipède.

On voit par ce que nous venons de dire , que quand des particules se réunissent en une particule unique , c'est en se plaçant de manière que les centres de gravité des particules composantes , étant au même point , les sommets de l'une se placent dans les intervalles que laissent les sommets de l'autre , et réciproquement. C'est de cette manière que je conçois la combinaison chimique , et c'est en cela qu'elle diffère de l'agrégation des particules similaires , qui se fait par une simple juxtaposition de ces particules , ainsi qu'on le voit dans cette belle théorie de la cristallisation que les sciences doivent à M. Haüy. C'est aussi de cette manière que j'ai obtenu en combinant d'autres nombres de tétraèdres et d'octaèdres , les diverses formes représentatives

qu'exigeait l'explication , d'après les mêmes principes , de toutes les combinaisons en rapport déterminé , qui me sont connues.

En essayant de réunir des tétraèdres et des octaèdres de toutes les manières possibles , on trouve qu'il résulterait de la plupart d'entre elles des formes représentatives , où les diverses molécules se trouveraient disposées d'une manière irrégulière ; qu'il s'en trouverait dans un sens sans qu'il y en eût dans un autre sens correspondant au premier. Toutes ces formes doivent être rejetées , et on observe , en effet , que les proportions qu'elles supposeraient dans les combinaisons chimiques , ne se rencontrent point dans la nature. Si l'on essaie , par exemple , de combiner des tétraèdres et des octaèdres , de manière que le nombre des premiers soit la moitié de celui des seconds , on ne trouve que des formes bizarres qui ne présentent aucune régularité ou aucune proportion entre les grandeurs relatives de leurs différentes faces. On doit en conclure qu'un corps *A*, dont les particules ont pour forme représentative des tétraèdres , et un corps *B*, dont les particules sont représentées par des octaèdres , ne

s'uniront pas de manière qu'il y ait dans la combinaison une proportion de *A* et deux proportions de *B* ; cette combinaison sera facile au contraire, entre deux proportions de *A* et une de *B*, puisque deux tétraèdres et un octaèdre forment, par leur réunion, un dodécaèdre. Dans le même cas, *A* et *B* pourront se réunir en proportions égales au moyen de deux formes que je vais décrire, et où le nombre des tétraèdres est égal à celui des octaèdres.

1°. Un octaèdre peut être réuni avec un tétraèdre, en plaçant les sommets de l'octaèdre sur les prolongemens des lignes qui partant du centre de gravité du tétraèdre, passent par les milieux de ses six arêtes : on forme ainsi un polyèdre à dix sommets et à seize faces triangulaires, quatre équilatérales et douze isocèles, auxquels je donnerai le nom de hexadécaèdre.

2°. Deux octaèdres réunis en prisme hexaèdre, peuvent se joindre avec deux tétraèdres formant un cube, d'une manière analogue à celle dont un octaèdre est uni à un cube dans le dodécaèdre. Pour se faire une idée nette de cette combinaison, il faut considérer une des diagonales du cube comme l'axe de ce polyèdre, et lui élever

un plan perpendiculaire passant par le centre du cube. Ce plan coupera six de ses arêtes en deux parties égales, les points de divisions se trouvant situés comme les six angles d'un hexagone régulier, en y plaçant les milieux des six arêtes verticales d'un prisme hexaèdre, formé par la réunion de deux octaèdres réguliers; les 20 sommets de ce polyèdre seront ceux d'un nouveau polyèdre qui aura 30 faces; savoir : 6 parallélogrammes rectangles et 24 triangles isocèles : je lui donnerai le nom de triacontaèdre.

Il est aisé de voir, d'après cette construction, que la diagonale du cube est égale à celle du prisme, et qu'ainsi, tous les sommets du triacontaèdre sont dans une même surface sphérique.

Il serait inutile de chercher à former d'autres combinaisons présentant quelque régularité, en combinant deux des polyèdres précédens. Passons à un autre mode de combinaison. Si l'on considère douze points placés les uns à l'égard des autres, comme les milieux des douze arêtes d'un cube, ces points seront situés quatre à quatre dans trois plans rectangulaires; d'où il suit que si on place aux quatre premiers les quatre angles de la base carrée commune aux

deux pyramides, dont se compose un des octaèdres; aux quatre autres les quatre angles de la base d'un second octaèdre, et aux quatre autres ceux du troisième octaèdre, les sommets des trois octaèdres se trouveront deux à deux dans les intersections des trois plans rectangulaires, et ces dix-huit sommets seront ceux d'un polyèdre à 32 faces triangulaires, dont 8 seront équilatérales et 24 isocèles : je donnerai à ce polyèdre le nom de trioctaèdre, qui en rappelle la génération.

Le trioctaèdre peut, comme l'octaèdre, se combiner avec deux tétraèdres, formant un cube; pour cela, on prolongera les plans de ses faces triangulaires isocèles du côté où elles se joignent avec les faces équilatérales, jusqu'à ce que ces plans se rencontrent trois à trois au dehors du polyèdre, vis-à-vis de ces dernières faces. Les 8 points ainsi déterminés sont évidemment situés les uns à l'égard des autres, comme les 8 sommets d'un cube; d'où il suit qu'on pourra y placer les 8 sommets de deux tétraèdres, dont la réunion avec le trioctaèdre formera un polyèdre à 26 sommets et à 24 faces quadrilatères égales. Le trapézoïdal des minéralogistes, est un cas particulier de cette

forme, qui résulte d'une certaine proportion entre les axes et les côtés des bases carrées des octaèdres droits, dont on peut concevoir le trioctaèdre formé. Je lui conserverai, en général, le nom de trapézoïdal, qui exprime une propriété qui lui appartient toujours, quelles que soient les dimensions de ces octaèdres.

Il n'en est pas des tétraèdres comme des octaèdres : on ne peut en réunir trois en un polyèdre qui présente quelque régularité ; mais il en existe un formé par la combinaison de quatre tétraèdres. Pour obtenir, on considérera quatre points situés comme les 4 sommets d'un tétraèdre égal aux quatre qu'on veut réunir, et on concevra qu'à chacun de ces points est placé un des sommets de chaque tétraèdre, tandis que les trois autres sommets du même tétraèdre se trouvent dans le plan qui passe par les trois autres points, et correspondent aux milieux des intervalles qu'ils laissent entre eux. Je donnerai au polyèdre résultant de cette combinaison de quatre tétraèdres ainsi réunis, le nom de tétra-tétraèdre. Ce polyèdre a seize sommets et vingt-huit faces triangulaires, dont quatre sont équilatérales et vingt-quatre isocèles.

On démontre aisément que si l'on prolonge les plans des douze faces isocèles adjacentes aux quatre faces équilatérales du côté où elles se joignent à ces faces, les prolongemens de ces plans se rencontreront trois à trois en-dehors du tétra-tétraèdre, en quatre points correspondans aux milieux de ses quatre faces équilatérales, et qui seront les sommets d'un cinquième tétraèdre égal aux quatre précédens; en le réunissant avec eux, on a les vingt sommets du polyèdre que j'ai appelé penta-tétraèdre et qui a vingt-quatre faces, savoir : douze quadrilatères et douze triangles isocèles.

Si l'on considère de nouveau 12 points, situés entre eux comme les milieux des 12 arêtes d'un cube, et qu'on place un tétraèdre de manière que son centre de gravité étant au même point que celui du cube, deux de ses arêtes opposées passent par quatre de ces points, et qu'on fasse successivement la même chose à l'égard de 5 autres tétraèdres, pour que le nombre des sommets soit le même dans tous les sens, on obtiendra un polyèdre à 24 sommets et à 14 faces, 6 carrés et 8 hexagones, que je nommerai hexa-tétraèdre.

Ces hexagones, tous égaux entre eux, auront chacun trois côtés plus grands et

trois plus petits, qui seront entre eux comme $1 : \sqrt{2} - 1$.

Ce polyèdre n'est évidemment qu'un octaèdre, dont les 6 sommets sont tronqués par des plans perpendiculaires à ses trois axes ; ses combinaisons avec d'autres formes représentatives, sont plus nombreuses que celles d'aucun des polyèdres précédens.

On peut d'abord le combiner avec un octaèdre situé de manière qu'ayant son centre de gravité au même point, toutes les faces et toutes les arêtes de cet octaèdre, soient parallèles à celles de l'octaèdre dont on peut concevoir que l'hexa-tétraèdre résulte par des troncatures, en s'assujétissant à la seule condition que ses dimensions soient moindres que celles de ce dernier, pour que le polyèdre, ainsi formé, n'ait pas d'angles rentrants. Ce polyèdre ne diffère de l'hexa-tétraèdre, qu'en ce qu'il a de plus que celui-ci six pyramides régulières, élevées sur ses faces carrées. Je le nommerai hexa-tétraèdre pyramidé.

On peut aussi combiner l'hexa-tétraèdre avec un cube, en le réunissant au cube même qui a servi à sa construction. Le polyèdre qui résulte de cette combinaison

étant formé par la réunion d'un cube et d'un hexa-tétraèdre, j'ai cru devoir lui donner le nom de cubo-hexa-tétraèdre; il a 32 sommets et 54 faces; savoir: 6 carrés et 48 triangles isocèles.

Si l'on prolonge dans ce polyèdre les plans des 24 faces triangulaires adjacentes aux faces carrées, du côté où elles se joignent à ces faces, jusqu'à ce qu'ils se coupent 4 à 4 en dehors du polyèdre vis-à-vis de ces carrés, on obtiendra une nouvelle forme représentative, produite par la réunion d'un hexa-tétraèdre, d'un cube et d'un octaèdre, qui aura 38 sommets et 48 faces, dont la moitié seront des rhombes égaux, et l'autre moitié des triangles isocèles aussi égaux entre eux. Pour le désigner par un nom dérivé de cette propriété qui le distingue de toutes les autres formes représentatives où se trouvent à-la-fois des tétraèdres et des octaèdres, je le nommerai amphiedre.

Pour se faire une idée simple de la combinaison de l'hexa-tétraèdre avec un prisme hexaèdre formé par la réunion de deux octaèdres réguliers, on concevra l'hexa-tétraèdre placé de manière que deux de ses faces hexagonales soient horizontales; alors les milieux de ses 6 faces carrées seront placés comme les 6 sommets d'un des oc-

taèdres dont le prisme est composé. On pourra donc placer ces 6 sommets sur les perpendiculaires élevées au milieu de ces faces. Les 6 autres sommets du prisme hexaèdre répondront aux 6 faces hexagonales de l'hexa-tétraèdre, différentes de celles qu'on a placées horizontalement, c'est-à-dire, dans une direction perpendiculaire à l'axe du prisme. Si l'on détermine les dimensions respectives des deux polyèdres, de manière que chaque côté des bases du prisme rencontre l'arête de l'hexa-tétraèdre qui sépare celles de ses faces auxquelles répondent les deux extrémités de ce côté, on obtiendra une forme représentative composée de 6 tétraèdres et de 2 octaèdres, qui aura 36 sommets et 50 faces; savoir: 2 hexagones semblables à ceux de l'hexa-tétraèdre, 12 quadrilatères, 24 triangles isocèles et 12 triangles scalènes: je lui donnerai le nom de pentacontaèdre.

Pour réunir un hexa-tétraèdre avec un trioctaèdre, il suffit de placer un des trois octaèdre dont se compose celui-ci, de la même manière que l'octaèdre que nous avons joint à l'hexa-tétraèdre pour le changer en hexa-tétraèdre pyramidé. Le résultat de cette combinaison est un polyèdre à 24

sommets et à 80 faces triangulaires. Je lui donnerai le nom d'octocontaèdre.

Nous avons vu que 8 tétraèdres peuvent être réunis en une forme représentative, qui a été désignée sous le nom de cubo-hexa-tétraèdre. Dans cet arrangement, la position de deux tétraèdres diffère de celle des six autres; mais il est facile de réunir le même nombre de tétraèdres, en donnant à tous la même position respective. On concevra pour cela qu'un des sommets de chaque tétraèdre est placé à l'un des huit angles solides d'un cube, et que ce tétraèdre est situé de manière que ses trois autres sommets se trouvent dans les plans qui passent par le centre du cube et par les trois côtés de ce cube qui forment l'angle solide. Les 32 sommets des 8 tétraèdres disposés de cette manière, seront ceux d'un polyèdre qui, dans le cas où les tétraèdres sont réguliers et ont leur centre de gravité au même point, aura 18 faces; savoir: 6 carrées et 12 hexagones.

Il est aisé de voir que ce polyèdre n'est autre chose qu'un dodécaèdre, dont les six sommets à quatre faces auraient été tronqués jusqu'au tiers des arêtes adjacentes: comme la position des huit tétraèdes dont il

se compose est la même pour tous, je lui ai donné le nom d'octo-tétraèdre. Les huit tétraèdres qui forment ce polyèdre par leur réunion, sont placés deux à deux comme les deux tétraèdes qui forment un cube, et quatre à quatre comme les quatre tétraèdres dont se compose le tétra tétraèdre; on peut donc aussi le considérer comme produit par la réunion de quatre cubes ou de deux tétra-tétraèdres.

L'octo-tétraèdre ayant six faces, dont les milieux sont situés respectivement comme les six sommets d'un octaèdre, on pourrait réunir ces deux polyèdres en un seul, d'une manière analogue à celle dont se font les combinaisons décrites jusqu'à présent; mais comme ce polyèdre est moins simple que l'amphièdre qui contient précisément autant de tétraèdres et d'octaèdres, et qui, par conséquent, conduit nécessairement aux mêmes résultats, relativement aux combinaisons des corps en proportions déterminées; je ne le compterai point parmi les formes représentatives.

Il est évident que l'octo-tétraèdre qui a huit sommets, situés les uns à l'égard des autres, comme les huit sommets d'un cube, ne peut se combiner avec cette forme;

mais il peut, comme l'hexa-tétraèdre, se combiner avec un prisme hexaèdre, parce qu'il partage avec l'hexa-tétraèdre, la propriété d'avoir des faces hexagonales. Pour se faire une idée nette de cette combinaison, il faut concevoir une ligne qui joigne les milieux de deux faces hexagonales opposées d'un octo-tétraèdre, et la placer dans une situation verticale; on voit alors que ces deux faces sont entourées chacune de six autres faces, savoir : deux carrés et quatre hexagones, et qu'on peut placer un prisme hexaèdre de manière que les six sommets de chacune de ses bases répondant à ces six faces, son axe se confonde avec la ligne située verticalement. Les deux polyèdres ainsi réunis, donnent une forme représentative, qui ne diffère de l'octo-tétraèdre qu'en ce que les douze faces de celui-ci qui entourent les deux bases, se trouvent recouvertes par autant de pyramides, quatre quadrangulaires et huit hexagonales. Comme on ne peut établir entre les dimensions respectives des deux polyèdres, dans la vue de diminuer le nombre des faces, aucune relation qui soit symétrique par rapport à toutes les arêtes semblables, je supposerai qu'elles soient telles que la même sphère puisse leur être

circonscrite ; et le polyèdre à quarante-quatre sommets qui résulte de cette supposition , ayant soixante - dix faces , savoir : quatre hexagones, deux carrés, et soixante-quatre triangles , je lui donnerai le nom d'eptacontaèdre.

Enfin , pour combiner l'octo-tétraèdre avec le trioctaèdre , il suffit d'observer que chacun de ces polyèdres a autant de sommets que l'autre a de faces, et réciproquement ; on voit bientôt que les positions de ces sommets et de ces faces sont précisément telles , qu'en plaçant les six sommets à quatre faces du trioctaèdre sur les perpendiculaires élevées aux milieux des six faces carrées de l'octo-tétraèdre , tous les sommets de chaque polyèdre répondent aux faces de l'autre.

Si l'on détermine les dimensions respectives des polyèdres , de manière que les arêtes du trioctaèdre qui se réunissent aux six sommets dont nous venons de parler , passent par les milieux des arêtes des faces carrées de l'octo-tétraèdre , il résultera de la réunion de ces deux formes représentatives , un nouveau polyèdre qui aura cinquante sommets et soixante-douze faces , savoir : vingt-quatre quadrilatères et quarante-huit triangles isocèles. Ce polyèdre pourra être

considéré comme un trioctaèdre dont les trente-deux faces auraient été recouvertes par autant de pyramides triangulaires ; c'est pourquoi je le désignerai sous le nom de trioctaèdre pyramidé.

Je ne ferai qu'indiquer trois autres formes représentatives, composées de quatre, de cinq et de sept octaèdres, et auxquels j'ai donné les noms de tétra-octaèdre, penta-octaèdre et epta-octaèdre ; et je ne parlerai point pour, abrégé, des combinaisons qu'on peut faire de ces trois formes représentatives, avec les polyèdres précédens.

Si l'on fait attention qu'un octaèdre étant donné, il y a quatre positions différentes dans lesquelles un autre octaèdre de même grandeur forme avec le premier un prisme hexaèdre, on concevra aisément que quatre octaèdres, situés dans ces quatre positions, auront leur centre de gravité au même point, et formeront une combinaison où ils entreront tous de la même manière. Cette combinaison est le tétra - octaèdre, qui a vingt-quatre sommets et quatorze faces, dont six sont des octogones, et les huit autres des triangles équilatéraux ; en y réunissant l'octaèdre même qui a servi à déterminer les positions respectives des quatre octaèdres

que nous venons de combiner, on aura le penta-octaèdre, dont les sommets sont au nombre de trente, et qui a cinquante-six faces triangulaires, dont huit équilatérales, et les quarante huit autres isocèles.

Si, au lieu de reunir le tétra octaèdre avec un seul octaèdre, on le combine avec un trioctaèdre, en plaçant les six sommets à quatre faces de celui-ci, au même point où nous avons placé les six sommets du cinquième octaèdre, dans la formation du penta-octaèdre, on aura le polyèdre composé de sept octaèdres égaux, auxquels j'ai donné le nom d'epta-octaèdre, et qui a quarante-deux sommets et quatre-vingts faces triangulaires, dont huit équilatérales, vingt-quatre isocèles et quarante-huit scalènes. Je joins ici un tableau comparé de ces vingt-trois formes représentatives.

	NOMBRE DES FACES				NOMBRE des tétraèdres.	NOMBRE des Octaèdres.	NOMBRE des dodecaèdres.	TOTAL des FACES.
	triangles.	Quadrilatères.	hexagones.	octogones.				
Tétraèdre (1).	4	0	0	0	1	0	0	4
Octaèdre.	8	0	0	0	0	1	0	8
Parallépipède.	0	6	0	0	0	0	0	6
Prisme hexaèdre.	0	6	0	0	0	0	0	6
Dodécaèdre.	0	12	0	0	0	1	0	12
Hexaédraèdre.	0	16	0	0	0	0	0	16
Tricontaèdre.	0	4	6	0	0	0	0	30
Triaèdre.	0	32	0	0	0	0	0	32
Trapezoidal.	0	24	0	0	0	0	0	24
Tetra-tétraèdre.	0	28	0	0	0	0	0	28
Penta-tétraèdre.	0	12	8	0	0	0	0	24
Hexa-tétraèdre.	0	24	8	0	0	0	0	32
Hexa-tétraèdre pyramide.	0	48	8	0	0	0	0	56
Cuba-hexa-tétraèdre.	0	24	0	0	0	0	0	48
Amphitédre.	0	36	0	0	0	0	0	50
Petit contactdre.	0	12	2	0	0	0	0	80
Che octaèdre.	0	80	0	0	0	0	0	80
Octo-tétraèdre.	0	6	12	0	0	0	0	18
Epiacontaèdre.	0	64	4	0	0	0	0	70
Triaèdre pyramide.	0	48	0	0	0	0	0	72
Tet-octaèdre.	0	8	24	0	0	0	0	14
Penta-octaèdre.	0	56	0	0	0	0	0	56
Epia-octaèdre.	0	80	0	0	0	0	0	80

(1) Ces vingt-trois polyèdres sont gravés dans les planches jointes à cet extrait; je les ai aussi fait faire en relief par M. Babinet. Cet usage qui demeure au Minéralogiste et qu'il exécute de cette manière à un prix très-moindre, les modèles de tous les cristaux décrits dans la minéralogie de M. Haüy, a rendu les tomes de ces polyèdres avec une intelligence et une précision qui ne laissent rien à désirer.

C'est par ces polyèdres que j'ai représenté les divers arrangemens des molécules de tous les corps. Lorsque ces corps ne contiennent que des substances dont on peut mesurer le volume à l'état de gaz, on a immédiatement le nombre des molécules de chaque espèce qui entrent dans leur composition. Lorsqu'un corps simple ne peut pas être obtenu à l'état de gaz, il faut essayer successivement différentes suppositions, relativement au nombre de molécules de ce corps simple, qui sont contenues dans un des composés qu'il forme avec une substance gazeuse, l'oxygène par exemple. Les rapports en poids font connaître le nombre des molécules du même corps qui entrent dans ses autres composés; et la condition à laquelle il faut satisfaire, que tous les nombres de molécules qu'on obtient correspondent à des polyèdres compris dans le tableau précédent, fait bientôt connaître celle de ces différentes suppositions qui peut s'accorder avec l'ensemble des phénomènes; il devient facile alors de calculer les poids respectifs des molécules de tous les corps simples; et une fois ces poids déterminés, il suffit d'avoir une analyse approchée d'un corps composé, pour savoir combien ses particules doivent con-

tenir de molécules de chacun de ses élémens , et corriger ainsi les erreurs inévitables de l'analyse.

Plusieurs chimistes ont cherché à parvenir au même résultat , en déterminant les poids respectifs de certaines proportions des différens corps simples qui entrent toujours un nombre entier de fois dans les corps qui en sont composés. Ces proportions ne conduisent à des résultats conformes à l'expérience que parce qu'elles sont toujours des multiples ou des sous-multiples des poids respectifs des molécules ; mais lorsqu'on en fait usage , rien ne peut indiquer combien de proportions d'un corps simple doivent entrer dans un de ces composés : au lieu que la considération des formes représentatives fait prévoir , dans beaucoup de cas , combien , dans un corps composé , il doit entrer de molécules de chacun de ses élémens , et conduit même à établir entre les combinaisons de deux corps simples avec tous les autres , une dépendance telle que les combinaisons d'un de ces corps étant connues , on peut prévoir celles de l'autre. J'ai trouvé , par exemple , en comparant les combinaisons que forment l'oxygène et l'hydrogène avec différens corps , qu'à l'exception du chlore

et du soufre, dont les combinaisons avec l'hydrogène présentent les propriétés des acides, une même quantité d'un corps susceptible de s'unir à l'hydrogène, s'y combine de manière qu'il y a en général dans chacune des particules du composé, quatre molécules d'hydrogène de plus qu'il n'y a de molécules d'oxygène dans la combinaison correspondante du même corps avec ce dernier gaz; on peut même remarquer que quand ce corps formé avec l'oxygène plusieurs combinaisons, dont les unes sont plus difficiles et les autres plus faciles à décomposer, les composés d'hydrogène correspondant aux premières de la manière que je viens d'expliquer, sont les seuls qu'on puisse obtenir, du moins à l'état isolé, et que ceux qui correspondent de la même manière aux combinaisons moins stables de l'oxygène, ou sont impossibles, ou ne peuvent exister qu'unis à un troisième corps. D'après cette addition de quatre molécules, ou d'une particule entière d'hydrogène au nombre des molécules d'oxygène que prennent les différens corps dans leurs combinaisons les plus stables avec ce dernier gaz, on trouve six molécules d'hydrogène quand il y en a deux d'oxygène dans

ces combinaisons , et huit quand il y en a quatre.

Les mêmes considérations conduisent également à prévoir , d'après les formes représentatives de leurs particules , quels sont les gaz que l'eau ne peut absorber qu'en très-petite quantité , par la simple interposition de quelques-unes de leurs particules entre celle de l'eau , et ceux que le même liquide est susceptible d'absorber en grande quantité , et en formant avec eux de véritables combinaisons.

On peut encore déduire de cette manière de concevoir la composition des corps , les rapports des quantités d'acide , de base , et même d'eau de cristallisation qui doivent se trouver dans les sels acides , neutres ou sur-saturés d'une même espèce , d'après les formes représentatives des particules de l'acide et de la base. C'est ainsi , par exemple , qu'on trouve , d'après celle des particules de l'acide sulfurique , que la plupart des sulfates sur-saturés doivent , conformément à l'expérience , contenir trois fois plus de bases que les sulfates neutres , et que la quantité d'acide sulfurique est double dans les sulfates acides que dans les sulfates neutres ; tandis que l'acide sulfureux peut ,

d'après la forme représentative de ses particules , former avec l'ammoniaque un sel acide où il entre en plus grande quantité que dans le sulfite neutre , dans le rapport de trois à deux seulement. Tel est , en effet , le sulfite acide qu'on obtient en distillant le sulfate neutre d'ammoniaque.

Je ne saurais entrer ici dans les détails contenus dans le Mémoire dont je fais l'extrait , sur les différentes combinaisons du gaz ammoniacal avec les autres gaz acides : l'accord des résultats auxquels on est conduit avec ceux de l'expérience , me paraissent une des preuves les plus remarquables de la théorie qui y est exposée ; mais pour donner un exemple de la manière dont on peut tirer de cette théorie la détermination de la quantité d'eau qui est combinée avec les corps , soit dans l'état de cristallisation , soit même après qu'ils ont subi l'action d'une forte chaleur , je citerai la détermination d'après la forme représentative des particules de la potasse , de la quantité d'eau qui y est unie dans ces deux états. Après avoir établi , en partant des phénomènes que présente le potassium , lorsqu'on le met en contact avec l'eau et le gaz ammoniacal , que les particules de la potasse ont pour forme représentative

un octaèdre composé de deux molécules d'oxigène et de quatre de métal , je trouve que dans l'hydrate cristallisé la quantité , de l'oxigène de l'eau doit être double de celle qui est unie au potassium ; mais qu'après que l'hydrate a été fondu , ces deux quantités d'oxigène doivent être entre elles comme 4:3 , parce qu'une particule d'hydrate dans cet état a pour forme représentative un epta-octaèdre formé par la réunion d'un trioc-taèdre composé de trois particules octaèdres de potasse , et d'un tétra-octaèdre de quatre particules octaèdres d'eau. Or , d'après la composition de la potasse telle qu'elle a été déterminée par MM. Thenard et Gay-Lussac , 100 parties de potassium s'unissent à 19.945 parties d'oxigène , pour faire 119.945 de potasse. Il suit donc de ce que je viens de dire , que cette quantité de potasse doit retenir , à quelque température qu'on la soumette , une quantité d'eau où il y ait 26.593 d'oxigène , et qui pèse par conséquent 30.139 , c'est-à-dire , à $\frac{1}{100}$ près le quart du poids de la potasse , ainsi qu'on l'a trouvé par les analyses les plus exactes.

Les combinaisons de l'oxigène , de l'hydrogène et du chlore , soit entre eux , soit avec d'autres corps , ont été successivement

l'objet de recherches analogues à celles dont je viens de parler. Dans l'impossibilité d'en indiquer ici tous les résultats, je me bornerai, dans cet extrait, à celles de ces combinaisons dont tous les élémens peuvent être obtenus à l'état de gaz, et où les nombres des molécules de chacun de leurs élémens sont par conséquent donnés immédiatement.

Nous avons déjà reconnu les formes représentatives des particules de deux combinaisons de l'azote et de l'oxygène: l'oxide d'azote et le gaz nitreux; celle de l'acide nitreux doit être déterminée d'après le rapport des volumes du gaz nitreux et d'oxygène dont il est composé. On a fait à ce sujet des expériences dont les résultats ne sont point d'accord entre eux. D'après les analyses de S. H. Davy, cet acide se compose de deux volumes de gaz nitreux et d'un volume d'oxygène: chacune de ses particules contiendrait alors deux molécules d'oxygène de plus que les particules du gaz nitreux, et aurait par conséquent, pour forme représentative, un octaèdre composé de deux molécules d'azote et de quatre d'oxygène; mais alors, comme dans toutes les autres combinaisons où le volume d'un des composans est double de

celui de l'autre, le volume de gaz nitreux ne changerait point par l'addition de l'oxygène; la plus grande condensation qui a lieu me paraît devoir être attribuée à ce qu'à mesure que ces octaèdres se forment, ils se combinent en hexadécaèdres¹, avec des tétraèdres de gaz nitreux. Comme deux molécules d'oxygène suffisent alors pour la formation d'un de ces hexadécaèdres où entrent deux particules entières de gaz nitreux, le volume de l'oxygène n'est que le quart de celui du gaz nitreux, et les volumes d'azote et d'oxygène sont, dans l'acide nitreux, comme 4:6. Ces résultats s'accordent avec les expériences de M. Berzélius. Dans cet hypothèse, la condensation doit être des $\frac{1}{4}$ du volume total; mais elle n'aura lieu complètement que quand l'oxygène étant introduit par petites portions dans le gaz nitreux, les octaèdres dont nous venons de parler, à mesure qu'ils se formeront, rencontreront un excès de tétraèdre de gaz nitreux avec lesquels ils puissent se combiner. Si on introduisait, au contraire, le gaz nitreux dans l'oxygène, une partie de ces octaèdres pourraient rester isolés, et il en résulterait des combinaisons et des condensations en proportions variables.

Il suit de la composition de l'acide nitrique, telle que l'a déterminée S. H. Davy, et qu'elle est confirmée par la décomposition du nitrate d'ammoniaque, qu'une particule de cet acide, si on pouvait l'obtenir sans eau, serait composée d'une particule d'azote et de deux particules et demie d'oxygène. Elle contiendrait alors quatre molécules d'azote et dix d'oxygène, et on pourrait la concevoir comme formée par la réunion de deux tétraèdres de gaz nitreux, joints à un octaèdre de six molécules d'oxygène (1), et formant avec lui un dodécaèdre. Mais dans la combinaison que cet acide forme toujours avec l'eau, on doit supposer que l'octaèdre d'oxygène et deux octaèdres d'eau, forment un trioctaèdre qui s'unit en trapézoïdal, avec les deux tétraèdres de gaz nitreux; on peut en conclure la quantité d'eau dans l'acide nitrique le plus concentré, et on trouve, par le calcul, que c'est, à très-peu près, celle que M. Wollaston a déterminée par l'expérience.

(1) On peut aussi supposer que dans la formation de l'acide nitrique, l'hexaèdre d'acide nitreux se joint à un tétraèdre d'oxygène, ce qui fait toujours une combinaison d'un octaèdre avec deux tétraèdres, et ne change rien aux explications suivantes.

Dans le nitrate d'ammoniaque , une particule d'acide nitrique sec est unie à deux particules de gaz ammoniacal ; ensorte qu'une particule de sel est formée par la réunion d'un octaèdre d'oxygène , de deux tétraèdres de gaz nitreux , et de quatre tétraèdres semblables à ceux qui entrent au nombre de deux dans chaque particule de gaz ammoniacal : la forme représentative de cette particule est donc un hexa-tétraèdre pyramidé , contenant dix molécules d'oxygène , huit d'azote et douze d'hydrogène. Lorsqu'on décompose ce sel par la chaleur , les huit molécules d'azote forment deux particules d'oxide d'azote avec quatre molécules d'oxygène , et les douze molécules d'hydrogène forment trois particules d'eau avec les six autres molécules d'oxygène.

Quand le sel contient en outre de l'eau de cristallisation , on doit obtenir plus de trois particules d'eau ; mais , dans tous les cas , on ne peut retirer de sa décomposition que de l'eau et de l'oxide d'azote , ainsi qu'on le trouve par l'expérience.

Si la quantité de l'eau de cristallisation était égale dans le sel à celle que contient l'acide nitrique le plus concentré , il faudrait joindre à l'octaèdre et aux six tétraèdres dont

une de ses particules est composée, deux autres octaèdres d'eau ; ce qui donnerait, pour la forme représentative du nitrate d'ammoniaque cristallisé, un octocontraèdre formé par la réunion de six tétraèdres et d'un trioctaèdre. Le chlore se combine avec l'hydrogène à volume égal, et le gaz acide muriatique qui en résulte occupe un volume égal à la somme des volumes de ces deux composans. On pourrait rendre raison de ce mode de combinaison, en supposant que les formes représentatives des particules du chlore sont des tétraèdres isolés comme ceux de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène ; celle des particules de l'acide muriatique serait alors un tétraèdre ; mais on peut également l'expliquer en considérant chaque particule de chlore comme formé par la réunion de deux tétraèdres en un parallépipède, et comme contenant par conséquent huit molécules. Cette dernière hypothèse est la seule qui puisse s'accorder avec les proportions des autres combinaisons du chlore, les phénomènes qu'elles présentent et les propriétés qui les caractérisent.

En l'admettant, on trouve que chaque particule d'acide muriatique contenant la moitié d'une particule d'hydrogène, et la moitié

d'une particule de chlore , a pour forme représentative un octaèdre composé de deux molécules d'hydrogène , et de quatre molécules de chlore. Lorsque le gaz muriatique se combine avec le gaz ammoniacal , chacun de ses octaèdres se combine avec une particule cubique de ce gaz ; d'où il suit qu'il doit en absorber un volume égal au sien , comme le donne l'expérience , et que les particules du sel ainsi formé doivent avoir pour forme représentative un dodécaèdre rhomboïdal ; cette forme est en effet une de celle qui appartiennent au système de cristallisation du sel ammoniac , et toutes les autres pourraient par conséquent y être ramenées par différens décroissemens. Les gaz acides dont les particules ont pour forme représentative un cube , tendent , au contraire , à se combiner avec le gaz ammoniacal , de manière que le volume d'un des gaz soit double de l'autre , parce que le polyèdre le plus simple qu'on puisse former avec des cubes est l'hexa-tétraèdre qui en contient trois.

La composition du gaz formé par l'union de l'oxigène et du chlore que S. H. Davy a découvert et nommé euchlorine , est une des plus remarquables par les proportions en volumes de ses deux composans. D'après

l'analyse qu'il en a faite, cinq volumes du gaz qu'il a soumis à l'expérience, ont donné, en se décomposant par la chaleur, deux volumes d'oxygène et quatre de chlore. Ces rapports semblent contraires à toutes les analogies, et il me paraît impossible de les y faire rentrer et d'expliquer le mode de composition des particules de l'euchlorine, sans admettre que le gaz analysé par ce célèbre chimiste, était mêlé d'un peu de chlore; supposition qui se présente naturellement, quand on fait attention que le procédé par lequel on avait obtenu ce gaz, donnait un mélange d'euchlorine et de chlore, dont on séparait ce dernier gaz en l'agitant sur du mercure, procédé qui n'enlevait probablement pas tout le chlore, et qui ne laissait d'ailleurs aucun moyen de s'assurer, dans le cas même où l'on y serait parvenu, que le résidu de cette opération fût de l'euchlorine pur. Je pense donc qu'on doit rendre raison de cet analyse, en supposant que le gaz employé contient un cinquième de chlore, et que sur les cinq volumes soumis à l'expérience, il n'y en avait que quatre d'un gaz réellement composé d'oxygène et de chlore. En supposant que la forme représentative de ses particules soit

un cube composé de deux molécules d'oxygène et de six de chlore, on trouve que quatre particules de ce gaz devraient contenir huit molécules, c'est-à-dire, deux particules d'oxygène, et vingt-quatre molécules, c'est-à-dire, trois particules de chlore; ensorte que la décomposition de quatre volumes d'euchlorine pur produiraient, dans cet hypothèse, deux volumes d'oxygène et trois volumes de chlore. Ces trois volumes de chlore réunis à un volume du même gaz, qui formait par son mélange avec les quatre volumes d'euchlorine, les cinq volumes sur lesquels on a opéré, ont dû donner, dans le résidu, les quatre volumes de chlore qu'a trouvés S. H. Davy.

Le rapport de trois volumes de chlore et deux volumes d'oxygène dans l'euchlorine, semble d'abord ne point présenter d'analogie avec les rapports qu'on observe dans les combinaisons des autres gaz; mais cette anomalie n'est qu'apparente et vient uniquement de ce que les tétraèdres du chlore, au lieu de se séparer comme les tétraèdres de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'azote, restent combinés deux à deux dans chaque particule de chlore; ensorte qu'un volume de ce gaz équivaut à deux

volumes d'un autre gaz relativement aux combinaisons ; et que si les tétraèdres du chlore se séparaient tous les uns des autres, on obtiendrait par la décomposition de l'euchlorine, six volumes de chlore et deux volumes d'oxygène, précisément comme on trouve dans le résidu de la décomposition du gaz ammoniacal, dont les particules ont la même forme représentative que celle de l'euchlorine, six volumes d'oxygène et deux d'azote.

Les résultats que je viens d'indiquer ne font qu'une très-petite partie de ceux qu'on peut déduire de la considération des formes représentatives des particules des corps appliquée à la détermination des proportions des composés inorganiques. La chimie des corps organisés offre aussi de nombreuses applications de cette théorie ; mais c'est à cet égard sur-tout, qu'il reste encore beaucoup d'analyses et de calculs à faire pour la compléter. J'en ai tiré néanmoins plusieurs déterminations relatives à la composition de différentes substances tirées du règne végétal, qui s'accordent trop bien avec les résultats de l'expérience pour laisser des doutes sur l'utilité dont elle peut être dans cette partie de la chimie.

J'ai l'honneur d'être , etc.

M É M O I R E

*Sur les combinaisons de l'iode avec
les substances végétales et animales;*

PAR MM. COLIN et H. GAULTIER DE CLAUBRY.

Lu à la première classe de l'Institut, le 21 mars 1814.

Dans leurs différens travaux sur l'iode, MM. Clément, Gay-Lussac et Davy, ne se sont occupés que des combinaisons de cette substance avec les corps du règne inorganique. Nous avons pensé qu'il était important de connaître l'action qu'exerce l'iode sur les matières végétales et animales. C'est ce travail que nous avons l'honneur de soumettre au jugement de la classe.

Pour l'intelligence des faits contenus dans ce Mémoire, il est nécessaire de rappeler ici les divisions dans lesquelles MM. Gay-Lussac et Thenard, d'après leurs travaux sur les matières végétales et animales, ont placé les différens corps qui constituent ces

deux règnes. Ils ont séparé toutes les substances végétales en trois classes.

Dans la première sont placés les corps qui contiennent du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, dans les rapports où ils existent dans l'eau, plus de l'oxygène excédant : ce sont les acides.

La seconde classe renferme les corps formés de carbone, plus d'hydrogène et d'oxygène, dans les proportions nécessaires pour former l'eau : ce sont le sucre, la gomme, l'amidon, etc.

La troisième classe enfin est formée des substances composées comme celles de la deuxième, mais qui contiennent en outre de l'hydrogène en excès ; comme les huiles, le camphre, etc.

Les substances animales sont classées aussi dans un ordre semblable. MM. Gay-Lussac et Thenard n'ayant fait d'analyse que des corps de la deuxième classe, ont placé, par analogie, les corps gras et les acides animaux dans le même rang qu'occupent les huiles et les acides végétaux ; quant aux corps, comme l'albumine, la gélatine, la fibrine, ils contiennent du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, dans les proportions pour faire l'eau, de l'azote et de

l'hydrogène dans les rapports nécessaires pour constituer l'ammoniaque.

Quand on met l'iode en contact à froid avec les substances végétales ou animales qui forment ces diverses classes, on observe des phénomènes particuliers dont nous allons maintenant nous occuper.

Les substances végétales de la première classe ne se combinent pas avec l'iode ; quand on les met en contact à froid avec ce corps, elles ne font que se mélanger intimement ; mais vient-on à traiter par l'eau bouillante, l'un de ces mélanges, il se dégage des vapeurs d'iode, et l'on obtient en solution l'acide végétal employé : quand, au contraire, on chauffe un de ces mélanges bien sec à une température suffisante pour décomposer l'acide végétal, il se dégage beaucoup de vapeurs d'iode ; mais bientôt après, quand l'acide commence à se décomposer, on obtient une grande quantité d'acide hydriodique.

Les substances végétales de la seconde classe nous offrent des phénomènes différens ; à froid elles se combinent avec l'iode ; on obtient des composés plus ou moins colorés dont nous parlerons dans la suite, et l'eau bouillante ne peut en dégager la

moindre portion d'iode, à moins qu'il ne se trouve une certaine quantité de ce corps mêlée mécaniquement avec le composé, ou que celui-ci n'en contienne un excès; à froid, ou à la température de cent degrés, il ne se forme pas non plus d'acide hydriodique aux dépens de la matière végétale, c'est-à-dire que l'iode se combine avec cette substance sans la décomposer: nous donnerons d'ailleurs plus loin les raisons qui prouvent cette assertion. Si au lieu d'élever seulement la température à cent degrés, on la porte au point de décomposer la matière végétale, alors l'iode réagira sur les principes de cette matière végétale, et l'on obtiendra une grande quantité de vapeurs d'acide hydriodique.

Quelques-uns des composés que forment les substances végétales de la deuxième classe avec l'iode, présentent des propriétés qui nous semblent remarquables: nous nous en occuperons dans la suite de ce Mémoire.

Si nous passons maintenant à l'action qu'exerce l'iode à la température ordinaire, ou à celle de cent degrés, par l'intermède de l'eau sur les corps de la troisième classe, nous trouverons qu'il se forme de l'acide hydriodique que l'on peut séparer en traitant

ces composés par l'eau, filtrant et chauffant pour chasser un peu d'iode qui reste en dissolution dans l'eau : c'est ainsi que l'iode agit principalement sur l'alcool, l'éther, les huiles fixes et volatiles, et le camphre, toutes substances contenant un grand excès d'hydrogène par rapport à l'oxygène.

Ainsi, on voit par ces faits que l'iode ne forme d'acide hydriodique de la température ordinairement à celle de cent degrés, qu'en réagissant sur les matières très-inflammables, et que celles qui ne contiennent que la quantité d'hydrogène nécessaire pour transformer l'oxygène de cette même matière en eau, n'agissent de la même manière qu'à une température élevée.

Si nous examinons maintenant l'action qu'exerce l'iode sur les matières animales, nous trouverons qu'elle est la même que celle que nous venons d'étudier ; c'est-à-dire que les acides et les corps qui, comme la gélatine, la fibrine, etc., ne contiennent pas d'hydrogène en excès, ne forment pas d'acide hydriodique à la température ordinaire ou à celle de cent degrés, tandis que les graisses en forment une assez grande quantité.

Cela posé, passons à l'action qu'exerce

l'iode sur les substances végétales de la deuxième classe, et occupons-nous d'abord de la combinaison la plus remarquable, celle que forme la fécule ou amidon.

Combinaison de l'iode avec l'amidon ou fécule.

Quand on met en contact, à froid, l'iode et l'amidon secs, en triturant le mélange, l'amidon prend d'abord une teinte violâtre qui passe au bleu ou au noir, selon la quantité d'amidon et d'iode employée; la couleur est rougeâtre si l'amidon domine, d'un bleu superbe si ces substances sont en proportions convenables, et noire au contraire quand l'iode est en excès; en sorte que l'on pourra obtenir des violets de nuances très-différentes selon qu'il y entrera plus ou moins de la couleur bleue ou de la couleur rougeâtre.

Outre ces combinaisons colorées, il en existe une parfaitement blanche, dont nous parlerons dans la suite de ce Mémoire.

On peut toujours obtenir la plus belle couleur bleue en traitant l'amidon par un excès d'iode, dissolvant dans la potasse et précipitant par un acide végétal.

La fécule de pommes-de-terre , le salep et l'empoî nous ont présenté le même caractère ; nous l'avons même observé sur le mucilage de racine de guimauve.

Quand on chauffe la combinaison d'iode et d'amidon, on n'aperçoit pas de changement très-sensible jusqu'au point où la matière végétale commence à se décomposer, si ce n'est que le composé blanchit ; à cette température seulement, il se forme de l'acide hydriodique qui se dégage en vapeur extrêmement épaisse, puis on obtient tous les produits de la décomposition des matières végétales , de l'eau, de l'acide pyroacétique, de l'huile épaisse et du gaz hydrogène carboné. .

L'eau à la température ordinaire n'a pas d'action bien forte sur le composé d'amidon et d'iode ; s'il est rougeâtre , elle en dissout cependant un peu ; mais si l'on prend ou de la matière bleue ou mieux de la matière noire , elles se dissolvent à foird dans l'eau par la simple agitation. Dans le premier cas , la dissolution est violette ; dans le deuxième, elle est blanche : cette dissolution se fait toujours bien en se servant d'une dissolution d'iode dans l'eau , et alors la liqueur est d'un beau bleu : mais si l'on fait

bouillir la matière bleue avec l'eau, et si l'on a mis assez de ce liquide, tout se dissout : cette dissolution est incolore ; par l'évaporation, on en retire un amidon qui conserve toujours une teinte un peu jaunâtre.

En recueillant l'eau qui se dégage pendant cette opération, on voit qu'elle renferme une certaine quantité d'iode, et il suffit de remettre cette eau sur le résidu pour que la couleur bleue reparaisse : cette couleur est aussi rétablie par de l'iode pur.

Si l'on verse dans la liqueur incolore qui contient le composé d'amidon et d'iode, de l'acide nitrique ou muriatique oxigéné (chlore), on fait reparaitre sur-le-champ la couleur bleue. (L'acide sulfurique ne fait reparaitre qu'une teinte violette, à moins qu'il ne soit très-concentré.) Un courant de gaz acide muriatique très-pur prodnit le même effet que les acides précédens. •

Il est clair, d'après ce que nous venons de voir de l'action continuée de l'eau bouillante sur la matière bleue, que la liqueur en provenant ne contient qu'une combinaison blanche d'amidon et d'iode au *minimum* d'iode.

L'acide sulfureux dissout dans l'eau, décompose sur-le-champ la combinaison d'a-

midon et d'iode ; il se forme de l'acide hydriodique et de l'acide sulfurique, et il se précipite de l'amidon.

L'acide sulfurique étendu, dissout la combinaison d'amidon et d'iode, la liqueur est d'un beau bleu ; quand il est concentré, il la dissout aussi, mais la couleur passe au brun, et si l'on ajoute de l'eau à cette dissolution, la couleur violette reparait sur-le-champ.

L'acide nitrique concentré en petite quantité, rend la combinaison d'amidon et d'iode gélatineuse, sans lui ôter sa couleur ; mais si l'on en ajoute un excès, il la décompose ; la liqueur devient rougeâtre, mais l'eau ne fait pas reparaitre la couleur bleue. L'acide nitrique faible décolore la combinaison d'amidon et d'iode.

L'acide muriatique tient en suspension pendant quelque tems la combinaison d'iode et d'amidon. S'il est concentré, la masse devient gélatineuse ; s'il est étendu, la matière bleue reste quelque tems dans la liqueur, mais elle finit par se précipiter.

Cette dissolution de la couleur bleue dans les acides ne doit pas étonner, puisque l'eau jouit de la propriété de la dissoudre, surtout à la faveur de l'excès d'iode. Or, les

acides employés avec ménagement doivent mettre à nu une certaine quantité de ce principe. Nous devons même dire que l'acide sulfurique et l'acide muriatique concentrés font passer au bleu la couleur rougeâtre, quand on les emploie en petite quantité.

L'hydrogène sulfuré décompose sur-le-champ la combinaison d'amidon et d'iode. La couleur passe au brun-rougeâtre, puis au jaune et au blanc; il se précipite de l'amidon mêlé d'un peu de soufre; il se forme une petite quantité d'acide hydriodique, que l'on sépare de l'hydrogène sulfuré, par la chaleur. Le même effet a lieu quand on fait passer l'hydrogène sulfuré dans la dissolution blanche. En traitant ces deux amidons par l'acide nitrique, on obtient de l'acide sulfurique et de l'acide oxalique.

L'acide muriatique oxigéné (chlore) décompose la combinaison d'amidon et d'iode. Il se précipite de l'amidon qui conserve une couleur un peu jaunâtre.

Les dissolutions de potasse et de soude décolorent à fond et dissolvent la combinaison d'amidon et d'iode: un acide quelconque fait reparaitre la couleur bleue.

Soit que l'on veuille considérer cette liqueur comme une combinaison d'alcali et

de la matière bleue, soit qu'on la regarde comme le mélange des dissolutions d'amidon et d'iode dans la potasse, ou de la matière blanche telle qu'on l'obtient par l'eau, et d'iodure de potasse, il faut admettre qu'elle renferme l'iode dans son état ordinaire, puisque les acides les plus faibles et les plus incapables de détruire l'hydrogénation, régénèrent sur-le-champ la couleur.

Nous pensons cependant que l'alcali agit ici en enlevant une certaine quantité d'iode, et en dissolvant la combinaison blanche d'amidon et d'iode que nous avons fait connaître, en sorte que l'acide le plus faible versé dans le mélange, décompose l'iodure de potasse ou de soude, et que son iode se reporte sur la combinaison blanche et régénère la couleur bleue; car on obtient le même effet, en ajoutant de l'iode pur à la dissolution incolore, et de plus, quand on ajoute partie par partie la soude, la potasse ou l'ammoniaque à la matière bleue, avant d'opérer la décoloration totale, on fait aisément passer la couleur au violet et même au rougeâtre.

L'ammoniaque liquide décolore aussi la combinaison d'amidon et d'iode. On trouve dans la liqueur de la combinaison bleue; car

en mettant cette liqueur sous le récipient de la machine pneumatique, ou en y faisant passer un grand courant d'air, il s'y précipite de la matière colorante. Si l'on emploie un grand excès d'ammoniaque, il se forme un peu d'hydriodate, et il se précipite de l'amidon.

Le sous-carbonate de potasse ou de soude décompose la matière bleue; il se sépare de l'amidon, et on trouve dans la liqueur la combinaison incolore d'iode et d'amidon dont nous avons parlé: un acide quelconque ou une addition d'iode fait reparaître sur-le-champ la couleur bleue.

L'alcool mis à froid en contact avec la combinaison d'amidon et d'iode, lui enlève son excès d'iode et la fait passer au rougeâtre, si elle est noire ou bleue; mais il n'agit pas sur la combinaison rougeâtre: il les décompose toutes à une température plus élevée; pour cela, on ajoute peu-à-peu l'alcool à la matière que l'on emploie; on chauffe jusqu'à faire presque bouillir, on ajoute de nouvel alcool, etc., jusqu'à la parfaite décoloration: arrivé à ce point, on trouve dans la liqueur de l'acide hydriodique, et il s'est précipité de l'amidon.

L'action de l'alcool est singulièrement ai-

dée par celle d'un corps huileux ; en ajoutant à l'alcool de l'huile volatile de térébenthine, la couleur disparaît presque sur-le-champ : l'huile douce de vin a produit le même effet, quoique d'une manière moins marquée.

L'eau facilite aussi l'action de l'alcool sur la matière bleue. Si l'on met comparative-ment avec l'alcool concentré, un autre alcool étendu de moitié son poids d'eau, la décomposition est beaucoup plus prompte dans ce dernier cas.

Quand on verse dans l'eau où l'on a fait bouillir la combinaison d'amidon et d'iode, de l'alcool, il se précipite aussitôt de l'amidon, et l'eau dissout de l'acide hydriodique. L'eau agit ici, ce nous semble, et par son affinité pour l'acide hydriodique, et par sa propriété de *diviser* l'amidon

D'après les faits exposés dans ce Mémoire, il nous paraît :

Que les matières végétales et animales de la première et de la deuxième classe, ne forment pas d'acide hydriodique en agissant sur l'iode, si ce n'est à la température à laquelle elles se décomposent, même quand on leur ajoute de l'eau ;

Qu'elles matières de la troisième forment, à l'aide de l'eau, de l'acide hydriodique,

même à une température ordinaire, ou à une température qui n'excède pas 100° ;

Que l'amidon se combine avec l'iode à l'état de corps combustible, et que la combinaison qui en résulte ne peut être décomposée complètement, qu'autant qu'elle se trouve dans une des circonstances nécessaires à la formation de l'acide hydriodique ;

Qu'enfin, la combinaison blanche d'iode et d'amidon n'est autre chose qu'un sous-iodure d'amidon, et que tous les acides qui jouissent de la propriété d'altérer ce dernier corps, ramènent la couleur au bleu, en mettant à nu une certaine quantité d'iode qui se reporte sur la portion du sous-iodure qui n'a pas éprouvé d'altération.

D'après les observations que nous avons déjà faites sur les autres combinaisons de l'iode avec les substances végétales et animales, nous pensons qu'elles pourront présenter quelques faits remarquables, et nous aurons l'honneur de les soumettre à la classe, si elle veut bien nous le permettre.

M. Pelletier, à qui l'un de nous avait communiqué les expériences contenues dans ce Mémoire, a fait depuis une suite de recherches qu'il doit publier incessamment.

(*Note des auteurs.*)

SUR LE TABAC.

*EXTRAIT de la Police judiciaire de
la Chimie, de M. le professeur
Remer (1) ;*

PAR M. GUYTON-MORVEAU.

Le tabac, dont tant de personnes se sont fait un besoin, passe, avant d'être employé, par diverses préparations, dans lesquelles il perd, à la vérité, quelques-uns de ses prin-

(1) *Lerbuch der Polizeilich-gerichtlichen chemie, etc.* Helmstadt, 1812. in-8°. , sect. II, § 121 et 122.

On a vu dans le cahier de nos Annales d'avril 1813, une analyse assez étendue de cet ouvrage, publié par la commission royale de médecine de Prusse; l'article que nous en tirons aujourd'hui nous a paru d'un assez grand intérêt pour être traité séparément et avec plus de développemens.

Nous apprenons que la traduction de l'ouvrage de M. Remer sera bientôt mis en vente chez MM. Caille et Ravier.

cipes narcotiques (1); mais où il acquiert souvent d'autres propriétés nuisibles à la santé. Ce qui mérite sur-tout attention sous ce point de vue, est l'usage des sauces ou marinades, par lesquelles on prépare les diverses espèces de tabac à fumer, ou à prendre par le nez, et la manière dont il est emballé.

Le tabac peut être rendu nuisible par divers ingrédients.

1°. Par les substances qui se volatilisent lors de la combustion du tabac à fumer, et qui sont dangereuses en cet état;

2°. Par celles qui étant solubles dans l'eau, et par conséquent dans la salive, rendent le tabac à mâcher d'un usage dangereux;

3°. Par toute espèce de substance délétère qui, mêlée au tabac que l'on prend par le nez, y porte une action funeste.

Il est fort difficile de découvrir ces falsifi-

(1) L'auteur a ici principalement en vue l'huile empyreumatique que l'on retire par la distillation des feuilles de tabac, et que les docteurs *Wilson*, *Brodie* et *Emmert* placent au nombre des poisons végétaux. Voyez Bibliothèque britannique, décembre 1813, pag. 356 et suiv.

cations , parce que les procédés en sont très-variés , et que les fabricans les tiennent ordinairement secrets. On peut cependant établir quelques règles pour en faire l'examen.

I. Le tabac à fumer ne doit avoir aucune odeur fétide ni piquante (1). Dans le premier cas , la préparation ne lui a pas enlevé tout son muqueux ; dans le second , on y a ajouté quelque drogue qui , par son huile éthérée , porte sur les organes une irritation qui peut avoir des suites fâcheuses. On emploie particulièrement pour cela la cascarille qui lui donne une odeur de musc.

II. Le tabac ne doit pas donner des signes de détonation lorsqu'on le brûle , ce qui arrive quand il tient du nitre , que l'on y mêle pour qu'il prenne feu plus aisément , et qu'il porte une action plus vive sur la langue. La vapeur du nitre enflammé affecte les poumons.

III. Lorsqu'on traite le tabac dans l'eau chaude , la liqueur filtrée sur la poussière

(1) Le bon tabac a une odeur agréable , mais qui n'est ni aromatique ni analeptique.

de charbon, ne doit pas laisser, après l'évaporation, des cristaux de nitre (1).

IV. Si l'on fait bouillir du tabac dans du fort vinaigre ou dans l'acide nitrique étendu d'eau, et qu'on filtre la dissolution, après l'avoir clarifiée par la poussière de charbon, la liqueur ne doit donner aucune trace de métal, particulièrement de plomb, de cuivre ou d'antimoine; ce qui arrive assez souvent, et qui le rend très-malfaisant. On découvre le plomb et l'antimoine par la liqueur d'épreuve d'Hahnemann (2); et le cuivre par l'ammoniaque. Plusieurs sortes de tabac sont empaquetées dans le plomb, et deviennent par-là *infailliblement empoisonnées* (3). On devrait donc abolir entièrement cette coutume.

(1) Le tabac récemment cueilli tient toujours un peu de nitre; de sorte que l'on ne peut juger qu'il a été porté dans la préparation que lorsqu'il s'y trouve en plus grande quantité.

(2) Cette liqueur est de l'eau chargée d'hydrogène sulfuré. Ce réactif avait déjà été indiqué par Fourcroy; Hahnemann ajoute seulement de l'acide tartarique, et obtient par ce moyen un résultat plus décisif.

(3) *Unfelbar vergifet*: ce sont les expressions de l'auteur; et il cite à ce sujet *Scherer*, Archives de

Il ne faut pas croire cependant que les moyens précédemment indiqués soient toujours suffisans pour découvrir les falsifications ; plusieurs étant de leur nature sans action sur les réactifs chimiques ; mais on peut les connaître par la recherche exacte des procédés employés dans les fabriques. *Collenbusch* a trouvé des tabacs qui tenaient de l'opium , et indiqué la manière de les reconnaître. Il a vu des tabacs à fumer falsifiés par le sulfate de fer, le bois de Campèche et la noix de galle, dont la fumée produisait le vomissement et l'enflure de la langue. Le collège de médecine de Pétersbourg reconnut, en 1803, un tabac vert falsifié avec de la cendre, et d'une telle causticité qu'il rongerait la lame osseuse qui sépare les narines et y engendrait la carie : sur son rapport, la fabrication en fut défendue. Il y a plusieurs autres sophistications des tabacs à fumer, dont quelques-unes sont secrètes. Le jaune est préparé avec la gomme-gutte ; le noir avec

chimie, tom. 2, pag. 250; et le Magasin de police, justice et économie politique, publié en 1804, par *K.-J. Hofhein*.

la graine du *sabadillum* (1); on y trouve aussi du sulfate de fer, de l'alun, des sels corrosifs comme le muriate de mercure, du sucre, de l'oxide de plomb, etc. etc.

Il est si souvent question de ces fraudes, que l'on ne peut trop s'étonner que les gouvernemens y aient fait jusqu'à présent aussi peu d'attention, et n'aient pas pris des mesures efficaces pour en prévenir le danger.

P. S. Je crois devoir ajouter ici quelques observations, qui serviront à appuyer le vœu que forme si justement M. Remer.

M. d'Arcet, dans le rapport qu'il a fait à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, sur le nouveau métal de M. Bernardin Vereá pour l'étamage des

(1) Le *sabadillum* dont parle ici l'auteur, est le fruit d'une plante de la Nouvelle-Espagne, connue des botanistes sous les noms de *veratrum nigrum*, d'ellébore noir, vulgairement appelé cévadille, pied-de-griffon. Ce fruit est âcre, brûlant; on l'emploie pour faire périr la vermine et pour ronger les chairs baveuses. *Nemnich*, dans son Dictionnaire d'histoire naturelle, avertit que ce qu'on donne pour vrai *sabadillum*, n'est souvent que l'ellébore noir.

glaces (1), met les *boîtes à tabac* au nombre des usages que l'on en peut faire, et je me suis assuré, par plusieurs expériences, que les tabacs les plus humectés n'avaient aucune action sur cet alliage, lors même que l'on faisait entrer dans sa composition 0.55 de plomb pour 0.65 d'étain. Mais son épaisseur en porte le poids moyen à 14 grammes pour 50 centimètres carrés; et si c'est plutôt un avantage qu'un inconvénient pour le revêtement intérieur des coffrets dans lesquels on conserve le tabac, il n'en serait pas de même pour les paquets destinés au débit, qui exigeraient dans les dimensions actuelles, une surface d'environ 600 centimètres carrés, qui peseraient par conséquent 170 grammes, et entraîneraient une dépense de plus de 59 centimes, à raison de 3 francs 50 centimes le kilogramme. Quoiqu'il soit facile de réduire ces feuilles à moins de moitié de leur épaisseur, par le battage et le laminoir, on voit que le prix s'éleverait encore fort au-dessus de celui des feuilles de plomb.

D'après les craintes que l'on avait justement conçues de ce doublage, M. Chau-

(1) Bulletin du mois d'août 1813, pag. 188 et suiv.

métte a proposé de le remplacer par un papier couvert de vernis des deux côtés. Il m'en a remis, il y a six mois, un paquet qui, dans l'espace de quatre mois, n'avait pas perdu sensiblement de son poids. Le tabac s'y était conservé au même degré de tassement et d'humidité, et sans contracter aucune adhérence avec l'enveloppe. Les expériences auxquelles je l'ai soumise m'ont convaincu qu'elle n'éprouvait aucune action des sels qui peuvent se trouver naturellement dans les feuilles de tabac, ou y être portés dans une bonne fabrication, mais seulement, comme on devait s'y attendre, de l'alcool et de la dissolution de potasse. J'apprends, en ce moment, que l'examen de ce papier a été renvoyé à une commission du gouvernement, dont le travail n'est point achevé, mais qui annonce déjà des résultats avantageux, et pour la salubrité et pour l'économie.

ARTS CHIMIQUES.

Prix proposés par la Société d'encouragement pour la fabrication de la colle de poisson.

La colle de poisson, nommée *ichtyocolle* dans les arts, et *isin-glass* par les Anglais, sert à beaucoup d'usages, et dans quelques-uns ne peut pas être remplacée. Les médecins la prescrivent comme médicament; elle sert à clarifier la bière, le vin, le cidre, l'infusion du café; on l'emploie pour donner du lustre et de la consistance aux étoffes de soie, aux rubans, aux gazes, pour préparer le taffetas d'Angleterre, pour contrefaire les perles fines, pour recoller la porcelaine et le verre. Elle est la base de la colle à bouche des dessinateurs, et les peintres s'en servent pour fixer le pastel. En Turquie, les lapidaires ne montent les pierreries qu'au moyen de la colle de poisson dissoute dans l'alcool chargé de gomme ammoniacque. M. Rochon a fait une très-belle et très-utile application de l'ichtyocolle, en composant les lanternes des vaisseaux avec des toiles métalliques trempées dans une solution de colle de poisson.

Jusqu'à présent les Russes ont eu le commerce exclusif de cette colle, qui se pré-

pare sur les bords du Wolga, de l'Iaik, du Don et de la mer Caspienne. Les Hollandais vont la chercher au port d'Archangel.

La colle de poisson se fait avec la vessie natatoire du grand esturgeon. Les Moscovites procèdent de la manière suivante : ils ouvrent dans leur longueur les vessies aériennes, et les lavent dans de l'eau de chaux très-légère ; ils en retirent la fine membrane qui les recouvre, puis ils enveloppent ces vessies dans de la toile mouillée, les pressent et les malaxent jusqu'à ce qu'elles deviennent molles comme de la pâte. Ils les étendent ensuite et les roulent sur elles-mêmes, plient ce rouleau et le contournent en forme de cœur. Ils rapprochent les deux bouts et les assujétissent l'un contre l'autre au moyen d'une petite cheville de bois qui empêche les feuilles de se désunir ; enfin ils suspendent ces rouleaux cordiformes à l'air pour les faire sécher.

On trouve dans le commerce de la colle de poisson sous deux autres formes différentes. L'une que l'on nomme colle en *livre*, parce qu'elle ressemble à l'extérieur de la couverture d'un livre ; elle est faite de membranes grossières et difficiles à manier ; l'autre, appelée colle en *gâteau*, est faite des débris de celle en rouleau : elle a moins de prix.

Il paraît que les Russes ne se bornent pas à la vessie natatoire de l'esturgeon pour fabriquer l'ichtyocolle. Ils emploient presque

toutes les membranes et les parties cartilagineuses de plusieurs autres poissons, tels que le sterlet, le silure, les squales.

Il est certain que la plupart des poissons de mer et d'eau douce peuvent fournir de la colle; mais c'est sur-tout dans les genres des raies et des squales qu'on peut la trouver abondamment.

Il y a sans doute de l'avantage à la préparer sans détruire les membranes qui la fournissent, et il est à désirer que ceux qui tenteront ce genre de fabrication s'appliquent à suivre les procédés adoptés en Russie; cependant, comme la forme est indifférente pour la plupart des usages auxquels on applique la colle de poisson, on reconnaîtra comme bonne celle qui aura les caractères suivans : elle doit être blanche, demi-transparente; élastique et sèche; elle doit se dissoudre dans l'eau plus difficilement que la colle-forte, et elle doit être soluble dans l'alcool.

On fait une espèce de colle de poisson en tablettes en faisant bouillir dans l'eau la tête, la queue, les nageoires et la peau de la plupart des poissons sans écailles; on filtre la liqueur qui, par l'évaporation et le refroidissement, se prend en gelée; ainsi épaissie, on la verse dans des moules plats, et on la coupe en lames. C'est de cette manière que les Lapons la fabriquent avec la peau de la perche fluviale.

Cette colle en tablettes est fort bonne pour coller, et même elle est préférable à la colle-

forte, parce qu'elle est beaucoup moins hygrométrique; mais pour clarifier les liqueurs troubles, elle est très-inférieure à l'ichtyocolle en rouleaux, c'est-à-dire aux membranes séchées.

Le commerce de la colle de poisson est la source de grands bénéfices pour l'Angleterre: elle offre donc des chances très-favorables aux manufacturiers qui voudraient la préparer; elle coûte, dans ce moment, 40 fr. le kilog. en France; et elle ne revient certainement pas à plus de 3 à 4 fr. au fabricant.

Les personnes qui voudront des détails plus étendus sur cet objet, en trouveront dans le Voyage de Pallas; dans un Mémoire de M. Chevalier, de la Société royale de Londres (Transactions philosophiques); dans un Mémoire de M. Muller, secrétaire de l'Académie de Pétersbourg (5^e. volume des Savans étrangers); dans les Observations de M. Bosc, insérées dans le Citoyen français, n^o. 1044, à l'occasion de la pêche du golfe du Mexique.

La Société offre un prix de 2,000 fr. au fabricant qui aura établi, en France, une manufacture de colle de poisson dont les produits, comparés avec l'ichtyocolle du Nord, pourront soutenir la concurrence.

Ce prix sera décerné dans la séance générale du mois de juillet 1815.

Les échantillons de colle de poisson devront être adressés au secrétariat de la Société, avant le 1^{er}. janvier de la même année.

B. L.

ANNALES DE CHIMIE.

31 Mai 1814.

*Suite de l'Essai de pyrométrie, de
M. GUYTON-MORVEAU (1),*

*Contenant la Correction de la Table de
Wedgwood, les valeurs réelles des degrés
de son pyromètre, et leur concordance
avec les différentes échelles thermomé-
triques et pyrométriques.*

EXTRAIT.

Dans la première partie de cet Essai, l'auteur avait donné le précis de tous les travaux entrepris pour mesurer la chaleur par la dilatation des métaux; exposant ensuite les principes de construction du pyromètre à pièces d'argile inventé par Wedgwood, il a insisté sur les avantages que

(1) Mémoires de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut, année 1811, 2^e. sem., pag. 89.

l'on pouvait tirer de cet instrument, examiné les objections proposées contre la régularité de sa marche, et indiqué les moyens de le mettre à l'abri des variations qui pourraient en rendre les résultats incertains (1). Mais loin d'adopter les valeurs données par Wedgwood aux degrés de son pyromètre, exprimées par leur correspondance avec les divisions de l'échelle de Fahrenheit, il s'était expressément réservé d'asseoir la vraie concordance sur des bases plus solides, par une suite d'expériences dans lesquelles on verrait marcher concurremment tous les instrumens appropriés à cet objet, et principalement le pyromètre de platine pour les hautes températures.

C'est à la suite du travail entrepris dans cette vue qu'il a présenté à la classe une Table dans laquelle il a réuni en différentes colonnes les degrés du pyromètre de Wedgwood, ceux du thermomètre de Fahrenheit, leur valeur corrigée d'après des observations répétées, la concordance de ces valeurs avec les échelles thermométriques de Réau-

(1) Voyez Mémoires de la 1^{re}. classe de l'Institut, 1810, 2^e. sém. — Annales de chimie, tom. 74, pag. 18 et 129; et tom. 78, pag. 75 et suiv.

mur et centigrade ; enfin l'indication des substances qui , par le degré de fusibilité qui leur est propre , forment autant de points capables d'assurer la mesure de la progression d'augmentation de température.

On ne verra pas sans étonnement (ce sont les termes de l'auteur) que le 1077° . degré du thermomètre de Fahrenheit , qui répond , suivant Wedgwood , au zéro de son pyromètre , se trouve ici remplacé par le 517° . ; que la valeur de 130 degrés de Fahrenheit , qu'il a assignée à chacune des divisions de sa jauge pyrométrique , y soit réduite à 62.5 ; ce qui , en admettant toujours une progression uniforme jusque dans les plus hautes températures , ne porte plus , par exemple , la chaleur de la fonte de fer en fusion qu'à 8696° de Fahrenheit , au lieu de 17327 ; et par conséquent à 4609° du thermomètre centigrade au lieu de 9606 .

C'est en faisant connaître les circonstances qui ont induit en erreur le célèbre artiste anglais , que l'auteur s'attache à détruire la prévention que pourrait inspirer une telle discordance. La plus importante est le terme auquel Wedgwood a jugé la fusibilité de l'argent , qu'il a indiquée à 28° de son pyromètre , tandis que , suivant les observa-

de *Kennedy*, *Thomson*, *J. Hall*, *d'Arcet*, toutes conformes à celles que l'auteur a recueillies de ses expériences, la fusion de l'argent s'opère constamment à 22° de cette même échelle (1). Ce qui, dans le système de construction de l'échelle de *Wedgwood*, produit un écart de 779 degrés de *Fahrenheit*, ou de 435 du thermomètre centigrade. Les termes pris dans des observations de température toujours très-peu élevée, aussi variables qu'équivoques, telles que la *chaleur rouge visible au jour*, la fonte des *émaux colorés*, et la fusibilité du *laiton* (2), laissaient eux-mêmes trop de vague pour donner à l'échelle une base solide.

Ce ne serait pas assez (dit l'auteur) d'avoir indiqué les causes qui ont pu induire *Wedgwood* en erreur, si je ne faisais connaître les procédés que j'ai employés pour rectifier ces évaluations, et les nombreuses vérifications auxquelles j'en ai soumis les résultats

(1) *J. Hall* attribue cette erreur à la différence des cylindres employés d'abord par *Wedgwood*, et de ceux dont il avait depuis changé la composition. *Biblioth. britannique*, tom. 27, pag. 293.

(2) Les proportions du zinc dans le laiton, varient, suivant *Thomson*, de 0.20 à 0.33.

par des observations suivies comparative-ment : 1°. de la marche du thermomètre à mercure et du pyromètre de platine ; 2°. de celle du pyromètre de platine et du pyromètre de Wedgwood ; 3°. de la correspondance des degrés donnés par ces instrumens avec ceux précédemment connus de *dilatation*, d'*ébullition* et de *fusion* de diverses substances , dans une latitude de température qui embrasse à-la-fois les plus hauts degrés de l'échelle thermométrique , et les degrés inférieurs du pyromètre à pièces d'argile. Voilà un aperçu des procédés dont il me paraît important de donner une courte description.

Les physiciens s'accordent à regarder l'intervalle de la congélation à l'ébullition de l'eau , comme la mesure la moins variable de la chaleur. J'ai donc dû chercher d'abord entre ces limites le point de concordance du thermomètre à mercure et du pyromètre de platine. Le terme moyen d'un grand nombre d'expériences ne s'est pas écarté de quatre millionnièmes de la dilatabilité de ce métal , déterminée par Borda (1) ; différence

(1) Il l'a portée à 0.00086204 pour 100° du thermomètre centigrade ; je ne l'ai trouvée que de 0.00085575.

qui ne mérite aucune attention, et qu'il faudrait peut-être attribuer à la plus grande pureté à laquelle les chimistes sont parvenus à porter ce métal.

Mais il est également reconnu que plus le champ de l'observation est resserré, plus il est difficile de déterminer avec précision la mesure des effets. Deux moyens se sont présentés pour les produire dans de plus grandes proportions.

Le premier de ces moyens a été de substituer au barreau de platine du même pyromètre, des barreaux de pareille dimension, mais de métaux dont la dilatation par des degrés égaux de chaleur donne des effets doubles, triples et presque quadruples de ceux du barreau de platine.

Quoique j'aie soumis à ces expériences non-seulement tous les métaux qui peuvent être façonnés en barreaux de même forme et dimension, mais encore plusieurs des compositions métalliques les plus connues, je ne ferai ici mention que de ceux dont, à raison de leur homogénéité, les résultats sont moins variables.

Le *cuivre*, le *plomb* et le *zinc* m'étaient particulièrement indiqués pour cet objet. On verra dans la table n^o. 4, que les ob-

servations faites avec le pyromètre de platine, si l'on en excepte le plomb, s'éloignent très-peu des accroissemens de volume déterminés par les physiciens qui y ont apporté le plus de soin, tels que *Borda*, *Ellicot* et *Sméaton*. On imagine bien que je ne me suis pas arrêté à un premier essai sur le plomb, et que l'expérience a été plusieurs fois répétée, en employant du plomb réduit après avoir passé à l'état de sel, pour être assuré de sa pureté; mais la différence n'a jamais été au-dessous de 147 millièmes en moins, de l'observation de *Sméaton*.

J'ai réuni dans cette table les cinq autres métaux dont la dilatation a fait également l'objet des recherches des physiciens, afin d'offrir la comparaison de leurs résultats avec ceux que j'ai obtenus du nouveau pyromètre. En considérant l'ordre que ces substances gardent entre elles à toutes les températures, on est tenté de se croire sur la voie de découvrir quelque analogie entre les différens phénomènes qu'elles présentent en recevant l'action de la chaleur; mais on s'aperçoit bientôt que cet ordre n'a aucun rapport ni avec leur faculté conductrice, ni avec cette disposition si inégale à s'emparer du calorique que l'on nomme capacité.

Il est si peu d'accord avec les quantités de calorique latent que leur assignent les expériences, que le *cuivre* vient après le *fer* dans cette série, le *zinc* avant l'*argent*, et que l'*or* et le *plomb* se trouvent presque sur la même ligne (1). Il paraîtrait du moins que la progression des effets de la chaleur sensible devrait se trouver en correspondance pour les températures de dilatation et de fusion. Cette supposition acquiert quelque probabilité, lorsqu'on ne fait entrer dans le rapprochement que le *platine*, le *fer*, l'*or*, le *cuivre*, l'*argent* et le *plomb*, qui gardent le même rang dans l'une et l'autre des séries; mais l'*étain* et le *zinc* forment déjà des exceptions, et l'interversion de l'ordre devient bien autrement sensible, si l'on y admet le *bismut* et l'*antimoine*, comme on peut le voir dans la table n°. 5, où ces dix métaux sont placés en regard suivant leur ordre de dilatabilité et de fusibilité (2).

M. Berthollet a bien observé qu'il n'existe

(1) Les différences de calorique spécifique sont pour ces six métaux en rapport avec l'eau = 1, :: 6.126 : 0.114 : 0.102 : 0.082 : 0.050 : 0.042.

(2) Les dilatations du bismut et de l'antimoine sont celles indiquées par Thomson, *Système de chimie*, tom. 2, chap. 2, sect. 4.

aucun rapport entre les dilatations des solides par la chaleur et leur capacité de calorique (1) ; mais il présume qu'il doit se trouver entre leur dilatabilité et leur fusibilité. L'exemple qu'il en donne, tiré des extrêmes de ces deux propriétés dans le platine et le zinc, est en harmonie non-seulement avec le plomb, mais aussi avec le fer, l'or, le cuivre et l'argent, comme on le voit dans la même table ; cependant l'étain et l'antimoine présentent ici deux anomalies frappantes, l'antimoine sur-tout qui se trouve le second dans l'ordre de dilatabilité, et le sixième dans l'ordre de fusion.

Les causes de ces anomalies sont jusqu'à présent inconnues, et ce n'est pas ici le lieu d'examiner les différentes hypothèses qui peuvent servir à leur explication ; mais j'ai cru qu'il ne serait pas inutile de les faire remarquer en passant, et je reprends la suite des observations par lesquelles j'ai établi la marche du pyromètre de platine, pour en déduire ensuite les vraies valeurs des divisions de l'échelle pyrométrique de Wedgwood.

(1) *Statique chimique*, sect. 3, chap. 1, n°. 104.

La propriété qu'ont les huiles fixes de supporter une chaleur plus que triple de celle de l'eau avant d'entrer en ébullition, m'a fourni un second moyen d'agrandir le champ de l'expérience.

J'ai placé le pyromètre de platine au fond d'une grande capsule de fer, sur deux barreaux de même métal, pour qu'il fût de toutes parts en contact avec le liquide, et j'ai versé dessus de l'huile de lin jusqu'à ce qu'il fût couvert d'environ quatre centimètres de hauteur. La station bien observée, et l'alidade maintenue par une pression capable seulement de la défendre d'un mouvement irrégulier, j'ai fait bouillir l'huile jusqu'à ce qu'elle commençât à former pellicule : le tout refroidi, le pyromètre de platine a marqué un allongement de six cent cinquante-trois millièmes, qui, avec la correction additive pour la dilatation du support, répond, comme on le verra par l'exposition du système de cet instrument, à une température de 310 à 311 degrés du thermomètre centigrade.

Le degré connu de l'ébullition du mercure pouvait encore donner ici un terme de comparaison. Pour l'observer, j'ai placé le pyromètre sur un bain de sable, et tout

près de son support une petite cornue de porcelaine, également enfoncée dans le sable, et contenant neuf décagrammes de mercure. La chaleur a été portée jusqu'à faire monter à la distillation et passer dans le récipient un peu plus de trois décagrammes. Deux expériences successives ont donné un allongement du barreau pyrométrique de sept cent quatre-vingt-treize à huit cent deux millièmes, qui surpassent par conséquent de 20 à 25 degrés du thermomètre centigrade le terme le plus généralement admis pour l'ébullition du mercure. Cet excès, d'environ 0.06, est ici nécessairement produit soit par la différence de température qui s'annonce par un commencement de bouillonnement, et de celle qui fait passer le métal à la distillation, soit par l'impossibilité d'arrêter instantanément la communication d'une nouvelle quantité de chaleur au barreau pyrométrique.

Pour mettre à l'abri de ce dernier inconvénient les résultats des nombreuses expériences dont je m'étais tracé le plan dans la vue de suivre la marche correspondante du pyromètre de platine et du thermomètre à mercure, dans toute l'étendue que l'on peut donner à l'échelle thermométrique, c'est-

à-dire de zéro à 350 degrés décimaux (1), j'ai employé un appareil très-simple, et qui a parfaitement rempli mon objet.

Il consiste en un creuset de trente centimètres de hauteur, de quinze de diamètre intérieur à l'orifice (2), suspendu par un cercle de fer portant trois chaînettes, à une bascule de soixante-cinq centimètres de rayon, au moyen de laquelle on le descend jusque sur les barres d'un fourneau ordinaire de distillation, et qui sert à l'enlever, sans la moindre agitation, au moment précis où la température est portée au degré que l'on s'est proposé d'observer. Le fond de ce creuset est garni d'une couche de sable assez épaisse pour recevoir le support du pyromètre de platine, près duquel on place de chaque côté, à la même profondeur, la boule d'un thermomètre à longue échelle.

(1) Les dernières expériences ont fixé le terme de l'ébullition du mercure à 346 degrés du thermomètre centigrade. Thomson, *Système de chimie*.

(2) Ce creuset devant être fréquemment exposé au passage subit de la chaleur rouge à la température de l'atmosphère, je l'ai choisi de l'espèce qui vient d'Allemagne sous le nom de *plomb noir*, à cause de la plombagine qui entre dans sa composition, et qui résiste parfaitement à ces passages.

Enfin, les tubes de ces thermomètres sont maintenus verticalement par une traverse entaillée qui repose sur les bords du creuset.

J'ai fait passer successivement dans cet appareil les barreaux pyrométriques de *platine*, de *fer*, de *cuivre*, d'*argent*, d'*or*, de *plomb* et de *zinc*; les résultats moyens des expériences, répétées souvent trois et quatre fois, avec une élévation de température de 290, 300 et 310 degrés, ont toujours été les mêmes, à quelques décimales près, lorsqu'il n'y a pas eu d'écarts produits par quelque accident, qu'il était facile de reconnaître.

C'est d'après ces résultats que j'ai donné, dans la table n^o. 4, les expressions de dilatabilité proportionnelle de ces métaux.

Le même appareil m'a servi à vérifier et à déterminer avec plus de précision les dilatations des diverses substances que j'ai examinées dans la vue de les approprier au support de cet instrument, ou dont la comparaison, sous ce rapport, pouvait être de quelque intérêt, telles que le *crystal de roche*, la *calcédoine*, le *jaspe*, le *pechstein*, le *jade*, la *pagodite*, les *stéatites* avant et après leur cuisson, les *magnésites* de Vellecas, de Vinovo, de Castellamonte, les biscuits

de *porcelaine* de la Chine et du Japon, les *poteries en grès* blanches et colorées, et le verre rendu réfractaire par *dévitrication*. Toutes ces substances, taillées en parallépipèdes de même forme et dimension que les barreaux métalliques, et placées de la même manière dans la rainure du pyromètre, ont donné des résultats qui ne seraient pas tout-à-fait étrangers à l'objet de cette section, mais dont je me réserve de faire ailleurs une application plus directe.

Il me restait maintenant à suivre la marche du pyromètre de platine dans une élévation de température qui dépassât le terme d'ébullition du mercure, et même de celle de l'huile fixe; qui commençât par conséquent à déterminer la retraite uniforme des pièces d'argile, et servît ainsi à établir quelques points intermédiaires de correspondance dès l'entrée de la jauge de Wedgwood; de manière à remplir au moins en partie l'immense intervalle qui jetait tant d'incertitude sur le système de graduation de son échelle par rapport à celle du thermomètre à mercure.

Le calorimètre et le thermomètre à air se présentaient naturellement pour atteindre ce but.

C'est avec raison que M. Dalton reproche aux physiciens de n'avoir pas donné plus de suite aux belles expériences que MM. Lavoisier et Laplace ont faites en 1780, avec l'instrument de leur invention, connu sous le nom de *calorimètre*(1), au moyen duquel la chaleur est mesurée par la quantité d'eau congelée qui repasse à l'état liquide.

M. Dalton attribue le peu d'usage que l'on a fait depuis de cet ingénieux appareil, à l'opinion que les résultats étaient affectés de quelques causes d'incertitude; et il en a proposé un plus simple, qui consiste dans un vase de fer blanc pouvant contenir trente mille grains d'eau, dans lequel on en met la quantité nécessaire pour que l'eau et le vase ensemble représentent trente mille grains d'eau, et sous lequel on brûle les diverses substances gazeuses, liquides ou solides, en notant exactement les quantités brûlées, et l'accroissement de température de l'eau. C'est ainsi qu'il a reconnu que le gaz hydrogène, en brûlant, élevait la température d'un volume d'eau égal de 4°.5 de l'échelle de Fahrenheit; que 1.3 grain d'alcool élevait celle de trente

(1) *New System of chemical philosophy*, etc.; et *Biblioth. britannique*, tom. 42, pag. 325.

mille grains d'eau de 2°.9; que 0.888 grain de phosphore l'élevait de 2°; qu'il en était de même pour le charbon, etc., etc. Supposant ensuite que la liquéfaction d'une quantité donnée de glace exige une chaleur qui élèverait de 147° Fahrenheit un poids égal d'eau à zéro, il a conclu les quantités de glace que ferait fondre dans le calorimètre chacune des substances soumises à ses expériences, par exemple :

Pour 1 liv. d'hydrogène. .	320 liv. de glace.
d'alcool. . . .	58
de phosphore. .	60
de soufre . . .	20
de charbon. . .	40

M. Dalton ne dissimule pas la différence qui se trouve entre ces résultats et ceux établis par Lavoisier, qui porte à cent livres la quantité de glace fondue par la combustion d'une livre de phosphore; mais il croit que, si on en excepte le produit de la combustion de l'hydrogène, il y a excès dans presque tous les résultats des chimistes français, de même que dans ceux donnés par Crawford; ce qu'il attribue à ce qu'ils ont considéré le gaz oxygène comme la source

unique, ou du moins principale, de la chaleur produite.

La simplicité de l'appareil de M. Dalton m'a engagé à en tenter quelques essais, particulièrement sur le gaz hydrogène, le phosphore et le charbon, comme les substances les plus propres à donner des résultats constants, ou du moins très-rapprochés; mais il s'en faut beaucoup que j'aie pu les obtenir en y apportant la plus grande attention. Je crois qu'on n'en sera pas étonné si l'on considère qu'indépendamment de la perte due à la radiation qu'on ne peut éviter par ce procédé, et que M. Dalton estime lui-même d'un huitième ou d'un dixième de l'effet total, il n'est guère possible d'appliquer toujours aussi continuellement et dans la même direction, au fond du vase contenant l'eau, le dard de gaz hydrogène; de donner à la vessie dont on l'exprime une pression uniforme; de brûler une portion quelconque de phosphore sans en échauffer le support, et pourtant assez rapidement pour en mesurer tout l'effet; d'entretenir enfin la combustion du charbon par le moyen du chalumeau sans faire dévier la flamme, et sans dispersion de quelques parcelles du résidu; accident dont les conséquences jettent

d'autant plus d'incertitudes sur les observations, que les quantités sur lesquelles on opère, sont plus petites.

M. Dalton n'est pas le premier qui ait présenté des doutes sur l'exactitude des résultats des expériences faites avec le calorimètre des physiciens français. M. Richter avait déjà observé qu'indépendamment des défauts communs à tous les instrumens thermométriques, celui-ci pouvait donner lieu à de graves erreurs, si l'on ne tenait compte des dernières portions de glace fondue qui ne coulaient pas (1). Wedgwood qui, comme l'a remarqué M. Berthollet (2), aurait pu tirer un grand parti de cet instrument pour déterminer les quantités de calorique représentées par les degrés de son pyromètre, fut arrêté par la considération que, d'une part, la glace avait la propriété d'absorber une certaine quantité d'eau, et, d'autre part, que l'eau liquéfiée était susceptible de reprendre l'état de glace, sans qu'il y eût changement de température; et de ces deux faits constatés par de curieuses expériences, il conclut que les quantités de glace fondue

(1) *Anfangs grunde der Stœchyometrie*, etc. Breslau, 1794, pag. 55.

(2) *Statique chimique*, tom. 1, n°. 99.

ne pouvaient être rigoureusement déterminées.

L'examen que M. Berthollet a fait de ces deux objections, les a réduites à leur juste valeur. La *première* tombe, si l'on a soin qu'au commencement de l'opération la glace renfermée dans le calorimètre soit, ainsi que le recommandent les auteurs, déjà imbibée de toute la quantité d'eau qu'elle peut ainsi tenir. Par rapport à la *seconde*, il est bien vrai que le contact de la glace peut ramener à l'état solide une portion de l'eau, de même qu'un cristal ou tout autre corps concret décide, par attraction, la séparation d'un sel tenu en dissolution; mais la preuve qu'il ne peut en résulter une erreur sensible dans les épreuves faites avec le calorimètre, c'est que les mêmes expériences, répétées plusieurs fois, donnent des résultats dont les différences n'excèdent pas celles que l'on observe dans les expériences de physique regardées comme très-exactes.

On pouvait donc, d'après cela, regarder le calorimètre comme l'instrument le plus propre à vérifier ou rectifier les observations pyrométriques de Wedgwood (1); et j'avais

(1) Je me bornerai à rappeler ici une espèce de

pris la résolution de ne publier ce travail qu'après en avoir fait l'application à la mesure des quantités de chaleur indiquées par les deux procédés, au moins dans quelques-uns des degrés les plus éloignés des derniers termes de nos échelles thermométriques : mais toutes les saisons ne conviennent pas à ces expériences ; elles ne peuvent se faire,

pyromètre à air, proposé en 1805 par M. J. G. Schmidt, pour indiquer les degrés des plus hautes chaleurs des fournaux, et dont on trouve la description dans le journal de Nicholson. C'est une cornue de platine contenant de l'air que l'on a privé de toute humidité par la potasse. Cette cornue placée dans le fourneau, son bec, alongé d'un tube étroit de même métal, est scellé dans le couvercle d'une cuve pneumatique à moitié remplie d'eau. L'air dilaté pressant l'eau de la cuve, la force de s'élever dans un tube de verre gradué, adapté au même couvercle, et sert ainsi à donner la mesure de l'augmentation de volume, en même tems qu'un thermomètre à mercure, placé sous une cloche de verre, en communication avec l'intérieur de la cuve, indique la température.

On ne peut disconvenir que l'idée de cet appareil ne soit ingénieuse ; mais il ne paraît pas que l'auteur l'ait mis en œuvre, ni même qu'il ait prévu toutes les difficultés de l'exécution avec la condition de conserver au platine son infusibilité, et par conséquent d'exclure toute espèce de soudure.

dans les conditions qui en assurent les conséquences , qu'à une température très-basse et peu variable , qui mette à la disposition des opérateurs une grande quantité de glace , et les moyens de la conserver. Il ne m'a pas été possible jusqu'à présent de trouver dans ces circonstances le tems nécessaire pour donner suite à ces opérations ; mais MM. *Clément* et *Desormes* ont bien voulu me communiquer le résultat du travail qu'ils avaient entrepris dans les mêmes vues. Ces chimistes , dont la sagacité dans les recherches , et l'exactitude dans les observations sont bien connues , avaient aussi fait usage du calorimètre pour déterminer comparativement les quantités de chaleur produites par la combustion du charbon de bois , de la houille , du bois et de la tourbe (1) : ils ne se sont pas bornés à recueillir isolément les résultats de leurs expériences avec cet instrument ; ils ont senti combien il était important de mettre à-la-fois en correspondance , autant que cela était possible , les élévations de température indiquées , 1°. par la liquéfaction de la glace ; 2°. par

(1) *Recherches physico-chimiques* de MM. Gay-Lussac et Thenard , tom. 2 , pag. 344.

la chaleur communiquée à l'eau ; 3°. par la dilatation thermométrique de l'air ; 4°. enfin , par la retraite des pièces pyrométriques de Wedgwood.

La *table n°. 7* présente les résultats de ces expériences rapportés à l'échelle du thermomètre centigrade au mercure ; j'y ai réuni, dans chaque section, les degrés de l'échelle de Fahrenheit, pour rendre plus facile la comparaison des observations, et j'ai placé dans une dernière colonne séparée les valeurs correspondantes tirées de la table corrigée de Wedgwood, ci-devant, n°. 3.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur ces résultats, pour recueillir de nouvelles preuves univoques de la nécessité de réduire les valeurs données par Wedgwood aux degrés de son pyromètre. Mais je ne crains pas de dire que ces réductions sont ici portées trop loin, ainsi qu'on peut en juger en les rapprochant de celles auxquelles j'ai été conduit par l'ensemble des expériences rapportées dans cet Essai. Ce n'est pas que je veuille répandre des doutes sur l'exactitude des observations dont je dois la communication aux deux habiles chimistes ci-dessus cités ; mais il est aisé de faire voir que la différence des résultats est due, pour

la plus grande partie, à la différence des procédés; de sorte que les évaluations qu'ils ont données aux degrés de l'échelle de Wedgwood, peuvent, en dernière analyse, et en prenant les termes moyens dans la latitude que comportent des opérations aussi délicates, servir plutôt à confirmer qu'à détruire le système de correction que j'ai établi.

En effet, quelque rapide que l'on suppose le transport du corps échauffé du fourneau dans le calorimètre ou dans l'eau, il y a nécessairement perte de chaleur. Ce n'est donc plus la chaleur même du foyer d'où on l'a tiré, et qui est indiquée par la pièce d'argile dont la retraite est devenue fixe après avoir atteint, peut-être même un peu dépassé le terme. Il n'est pas étonnant que l'on n'obtienne pas dans ces circonstances une correspondance exacte.

Il est d'ailleurs bien reconnu des physiiciens que, « quand deux corps de température différente sont mis en contact, la portion de chaleur que le plus chaud communique au plus froid dans un tems très-court, est proportionnelle à la différence de température (1). » C'est pré-

(1) Haüy, *Traité de physique*, § 176.

cisément ce que l'on remarque ici, et qui nous donne l'explication de la très-grande différence que les observations à diverses températures assignent de valeur à chacun des degrés du pyromètre de Wedgwood.

Cette valeur, exprimée en degrés du thermomètre centigrade, est :

Dans la ligne du fer doux presque fondant.	12°.63
Dans celle du fer rouge presque fondant.	} 18.60 17.04
Dans celle du cuivre fondant. . .	

Ainsi les différences sont à-peu-près comme les températures, et celle du cuivre fondant déterminé par la chaleur communiquée à l'eau, se rapproche tellement de celle qui se trouve dans la colonne des corrections, que la différence n'excède pas 0.04.

Indépendamment de la perte au moins aussi considérable qu'a dû éprouver le fer pendant son transport dans l'eau, il serait encore bien difficile d'admettre qu'en y arrivant dans cet état d'incandescence, il n'y portât réellement qu'une température de 2150° centigrades, puisque, pour la mettre en rapport avec les capacités de chaleur

des deux substances, que l'on sait être :: 1 : 0.125, il faudrait supposer que la masse du métal, jetée, par exemple, dans quatre fois son poids d'eau à zéro, n'y a produit qu'une élévation de moins de 60 degrés.

La suite au numéro prochain.

ÉCHELLE SYNOPTIQUE

Des équivalens chimiques ;

PAR M. William-Hyde WOLLASTON, D. M.,
secrétaire de la Société royale.

Extrait des Transactions philosophiques de 1814.

Traduit de l'anglais par H. F. GAULTIER DE CLAUBRY.

Quand un chimiste est obligé de rechercher la nature d'un composé salin qu'on lui présente, les questions qu'il doit résoudre sont si variées et si nombreuses, qu'il est rarement disposé à entreprendre une série d'expériences, pour l'aider dans ses recherches, lorsqu'il peut compter sur l'exactitude des résultats obtenus par ceux qui l'ont précédés dans cette partie qui demande tant de travail et de patience.

Si, par exemple, le sel que l'on examine est du vitriol bleu ordinaire ou sulfate de cuivre cristallisé, les premières questions qui se présentent, sont : (1) combien con-

tient-il d'acide sulfurique ? (2) combien d'oxide de cuivre ? (3) combien d'eau ? On peut n'être pas encore satisfait de ces premières bases de l'analyse, mais vouloir connaître de plus, la quantité (1) du soufre, (2) du cuivre, (5) de l'oxigène, (4) de l'hydrogène. Pour parvenir à ces diverses déterminations, il faut considérer la quantité des divers agens que l'on emploie pour connaître la quantité d'acide sulfurique, (8) combien il faut de baryte, (9) de carbonate, (10) ou de nitrate de baryte, (11) combien de plomb on emploie sous forme de (12) nitrate de plomb ; et quand on a obtenu le précipité de (13) sulfate de baryte, ou de (14) sulfate de plomb, il faut encore savoir quelle quantité d'acide sulfurique réel ces deux substances représentent.

Il faut aussi s'assurer de ce même résultat par la quantité de (15) potasse pure, ou (16) de sous-carbonate de potasse nécessaire pour précipiter le cuivre. On peut encore se servir du (17) zinc, ou (18) du fer pour obtenir ce résultat, et il faut connaître les quantités de (19) sulfate de zinc, ou (20) de sulfate de fer qui restent dans la dissolution.

Ces questions, et plusieurs autres du même genre qu'il serait ennuyeux de décrire et

trop long d'énumérer, occupent l'esprit, et emploient beaucoup de tems au chimiste analyste, à moins qu'il n'ait recours à quelque expérience antérieure sur laquelle il puisse compter.

L'échelle que je vais décrire est destinée à embrasser d'un seul coup d'œil toutes ces questions, par rapport à plusieurs des sels contenus dans la table, non pas en donnant simplement les expressions numériques d'après lesquelles on doit calculer le résultat que l'on cherche, mais en indiquant directement le poids des substances contenues dans un poids donné du sel que l'on examine, ainsi que les quantités des divers agens que l'on peut employer, et des précipités que l'on obtient avec chacun d'eux.

Dans la formation de cette échelle, il fallait, en premier lieu, déterminer les proportions dans lesquelles les différens corps connus se combinent les uns avec les autres, et exprimer les proportions en termes tels que la même substance soit toujours représentée par le même nombre.

C'est à *Richter* que l'on doit la première idée de ce mode d'expression, d'après son observation de la loi des proportions déterminées, sur laquelle est fondée la pos-

sibilité de la représentation numérique. Les proportions données pour les différens sels, par les chimistes qui l'avaient précédés, comme *Bergmann*, *Wenzel*, *Kirwan*, sont incompatibles avec ce mode de notation.

Si nous prenons le *Traité de Bergmann*, de l'*Analyse des eaux*, nous trouverons que, d'après lui, 100 parties d'acide sulfurique se combinent avec 130 de potasse. Dans le muriate de potasse, il dit que 61 d'alcali prennent 31 d'acide, ce qui donne la proportion de 130 à 66; ainsi la même quantité de potasse qui est saturée par 100 d'acide sulfurique, exige 66 d'acide muriatique.

Mais si nous faisons une estimation semblable par le moyen de la chaux, puisque le sulfate de chaux contient 46 d'acide combiné avec 32 de chaux, 100 de chaux en exigeront 66.5, et d'après cela 44 de chaux se combineront avec 31 d'acide, et alors 69.5 de chaux en exigeront 49. De sorte que dans ce cas, l'équivalent de l'acide sulfurique, au lieu d'être 66 d'acide muriatique, est 49; ce qui, si ce résultat était exact, ne permettrait pas d'exprimer toujours le même corps par le même nombre.

En comparant les analyses de *Wenzel* les

unes avec les autres, nous remarquerons la même contradiction. Si, par exemple, nous choisissons le sulfate et le muriate d'ammoniaque, nous trouverons 67.3 pour l'équivalent de l'acide muriatique. Mais en comparant le sulfate de magnésie avec le muriate de la même base, nous aurons 73 au lieu de 67.3.

En ayant recours aux tables de Kirwan, il se présente un obstacle semblable pour la détermination de la quantité d'acide muriatique qui équivaut à un poids donné d'acide sulfurique. Quand on fait la comparaison par le moyen de la potasse, 63.8 représente le poids relatif d'acide muriatique; mais si on se sert des composés de ces deux acides avec la chaux, le résultat au lieu de donner 63.3, donne seulement 59.

Richter remarqua en observant cette sorte de contradiction, que quand on décompose par le moyen du muriate de chaux, le sulfate de potasse formé d'après les proportions de Kirwan, on trouve dans la solution un grand excès d'alcali. Mais, au contraire, il vit par des expériences directes que les sels neutres mêlés, restaient neutres dans tous les cas, et conséquemment que le même poids d'acide muriatique devait dans tous

le cas équivaloir à la même quantité d'acide sulfurique, et, d'après cela, il était convenable d'exprimer par le même nombre la composition des sels. Il estima cet acide à 712, comme équivalant à 1000 d'acide sulfurique réel, et c'est à ce nombre pris comme étalon de comparaison que sont rapportés les autres nombres pour les acides, les alcalis, et les terres.

Il ne pouvait échapper à la sagacité de M. Berthollet, qu'il existait de nombreuses exceptions à cette loi de neutralisation, et que l'excès de l'un ou de l'autre composant dans le mélange des sels, dépendait d'une affinité supérieure. Mais il ne fut pas assez heureux pour découvrir la loi définie selon laquelle le plus grand nombre de ces exceptions sont gouvernées. On a trouvé depuis que quand une base s'unit avec une proportion d'acide plus considérable que celle qui est nécessaire pour le saturer, la quantité combinée est alors un multiple simple de la première; ce qui forme une nouvelle modification de la loi des proportions définies, plutôt qu'une exception à cette règle.

Le premier cas dans lequel on a supposé que le même corps s'unissait avec différentes

proportions d'un autre, de telle manière que l'une de ces quantités est un multiple simple de l'autre, a été observé par le docteur Higgins, qui conçut plutôt qu'il ne chercha à représenter les degrés succesifs d'oxidation de l'azote, et qui donna la série suivante de ses combinaisons avec l'oxigène(1).

- Azote 1 avec 2 d'oxigène forme le gaz nitreux ;
- Azote 1 avec 3 d'oxigène forme la vapeur nitreuse rouge ;
- Azote 1 avec 4 d'oxigène forme l'acide nitreux jaune ;
- Azote 1 avec 5 d'oxigène forme l'acide nitrique blanc.

Il ajouta en même tems à cette opinion, que telles sont les proportions dans lesquelles ces gaz s'unissent l'un et l'autre en *volume*, ayant auparavant observé un exemple de combinaison du double en volume dans la formation de l'eau par la combustion de l'hydrogène et de l'oxigène, et il exprima la persuasion qu'il avait acquise que le nombre de particules dans les composés d'azote et d'oxigène sont successivement dans les proportions établies ci dessus.

Mais quoique M. Higgins, dans le cas de la combinaison de l'hydrogène avec l'oxigène ait anticipé sur la loi des combinai-

(1) A comparative view of the Phlogistic and Antiphlogistic theories, 1789, pag. 133.

sons en volume observée par M. Gay-Lussac, par rapport à l'union du gaz, et qu'en concevant l'union entre les dernières particules, il ait clairement précédé M. Dalton dans ses vues *atomistiques* sur la combinaison chimique ; il ne paraît pas (1) avoir beaucoup cherché à s'assurer l'antériorité de cette loi des proportions multiples qui soutiennent bien la théorie *atomistique* ; et c'est, en effet, à M. Dalton que nous sommes redevables de la première observation exacte d'une combinaison d'un multiple simple dans l'union du gaz nitreux avec l'oxygène. Dans ses recherches, pour déterminer la composition de l'atmosphère, il trouva que la quantité d'oxygène contenue dans 100 mesures d'air commun, se combine avec 36 ou 72 mesures de gaz nitreux, selon la manière de faire l'expérience (2).

Il paraît cependant que les chimistes n'ont pas été non plus très-frappés de cette observation de M. Dalton, jusqu'à ce qu'ils

(1) Dans l'acide nitreux jaune pâle, la proportion paraît être 4 à 1 ; mais celui qui est moins coloré contient environ cinq d'air déphlogistiqué.

(2) Manchester's Memoirs. Vol. V. — Nich. Journ. vol. XIII, p. 433.

aient eu connaissance d'autres faits observés par le docteur Thomson et par moi-même (1), d'une manière plus palpable, par rapport aux sels *neutres*, aux *sous-sels* et aux *sur-sels*, qui ont été le sujet d'expériences plus exactes et moins équivoques : c'est peut-être parce que M. Berthollet les répéta et les confirma (2) qu'elles ont attiré l'attention des autres chimistes, qui sont maintenant plus disposés à admettre que le terme *binacide*, exprime exactement le rapport de plusieurs sels *sur-acides* ou *sur-sels* avec les sels neutres formés des mêmes élémens. Depuis ce tems, les cas dans lesquels on a observé cette loi sont devenus si nombreux, sur-tout par rapport aux différens degrés d'oxidation, que nous avons bien lieu de présumer qu'elle est générale, et que si quelques analyses ne semblent pas s'accorder avec cette loi, nous sommes autorisés à soupçonner quelque inexactitude dans l'un ou l'autre des résultats comparés ensemble.

D'après la théorie de M. Dalton, par laquelle ces faits sont très-bien expliqués, l'union chimique dans le cas de neutrali-

(1) Phil. Trans., 1808, pag. 74-96.

(2) Mém. d'Arcueil, Tom. II, p. 470.

sation a lieu entre les atomes simples des substances combinées ; et dans le cas où il y a un excès de l'un des élémens , alors deux ou plusieurs atomes de cette espèce sont unies seulement à un^e de l'autre.

En suivant cette idée , quand nous estimons les poids relatifs des équivalens , M. Dalton conçoit que nous estimons les poids agrégés d'un nombre donné d'atomes, et conséquemment les proportions que les dernières atomes simples suivent l'une par rapport à l'autre. Mais il est impossible dans quelques cas , où l'on ne connaît que deux combinaisons des mêmes principes , de découvrir lequel des deux composés doit être regardé comme consistant en une *paire* d'atomes simple ; et , d'après cela , la décision de ces questions est purement théorique , et n'est pas nécessaire à la formation d'une table destinée à des usages pratiques. Je n'ai pas cherché à exprimer un nombre , d'après la théorie *atomistique* , mais je me suis efforcé de prendre pour seul guide les convenances pratiques , et j'ai considéré la doctrine des multiples simples , sur laquelle celle des atomes est fondée , simplement comme un aide puissant pour déterminer par la simple division , la somme

de ces quantités qui peuvent se lier aux exceptions définies de la loi originaire de Richter.

Comme j'avais quelquefois composé pour mon usage particulier une série d'atomes supposés, j'ai pris l'oxygène comme la base décimale de mon échelle, pour faciliter l'estimation des combinaisons nombreuses qu'il forme avec les autres corps. Mais quoique dans cette table d'équivalens, j'aie gardé la même unité, et pris soin de rendre l'oxygène également éminent, pour la même raison que j'ai donnée ci-dessus, comme indication de la part importante qu'il a pour déterminer les affinités des corps par les différentes proportions dans lesquelles il s'unit à ces corps, néanmoins la mesure réelle, d'après laquelle j'ai comparé les corps, entre eux, dans une des expériences que j'ai faites, et à laquelle j'ai taché de trouver des équivalens, est une quantité déterminée de carbonate de chaux. C'est un composé que l'on peut regarder comme plus parfaitement neutre; il est plus aisé de l'obtenir dans un état de pureté égal, plus facile de l'analyser (comme composé binaire), c'est une mesure plus convenable de la force des acides, et il donne une expression plus distincte du pouvoir neutralisant des alcalis.

Conséquemment, la première question est résolue. par le nombre au moyen duquel nous exprimons le poids relatif de l'acide carbonique, si l'oxygène est fixé à 10. Il paraît très bien prouvé actuellement qu'une quantité donnée de gaz oxygène forme un volume exactement égal d'acide carbonique, en se combinant avec le carbone; et, d'après cela, la pesanteur spécifique de ces gaz est comme 10 à 13.77 (1), ou comme 20 à 27.54; le poids du carbone peut être exactement représenté par 7.54, qui, dans ce cas, se combine avec deux d'oxygène formant le deutocide, et l'oxide carbonique étant le protoxide sera représenté par 17.54.

L'acide carbonique ayant été, d'après cela, pris comme 7.54, il s'ensuit, d'après l'analyse du carbonate de chaux, qui perd par la chaleur 43.7 pour 100 d'acide, et laisse 56.3 de base qui sont combinés dans la proportion de 27.54 à 35.46, et conséquemment que la chaux peut être représentée par 35.46, et le carbonate de chaux par 63.

Si nous voulons continuer la série pour estimer la confiance que l'on peut donner

(1) Biot et Arago, 1.1036 : 1.5196 :: 10 : 13.77.

à cette analyse, nous dissoudrons 63 de carbonate de chaux dans l'acide muriatique, et en évaporant à siccité ; nous obtiendrons environ 69.56 (1) de muriate de chaux, et en déduisant le poids de la chaux, nous aurons 35.46 ; et la différence 54.1 représentera l'acide muriatique sec.

Mais puisque l'on sait maintenant, d'après les brillantes découvertes du chevalier H. Davy, que la chaux est un corps métallique uni à l'oxygène, on peut considérer ce sel comme un composé binaire, ou dans une autre théorie, comme de l'oxi-muriate ; et, dans ce cas, nous transporterons le poids 10 d'oxygène à l'acide muriatique. Ce qui donne 44.1 d'acide oxi-muriatique combiné avec 25.46 de calcium. Ou enfin si nous le regardons avec le même savant comme un chlorure de calcium, sa place est toujours 69.56 dans l'échelle des équivalens, et la portion de matière ajoutée au calcium, soit qu'elle garde son nom d'acide oxi-muriatique, ou qu'on lui rende son ancienne dé-

(2) Dans les expériences du docteur Marcet sur la composition du muriate de chaux, rapportée dans son Analyse de l'eau de la mer, 50.77 de carbonate donnent 56.1 de muriate de chaux, et 50.77 : 56.1 :: 63 : 69.6.

nomination d'acide marin déphlogistiqué, soit enfin qu'on lui donne celui de chlorine (chlore), sera représentée exactement par 44.1, qui exprime simplement un fait, sans avoir rapport à aucune théorie, et donne le moyen d'estimer la proportion des élémens dans tous les muriates, sans entrer dans aucune discussion sur leur nature simple ou composée, sur laquelle jusqu'à présent il n'y a aucun argument qui soit concluant.

Nous pouvons avec la même latitude d'interprétation, placer les muriates de potasse et de soude dans l'échelle des équivalens, et l'on peut déterminer les poids relatifs de la potasse ou de la soude pures, plutôt par le moyen de ces composés, qu'en se servant de tout autre, parce qu'ils ne peuvent devenir sur-sels, et qu'ils ne sont pas décomposables par la chaleur.

Si maintenant nous dissolvons dans une quantité connue d'acide muriatique, 100 parties de carbonate de chaux ou de carbonate cristallisé de potasse, et qu'après l'addition de l'acide nous trouvions qu'il dissout seulement 49.8 de carbonate de chaux, nous pourrions conclure delà que 100 parties de ce carbonate sont l'équivalent de 50.2 de

carbonate de chaux, et par conséquent, que 125.5 est équivalent de 63 dans la table.

Enfin, si nous combinons 125.5 parties de carbonate de potasse cristallisé avec un excès d'acide muriatique, et que nous évaporions à siccité pour chasser toute l'eau et tout l'acide excédant, nous trouverons 93.2 de sel neutre; et soit que nous l'appellions muriate de potasse ou chlorure (chlorure) de potassium, ou que nous lui donnions un autre nom, dans d'autres théories, nous pourrions déduire 34.1, comme acide muriatique sec (soit réel ou imaginaire (1)), et conclure delà l'équivalent de la potasse à 59.1, quoiqu'il n'y ait dans le fait que 49.1 de potassium qui exigent 10 (2) d'oxygène pour se convertir en potasse.

La dernière question qui se présente a

(1) Son état de séparation est certainement imaginaire; car on ne peut pas l'obtenir plus pur que l'acide sulfurique et l'acide nitrique.

(2) Si les bases de la série de laquelle est déduit le nombre 49.1, sont correctes, il doit être exactement 10.00 sans fraction, et la proportion donnée pour le muriate de potasse par *Berzelius* est assez exacte pour montrer qu'il n'y a pas d'erreur considérable; 83.02 ; 16.98 :: 49.1 : 10.04.

rapport à la composition du carbonate de potasse cristallisé, que je propose d'appeller carbonate de potasse, pour établir clairement une distinction entre ce sel et celui que l'on appelle communément sous-carbonate (1), pour donner un nom à la quantité double d'acide carbonique qu'il contient. Pour le carbonate de chaux, il serait nécessaire aussi de le considérer comme un sur-carbonate ; car si l'on mêle une solution de ce sel avec une de muriate de chaux, il se fait une vive effervescence, produite par la quantité d'acide carbonique nécessaire pour saturer la chaux. Si nous saturons 125.5 de ce sel par l'acide nitrique, en prenant des précautions pour qu'il ne se perde pas d'acide avec le gaz qui se dégage, la perte sera d'environ 55, qui est le double de 27.5. Mais si avant la saturation nous chauffons le sel à une chaleur rouge modérée, il perd 58.8, qui consistent en 27.5 d'acide carbonique, et 11.3 d'eau ; après quoi l'addition

(1) Je propose d'employer le terme de carbonate de potasse pour l'un de ces sels, parce qu'on l'a appliqué aux deux, et qu'il est susceptible de donner lieu à une erreur quand on ne fait que le nommer.

d'un acide ne dégage plus que 27.3, ou une-seule proportion d'acide carbonique (1).

J'ai fait usage d'acide nitrique dans cette expérience, afin que le composé qui en résulte pût me guider dans le choix des analyses antérieures, et qui sont extrêmement discordantes par rapport aux équivalens de cet acide. La proportion de nitrate de potasse que j'ai obtenue en évaporant la solution à une chaleur suffisante pour fondre le résidu, donna pour moyenne en trois expériences, 126, pour l'équivalent du nitrate de potasse, d'où déduisant 59.1 de potasse, il reste 66.9 pour l'équivalent de l'acide nitrique sec. En conséquence; je n'ai pas hésité à préférer l'estimation (2) obtenue de l'analyse du nitrate de potasse par Richter, qui donne 67.45, d'où soustrayant une proportion d'azote 17.54, il reste 49.91, où il y a à-peu-près 5 proportions d'oxigène: on trouve $17.54 \div 5 = 3.508$ ou 67.54 que je crois être le nombre exact.

D'après ces notions sur la manière dont on peut faire une recherche, toutes les fois

(1) Phil. Trans., 1808, p. 97.

(2) 46.7 : 53.3 :: 59.1 : 67.45. Mémoires d'Arcueil, 11-59.

qu'il faut faire quelques expériences premières, on voit bien facilement que c'est par le moyen des équivalens, et de quelle manière on peut continuer les séries. J'ai cependant dans beaucoup de cas conclu mes résultats d'analyses antérieures, et c'est toujours quand il y avait de la coïncidence entre différentes autorités sur l'exactitude desquelles je pouvais fonder ma confiance.

Mais par rapport à l'acide oxalique, j'ai trouvé une difficulté pour décider entre les résultats très-discordans des diverses analyses, et j'ai été obligé d'avoir recours à des expériences directes.

100 grains de bin-oxalate de potasse (communément appelé sel d'oseille) furent soumis à une chaleur suffisante pour détruire l'acide oxalique, et convertir le sel en sous-carbonate de potasse. On versa sur le résidu de l'acide muriatique, et on satura ensuite par le carbonate de chaux : on satura aussi une quantité égale du même acide avec le carbonate de chaux. Par l'excès de carbonate de chaux dissout dans le dernier cas, j'ai trouvé que 100 parties de bin-oxalate sont l'équivalent de 40.9 de carbonate de chaux ; et d'après cela l'équivalent de 65 de carbonate de chaux sera 154 de bin-

oxalate de potasse. En déduisant 59.1 de potasse, le reste 49.9 divisé par 2, donne 47.45 pour l'équivalent de l'acide oxalique sec. J'ai donc adopté le résultat du savant Berzelius obtenu par le moyen de l'oxalate de plomb, que 296.6 (1) de litarge se combinent avec 100 d'acide oxalique, ce qui donne la proportion de 139.6 de litarge à 47 d'acide oxalique. Un tel degré de concordance entre des méthodes entièrement différentes, me paraît très-satisfaisant, et semble prouver qu'en cherchant à déterminer le même point par le moyen de la chaux, il peut se former en même tems quelque composé différent pour les proportions d'acide et de base, comme dans le cas de l'oxalate et du bin-oxalate de strontiané observé par le docteur Thomson, et que l'on peut avoir tiré des conséquences erronées des précipités que l'on obtient dans ce cas.

En exceptant les cas que j'ai énumérés, il y en a peu dans lesquels il ait été nécessaire de faire de nouvelles expériences, parce que j'ai trouvé une coïncidence entre des résultats indépendans les uns des autres, et suffisante pour me satisfaire sur leur exac-

(1) Annales de chimie, n°. 243.

titude ; et d'après cela , j'ai adopté ces déterminations sans y avoir ajouté aucune nouvelle expérience qui me fût propre.

Mon dessein , dans la table qui est à la fin de ce Mémoire , n'a pas été de faire une énumération complète de tous les élémens ou des composés que je suppose être bien connus , mais simplement d'y renfermer quelques-uns de ceux qui se présentent le plus fréquemment. Je ne dois pas l'offrir comme une tentative pour corriger les estimations faites par d'autres , mais comme une méthode d'après laquelle leurs résultats peuvent être avantageusement appliqués pour former une approximation facile d'un objet de recherches.

On peut concevoir en partie le moyen par lequel on y parvient , par la seule inspection de la planche I^{re}. , dans laquelle on trouve la liste des substances que l'on s'est proposé d'estimer , arrangées sur l'un ou l'autre côté de l'échelle des nombres dans l'ordre de leur poids relatif , à de telles distances l'un de l'autre , d'après leurs poids , que la série des nombres placée sur une échelle mobile , peut ou monter ou descendre à volonté ; de sorte qu'un nombre exprimant le poids d'un composé , peut être

placé de manière à correspondre avec ce composé dans la colonne adjacente. L'arrangement est tel que le poids d'un des composans, de l'agent que l'on doit employer, ou le précipité que l'on peut obtenir dans son analyse, se trouvent opposés à l'endroit où son nom est placé sur l'échelle.

Pour montrer plus clairement l'usage de cette échelle, la planche représente deux situations différentes de l'échelle mobile, dans l'une l'oxygène est 10, et les autres corps sont dans les proportions exactes dans lesquelles ils se combinent avec lui; de sorte que l'acide carbonique était 27.54, et la chaux 55.46, le carbonate de chaux est placé à 63.

Dans la seconde figure, l'échelle mobile est abaissée jusqu'à ce que 100 corresponde au muriate de soude, et alors l'échelle montre que la quantité de chaque substance contenue dans la table, équivaut à 100 de sel commun. On voit par rapport aux différentes théories sur l'analyse de ce sel, qu'il contient 46.6 d'acide muriatique sec, et 53.4 de soude, ou 39.8 de sodium, et 13.6 d'oxygène; ou si on le regarde comme un chlorure (chlorure) de potassium, qu'il contient 60.2 de chlore (chlore) et 39.8 de

sodium. Par rapport aux réactifs , on peut voir que 283 de nitrate de plomb contiennent 191 de litarge employées pour séparer l'acide muriatique , et donnent un précipité de 237 de muriate de plomb , et qu'il reste en solution à-peu-près 146 de nitrate de soude. On peut voir en même tems , que l'acide , dans cette quantité de sel , peut former 232 de sublimé corrosif, qui contient 185.5 d'oxide rouge de mercure , ou 91.5 de muriate d'ammoniaque, formé de 6 gaz muriatique (ou acide hydro-muriatique), et 29.5 d'ammoniaque. L'échelle montre aussi que pour obtenir tout l'acide par la distillation , la quantité d'acide sulfurique est à-peu-près de 84 , et que le résidu de cette distillation contient 122 de sulfate de soude sec ; d'où l'on peut obtenir par cristallisation 277 de sel de Glauber (sulfate de soude), qui contient 155 d'eau de cristallisation. Ces résultats , ainsi que plusieurs autres , s'aperçoivent par la seule inspection ; ainsi pour trouver le poids d'une substance que l'on examine , on fait mouvoir l'échelle mobile , de manière à la faire correspondre avec la place cherchée dans la colonne adjacente.

Quand à la méthode pour arranger les divisions de cette échelle , ceux qui sont ha-

bitués à faire usage des autres *verniers*, et accoutumés à leurs propriétés, reconnaîtront sur l'échelle mobile elle-même, la ligne ordinaire des nombres de *Gunter*, (comme on l'appelle) et seront satisfaits que les résultats qu'elle donne soient les mêmes que l'on obtiendrait par les règles de l'arithmétique. •

Ceux qui sont familiers avec la théorie des rapports, et qui employent les logarithmes comme mesure de ces rapports, verront bien sur quel principe cette échelle est fondée, et n'auront pas besoin d'être avertis que toutes les divisions mesurent des logarithmes, et conséquemment, que l'addition et la soustraction mécanique de ces rapports, qui se fait par juxta-position, correspond en effet à la multiplication et à la division des nombres par lesquels on exprime ces rapports dans la notation arithmétique ordinaire.

Pour ceux qui ne sont pas faits à la nature des logarithmes, et qui n'ont par conséquent pas une idée aussi exacte de la grandeur des rapports, je crois que quelques explications sur le mode de construction de cette échelle d'équivalens seront nécessaires. Ils doivent observer que la série des

nombres naturels est placée à des intervalles égaux sur l'échelle, mais qu'à tous les intervalles égaux se trouvent des nombres qui conservent la même proportion entre eux.

La fig. 3 représente quelques-uns de ces larges intervalles sur une ligne divisée de la même manière. Les intervalles marqués *A, B, C, D, E*, sont tous égaux, et à ces points de division sont placés les nombres 1, 2, 4, 8, 16, qui augmentent progressivement selon le même rapport; et, d'après cela, les séries 3:6:12:24 augmentant dans le même rapport de 1 à 2, ces intervalles *a, b, c, d, e*, sont les mêmes que les premiers. Dans une autre succession différente d'intervalles égaux, marqués *F, G, H, I*, sont placés les nombres 1, 3, 9, 27 qui augmentent régulièrement dans un rapport égal de 1 à 3; et par le moyen d'un compas, on trouvera que l'intervalle de 2 à 6, comme de 6 à 18 (qui sont dans le même rapport de 1 à 3), est exactement égal à *FG*, intervalle entre 1 et 3. Comme ce simple espace représente tout un rapport, la somme d'espaces égaux de 2 à 3, représente tout un double ou un triple rapport. Si 1 est augmenté trois fois par le rapport de 1 à 2, il devient 8, qui répond à un triple rapport

Tome XC.

II

de 2 à 1. Ce rapport est donc exactement représenté par AD qui est le triple de AB .

Les distances des nombres intermédiaires 5, 7, 10, 11, 13, etc. depuis 1, sont proportionnelles aux rapports qu'ils ont avec 1, et que l'on trouve aisément par le moyen des tables de logarithmes ; car comme ce sont les mesures arithmétiques des rapports que tous les nombres ont avec l'unité, les espaces proportionels à ces nombres deviennent des représentations linéaires des mêmes quantités.

Comme les espaces entiers AD , AE représentent respectivement les rapports de 8 et de 16 à 1 ; de sorte que la différence DE donne le rapport de 8 à 16, qui s'arrête à D et à E , l'un par rapport à l'autre. Et que de la même manière un autre espace kl représente exactement le rapport de 7 à 13 ; de sorte que la mesure d'une fraction exprimée par les quantités qui sont incommensurables, se ferait aussi facilement que celle de tout simple multiple ; si on mesure cet intervalle avec un compas, et qu'on le transporte à une autre partie de l'échelle, les pointes du compas resteront sur les nombres qui forment la même proportion les uns à l'égard des autres, que ceux dont on avait mesuré l'intervalle.

C'est exactement de cette manière que les différens points de la colonne des équivalens, indiquent les quantités contenues dans une position quelconque donnée de l'échelle mobile. Les distances relatives auxquelles chaque article est placé, représentent autant d'ouvertures différentes du compas, rendues permanentes et présentées à la vue tout à-la-fois. Dans la table placée à la fin de ce Mémoire, le rapport des différentes substances énumérées par rapport à chaque autre, est exprimée par des nombres. Dans l'échelle gravée des équivalens, les rapports de ces nombres sont représentés par les intervalles qui mesurent des logarithmes, selon lesquels ils sont placés, leur position étant déterminée par celles des nombres respectifs sur l'échelle mobile, qui est divisée d'après les logarithmes. D'après cela, les divers points dans la colonne des équivalens indiquent les nombres dans les mêmes proportions, par rapport à chaque autre nombre, quelque endroit de l'échelle qu'on présente. Ceux qui voudraient des explications plus détaillées, les trouveraient dans l'inspection de la table; ceux qui en connaissent bien l'usage, pourront corriger les positions de quelques articles par la com-

paraison directe avec les meilleures analyses rapportées, quels que soient les nombres par lesquels les résultats de ces analyses soient exprimés.

J'espère que sans abuser trop longtems des momens de la société , j'aurai pu rendre clair le principe et l'usage de cette échelle ; je crois qu'elle deviendra utile pour aider les chimistes en général : elle servira au moins à montrer l'extrême facilité de l'approximation mécanique , que l'on peut souvent avec avantage substituer aux calculs , qui sont quelquefois plus pénibles que l'exactitude de nos expériences ne le permet ; et si elle tend à introduire plus généralement l'usage d'un instrument très-utile , le *vernier* , elle procurera à ceux qui s'occupent de recherches chimiques , le moyen d'épargner beaucoup de tems.

TABLE NUMÉRIQUE.

Hydrogène.	(a)	1.32	
Oxigène.		10.00	
Eau.		11.32	
Carbone.	(b)	7.54	+ 20 oxigène = 27.54 acide carbonique.
Soufre.	(f)	207.00	+ 30 oxigène = 50 acide sulfurique.
Phosphore.	(g)	17.40	+ 20 oxigène = 37.4 acide phosphorique.
Azote.	(o)	17.54	+ 50 oxigène = 67.54 acide nitrique (q).
Acide muriatique (sec).	(e)	34.1	+ 10 oxigène = 44.1 acide oximuriatique.
Chlorure (chlore).		44.1	= acide oximuriatique + 1.32 hydrogène = 45.42 gaz muriatique.
Acide oxalique.	(b)	47.0	
Ammoniaque.	(p)	21.5	
Soude.	(l)	39.1	= 10 oxigène = 29.1 sodium.
Potasse.	(m)	59.1	= 10 oxigène = 49.1 potassium.
Magnésie.	(n)	24.6	
Chaux.	(c)	35.46	= 10 oxigène = 25.46 calcium.
Strontiane.	(k)	63	
Éryth.	(i)	97	
Fer.	(r)	34.5	+ 10 oxigène = 44.5 oxide vert de fer.
			+ 15 oxigène = 49.5 oxide rouge de fer.
Cuivre.	(t)	40	+ 10 oxigène = 50 oxide noir de cuivre.

Suite de la Table numérique.

Zinc.	(s) 41	+ 10 oxygène =	51	oxyde de zinc.
Mercure.	(v) 125.5	+ 10 oxygène =	135.5	oxyde rouge de mercure.
		+ 125.5 O =	261	protoxyde O.
Plomb.	(d) 129.5	+ 10 oxygène =	139.5	litarge.
Argent.	(u) 135	+ 10 oxygène =	145	oxyde d'argent dans le muriate.
Sous-carbonate d'ammoniaque.	49 0	+ 27.5 A. carbonique =	76.5	bi-carbonate d'ammoniaque.
— de soude.	66.6	+ 27.5 A. carbonique =	113	eau = 105.5 bi-carbonate de soude.
— de potasse.	83	+ 27.5 A. carbonique +	113	eau = 125.5 bi-carbonate de potasse.
Carbonate de chaux.	63			
— baryte.	124.5			
— plomb.	167			
Acide sulfurique (sec).	50	+ 1 eau =	11.3	= acide sulfurique (pes. spécif. 1.85).
Sulfate de soude.	89.1	+ 10 eau 113.2 =	202	sel de Glauber (sulfate de soude).
— potasse.	109.1			
— magnésie.	(n) 74.6	+ 7 eau 79.3 =	153.9	sulfate de magnésie.
— chaux.	85.5	+ 2 eau 22.64 =	108.	sulfate de chaux.
— strontiane.	119.0			
— baryte.	147.0			
— cui re.	156.6	= 1 acide + 1 oxyde +	(E.) 5	eau 56.6.
— fer.	173.8	= 1 acide + 1 oxyde +	2	eau 79.3

zinc.....	180.2	=	1 acide + 1 oxide +	7 eau 79.3.
plomb.....	189.5			
Acide nitrique (sec)..... (9)	65.54	+	2 eau 22.64 =	90.2 acide nitrique liquide (pesant. spécif. 1.50)-
Nitrate de soude.....	106.6			
potasse.....	126.6			
chaux.....	103.0			
baryte.....	164.5			
plomb.....	207.0			
Muriate d'ammoniaque.....	66.9	=	1 acide + 1 ammoniaque + 1 eau.	
soude.....	73.2			
potasse.....	93.2	+	60 oxigène =	153.2 = suroximuriate de potasse.
chaux.....	69.6			
baryte.....	131.0	+	2 eau 22.6 (E.)	153.6 muriate de baryte cristallisé.
plomb.....	173.6			
argent.....	179.1			
Sublimé corrosif.....	170.1	=	1 acide 1 oxigène + 1 mercure.	
Calomelas.....	296.1	=	1 acide + 1 oxigène + 2 mercure.	
Phosphate de plomb.....	176.9			
Oxalate de plomb.....	186.5			
Biq-oxalate de potasse.....	153.0	=	2 acide + 1 potasse.	

Bases sur lesquelles cette Table est fondée.

Composition de l'eau.. (1)	88.816	:	11.714	::	oxigène.....	10	:	1.327	hydrogène. (a)	10.00	oxigène.
								11.327	eau.		
Pesantour spécifique... (2)	1.103	:	1.5196	::	2 oxigène.....	20	:	27.54	acide carbonique. (b)		
Carbonate de chaux... (3)	43.7	:	56.3	::	acide carbonique....	27.54	:	35.46	chaux. (c)		
Carbonate de plomb.. (4)	16.5	:	83.5	::	acide carbonique....	27.54	:	139.5	litharge.		
								10			
Litharge..... (5)	7.15	:	92.85	::	oxigène.....	10	:	129.5	plomb. (d)		
Muriate de chaux du carbonate de chaux... (6)	50.77	:	56.1	::	carbonate de chaux..	63	:	69.6	muriate de chaux.		
								chaux	35.5		
Muriate de plomb..... (7)	409.47	:	100	::	la litharge.....	139.5	:	34.1	acide muriatique. (e)		
Sulfate de plomb..... (8)	79	:	100	::	la litharge.....	139.5	:	50.0	acide sulfurique.		
								3 oxigène =	30		

Galène.....	(9)	86.64	:	13.36	:	le plomb.....	125.5	:	20	} sulfate. (s)
Idem.....	(10)	85.1	:	13	:	le plomb.....	129.5	:	19.8	
Phosphate de plomb... (11)		380.56	:	100	:	la litarge.....	139.5	:	37.4	acide phosphorique.
2 oxygène = 20										
<hr/>										
Acide phosphorique....	(12)	53.28	:	46.72	:	l'acide phosphorique.	37.4	:	17.4	phosphore. (s)
Oxalate de plomb.....	(13)	295.6	:	100	:	la litarge.....	139.5	:	47.0	acide oxalique. (h)
Carbonate de baryte... (14)		100.0	:	352.57	:	l'acide carbonique...	27.54	:	97	} baryte. (t)
Sulfate de baryte..... (15)		34.0	:	66.0	:	l'acide sulfurique...	50.0	:	97	
Sulfate de strontiane... (16)		42.0	:	58.0	:	l'acide sulfurique...	50	:	96	strontiane. (k)
Muriate de soude..... (17)		134.0	:	88	:	le chlore.....	44.1	:	29	sodium. (l)
10										
<hr/>										
Idem.....	(18)	100	:	44.78	:	l'acide muriatique...	34.1	:	39.1	} soude.
Sous-carbonate de soude. (19)		41.24	:	58.76	:	l'acide carbonique...	27.54	:	39.1	
Muriate de potasse... (20)		100	:	173.47	:	l'acide muriatique...	34.1	:	59.1	potasse. (m)
10										
<hr/>										
et acide oximuriatique du chlore).										
Muriate de potasse du pot. (21)		302	:	60.8	:	le potassium.....	49.1	:	93.2	muriate de potasse.
Sulfate de magnésie... (22)		67	:	33	:	l'acide sulfurique...	50	:	24.6	magnésie. (n)
50										

Suite des bases sur lesquelles cette Table est fondée.

Sulfate de magnésie. (23)	51.5	:	48.5	::	7 d'eau.	79.3	:	74.6	}	sulfate de magnésie.
Pesanteur spécifique. (24)	0.7321	:	969.13	::	hydrogène.	1.327	:	17.54	}	azote. (o)
					3 hydrogène = 3 +	1.327	:	3.98		
<hr/>										
Ammoniaque. (25)	1 azote +		3 hydrogène.					21.52		
Sous-carbonate d'ammon. (26)	56.02	:	43.98	::	acide carbonique.	27.54	:	21.6	}	ammoniaque. (p)
Bi-carbonate d'ammon. (27)	11.8	:	28.2	::	2 acide carbonique.	55.1	:	21.6		
Nitrate de potasse. (28)	46.7	:	53.3	::	la potasse.	59.08	:	67.45	}	acide nitrique. (q)
Acide nitrique. (29)	1 azote +		5 oxygène 17.54 + 50.					67.54		
					2 eau = 2 + 11.32			22.64		
<hr/>										
Marbre dissous. (30)	47.6	:	681. $\frac{1}{4}$::	le carbonate de chaux. 63	:	90.23		90.18	acide nitrique dissous;
Oxide de fer. (31)	22.5	:	77.5	::	l'oxygène.	10	:	34.5		pesant. spécif. 1.50.
								10		fer. (r)
<hr/>										
Sulfate de fer. (32)	28.9	:	25.7	::	l'acide sulfurique.	50	:	44.5		oxide de fer.
Oxide de zinc. (33)	24.41	:	100	::	l'oxygène.	10	:	41		zinc. (s)

Oxide noir de cuivre. (34)	20	:	100	:	:	:	l'oxigène.	10	:	40	:	cuivre. (3)
										10		
Sulfate de cuivre. (35)	32	:	32	:	:	:	l'acide sulfurique.	50	:	50	:	oxide de cuivre.
Muriate d'argent. (36)	19.05	:	80.95	:	:	:	l'acide sulfurique.	34.1	:	145	:	oxide d'argent.
										10		
Muriate d'argent. (37)	24.5	:	79.5	:	:	:	le chlore.	44.1	:	135	:	argent. (4)
Sulfure d'argent. (38)	14.7	:	100	:	:	:	le soufre.	20	:	136	:	
Oxide rouge de merc. (39)	8	:	100	:	:	:	l'oxigène.	10	:	125	:	
<i>Idem.</i> (40)	30	:	380	:	:	:	l'oxigène.	10	:	126.6	:	mercure. (5)
Sublimé corrosif. (41)	2+67	:	380	:	:	:	le chlore.	44.1	:	125.4	:	
										10		
Protoxide. (42)	1 oxig. + 2	:	mercure.	:	:	:				262	:	protoxide. 3
Protoxide. (43)	4	:	101	:	:	:	l'oxigène.	10	:	260	:	
Calomelas. (44)	11	:	88.5	:	:	:	l'acide muriatique.	34.1	:	262	:	

Eau de cristallisation contenue dans les Sels.

Sulfate de cuivre.	(45) 100	: 36.3	:: 156.6	: 56.8	= 5 + 11.56.	(41) Thénard.	(41) Davy.
Sulfate de fer.	(46) 100	: 45.4	:: 173.8	: 79.0	= 7 + 11.28.	(32) Berzélius.	(42) Par hypothèse.
Sulfate de zinc.	(47) 100	: 44.3	:: 180.2	: 79.8	= 7 + 11.40.	(33) Gay-Lussac.	(43) Fourcroy.
Sulfate de magnésie.	(48) 100	: 51.5	:: 155.9	: 79.3	= 7 + 11.33.	(34) Chenevix.	(44) Chenevix.
Sulfate de soude.	(49) 100	: 56.0	:: 202.3	: 113.1	= 10 + 11.31.	(35) Proust.	(45) Berzélius.
Muriate de baryte.	(50) 100	: 14.8	:: 153.6	: 22.8	= 2 + 11.48.	(36) Marcet.	(46) <i>Idem.</i>
						(37) Davy.	(47) Perte par la chaleur.
						(38) Wenzel.	(48) Par la chaleur.
						(39) Fourcroy et Thénard.	(49) Berzélius.
						(40) Davy.	(50) <i>Idem.</i>
(1) Biot et Arago.	(11) Berzélius.	(21) <i>Idem.</i>	(31) Thénard.	(41) Davy.			
(2) <i>Idem.</i>	(12) Rose.	(22) Henry.	(32) Berzélius.	(42) Par hypothèse.			
(3) Par expérience.	(13) Berzélius.	(23) Par expérience.	(33) Gay-Lussac.	(43) Fourcroy.			
(4) Berzélius.	(14) <i>Idem.</i>	(24) Biot et Arago.	(34) Chenevix.	(44) Chenevix.			
(5) <i>Idem.</i>	(15) Klapproth.	(25) Par hypothèse.	(35) Proust.	(45) Berzélius.			
(6) Marcet.	(16) <i>Idem.</i>	(26) Gay-Lussac.	(36) Marcet.	(46) <i>Idem.</i>			
(7) Berzélius.	(17) Davy.	(27) Berzélius.	(37) Davy.	(47) Perte par la chaleur.			
(8) <i>Idem.</i>	(18) Berzélius.	(28) Richter.	(38) Wenzel.	(48) Par la chaleur.			
(9) <i>Idem.</i>	(19) <i>Idem.</i>	(29) Par hypothèse.	(39) Fourcroy et Thénard.	(49) Berzélius.			
(10) Thomson.	(20) <i>Idem.</i>	(30) R. Phillips.	(40) Davy.	(50) <i>Idem.</i>			

Dans cette table, j'ai dans plusieurs cas pris les données de différentes sources, pour que les conclusions que l'on en tire, puissent recevoir une confirmation de leur coïncidence. Le numéro (29) peut être considéré comme un résultat anticipé de la base précédente, et qui se trouve coïncider avec elle d'une manière remarquable.

Dans la préparation de l'acide nitrique par le nitre, on ne peut obtenir tout l'acide, si l'on n'emploie pas assez d'acide sulfurique pour convertir le résidu en bi-sulfate de potasse (sulfate acide). Dans ce cas, chaque portion de potasse d'où l'acide nitrique sec est séparé, déplacera l'eau de deux portions équivalentes d'acide sulfurique, et chaque portion d'acide nitrique pesant 67.54, sera combiné avec 22.64 d'eau. D'après cela, 90.18 d'acide nitrique liquide ainsi obtenu, dissoudra l'équivalent de 63 de carbonate de chaux. Et, en effet, dans une expérience faite avec le plus grand soin sur des quantités considérables par M. Philips (1), il paraît que 681.514 de cet acide donné, dissolvent 476 de marbre qui

(1) Experimental examination of the Phar. Loud. by R. Philips.

est dans la proportion de 90.18 à 62.96, correspondant avec l'estimation à $\frac{1}{1000}$ près, coïncidence que l'on rencontre rarement même dans la répétition de la même expérience par l'analyste le plus habile. La pesanteur spécifique de cet acide est de 1.50.

ERRATA du numéro précédent.

- Page 91, ligne 9, ordinairement, *lisez* : ordinaire.
— 93, ligne 23, est violette, *tisez* est très-légerement violette.
— *id.*, ligne 24, blanche, *lisez* bleue.
— 96, ligne 24, à fond, *lisez* : à froid

RAPPORT

Fait à la Société de médecine de la faculté de Paris, sur un Mémoire de M. Haldat, docteur en médecine; concernant l'analyse chimique de la lymphe des ventricules du cerveau.

PAR M. DEYEUX.

Malgré les nombreux travaux faits sur les substances animales dans l'intention de connaître leur composition; il s'en faut de beaucoup qu'on soit parvenu à obtenir à cet égard, toute les connaissances qu'on désirerait se procurer. On peut même assurer que sur celles des substances qui ont été le mieux analysées, tels que le sang, la bile, l'urine, le lait, etc., il reste beaucoup à faire avant d'avoir acquis la certitude qu'on a saisi avec une telle précision tous leurs matériaux immédiats, qu'inutilement on voudrait soumettre ces fluides à un nouvel examen.

En effet, il n'en est pas des substances

animales, comme de celles qui appartiennent au règne minéral. La composition de ces dernières étant toujours constante, elles doivent être nécessairement moins sujettes à éprouver des changemens capables de les altérer. Aussi est-il bien prouvé qu'on se procure facilement une connaissance exacte de la composition de la plupart des substances minérales, quand on sait employer à propos les agens et les procédés qui conviennent.

C'est ainsi, par exemple, qu'on peut assurer que telle pierre est composée de silice, de chaux, d'alumine et de magnésie, lorsqu'on a séparé ces quatre terres, et qu'en réunissant le poids de chacune d'elles, on trouve que leur ensemble correspond au poids qu'avait la pierre avant son analyse.

Les substances animales au contraire étant plus composées et leurs principes, ou pour mieux dire, leurs matériaux immédiats étant très-susceptibles de subir des décompositions spontanées, les changemens qu'elles éprouvent alors doivent nécessairement mettre le chimiste qui veut les examiner dans l'impossibilité de prononcer avec certitude sur leur première composition, lorsqu'il n'a

pour garant que les résultats qu'il obtient de ces substances déjà altérées.

Ces raisons sont sans doute la cause du peu de rapport qu'ont entre elles les analyses des mêmes substances animales, publiées à diverses époque par les chimistes. On peut aussi ajouter que, quand bien même il existerait une parfaite similitude entre les résultats de ces analyses, on ne pourrait encore rien en conclure, puisqu'il est reconnu que dès qu'elles sont séparées de l'animal vivant, elles commencent à éprouver une altération qui va toujours croissant jusqu'à ce qu'elle soit complète.

Cette vérité est une de celles sur laquelle le célèbre Haller et Bordeu ont le plus insisté. Ce dernier sur-tout ne cessait de reprocher aux chimistes la prétention qu'ils avaient de vouloir établir des données certaines sur la composition des substances animales, d'après les seules analyses qu'ils faisaient dans leur laboratoire. Ils travaillent, disait-il, sur le cadavre et ne font pas attention à la différence qu'ils observeraient, s'il était en leur pouvoir de soumettre à leur examen la matière vivante.

Tout en convenant de la justesse de cette réflexion, il ne faudrait pas cependant en

conclure que l'analyse des substances animales mortes est toujours inutile. Haller s'explique même à cet égard d'une manière positive, lorsqu'à l'occasion de l'analyse du sang, il dit : *Non oportet nimis esse lætos ex analysi sanguinis temperamenta hominum, diversamque indolem nos detecturos ... non ideò analyses utilitate suâ distituntur.*

On ne saurait donc accueillir avec trop d'empressement les travaux des chimistes faits sur les substances animales, de quelque nature qu'elles soient ; car malgré qu'on ait la preuve que leurs résultats sont insuffisans pour bien faire connaître la composition de ces mêmes substances dans l'état vivant, il est au moins à présumer que dans quelques cas particuliers, ils peuvent être utiles.

Considérée sous ce rapport, l'analyse de la lymphe des venticules du cerveau que monsieur le docteur Haldat a cru devoir soumettre au jugement de la Société, mérite de fixer l'attention. L'extrait que je vais en présenter suffira, je pense, pour donner une idée exacte de son travail.

Il paraît constant, d'après l'auteur, que la lymphe dont il s'agit, n'est coagulable,

ni par la chaleur, ni par les acides, ni par l'alcool.

Cette propriété, suivant lui, établit déjà une différence bien sensible entre ce fluide et celui des capacités abdominales et thorachiques qui, toutes les deux sont facilement coagulables par les agens dont on vient de parler; mais cette différence est encore plus remarquable, lorsqu'on poursuit la comparaison.

En effet, la lymphe encéphalique, car c'est sous ce nom que l'auteur désigne la liqueur sur laquelle il a opéré, et qu'il avait eu soin de séparer des ventricules du cerveau d'un enfant mort à la suite d'une fièvre comateuse; cette liqueur, dis-je, est incolore lorsqu'elle est parfaitement pure; sa transparence est parfaite; elle n'a pas d'odeur; sa saveur est sensiblement muriatique; sa pesanteur spécifique diffère peu de celle de l'eau ordinaire; elle n'est pas visqueuse, et elle mousse très-faiblement lorsqu'on l'agite avec de l'air. 3 décagrammes et 5 décigrammes de ce fluide évaporé jusqu'à siccité, ont donné un résidu pesant 4 décigrammes 25 centigrammes. Ce résidu qui avait une couleur brune a eu beaucoup de peine à sécher.

Cette même liqueur ne change pas la couleur des fleurs de violettes et de mauve ; elle n'est pas non plus altérée par les acides sulfurique, nitrique et muriatique, lorsqu'il ne sont pas concentrés.

L'oximuriate de mercure la trouble et donne naissance à un précipité d'un blanc sale.

Avec le nitrate d'argent, il se forme un caillé blanc très-lourd, qui exposé à la lumière brunit assez promptement.

La décoction de noix de galle en sépare des flocons d'une couleur fauve.

L'acide oxalique lui donne une couleur opaque à laquelle succède une précipité très-léger.

Enfin l'eau de chaux la trouble et en dégage une odeur ammoniacale très-sensible.

A ces premières expériences, l'auteur en a fait succéder d'autres beaucoup plus positives, et qui toutes sont analogues à celles employées par les chimistes distingués, qui se sont spécialement occupés de l'analyse des substances animales. Les résultats de toutes ces expériences peuvent, suivant M. Heldat, se réduire aux suivantes.

100 parties de lymphe encéphalique con-

tiennent :

Eau	96.5.
Muriate de soude	1.5.
Albumine	0.6.
Mucus.	0.5.
Gélatine.	0.9.
Phosphate de soude , quantité indéterminée.	
Phosphate de chaux , présumé.	

Je m'attendais à trouver au nombre de ces produits un sel ammoniacal , dont l'existence dans la lymphe encéphalique me semblait être prouvée par l'odeur ammoniacale qui s'était développée , lorsqu'on avait mêlé ce fluide avec de l'eau de chaux. Le silence de M. Heldat sur ce sel , affaiblit un peu , suivant moi , la confiance qu'on pourrait avoir dans son analyse.

Une chose bien remarquable , suivant l'auteur , c'est que ces produits , relativement à leur qualité et leur quantité , établissent une ressemblance assez exacte entre la lymphe encéphalique , et celle qui provient du spina bifida , qui a été examinée avec beaucoup de soin par M. *Bostoek* , ce qui pourrait faire croire que ces deux liquides ont la même origine. La quantité de gélatine qu'elles con-

tiennent étant plus considérable que celle qu'on sépare des autres lymphes animales, autorisent aussi M. Haldat à proposer de désigner les deux premières par le nom de *lymphe gelatino-muqueuse*, et de conserver seulement celui de *lymphe* aux secondes.

Il voudrait encore, si sa première proposition était adoptée, qu'on admît trois genres de fluides destinés à protéger contre les frottemens, les surfaces des organes placés à l'intérieur, savoir :

1°. La lymphe albumineuse des capacités tapissées par les membranes séreuses ; telles que l'abdomen, les deux plevres, le péricarde, la cavité de la tunique vaginale du testicule, et les aréoles du tissu cellulaire. L'albumine et la soude dominant dans cette lymphe ;

2°. L'espèce de vernis défensif des surfaces tapissées par les membranes muqueuses, telles les voies aériennes et urinaires, ainsi que les organes de la génération, attendu que le mucus animal et le muriate de soude dominant dans ce vernis ;

3°. Enfin le liquide qui mouille les enveloppes membraneuses de l'encéphale, et de la moelle épinière dans lequel le muriate de

soude et la gélatine sont en assez grande quantité.

Ces diverses propositions qui , à ce qu'assure M. Haldat , sont les conséquences naturelles déduites du résultat des expériences faites sur les différens liquides dont il s'agit , méritent , suivant moi , d'être prises en considération ; mais avant de les adopter définitivement , peut-être croira-t-on nécessaire de s'assurer si le liquide encéphalique , dont l'auteur s'est spécialement occupé , et si quelques autres dont il a parlé dans son Mémoire , sont toujours les mêmes dans tous les individus , et si l'âge , le sexe , la constitution , etc. , ne changent pas souvent la composition de ces fluides à un tel point qu'il deviendrait impossible de regarder les résultats d'une seule analyse , comme devant servir de règle pour en conclure que la composition de tous les fluides de la même espèce en apparence , doit toujours être identique.

En attendant , il convient de savoir gré à M. Haldat de s'être occupé du travail dont je viens de rendre compte ; mais en même tems , je pense que la Société doit l'engager à soumettre à de nouvelles analyses le liquide encéphalique , pris chez plusieurs in-

dividus , afin de constater si , comme j'ai lieu de le présumer , il n'offre pas quelquefois des différences , soit par rapport à la nature de ses produits , soit par rapport à leurs proportions.

Enfin , je propose à la Société de réserver le Mémoire de M. Haldat , comme pièce qui sera bonne à consulter par ceux qui voudront s'occuper de l'examen des fluides animaux.

PREMIER MÉMOIRE

Sur les vaisseaux absorbans , sur les vaisseaux exhalans , et sur les maladies qui proviennent , ou d'un dérangement quelconque dans ces vaisseaux , ou des altérations que peuvent éprouver nos humeurs , ou , enfin , de la réunion de ces deux causes.

PAR M. A. SÉGUIN.

Lu à l'Académie royale des sciences, le 3 mars 1792 (1).

Il existe dans notre système une foule de vaisseaux , qui , à raison des effets différens qu'on leur voyait produire , ont été divisés en deux classes.

Les uns , paraissant uniquement destinés à porter continuellement à leur extrémité une

(1) Le 10 mars 1792 , il a été fait à l'Académie un rapport sur ce Mémoire par MM. Adanson , de Jussieu , Lavoisier et Fourcroy.

portion liquide de nos humeurs , ont été nommés *vaisseaux exhalans* ; les autres , au contraire , paraissant jouir exclusivement de la propriété d'absorber les substance avec lesquelles on les voyait en contact , ont été nommés *vaisseaux absorbans*.

Après avoir établi cette distinction , on a cherché à connaître les propriétés de ces deux espèces de vaisseaux ; mais comme , dans ces recherches , on a négligé l'examen exact des circonstances qui favorisent leur action , on a présenté sur cet objet beaucoup d'opinions tout-à-fait opposées , et même , je le dis avec assurance , très-éloignées de la réalité.

Frappé de cette diversité d'opinions , j'ai désiré de m'assurer par moi-même de la vérité , et j'ai entrepris , à cet effet , les recherches que je viens soumettre au jugement de l'académie.

Pour simplifier ce travail , j'ai d'abord fixé toute mon attention sur les neuf questions que je vais énoncer.

1^{re}. *Question.* Quels sont les vaisseaux de notre système qui jouissent d'une propriété absorbante ; et qu'elles sont les circonstances qui favorisent cette propriété ?

2^e. *Question.* Les vaisseaux qui se trouvent à la surface de notre système remplissent-ils , relativement à l'absorption , les mêmes fonctions que quelques-uns de ceux qui sont dans son intérieur , et , absorbent ils , comme ces derniers , les substances avec lesquelles on les met en contact ?

3^e. *Question.* Toutes ces substances produisent-elles sur eux le même effet ?

4^e. *Question.* N'y a-t-il pas , à cet égard , des distinctions à faire entre les solides , les liquides et les fluides ?

5^e. *Question.* Ne doit-on pas de même , relativement à cette action , établir des distinctions , soit entre les différens solides , soit entre les différens liquides , soit entre les différens fluides ?

6^e. *Question.* Qu'elles sont les fonctions des vaisseaux absorbans de l'intérieur de notre système , et particulièrement de ceux qui tapissent les poumons , l'estomac et les intestins ?

7^e. *Question.* Qu'elle est la cause de la propriété absorbante dans les êtres vivans ?

8^e. *Question.* Qu'elles sont , enfin , les maladies qui proviennent , ou d'un dérangement quelconque dans les vaisseaux de

notre système, ou des altérations que peuvent éprouver nos humeurs, ou de la réunion de ces deux causes ?

Les vaisseaux absorbans des grandes cavités ont, dans l'état de santé, une activité prodigieuse. On s'est assuré de leur action par des expériences bien faites ; mais, malheureusement, on n'a pas suivi la même marche, lorsqu'on a voulu connaître et indiquer les effets des vaisseaux qui se trouvent à la surface de notre corps.

Le baron de Haller, par exemple, s'est beaucoup trop avancé, lorsqu'il a dit « que
« la peau pompait l'eau des bains ; que,
« dans cette circonstance, le poids du corps
« augmentait ; et que l'humidité d'un air
« chargé de vapeurs s'imbibait par la sur-
« face du corps en augmentant son poids. »

Ces énoncés me paraissaient d'autant plus importans à vérifier, que si, réellement, il existait à la surface de notre corps une absorption continuelle de l'eau que l'air environnant tient en dissolution, il serait impossible de présenter des conclusions précises sur les effets de la transpiration, puisque ces effets ne seraient, en dernière analyse, que le résultat composé de deux forces opposées,

J'ai donc d'abord recherché si nous augmentons de poids lorsque nous restons pendant un certain tems dans le bain, et si les vaisseaux qui se trouvent à la surface de notre corps absorbent l'eau tenue en dissolution par l'air qui nous environne.

La réputation justement méritée du baron de Haller et des physiologistes célèbres qui ont adopté ses opinions sur les vaisseaux absorbans, ne me permettait pas de présenter des idées contraires à ces opinions avant d'avoir multiplié les preuves : aussi m'est-il arrivé, presque toujours, pour constater le même résultat, d'accumuler et de varier autant qu'il était en moi mes moyens de recherches.

Dans ces premières expériences, je me baignais d'abord plusieurs fois, afin d'enlever toutes les substances qui pouvaient se trouver à la surface de mon corps.

Cette précaution prise, on me pesait dans l'air atmosphérique, et, me repesant ensuite, au bout d'un certain tems, en prenant toutes les précautions indiquées dans mon second Mémoire sur la transpiration, l'on divisait la perte de poids totale par le nombre de minutes qu'avait duré l'expérience ; le quotient

indiquait la perte de poids moyenne par chaque minute.

Je me mettais immédiatement après dans le bain, et, au bout de trois ou quatre heures, après en être sorti, l'on me pesait encore, et l'on calculait également la perte de poids pour chaque minute.

La moyenne des trente-trois expériences que j'ai faites de cette manière, prise dans un état de santé, indique,

1°. Que, dans aucune circonstance, nous n'augmentons de poids pendant notre séjour dans l'eau ;

2°. Que nous perdons, à la vérité, un peu moins lorsque nous sommes dans le bain, que lorsque nous nous trouvons dans l'air atmosphérique ; mais que cette diminution varie beaucoup suivant les circonstances particulières, et, notamment, suivant que la température de l'eau dans laquelle on est plongé est plus ou moins élevée ;

3°. Qu'à une pression de vingt-huit pouces de mercure, la perte de poids dans l'eau est à la perte de poids dans l'air, comme 6.5 à 17, pourvu toutefois que la température de l'eau, de même que celle de l'air, ne soit qu'à dix ou douze degrés ;

4°. Qu'à une pression de vingt-huit pouces de mercure, cette perte de poids est dans le rapport de 7.5 à 21.7, lorsque la température du bain, de même que celle de l'air, est de quinze à dix-huit degrés ;

5°. Enfin, que, de même à une pression de vingt-huit pouces de mercure, la perte de poids dans l'eau est à celle qu'on éprouve dans l'air, comme 13 est à 23, pourvu toutefois que la température du bain, de même que celle de l'air, soit de vingt-six ou vingt-huit degrés.

Dans aucune des expériences d'où d'éri-vent ces résultats moyens, la différence entre les deux pesées comparatives n'a été rigoureusement la même ; mais, si l'on prend une moyenne entre toutes ces différences, et qu'on la divise par la plus grande erreur de la balance, on trouve que ces résultats n'ont pu différer de la vérité,

1°. Que d'un 149°. dans l'air atmosphérique à dix degrés ;

2°. D'un 206°. dans l'air atmosphérique à dix-huit degrés ;

3°. D'un 210°. dans l'air atmosphérique à vingt-huit degrés ;

4°. D'un 54°. dans le bain à dix ou douze degrés ;

5°. D'un 66^e. dans le bain à dix-huit degrés;

6°. Enfin , d'un 101^e. dans le bain à vingt-six ou vingt-huit degrés (1).

Pour généraliser, autant qu'il était possible, l'application de ces recherches, j'ai répété les mêmes expériences sur d'autres individus. Mon frère et l'un de mes amis, jeunes, forts et bien portans, ayant bien voulu se soumettre à ces expériences, j'ai constamment remarqué que, dans toutes les

(1) En effet, si nous prenons une moyenne entre toutes les pesées comparatives, nous trouvons que la différence entre ces pesées a été,

	onces.	grs.	grains.
1°. Dans l'air atmosphérique à 10 degrés, de	4	5	35
2°. Dans l'air atmosphérique à 28 degrés, de	6	3	38
3°. Dans l'air atmosphérique à 18 degrés, de	6	4	51
4°. Dans le bain à 10 ou 12 degrés, de	1	5	39
5°. Dans le bain à 28 degrés, de	2	0	45
6°. Enfin dans le bain à 28 degrés, de	3	1	25.

Or, comme les balances que j'ai employées ne pouvaient occasionner qu'une erreur de 18 grains, il en résulte que mes résultats n'ont pu différer de la vérité que dans les rapports ci-dessus énoncés.

circonstances, ils étaient plus légers en sortans du bain au bout de trois et quatre heures qu'en y entrant. Le rapport entre leur perte de poids dans l'air et dans l'eau différait à la vérité de ceux que j'ai énoncés ci-dessus ; mais on conçoit facilement que ces rapports doivent varier suivant les individus. Au surplus, je ne voulais, dans cette circonstance, que confirmer la perte de poids réelle dans l'eau ; et c'est ce à quoi je suis parvenu d'une manière très-exacte.

L'on peut donc regarder comme certain qu'on n'augmente pas de poids dans le bain ; mais que, dans cette circonstance, la perte de poids est moins considérable qu'elle ne le serait si l'on restait dans l'air atmosphérique.

Qu'elle est la cause de cette moindre perte de poids qu'on éprouve dans l'eau comparativement à celle qu'on éprouve dans l'air ? Il suffit pour répondre à cette question de rapprocher quelques-uns des résultats que j'ai énoncés dans mon second Mémoire sur la transpiration, 1°. la transpiration insensible n'est qu'une véritable dissolution de nos humeurs dans la masse d'air qui nous environne ; 2°. pour que cette transpiration

ait son entier effet, il faut la réunion de la propriété dont jouissent les vaisseaux exhalans, et de la vertu dissolvante du fluide environnant ; 3°. la suppression d'une de ces deux circonstances anéantit presque entièrement la transpiration insensible; 4°. lorsque leur action diminue, la transpiration insensible diminue dans le même rapport ; 5°. la sueur ne dépend que de l'action du cœur et des muscles, et peut exister sans contact d'air; 6°. enfin, lorsque nous sommes plongés dans un air humide, une partie de l'eau qui se forme pendant l'inspiration peut ne pas être expulsée pendant l'expiration, et alors l'oxigène qui sert à la formation de cette eau reste dans les poumons et augmente d'autant notre poids réel.

Lors donc qu'on se trouve dans un bain à dix ou douze degrés, la perte de poids occasionnée, tant par la transpiration cutanée que par la transpiration pulmonaire, n'est qu'égalée à celle qu'occasionne la seule transpiration pulmonaire dans un air à dix ou douze degrés, parce que, à raison du défaut de contact d'air, de la crispation produite sur la peau par l'eau froide, et de l'obstacle opposé par la pression de ce liquide à l'action du cœur et des muscles,

il n'y a pas , dans un bain à dix ou douze degrés , de transpiration cutanée.

Lorsque nous sommes dans un bain à quinze ou dix-huit degrés , la perte de poids occasionnée par la transpiration tant cutanée que pulmonaire , est un peu moins considérable que la perte de poids qu'occasionne la seule transpiration pulmonaire dans un air à quinze ou dix-huit degrés , parce que , en raison des motifs ci-dessus et de l'humidité de l'air qui entre dans les poumons , il y a , dans un bain à quinze ou dix-huit degrés , annulation de transpiration cutanée , et diminution de transpiration pulmonaire.

Enfin , lorsque nous nous trouvons dans un bain à vingt-six ou vingt-huit degrés , la perte de poids qu'on éprouve est plus considérable que celle qu'occasionne la seule transpiration pulmonaire dans un air à la même température , parce que dans ce bain nous perdons , et par la transpiration pulmonaire , et par la transpiration cutanée ; mais , même dans cette circonstance , la perte de poids totale n'est pas aussi considérable qu'elle le serait dans un air à la même température , parce que l'eau s'oppose par son poids à l'action du cœur et des muscles qui

tendent à chasser hors du système l'humeur transpirable que renferme les vaisseaux exhalans.

Ainsi, suivant que la température du bain est plus ou moins élevée, il y a deux causes principales qui s'opposent à ce que la perte de poids dans le bain soit aussi considérable que la perte de poids dans un air à la même température, 1°. la non transpiration ou la moindre transpiration cutanée; 2°. la moindre transpiration pulmonaire, et par suite l'augmentation réelle de poids occasionnée par l'oxygène qui, servant à former l'eau non expirée, reste dans notre système.

Quoique ces premières recherches prouvassent déjà qu'on n'augmente pas de poids dans le bain, ainsi que l'avait annoncé le baron de Haller, elles ne décidaient cependant point encore la grande question de savoir si les vaisseaux qui aboutissent à la surface de la peau absorbent ou n'absorbent pas les substances avec lesquelles on les met en contact.

En effet, on pouvait m'objecter que, perdant dans l'eau moins que j'aurais perdu dans l'air atmosphérique, il était possible que cette perte de poids dépendit de la portion d'eau dont s'emparaient mes vaisseaux

absorbans. Quoique cette objection pût être au moins fortement ébranlée par cette seule réflexion que la perte de poids dans l'eau étant d'autant moins considérable que la température de l'eau est plus basse, il faudrait en conclure que l'absorption est d'autant plus considérable que l'eau dans laquelle on est plongé est plus froide, ce qui contrairierait tous les principes, j'ai cru devoir chercher dans de nouvelles expériences des preuves encore plus directes.

Je me suis en conséquence baigné dans des dissolutions de quinquina ; mais je n'ai éprouvé aucun des effets que cette substance produit lorsqu'on la prend intérieurement.

Je me suis ensuite baigné dans du lait, et j'ai obtenu des résultats analogues à ceux ci-dessus énoncés : seulement j'ai remarqué qu'au-dessus de dix-huit à vingt degrés, le lait s'aigrissait lorsque j'y restais quelque tems : je ne sais au surplus si cet effet provenait directement de la transpiration, ou s'il était dû à la gomme élastique dont était enduite l'enveloppe qui me servait dans ces expériences.

J'ai enfin rassemblé chez moi quelques personnes attaquées de la maladie vénérienne, et je leur ai fait prendre des bains

de pieds dans des dissolutions de sublimé corrosif. Mais, comme il m'était impossible d'avoir sans cesse ces personnes sous les yeux, et que leurs affaires les obligeant très-souvent de sortir, je ne pouvais pas être certain du régime qu'elles tenaient, j'ai témoigné aux administrateurs des hôpitaux le desir que j'avais de pouvoir suivre ces expériences à bicêtre, et j'ai obtenu de MM. Cousin, Thouret, Cullerier et Boutarel, toutes les facilités nécessaires pour compléter ce travail.

C'est alors que j'ai pu, non-seulement varier mes expériences, mais encore les répéter sur un très-grand nombre d'individus.

Dans toutes ces recherches, j'ai toujours eu en vue, et la guérison du malade, et la solution du problème que je voulais résoudre.

Je ne rapporterai pour l'instant que les résultats principaux qui ont un rapport immédiat avec l'objet dont je traite dans ce mémoire, et je réserverai les résultats curatifs pour une autre circonstance.

Chaque pédiluve était assez généralement composé de seize livres d'eau de rivière, et

de trois gros de sublimé. Les jambes du malade y étaient plongées jusqu'au-dessus du molet. Je les entretenais à la température à laquelle je desirais opérer ; j'en faisais le plus ordinairement prendre un par jour ; sa durée était au moins d'une heure, au plus de deux. Quelques-unes de ces expériences se sont prolongées jusqu'à vingt-huit jours.

Un premier malade qui avait une gonorée, et dont les jambes étaient bien saines, n'a donné, au bout de vingt-cinq pédiluves à dix degrés, dont la durée totale a été de trente-six heures, et dans lesquels il a été employé neuf onces trois gros de sublimé, aucun symptôme qui dénotât l'absorption de ce sel. Le malade, au bout des vingt-cinq jours, était, à très-peu d'amélioration près, dans le même état.

Un second malade qui avait des bubons et dont les jambes étaient très-saines, n'a pas donné davantage d'indice d'absorption, pendant vingt-deux heures que durèrent les seize pédiluves à dix degrés, dans lesquels on employa jusques à cinq onces cinq gros de sublimé.

Un troisième malade qui était d'une constitution faible et phlegmatique, et qui avait une gonorée invétérée et des chancres sur

le gland, ne présenta de même aucun symptôme d'absorption pendant les vingt-cinq heures que durèrent les dix-sept pédiluves à dix degrés, dans lesquels il fut employé six onces trois gros de sublimé.

Dix autres malades, ayant des symptômes vénériens de différentes natures, mais dont les jambes étaient saines, présentèrent des résultats analogues.

Mais un quatorzième qui avait une gonorrhée, une galle vérolique, un engorgement à l'aine, et un ulcère à la gorge, offrit des phénomènes bien différens.

Dès le troisième pédiluve maintenu à dix-huit degrés, il ressentit des douleurs de dents; au quatrième, son ulcère s'enflamma; au cinquième, la galle fut presque éteinte; au sixième il saliva; au septième, la galle disparut entièrement, l'ulcère prit un meilleur caractère, et pendant huit jours de suite la salivation fut abondante.

Comme dans cette expérience il y avait, comparativement aux précédentes, deux circonstances différentes, une plus haute température du pédiluve, une galle qui mettait l'épiderme dans un état de dissolution de continuité, je cherchai à isoler l'influence de ces deux causes.

Je pris en conséquence cinq autres malades dont deux avaient la galle, et trois autres avaient les jambes saines. Les pédiluves des deux premiers malades leur furent administrés à dix degrés de température; l'absorption fut très-sensible. Les pédiluves administrés aux seconds furent élevés à dix-huit degrés, l'absorption fut et beaucoup plus tardive et beaucoup moins marquée.

L'élévation de température et l'entame de l'épiderme, ont donc une influence quelconque sur la possibilité de l'absorption. Quels sont les termes de latitude de cette influence? Cette question m'a conduit à varier de nouveau mes recherches et à en entreprendre d'un autre genre.

Je me mettais d'abord dans l'enveloppe imperméable, et je déterminais par ce moyen la perte de poids occasionnée par ma respiration.

Je recommençais la même expérience avec cette seule différence que j'attachais la manche de l'enveloppe sur la partie supérieure d'un de mes bras, de sorte que toute la partie inférieure était en contact avec l'air atmosphérique.

La perte de poids, dans ce second cas,

provenait, et de ma transpiration pulmonaire, et de la transpiration de mon bras; or, comme je connaissais par la première expérience le poids que je perdais par la seule transpiration pulmonaire, soustrayant de la perte de poids totale la perte de poids occasionnée par la transpiration pulmonaire, le restant m'indiquait la perte de poids occasionnée par la transpiration de mon bras.

Je prenais ensuite un manchon de verre, de cinq pouces de diamètre sur un pied et demi de hauteur, ouvert par un bout et fermé par l'autre.

A la partie supérieure de ce vase, était nouée fortement, et de plus mastiquée, une manche de tafetas enduit de gomme élastique. Cette manche avait cinq pouces de longueur.

Je versais dans le vase ainsi garni une dissolution de sublimé corrosif, composée de dix livres d'eau et de deux gros de sublimé; je pesais ce vase, j'y plongeais toute la partie de mon bras qui, dans l'expérience faite avec l'enveloppe imperméable, avait été en contact avec l'air environnant, et je mastiquais à sa partie supérieure la manche de tafetas ajustée sur le vase.

Je restais dans cette position le plus longtemps que je pouvais. En finissant l'expérience, ou grattait bien mon bras, afin qu'il n'y restât que le moins d'eau possible. Je me pesais pour savoir si ma perte de poids était proportionnellement la même. Je pesais également de nouveau le vase, et je voyais ce qu'il avait perdu ou ce dont il avait augmenté.

Je prenais ensuite un flacon d'alcali caustique très-étendu d'eau; j'en versais dans un poids donné d'une dissolution de sublimé semblable à la première, et je savais, par cette opération, le poids d'alcali qu'il fallait employer pour précipiter en totalité le mercure d'un poids déterminé de ma dissolution de sublimé.

Versant donc du même alcali dans la dissolution de sublimé dans laquelle j'avais plongé mon bras, je jugeais par le poids de l'alcali que j'avais employé pour opérer la précipitation totale du mercure, de la quantité de sublimé corrosif qui restait dans la liqueur, et conséquemment, de la quantité de ce sel qui pouvait se trouver en moins.

Dans la première expérience que je fis de cette manière, je restai une heure cinq minutes dans le bain; mais je n'observai

qu'une si faible diminution de sublimé, qu'elle pouvait être regardée comme provenant des petites erreurs dont les expériences les plus exactes sont susceptibles.

Je cherchai alors les moyens d'obtenir des résultats plus concluans ; mais je ne pus y parvenir qu'en plongeant mon bras dans la même dissolution à plusieurs reprises, et en ne versant de l'alcali dans la dissolution que lorsque j'avais pris la quantité de bains que je jugeais nécessaire.

Plusieurs de ces expériences se sont prolongées jusqu'à quatorze jours, et ont duré chaque jour jusqu'à trois heures. J'y employais une dissolution composée de dix livres d'eau et de deux gros de sublimé, et maintenue, pendant chaque expérience, au degré de température auquel je desirais opérer.

Les termes moyens des onze expériences que j'ai faites de cette manière, m'ont indiqué,

1°. Que, quelque tems qu'on laisse dans une dissolution composée de dix livres d'eau à dix degrés et de deux gros de sublimé, une partie quelconque du corps, pourvu qu'elle soit recouverte de l'épiderme, la quantité de sublimé se trouve très-sensi-

blement la même à la fin qu'au commencement de l'expérience (1) ;

2°. Que quelque tems qu'on laisse dans une dissolution de sublimé , composée de dix livres d'eau à vingt-huit degrés et de deux gros de sublimé , une partie du corps , pourvu qu'elle soit recouverte de l'épiderme , la quantité de sublimé se trouve très-sensiblement la même à la fin qu'au commencement de l'expérience ;

3°. Enfin , mais que si l'on plonge dans une dissolution composée de dix livres d'eau à dix-huit degrés et de deux gros de sublimé , la presque totalité du bras , il y a , lors même que cette partie est recouverte de l'épiderme , une absorption de sublimé à la surface de la peau , quoique l'eau qui tenait en dissolution cette portion de sublimé reste dans le bain et ne soit nullement absorbée à la surface de la peau.

(1) Il existe bien dans ce cas une petite diminution de sublimé , mais cette diminution est si peu sensible qu'on ne peut raisonnablement l'attribuer qu'à la petite portion de sublimé dissoute dans l'eau qui adhère au bras , lorsqu'on le sort du bain , quelque précaution qu'on prenne pour le bien gratter.

La suite au numéro prochain.

EXPÉRIENCES

Sur l'iode ;

PAR M. VAUQUELIN.

Lu à la Société philomatique, le 4 juin 1814.

§. I^{er}.

Introduction.

Les moyens que possède aujourd'hui la chimie, sont tellement perfectionnés, sa théorie est si solidement établie, que les nouveaux corps que l'on découvre sont en quelques jours aussi bien connus dans leurs principes et leurs propriétés, que s'ils étaient découverts depuis plusieurs siècles.

L'iode en est un exemple remarquable. A peine M. Courtois en eut-il fait part à quelques chimistes très-habiles, à la vérité, (1)

(1) MM. Clément, Davy et Gay-Lussac. Annales de chimie, tom. LXXXVIII.

que sa nature, ses propriétés et ses analogies furent jugées ; et l'on peut dire, d'après les connaissances qu'ils nous ont transmises, que ce qui manque pour compléter l'histoire de cette substance, peut-être prévu par le simple raisonnement.

Ce que j'aurai donc à dire dans ce Mémoire ne consistera que dans quelques légères additions qui se rangeront naturellement dans les tableaux tracés avant moi des propriétés de l'iode.

Je ne parlerai point des propriétés physiques de cette substance : elles ont été suffisamment décrites par les chimistes nommés ci-dessus. On sait qu'il a une couleur grise avec un reflet métallique ; qu'il jouit d'une sorte de mollesse qui lui permet de s'applatir par la pression ; qu'il se développe en vapeurs violettes par une chaleur très-moderée ; enfin, *qu'il cristallise en lames rhomboïdales par le refroidissement* (1).

(1) Wollaston.

§. II.

Combinaisons de l'iode avec les corps combustibles simples non métalliques.

I^{re}. EXPÉRIENCE.

Iode et phosphore.

L'iode et le phosphore, mis en contact à sec et au milieu de l'air, s'enflamment aussitôt.

II^e. EXPÉRIENCE.

Iode et phosphore sans air.

L'iode s'unit au phosphore avec une violence telle qu'elle excite une chaleur et une lumière, que l'on prendrait volontiers pour l'effet d'une combustion des plus vives, si elles n'avaient pas lieu dans un espace privé d'air.

Il résulte de cette combinaison un corps rougeâtre très-fusible qui devient acide, lorsqu'il est en contact avec l'eau.

III^e. EXPÉRIENCE.

Iode et soufre.

L'iode s'unit au soufre, mais il faut pour cela le secours d'une légère chaleur. A mesure

que la combinaison a lieu, elle se fond à une température qui n'excède pas 60 degrés. Par le refroidissement, ce composé cristallise et présente dans ses propriétés physiques, beaucoup d'analogie avec le sulfure d'antimoine.

La combinaison du soufre et de l'iode se fait et se fond sous l'eau, avant qu'elle ne soit bouillante, quoique chacun de ses éléments ne devienne pas fluide à ce terme.

Les combinaisons du soufre et du phosphore avec l'iode sont volatiles.

IV^e. EXPÉRIENCE.

Combinaison indirecte de l'iode avec l'hydrogène.

L'iode et le phosphore, mis en contact sous l'eau, agissent rapidement et avec chaleur; l'on voit l'iode se dissoudre et produire une liqueur rouge; le phosphore se fondre, se gonfler ensuite, et former pour ainsi dire des végétations en devenant rouge lui-même.

L'eau au sein de laquelle se passent ces phénomènes, devient acide, précipite l'eau de chaux. Lorsque l'acide est saturé par la chaux, la couleur rouge de la liqueur s'anéantit.

Le phosphore qui a servi à cette opéra-

tion, mis à sécher sur du papier brouillard, s'enflamme à la température de 12° centigr.

La dissolution de l'iode, faite au moyen du phosphore, saturée comme il vient d'être dit par l'eau de chaux, et évaporée, fournit un résidu blanc qui attire l'humidité de l'air, et a la saveur du muriate de chaux.

L'acide sulfurique concentré mis sur ce résidu, forme un magma d'un brun-violet, et développe des vapeurs jaunes ayant l'odeur du soufre oximuriaté ; mais de nouvelles quantités d'acide, en augmentant la température, dégagent des vapeurs violettes. En ajoutant de l'eau à ce magma, l'iode reparait avec sa couleur ordinaire.

V^e. EXPÉRIENCE.

Combinaison de l'iode avec l'hydrogène au moyen du phosphore en quantités déterminées.

Un demi-gramme de phosphore et 4 gram. d'iode, mis en contact sous l'eau, ont agi avec une chaleur suffisante pour occasionner la fusion du phosphore : la dissolution de l'iode avait une couleur rouge-brun ; mais par un séjour suffisant sur le phosphore en excès, elle s'est entièrement décolorée. Cette décoloration a lieu beaucoup plus promp-

tement avec le secours de la chaleur. Si dans la liqueur séparée du phosphore, on met un peu d'iode, elle s'y dissout et la colore fortement. Il se forme peut-être de l'*acide hydriodique*.

Lorsque les 4 grammes d'iode furent dissous, et la liqueur devenue incolore, je décantai l'acide qui était très-fort, parce que j'avais mis peu d'eau; je lavai le phosphore et le fis sécher sur du papier joseph; il pesait encore quatre décigrammes: il était rouge, friable, et s'enflamma spontanément très-peu de tems après qu'il fut exposé à l'air.

L'on conçoit que le changement en acide de l'iode et du phosphore ne peut avoir lieu qu'au moyen des élémens de l'eau, dont l'oxigène s'unit au phosphore et l'hydrogène à l'iode, d'où l'on a fait le nom d'*acide hydriodique*.

Il paraîtra étonnant qu'un décigramme de phosphore ait suffi pour opérer la conversion de 4 grammes d'iode en acide; il faut en conclure, ou que l'iode n'a besoin pour devenir acide que d'une très-petite quantité d'hydrogène, ou qu'il reste une portion d'iode unie au phosphore, ou enfin, que ce dernier retient de l'oxigène avec lequel il forme de l'oxide, ce que sa couleur rouge,

sa friabilité et sa facile inflammabilité semblent annoncer. Voyons en effet combien d'oxygène peut absorber un décigramme de phosphore, pour passer à l'état d'acide phosphorique. 100 parties de phosphore, d'après Lavoisier, exigeant 154 d'oxygène; il est évident qu'un décigramme en aurait pris 15.4 centigrammes; or, 15.4 centigrammes d'oxygène pris dans l'eau, n'ont pu fournir tout au plus que 1.91 centigramme d'hydrogène. Ce 1.91 centigramme d'hydrogène aurait donc suffi pour acidifier 4 grammes d'iode, ce qui est dans le rapport peu vraisemblable de 100 à 2 environ (1).

VI^e. EXPÉRIENCE. •

L'acide hydriodique soumis à la distillation, pour le séparer de l'acide phosphorique qui s'était formé en même tems, a produit sur la fin de l'opération des vapeurs d'un jaune *de soufre* qui ont légèrement coloré la liqueur. On a vu paraître aussi quelques vapeurs phosphoriques, ou au moins qui en avaient sensiblement l'odeur.

(1) Si dans cette opération le phosphore devient seulement acide phosphoreux, comme M. Gay-Lussac la annoncé, il entrerait encore moins d'hydrogène dans la composition de l'acide hydriodique que je ne l'indique ici.

§. III.

Propriétés de l'acide hydriodique.

1°. Il a une couleur légèrement jaune , mais il est possible qu'il doive cette couleur à une petite portion d'iode qu'il retient en dissolution : peut-être serait-il blanc sans cela ;

2°. Sa saveur est acide , piquante et ensuite astringente ;

3°. Exposé à l'air, il se colore en jaunâtre , ce qui est probablement produit par la destruction d'une petite portion d'hydrogène par l'oxigène de l'air ;

4°. Il est volatil à une température qui n'excède pas beaucoup le degré de l'eau bouillante; il forme même des vapeurs comme l'acide muriatique à la température de l'atmosphère , lorsqu'il est concentré ;

5°. Il est décomposé sur-le-champ par l'acide muriatique oxigéné qui en précipite l'iode dans son état naturel , et qui le redissout , quand on en met en excès.

Si l'on approche deux vases , dont l'un contienne de l'acide hydriodique et l'autre de l'acide muriatique oxigéné , il se forme dans l'espace qui les sépare une atmosphère

violette qui est une nouvelle preuve de la volatilité de l'acide hydriodique ;

6°. Il forme dans les dissolutions de mercure, soit au *minimum*, soit au *maximum*, des précipités rouges tirant plus ou moins sur l'oranger : si l'on met un excès d'acide hydriodique, le précipité est jaune-verdâtre et devient même gris ;

7°. Mêlé à une dissolution de platine, cet acide ou plutôt le mélange, prend une couleur brune, et bientôt la surface de la liqueur, ainsi que les parois du vase qui la contient, se couvrent d'une lame métallique très-brillante qui est du platine, peut-être allié d'iode ;

8°. Il précipite l'acétate de plomb en un jaune oranger très-beau, peu soluble, fusible et volatil. Cette combinaison se dissout à chaud dans l'eau aiguisée d'acide acétique, et cristallise par le refroidissement sous la forme de lames jaunes qui ont l'éclat de l'or poli ;

9°. Il précipite la dissolution d'argent dans l'acide nitrique, en une matière jaunâtre, insoluble dans ce dernier acide, qui produit un léger bruit par la pression, brunit au soleil, se fond facilement et jouit quand il est refroidi d'une sorte de mollesse qui per-

met de le couper comme le muriate d'argent. Cette matière ainsi fondue est d'un jaune-verdâtre et très-pesante. Chauffée au chalumeau sur un charbon, elle se fond et s'étend à sa surface en répandant une flamme verte accompagnée d'une vapeur blanche et piquante ; il reste de petits globules d'argent sur le charbon. C'est sans doute l'hydrogène de la flamme qui en se combinant à l'iode, opère la décomposition de cette matière ;

10°. Il est probable que l'acide hydriodique précipiterait à l'état d'alliages, de leurs dissolutions, tous les métaux dont les oxides sont réductibles par l'hydrogène ;

11. L'acide hydriodique dissout le zinc avec effervescence et dégagement de gaz inflammable ; la dissolution qui est sans couleur est décomposée par l'acide muriatique oxigéné, comme l'acide hydriodique lui-même. Si on laisse le zinc pendant quelque tems dans le mélange, l'iode, en redevenant acide, dissout de nouveau le zinc.

L'acide hydriodique distillé avec de l'oxide de manganèse se régénère en partie à l'état d'iode qui se sublime à l'aide de la chaleur ; la portion qui ne se volatilise pas reste en combinaison avec le manganèse, et forme

un sel soluble dont les alcalis précipitent l'oxide au *minimum* d'oxidation.

§. IV.

Action de l'acide muriatique oxigéné sur l'iode, et formation d'acide iodique.

VII^e. EXPÉRIENCE.

Cinq grammes d'iode ont été dissous dans l'acide muriatique oxigéné ; la dissolution qui était sans couleur et sans odeur, évaporée en consistance de sirop pour en chasser l'acide muriatique, au moins pour la plus grande partie, elle acquit une légère couleur jaune, une saveur acide très-forte, ayant quelque analogie avec celle de l'iode lui-même.

Saturé par la potasse, il laisse précipiter une assez grande quantité d'iode qui n'a souffert aucune altération, et qui paraît être simplement tenu en dissolution par l'acide.

Sa combinaison avec la potasse fournit, par l'évaporation, des cristaux blancs qui n'ont point de forme bien déterminée ; ce sont des concrétions paraissant être la réunion de petits grains. Ce sel a une saveur fraîche et astringente, il est un peu soluble dans l'eau, sa dissolution est sans couleur.

Une lame de zinc mise dans la solution de ce sel aiguisée d'un peu d'acide muriatique, en précipite l'iode à l'instant; mais aussitôt que l'acide iodique est décomposé, il se forme, si on y laisse le zinc, de l'acide hydriodique qui dissout le zinc à son tour.

L'acide hydriodique mis dans la solution d'iodate de potasse, le décompose à l'instant et en est décomposé lui-même; l'iode se précipite de l'un et de l'autre acide, il reste de la potasse à nu qui retient un peu d'iode en dissolution.

Ce sel, au lieu de donner un précipité rouge avec le nitrate de mercure, comme l'acide hydriodique, en fournit un blanc et brillant comme de la nacre.

L'iodate de potasse mis sur les charbons ardents, fusse à la manière du nitre, mais plus légèrement.

Il ne paraît pas douteux que, dans ce cas, l'iode, en devenant acide, ne se combine à l'oxygène. Mais d'où provient cet oxygène? si l'on regarde avec quelques chimistes modernes l'acide oximuriatique comme un corps simple, ce principe ne peut venir que de l'eau au milieu de laquelle les actions ont eu lieu entre les corps.

Il est certain qu'ici le chlore repasse à l'état d'acide muriatique ordinaire, ce qui prouverait, dans cette hypothèse, que le chlore a plus d'affinité avec l'hydrogène que l'iode, et qu'au contraire l'iode a plus d'affinité avec l'oxygène que le chlore.

VIII^e. EXPÉRIENCE.

Purification de l'acide iodique.

Comme quelques traces d'acide muriatique pouvaient rester mêlées avec l'acide iodique, parce que celui-ci étant volatil aussi, la distillation n'a pu être poussée trop loin, on a recommencé l'opération ci-dessus; et après en avoir concentré le résultat jusqu'à un certain degré, on a saturé les acides par la baryte en poudre. L'acide iodique formant avec la baryte un sel peu soluble, tandis que l'acide muriatique au contraire donnant comme on sait un sel très-soluble, on a pu facilement séparer ces deux sels.

L'iodate de baryte a été décomposé au moyen de l'acide sulfurique aidé de la chaux, et la liqueur séparée du sulfate de baryte a été distillée, pour isoler l'acide iodique de l'acide sulfurique excédant.

La liqueur qui s'est élevée n'était que très-

légèrement acide, tandis que la portion restée dans la cornue l'était extrêmement : cette dernière a cristallisé même à chaud ; et les cristaux lavés avec une petite quantité d'eau pour enlever l'acide sulfurique qui aurait pu y exister , ont présenté les propriétés suivantes.

§. V.

Propriétés de l'acide iodique.

1°. Il a une saveur très-forte et astringente ;

2°. Il précipite le nitrate de mercure en blanc , ainsi que le nitrate de plomb ; il ne précipite point le nitrate de cuivre : seulement au bout de quelques tems, on remarque sur les parois du vase et au fond de la liqueur quelques petits cristaux bleuâtres ;

3°. L'hydrogène sulfuré en précipite l'iode à l'instant : l'acide sulfureux produit le même effet ;

4°. Mêlé à l'acide hydriodique , l'iode se précipite sur-le-champ ;

5°. Combiné à la potasse jusqu'à saturation , il produit un sel assez peu soluble pour qu'il se précipite à mesure qu'il se forme , même de dissolutions assez étendues.

Ce sel fusse sur les charbons, comme l'un de ceux que donne la combinaison de l'iode avec la potasse ;

6°. L'acide iodique mêlé à l'ammoniaque forme une combinaison blanche, grenue, et peu soluble ; car l'ammoniaque versée dans une dissolution assez étendue de cet acide, y forme un précipité qui ne se dissout que dans une grande quantité d'eau. Cette matière fusse vivement sur les charbons allumée en répandant une vapeur violette ;

7°. Quand on met une petite quantité d'acide iodique dans de l'hydrosulfure de soude, il se forme un précipité blanc-grisâtre, et du gaz hydrogène sulfuré se développe ; mais en ajoutant une plus grande quantité de cet agent, le mélange devient rouge de cinabre, et bientôt l'iode se montre dans son état naturel.

Un excès d'hydrosulfure redissout l'iode en formant de l'acide hydriodique qui s'unit à la soude ;

8°. D'après ce que nous venons d'exposer sur les propriétés de l'acide iodique formé au moyen de l'acide muriatique oxigéné, il ne paraît pas douteux que l'iode ne soit combiné à l'oxigène dans cette circonstance ; car il a des propriétés très-différentes de

celles de l'acide formé par l'iode et l'hydrogène, et la plus remarquable et qui suffirait seule pour les faire distinguer, c'est leur décomposition mutuelle ou réciproque.

§. VI.

Combinaison de l'iode avec la potasse.

La combinaison de l'iode avec la potasse présente des phénomènes remarquables, ainsi qu'on le verra plus bas.

IX^e. EXPÉRIENCE.

Dans une partie de potasse dissoute dans la plus petite quantité d'eau possible, j'ai mis peu-à-peu, environ une partie et demie d'iode, et j'ai remarqué qu'au moment où cette substance se délaie dans l'alcali, elle forme une liqueur brune qui bientôt après disparaît par l'agitation, et donne naissance à une espèce de magma blanc et comme cristallin.

Cette combinaison délayée dans une petite quantité d'eau et chauffée jusqu'à l'ébullition, s'est dissoute; la liqueur n'avait point de couleur, sa saveur était extrêmement piquante, mais bien différente de celle de la

potasse, dont la causticité avait été entièrement détruite dans cette circonstance.

Par le refroidissement, cette combinaison a cristallisé sous la forme de grains agglomérés, presque opaques, durs et peu solubles. Leur saveur était à peine sensible.

Le sel de cette première cristallisation fusse sur les charbons ardents comme le nitre, mais plus rapidement et avec une flamme pourpre.

Deux grammes de ce sel soumis à la distillation, ont fourni 4 pouces cubes de gaz oxigène au moyen d'une chaleur rouge; mais la cornue ayant fondu avant la fin de l'opération, la moitié environ du sel n'a pas été décomposée.

Ce sel chauffé avec de l'acide muriatique devient rouge, se dissout avec effervescence, développe du gaz oximuriatique, et la liqueur contient du muriate de potasse et de l'acide hydriodique.

La suite au numéro prochain.

ANNONCE.

Bains de Bagnoles, département de l'Orne.

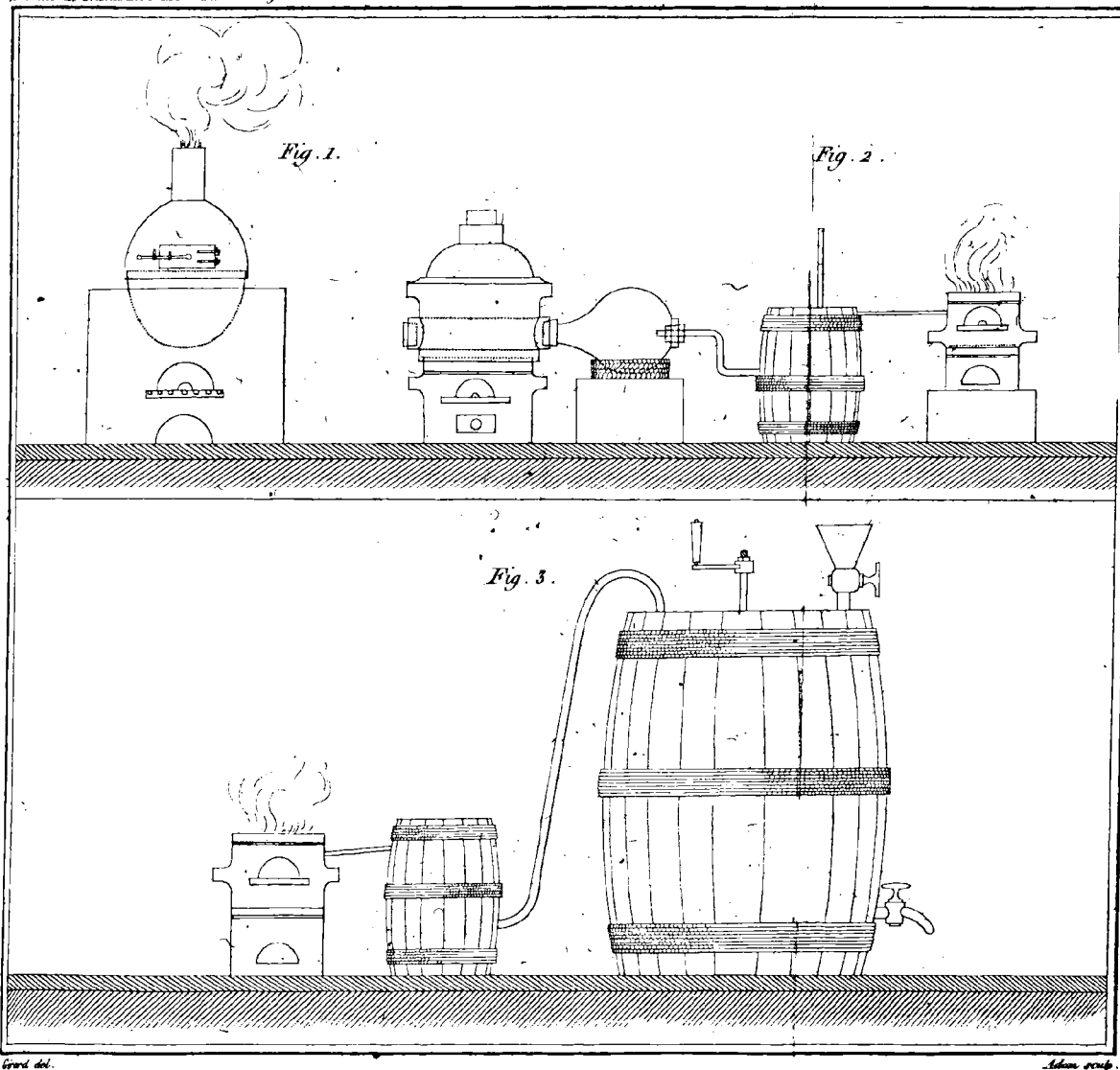
Nous avons donné dans les Annales une Notice sur les eaux thermales de Bagnoles, département de l'Orne, en annonçant les réparations, constructions et embellissemens considérables qu'a fait faire M. le Machois, propriétaire de cet établissement.

Le service des bains est maintenant en pleine activité; les bâtimens neufs offrent des appartemens très-commodément distribués, et les bains, douches, etc. sont dans le même bâtiment que les logemens.

Les hautes montagnes qui environnent Bagnoles en rendaient l'accès très-difficile; mais le propriétaire fait mettre en bon état celle des routes qui était la plus favorable par sa largeur, et les baigneurs pourront arriver jusqu'aux bains, soit en poste, soit avec leurs propres équipages, sans être exposés à aucunes fatigues.

Les voitures de toute espèce sont con-

duites pour trois postes , de Prez-en-Pail à Bagnoles. Ces bains sont à en environ cinquante lieues de Paris , et à une lieue et demie de la grande route de Paris à Domfront , par Alençon ; à quarante lieues de Rouen , à dix-huit de Caen , à trente de Rennes , par Prez-en-Pail , à dix d'Alençon , et à quatre de Domfront , par Conterne. B. L.



ANNALES DE CHIMIE.

30 Juin 1814.

Suite de l'Essai de pyrométrie, de
M. GUYTON-MORVEAU (1),

Contenant la Correction de la Table de
Wedgwood, les valeurs réelles des degrés
de son pyromètre, et leur concordance
avec les différentes échelles thermomé-
triques et pyrométriques.

EXTRAIT.

Les expériences que j'ai rapportées dans la première partie de cet Essai, et dans lesquelles *le platine, le fer et le laiton* ont donné à l'eau, dans les mêmes circonstances, à raison de leur différente capacité de chaleur, une élévation de température :: 6 : 29 : 14 degrés centigrades (2) indiquaient déjà l'im-

(1) *Voy.* le cahier de mai, pag. 113.

(2) Mémoires de l'Institut, ann. 1808, 2^e. sém., pag. 24.

possibilité de soustraire à une perte plus ou moins considérable de chaleur les corps que l'on extrait d'un fourneau pour les transporter dans l'eau. Mais il m'a paru convenable de confirmer ces résultats par des expériences encore plus directes sur *le platine* et *le fer*, mettant à l'écart le laiton dont j'ai précédemment remarqué que les proportions de composition étaient très-variables.

Deux lingots de même poids, à-peu-près de même forme, l'un de platine, l'autre de fer doux, ont été placés dans le même creuset avec deux pièces pyrométriques de Wedgwood, et tenus au fourneau jusqu'à faire rougir obscurément le creuset. Les deux lingots furent enlevés avec une pince rougie au même feu, et jetés rapidement chacun dans un vase de porcelaine contenant de l'eau distillée en quantité égale en poids à celui des lingots, dans laquelle plongeait un thermomètre à mercure; ces vases, recouverts de toutes parts d'étoffe de laine, pour prévenir, autant que possible, la dispersion de la chaleur. Les deux pièces pyrométriques, retirées immédiatement après les métaux, ont marqué l'une 15, l'autre 13.6

degrés de l'échelle de Wedgwood (1) ; et les thermomètres placés dans l'eau indiquaient $9.5 + 0$ degrés centigrades.

Les thermomètres observés, aussitôt que l'on a pu juger l'équilibre établi, ont marqué, savoir :

Dans le vase du platine . 27.57 deg. centigr.

Dans le vase du fer. . . 64.25 .

Suivant ma table corrigée n^o. 3, les 13.3 degrés acquis par les pièces pyrométriques de Wedgwood, correspondent à 730 degrés du thermomètre centigrade.

Si l'on calcule d'après ces données le calorique spécifique de ces deux métaux, on ne trouve pour celle du fer que 0.0757 , c'est-à-dire, très-inférieur à la plus faible évaluation, qui la porte comme je l'ai dit, à 0.125 ; et celui du platine ne serait que 0.222 : le calorique spécifique de l'eau toujours pris pour l'unité.

(1) Un curseur que j'ai fait adapter à la jauge, portant Vernier au 20^{e} . du degré, procure le double avantage d'assurer la ligne d'arrêt, et de donner à l'échelle 4800 divisions très-distinctes.

Les mêmes lingots soumis à deux autres expériences dans lesquelles la chaleur a varié de quelques degrés pyrométriques, et où l'eau se trouvait en rapport double et quadruple du poids des métaux, n'ont présenté que les légères différences que l'on pouvait attribuer soit à la promptitude du transport du fourneau dans l'eau, soit à la difficulté de juger l'instant précis de la température uniforme du mélange. Dans l'une de ces expériences, la chaleur du platine ayant été portée à 117° de Wedgwood, dont la table corrigée donne la valeur correspondante de 4332 degrés thermométriques, son immersion dans quatre fois son poids d'eau ne produisit qu'une élévation de température de 20 degrés du thermomètre centigrade; ce qui, en admettant le même rapport du calorique spécifique, indique dans le passage une perte d'un peu plus de 0.09 de chaleur.

Les observations que les mêmes auteurs ont faites pour mesurer la chaleur par la dilatation de l'air, n'exigent pas la même correction, puisque les métaux ne sont point déplacés, et que leur température ne peut éprouver aucun changement avant l'instant

précis où elle est indiquée par l'appareil (1). Nous devons donc trouver ici des bases moins variables et une correspondance bien plus rapprochée avec les vraies valeurs des degrés de l'échelle de Wedgwood : c'est ce qu'il est aisé de vérifier.

La fusion *du plomb* est portée à 325° du thermomètre centigrade, ce qui répond à 1.6 degré du pyromètre, en assignant à chacun de ses degrés, comme l'indique *la table n° 3*, une valeur de 34 degrés thermomé-

(1) Cet appareil est une espèce de thermomètre à air, formé d'une boule de verre tirée en pointe fine, que l'on ferme d'un coup de chalumeau, lorsque l'on arrête l'opération. Le volume d'air qu'elle contenait au terme de la glace étant supposé = 1, l'augmentation de volume à la chaleur de l'eau bouillante est, suivant les belles expériences de M. Gay-Lussac, de 0.375, ou de 0.00375, par chaque degré du thermomètre centigrade. C'est d'après ces données que MM. Clément et Desormes ont calculé les résultats de leurs observations. Je n'ai pas besoin de faire remarquer à quel point s'éloignent de la vérité les expériences précédemment citées de Robin et Lambert, d'où il résulterait que l'air enfermé dans un canon de fer chauffé au rouge blanc, n'aurait pas même acquis par la dilatation une augmentation d'un quart de son volume. *Annales de chimie*, tom. LXXIV, pag. 18.

triques (1). Mais écartons, si l'on veut, les métaux qui se fondent à une très-basse température, et qui entrant à peine dans le commencement de la jauge de Wedgwood, ne peut guère être déterminée constamment avec la même précision. Arrêtons-nous seulement à *l'antimoine* et *au zinc*, qui donnent déjà un terme assez avancé pour être plus indépendant des variations accidentelles de dimension et de cuisson des cylindres pyrométriques,

La température de fusion de l'antimoine, jugée par la dilatation de l'air à 480 degrés du thermomètre centigrade, a pour terme correspondant 6°.18 de l'échelle pyrométrique corrigée de Wedgwood.

Celle du zinc déduite par le même calcul de 500 degrés thermométriques, est en rapport à 6.76 du pyromètre.

On remarquera peut-être que ces nombres donnés par les expériences de MM. Clément et Desormes s'éloignent un peu de ceux qui se trouvent dans ma *table n°. 3*; mais on apercevra bientôt que la différence est res-

(1) De 325° retranchant les 270 qui répondent au zéro de l'échelle pyrométrique, reste 55, qui, divisés par trente-quatre, donnent un peu plus de 1.6.

serrée dans des limites qui laissent subsister les principales conséquences de ce rapprochement, lors même que l'on admettrait que les métaux employés fussent parfaitement purs ; condition qu'on n'avait pas encore les moyens de remplir sûrement du tems de *Mortimer*, et néanmoins tellement essentielle, que son défaut suffit pour expliquer les écarts qui se trouvent dans ses observations sur les températures de fusion, et qui ont été adoptés par la plupart de ceux qui s'en sont occupés depuis.

D'ailleurs, s'il est vrai en général que dans les changemens d'état des corps par la chaleur, la température n'augmente pas avant l'entière liquéfaction, il n'est pas moins certain, comme le dit M. Irwine, qu'il est difficile de prendre le point précis de fusion : pourquoi il conseille de le juger *au demi-liquide*, avant que les parties solides flottent dans le fluide (1). Cette difficulté est bien plus grande encore, lorsqu'on a à traiter des métaux dont la surface s'encroûte par une rapide oxidation, ou même qui se subliment avant de donner des signes non équivoques de fluidité. Je crois être parvenu à mettre les

(1) Journal de Nicholson, septembre 1804, p. 50.

résultats de mes expériences à l'abri de tous ces accidens par les procédés dont je vais donner une courte description en terminant cette partie. Je prends pour exemple l'antimoine.

A une bascule semblable à celle dont il a déjà été fait mention (1), j'ai suspendu une grille de fer que je pouvais descendre, sans aucun frottement, dans un grand fourneau. J'ai placé sur cette grille un petit creuset percé vers le bas d'un trou de 3 millimètres, contenant, en plusieurs morceaux, 3 gramm. d'antimoine. Le creuset rempli de poussière de charbon sec, et garni de son couvercle, le métal se trouvait défendu du contact de l'air, et par conséquent de toute oxidation. Ce creuset était lui-même posé sur une petite caisse de tôle, destinée à recevoir le métal fondant. Immédiatement à côté de ce creuset se trouvaient sur la grille mobile le pyromètre de platine, et en différens points de son support, au moins deux pièces pyrométriques de Wedgwood. Au moment où l'antimoine commençait à couler par le trou du creuset, j'enlevais tout l'appareil hors du fourneau; et quand le tout était refroidi,

(1) Voy. ci-devant pag. 124.

j'observais l'arc parcouru par l'alidade du pyromètre de platine, et je prenais avec le plus grand soin la retraite des pièces de Wedgwood avec sa jauge armée, comme je l'ai dit d'un Vernier.

Le terme moyen de trois expériences achevées sans aucun accident, a été de 1151.5 millièmes de dilatation du barreau de platine et de 7°.02 du pyromètre de Wedgwood : ce qui donne la correspondance du 7°. degré de son échelle à 955° de Fahrenheit, au lieu de 1987 ; et 512°.77 du thermomètre centigrade, au lieu de 1086.11.

« En résumant tous les objets traités dans cette section, je crois pouvoir conclure que les valeurs assignées par Wedgwood aux degrés de l'échelle de son pyromètre doivent être considérablement réduites ; que tous les moyens connus de mesurer la chaleur concourent également à établir ce résultat, depuis le zéro du thermomètre jusqu'à la température du fer incandescent ; que les corrections que j'en ai déduites se trouvent en concordance avec les indications données par les appareils les plus ingénieux et les instrumens les plus parfaits, autant néanmoins qu'il est permis de l'espérer de semblables opérations ; enfin que ces corrections

ne peuvent manquer d'ajouter à l'utilité du pyromètre d'argile , soit dans les travaux chimiques , soit dans les arts ; quand même le pyromètre de platine , plus exact mais moins usuel , serait réservé pour en assurer la marche , et pour servir à des recherches plus importantes. »

Ce Mémoire est terminé par cinq tables , faisant suite à celles qui précèdent , et qui indiquent :

N^o. 3 , les degrés de chaleur de fusion , de vaporisation , etc. mis en concordance avec les échelles pyrométriques et thermométriques.

N^o. 4 , les dilatations des métaux déterminées par la même concordance.

N^o. 5 , leur rapport de dilatabilité et de fusibilité.

N^o. 6 , les degrés de chaleur déterminés par le pyromètre de platine , et leur correspondance avec les thermomètres , le pyromètre de Wedgwood , et les observations de fusion.

N^o. 7 , enfin , les résultats des expériences sur les hautes températures , par la combustion du charbon , par la liquéfaction de la glace , par la chaleur communiquée à l'eau ,

et par la dilatation de l'air, en concurrence avec les échelles pyrométriques et thermométriques.

Nous ne donnerons ici que les tables nos. 3, 4 et 5, qui peuvent être d'un usage habituel, et en retranchant de la première ce qu'elle laisse encore indéterminé.

N^o. 3.

TABLE des degrés de chaleur de fusion, vaporisation, etc., corrigée et mise en concordance avec les échelles pyrométriques et thermométriques.

	DEGRÉS du pyromètre de Wedgwood.	ÉCHELLE de Fahrenheit.	THERMOMÈTRE centigrade.
Mercure fondant.....		0— 39°	0— 39°.44
Glace fondante.....		+ 32	zéro
Eau bouillante.....		212	100
Bismuth fondant.....		475.99	246.66
Étain fondant.....		512.48	266.97
Plomb fondant.....		611.98	322.22
Mercure bouillant.....	2°	642.75	339.36
Zinc fondant.....	3	705.26	374.02
Antimoine fondant...	7	955.23	512.90
Argent fondant.....	22	1892.67	1053.71
Cuivre fondant.....	27	2205.15	1207.31
Or fondant.....	32	2517.63	1380.91
Fer au point de souder.	95	6508.88	3568.27
Fonte de fer coulant...	130	8696.24	4783.47
Porcelaine fondant...	155	9633.68	5641.57
Manganèse fondant...	160	10517.12	5825.06
Fourneau Macquer...	165	10829.60	5998.67
Fourneau à trois vents.	170	11142.08	6172.26
Fusion du fer doux...	175	11454.56	6345.87
Nickel fondant.....	175 + x	11454.56 + x	6345.87 + x
Platine fondant.....	175 + x	11454.56 + x	6345.87 + x

N^o. 4.

TABLE des dilatactions des métaux déterminées en concordance des échelles pyrométriques et thermométriques, et exprimées en millièmes, pour 100° centigrades (1).

	EXPÉRIENCE AU PYROMÈTRE DE PLATINE.		RÉSULTATS donnés par les Auteurs.	DIFFÉRENCE. + -
	Observation.	Correction.		
	Dilatation.			
Platine.....	215.75	641	856.75	Borda. 3.29
Fer.....	458.80	641	1099.80	Borda. 56.80
Or.....	834.43	641	1475.45	Éllicot. 79.43
Cuivre.....	1149.13	641	1790.13	Borda. 4.39
Argent.....	1347.70	641	1988.70	Éllicot. 21.70
Étain.....	1522.82	641	2163.82	Sméaton. 119.51
Plomb.....	208.48	641	2719.48	Sméaton. 147.19
Zinc.....	2409.64	641	3050.64	Sméaton. 57.19

(1) On a vu que la correction additive pour le barreau de platine, à raison de la dilatation du support d'argile, est dans le rapport de 641 à 2214

N^o. 5.*Rapports de dilatabilité et de fusibilité des métaux.*

ORDRE DE DILATATION		ORDRE DE FUSION.	
	Par degré du therm. centigrade.	Degrés du thermomètre centigrade.	
	millionièmes.		
Platine.....	8.5675	Platine.....	6345.87 + 5
Antimoine.....	10.90	Fer (pur).....	6345.87
Fer.....	10.998	Or.....	1380.91
Bismuth.....	13.90	Cuivre.....	1267.51
Or.....	14.7545	Argent.....	1633.71
Cuivre.....	17.9013	Antimoine.....	432.22
Argent.....	19.887	Zinc.....	560.00
Étain.....	21.6382	Plomb.....	322.22
Plomb.....	27.1948	Bismuth.....	246.66
Zinc.....	30.5064	Étain.....	227.77

S U I T E

Des expériences sur l'iode ;

PAR M. VAUQUELIN.

Lu à la Société philomatique, le 4 juin 1814.

La liqueur dont on avait séparé le sel ci-dessus, évaporée de nouveau, a donné un sel blanc, ressemblant au premier coup d'œil, à celui de la première cristallisation ; mais il avait une saveur très-différente, était beaucoup plus soluble ; et soumis à la distillation, il n'a pas fourni un atôme de gaz oxygène.

Ces résultats établissent une nouvelle similitude dans la manière d'agir sur la potasse, entre l'iode et l'acide muriatique oxygéné.

Le sel qui ne fournit point de gaz oxygène présente les propriétés que l'on pourroit supposer à l'hydriodate de potasse ; en effet, quand on y mêle de l'acide sulfurique concentré, il se dégage des vapeurs d'iode et une odeur d'hydrogène sulfuré ; si

c'est de l'acide nitrique qu'on y met, l'iode se précipite à l'instant, et le mélange éprouve une effervescence rapide; il précipite le mercure en rouge, l'acide muriatique oxygéné en sépare l'iode.

Ce sel cristallise par une évaporation spontanée sous la forme de prismes carrés sans pyramides: il a beaucoup d'analogie par sa forme, sa molesse et sa saveur, (cependant plus vive) avec le muriate de potasse; il est un peu déliquescent.

Si, comme les apparences semblent l'annoncer, une partie de l'iode était convertie en acide hydriodique dans cette circonstance, comment cela se serait-il fait? on ne verrait que l'eau qui aurait pu lui fournir l'hydrogène; mais que serait devenu l'oxygène? on ne le voit point sortir du mélange. Se reporterait-il sur la potasse pour former le tritoxide de potassium? cela n'est pas vraisemblable. D'ailleurs, comment expliquer la présence, dans la même liqueur, de l'acide iodique et de l'acide hydriodique? Ne devraient-ils pas se décomposer l'un par l'autre? Il est plus naturel de penser que les effets décrits plus haut, sont produits par une portion d'*iodure de potassium*.

La dissolution mixte d'iodure de potassium et d'iodate de potasse, ainsi que chacun de ces sels séparément, telle qu'on l'obtient en traitant l'iode par la potasse, m'a présenté quelques propriétés intéressantes.

Si l'on y met un acide quelconque, l'iode se sépare à l'instant, au lieu que si l'on met cet acide avec chacun des sels séparément, on ne voit point un pareil phénomène. Il faut cependant excepter de ces acides, le chlore pour l'iodure et l'acide sulfureux pour l'iodate.

Lorsqu'on mêle de l'acide muriatique oxigéné avec de l'iodure, cet acide s'unit simplement avec le potassium, par l'effet d'une affinité supérieure, et l'iode se dépose. Quand au contraire, c'est de l'acide muriatique ordinaire, celui-ci cède son hydrogène à l'iode qui, par là devient acide, et le chlore s'unit au potassium, de sorte que le mélange est composé de muriate de potasse et d'acide hydriodique.

Lorsqu'on ajoute au mélange d'iodure de potassium et d'iodate de potasse de l'acide muriatique, l'hydrogène de ce dernier s'unit à l'oxigène de la potasse et de l'acide iodique, de manière qu'il se forme du mu-

riate de potasse, et qu'il se dépose de l'iode. Si l'iodure de potassium et l'iodate de potasse se trouvent dans la même proportion que celle où ils se forment par l'action de la potasse sur l'iode, il y a assez d'oxygène dans l'iodate de potasse pour produire une quantité de chlore suffisante, pour saturer la somme de potassium contenue dans les deux sels.

Si c'est l'acide sulfurique que l'on ajoute au mélange d'iodure de potassium et d'iodate de potasse, l'oxygène contenu dans une portion de la potasse, et dans l'acide iodique, se reporte sur la totalité du potassium pour former la potasse ordinaire qui s'unit à l'acide sulfurique, et l'iode se dépose.

Mais si l'on met de l'acide sulfurique sur l'iodure de potassium seul, l'eau alors se décompose, et il se forme du sulfate de potasse et de l'acide hydriodique. Si l'on emploie de l'acide sulfurique concentré, et qu'on en mette en excès, l'eau et l'acide sont décomposés en même tems; il se forme du sulfate de potasse, de l'hydrogène sulfuré, et l'iode se dépose. Cet effet est démontré par la décomposition de l'acide hydriodique par l'acide sulfurique concentré. Laquelle est annoncée par la précipitation de l'iode et l'odeur de l'hydrogène sulfuré qui se développe.

L'acide sulfurique concentré ne produit rien de semblable sur l'iodate de potasse ; il y a probablement décomposition et séparation d'acide iodique, mais le mélange ne change pas de couleur et il n'y a point de séparation d'iode.

§. VII.

Combinaison de l'iode avec l'ammoniaque.

IX^e. EXPÉRIENCE.

L'iode, mise en poudre, avec l'ammoniaque liquide, forme en s'unissant à cet alcali une espèce de magna de couleur brun-foncé, et bientôt après l'ammoniaque se colore en rouge-brun.

Lorsque l'action de l'ammoniaque est finie, on verse de l'eau sur le mélange pour pouvoir séparer plus facilement la portion dissoute de celle qui ne l'est pas. Cette dernière est noirâtre et présente de petites masses comme cristallisées, qui détonnent par le plus léger mouvement, et même spontanément quand elle est sèche.

Pour expliquer ce qui s'est passé entre ces matières par les effets indiqués ci-dessus,

l'on dit, que l'ammoniaque est décomposé par l'iode, dont une portion s'empare de l'hydrogène pour former de l'acide hydriodique, qui s'unit aussitôt à de l'ammoniaque non décomposée, et dont une autre portion se combine à l'azote et forme une substance insoluble et détonnante. S'il en est ainsi, la manière dont l'iode et l'ammoniaque se comportent entr'elles, a beaucoup d'analogie avec ce qui se passe entre l'acide muriatique oxigéné, et les sels ammoniacaux; mais ces analogies ont besoin encore d'être mieux confirmées par de nouvelles expériences.

§. VIII.

Combinaison de l'iode et de l'étain.

XI^e. EXPÉRIENCE.

J'ai mis d'abord deux parties d'étain (2 gr.) et un d'iode dans un tube de verre, où en les chauffant à une très-faible chaleur, ils se sont unis avec rapidité et bruit.

Il en est résulté un corps de couleur rouge-brun et transparent.

En cassant la matière, j'ai trouvé la plus

grande partie de l'étain sans altération ; il n'avait diminué que des $\frac{3}{10}$ de son poids.

Fondu de nouveau avec deux parties d'iode , les mêmes phénomènes ont reparu ; il n'en restait plus que les $\frac{4}{10}$. Enfin, dans une troisième expérience , où je mis quatre parties d'iode avec le restant de l'étain ; il n'y en avait plus que $\frac{7}{10}$.

La combinaison d'étain et d'iode se dissout facilement dans l'eau froide , et lui communique beaucoup d'acidité ; mais aussitôt que l'on fait bouillir la dissolution , tout l'étain se sépare à l'état d'oxide , et la liqueur ne contient plus alors que de l'acide hydriodique.

L'on doit conclure de ce fait que l'iodure d'étain décompose l'eau dont l'oxigène s'unit à l'étain , et l'hydrogène à l'iode.

C'est comme on voit un bon moyen d'obtenir promptement de l'acide hydriodique pur.

Cependant l'hydrogène sulfuré présente encore un procédé plus simple pour obtenir cet acide ; car il suffit pour cela de délayer l'iode dans l'eau , et d'y faire passer du gaz hydrogène sulfuré jusqu'à ce que l'iode soit dissout , et que le mélange qui est d'abord rougeâtre , devienne blanc.

Alors on fait chauffer se mélange , on filtre , pour séparer le soufre , et l'on a l'acide hydriodique liquide et pur.

§. IX.

Combinaison du mercure et de l'iode.

XII^e. EXPÉRIENCE.

De l'iode et du mercure triturés ensemble dans un mortier de pierre , s'unissent très-promptement : il en résulte un corps qui a une couleur rouge de cinabre. Aussitôt que l'iode est en contact avec le mercure, l'on voit l'éclat de ce dernier se ternir comme lorsqu'il est en contact avec le gaz acide muriatique oxigéné.

La présence de l'eau favorise beaucoup l'union de ces deux substances, et la couleur rouge se développe plus promptement.

Cette combinaison exposée au feu dans une fiole à médecine, se fond et paraît alors presque noire, se sublime en cristaux jaunes qui, en s'échauffant, se fondent eux-mêmes; mais en refroidissant, ils deviennent d'un rouge superbe.

Si l'on triture de l'iode avec une dissolution de mercure au *minimum*, il se forme

aussi une combinaison ayant une très-belle couleur rouge.

Enfin, si l'on broie de l'iode dans un mortier de pierre avec de l'oxide rouge de mercure, à l'aide d'un peu d'eau, l'on voit le mélange prendre tout-à-coup une belle couleur rouge, s'épaissir et se remplir d'une infinité de petites bulles d'air.

Le nitrate de mercure au *maximum* broyé avec de l'iode, produit le même effet, à l'exception qu'on n'a pas aperçu de bulles d'air.

Si, comme on peut le soupçonner, c'est le mercure métallique qui s'unit à l'iode, il faut que dans le cas où l'on met de l'iode avec une dissolution de mercure au *minimum*, l'oxigène quitte une portion de ce métal pour se porter sur celle qui reste en dissolution : explication qu'on pourrait admettre, parce que la chimie en fournit d'autres exemples. Mais que devient cet oxigène, lorsqu'on met de l'iode dans une dissolution de mercure au *maximum*? Il faudrait qu'il se dégagât; mais on ne le voit pas. A la vérité, il serait possible qu'il se formât de l'iodate de mercure qui est blanc : et en effet, le précipité qu'on obtient par cette expérience, est rose au lieu

d'être rouge, ce qui est manifestement dû au mélange d'une matière blanche.

Desirant m'assurer cependant d'une manière positive, si dans la combinaison de l'iode et de l'oxide de mercure, il y avait de l'oxigène, j'en ai soumis une certaine quantité à l'action du feu, et j'ai obtenu, en effet, du gaz oxigène dans la proportion qu'en aurait donné l'oxide mercure.

J'ai éprouvé de la même manière la combinaison de l'iode avec le mercure métallique, faite directement, et qui avait à-peu-près la même couleur; mais elle n'a point fourni d'oxigène. Il y a donc deux combinaisons de l'iode avec le mercure, l'une qui contient de l'oxigène et l'autre qui n'en contient pas, quoiqu'ayant la même couleur. La première est décomposée par l'acide muriatique, et la deuxième n'éprouve aucune altération par le même acide.

§. X.

*Combinaison de l'iode et de l'alcool.*XIII^e. EXPÉRIENCE.

L'iode, ainsi qu'on l'a déjà observé, se dissout promptement et en grande quantité par l'alcool; la dissolution, quand elle est saturée, est d'un rouge-brun foncé.

La combinaison de l'iode et de l'alcool est volatile, et l'eau en précipite l'iode sous la forme de petits cristaux qui paraissent rougeâtres d'abord, mais qui prennent leur couleur grise ordinaire, peu de tems après.

L'iode se dissout également dans l'éther; la couleur de la dissolution est la même que celle qui est faite par l'alcool.

§. XI.

On ne connaît point encore l'action que pourrait avoir l'iode sur les composés animaux : on sait seulement qu'il colore l'épiderme; mais il paraît que cet effet est produit par sa dissolution dans l'humeur de la transpiration, et non celui d'une combinaison; car ces taches disparaissent

en peu de tems , ce qui a lieu de même avec les substances végétales.

Cependant , quand l'iode reste longtems en contact avec des matières végétales ou animales , où l'hydrogène abonde , il se convertit en acide hydriodique , ainsi que l'ont observé MM. Gauthier et Collin.

J'ai eu occasion de le remarquer aussi sur un bouchon de liége qui fermait un vase contenant de l'iode ; il avait entièrement perdu sa consistance , et avait acquis une acidité très-remarquable. L'iode ne m'a pas paru changer la dissolution de gélatine , tandis que le chlore la précipite entièrement. L'acide hydriodique , au contraire , la précipite , et l'acide iodique ne la précipite pas.

D'après les expériences rapportées dans ce Mémoire , on ne peut se dispenser de voir une analogie frappante entre l'iode et l'acide muriatique oxigéné dans leur manière d'agir sur les autres corps ; et si , comme tout paraît le prouver , l'iode ne contient pas d'oxigène , on devra enfin abandonner l'idée de l'existence de ce principe dans l'acide muriatique , et adopter sans réserve l'opinion de M. Davy , qui le re-

garde comme un corps simple auquel il a donné le nom de chlore.

Il suivra delà nécessairement qu'il faudra regarder l'acide muriatique comme un être composé d'hydrogène et de chlore. Au surplus, la plupart des chimistes qui ont examiné ces questions d'un peu près, sont aujourd'hui de cet avis, et je ne fais ici que de me ranger de leur côté.

Nota. M. Collin, préparateur de chimie à l'Ecole polytechnique, m'a communiqué un Mémoire sur l'iode, dans lequel il y a plusieurs fait intéressans que je n'ai pu insérer dans celui-ci, parce qu'alors la première partie était envoyée à l'impression.

PREMIER MÉMOIRE

Sur le cinabre ;

PAR M ARMAND SÉGUIN.

Lu à l'Institut national, le 16 pluviôse an 10.

La substance connue dans le commerce sous le nom de cinabre , est un composé de soufre et de mercure.

On l'emploie en grande quantité dans la peinture.

Celui qu'on consomme en France se tirant de la Hollande, j'ai pensé qu'il serait avantageux, non-seulement sous le point de vue de l'intérêt individuel, mais encore sous celui de l'intérêt national, d'élever en France quelques manufactures de ce genre, et de nous approprier, par ce moyen, un commerce qui nous soutire beaucoup de capitaux, et pour lequel nous pouvons non-seulement nous suffire à nous-mêmes, mais encore satisfaire aux besoins de plusieurs autres puissances.

C'est sous ce double point de vue que j'ai travaillé sur la fabrication du cinabre ; et que je suis parvenu à en faire , à un prix avantageux , d'aussi beau que celui des Hollandais.

Mon but , pour l'instant , est de présenter à la classe le résumé de mes recherches sur la nature intime du cinabre , et sur la proportion de ses principes.

Le soufre et le mercure peuvent se combiner en diverses proportions , contracter , suivant les circonstances , une union plus ou moins intime , et former , à volonté , deux composés bien différens , l'un noir , connu sous la dénomination d'éthiops , l'autre rouge , connu sous les dénominations de cinabre ou de vermillon.

Pour obtenir de l'éthiops , il suffit de triturer du mercure , soit dans du soufre en poudre , soit dans du soufre fondu. Dans ce composé , le soufre et le mercure n'ont qu'une faible adhérence , et sont plutôt mélangés que combinés.

Pour obtenir du cinabre , il ne faut que sublimer de l'éthiops , privé par la volatilisation ou par la combustion de l'excès de l'un de ses principes. Dans ce composé , le soufre

et le mercure ont beaucoup plus d'adhérence, et sont beaucoup mieux combinés.

Jusqu'ici on avait assez généralement pensé que l'éthiops et le cinabre contenaient de l'oxigène combiné avec le mercure ; M. Fourcroy dit même que dans l'éthiops, le mercure contient un vingtième de son poids d'oxigène , et que dans le cinabre, il en contient encore une plus grande quantité : aussi désigne-t-il l'éthiops sous la dénomination d'oxide de mercure noir sulfuré, et le cinabre sous celle d'oxide de mercure rouge sulfuré.

En y réfléchissant attentivement , je soupçonnai qu'il pouvait y avoir erreur dans ces énoncés. En effet, comme il est bien reconnu qu'à une température peu élevée l'acide sulfurique n'est pas décomposé par le mercure , on peut raisonnablement en conclure que l'oxigène a plus d'affinité avec le soufre qu'avec le mercure, et qu'ainsi, s'il y avait absorption d'oxigène pendant le mélange du soufre et du mercure, elle serait due plutôt au soufre qu'au mercure.

De toutes les expériences que j'ai faites pour éclaircir ce doute , je me bornerai à présenter à la classe celles qui résolvent la question d'une manière affirmative.

J'ai pris une épaisse cornue de verre, d'environ six pouces cubes de capacité ; je l'ai remplie de soufre en poudre parfaitement sec et bien tassé, je l'ai chauffée doucement pour qu'une partie du soufre s'y fondît. Je l'ai laissée refroidir ; j'ai retiré le soufre en poudre non fondu ; je l'ai remplacé par du mercure bien desséché, et j'ai renversé aussitôt la cornue de manière que son col recourbé plongeât dans la cuve hydrargiro-pneumatique, et aboutît au-dessous d'une cloche renversée pleine de mercure. En chauffant ensuite graduellement, et pendant près de cinq heures, le corps de la cornue, j'ai obtenu à la partie supérieure près de deux onces de très-beau cinabre ; mais la cloché ne contenait pas de gaz hydrogène.

Le cinabre ne pouvait donc contenir aucune portion d'oxygène, puisque d'une part, le mélange de soufre et de mercure n'avait pas été en contact avec l'air atmosphérique, et que de l'autre, il n'y avait eu aucune portion d'eau de décomposée pendant la formation du cinabre.

J'ai répété la même expérience, en chauffant moins fortement, et j'ai obtenu de l'éthiops, mais sans aucune portion de gaz hydrogène, preuve qu'il n'y eut point de

décomposition d'eau , et conséquemment que l'éthiops ne contient point d'oxigène.

M. Berthollet avait présenté, sur la nature de l'éthiops et du cinabre , une théorie différente de celle de M. Fourcroy. Suivant M. Berthollet, l'éthiops serait un mélange de soufre, de mercure et d'hydrogène sulfuré , et le cinabre ne serait que de l'éthiops dont on aurait dégagé , par l'élévation de température , l'hydrogène sulfuré.

Pour m'assurer du degré de probabilité de cet énoncé, j'ai fait de l'éthiops à la manière ordinaire , c'est-à-dire , en versant peu-à-peu , en plein air, du mercure dans du soufre fondu, et en agitant le mélange sans le laisser s'enflammer. J'ai pris , d'un autre côté, un long tube de verre fermé par une extrémité. J'y ai versé et tassé jusqu'à moitié de sa hauteur l'éthiops que j'avais précédemment fait ; j'ai achevé de le remplir avec du mercure bien sec ; je l'ai bouché avec le pouce , je l'ai renversé, et je l'ai plongé dans le mercure. Après l'avoir bien assujéti , je l'ai chauffé assez fortement pour transformer l'éthiops en cinabre , mais sans obtenir de gaz hydrogène sulfuré , ce qui aurait dû arriver, d'après les principes de M. Berthollet, si l'éthiops en eût contenu.

Ces diverses expériences prouvent donc d'une manière très-directe ,

1°. Que l'éthiops n'est point , ainsi que l'avait pensé M. Berthollet , un mélange de soufre . de mercure et d'hydrogène sulfuré ; et conséquemment , que le cinabre n'est point , ainsi que l'avait annoncé le même savant , de l'éthiops , moins de l'hydrogène sulfuré ;

2°. Que l'éthiops et le cinabre ne contiennent point d'oxigène , ainsi que l'avaient annoncé M. Fourcroy et beaucoup d'autres chimistes.

Toutes ces expériences , pour être aussi exactes et aussi concluantes , exigent les plus grands soins. Il faut que préalablement le soufre et le mercure aient été bien privés d'eau. Pour arriver à ce but , il est nécessaire de les chauffer longtems dans un endroit très-sec. Il faut de plus que le feu du fourneau soit en dehors de la chambre. Il faut enfin que le mercure de la cuve soit bien chaud , afin que l'absorption qui a lieu à la fin de l'opération ne fasse pas casser les vaisseaux.

Après avoir prouvé que l'éthiops et le cinabre n'étaient que des composés de soufre et de mercure sans oxigène et sans hydro-

gène sulfuré, et qu'ils ne différaient l'un de l'autre que par les proportions de leurs principes et sur-tout par le degré d'union de leurs molécules, il m'importait de connaître exactement qu'elles étaient les proportions du soufre et du mercure dans le cinabre, et voici comment j'y suis parvenu.

J'ai pris de très-beau cinabre du commerce, et je l'ai traité par de l'acide-nitro-muriatique très-pur, dont l'action a produit d'une part, dégagement de gaz nitreux, et de l'autre, oxidation du mercure et formation d'acide sulfurique par la combustion du soufre.

J'ai versé dans ce mélange transparent du nitrate de baryte en excès, et j'ai obtenu, sous forme de précipité, du sulfate de baryte, que j'ai lavé, séché, calciné et pesé avec soin.

J'ai enfin versé dans la liqueur restante de la potasse très-pure, et j'ai obtenu un précipité d'oxide de mercure jaune, que j'ai également lavé, desséché avec soin, et revivifié dans une cornue avec un peu de tartrite acidule de potasse, pour décomposer la petite portion de muriate de mercure que contenait l'oxide.

Pour connaître la quantité de soufre con-

tenu dans mon sulfate de baryte, j'ai établi mes calculs sur l'analyse très exacte du sulfate de baryte présenté à la classe par Thenard.

J'avais opéré sur trois cents parties, et je n'ai éprouvé qu'une perte de deux parties.

Il résulte de cette analyse que le beau cinabre est composé par cent de 13.4228 de soufre, et de 86.5772 de mercure.

J'ai analysé de même de très-beau cinabre que j'avais fabriqué, et j'ai reconnu qu'il contenait par cent 13.5334 de soufre et 86.7776 de mercure.

Ainsi on peut, en prenant des termes ronds, regarder le cinabre comme un composé par quintal de treize livres un tiers de soufre, et de quatre-vingt-six livres deux tiers de mercure

Jusqu'ici, tous les auteurs avaient varié sur ces proportions. Les uns disaient que le cinabre contenait un tiers de soufre, d'autres un quart, d'autres un sixième, d'autres un dixième, d'autres enfin un trentième.

Je reviendrai dans un autre Mémoire sur l'action des principaux corps de la nature sur le cinabre, sur les altérations qui en résultent, et sur-tout sur son emploi dans la peinture.

EXPÉRIENCES

Sur le muriate d'iridium et de potasse;

PAR M. VAUQUELIN.

Muriate bleu d'iridium et de potasse.

Si l'on met une quantité de potasse ou d'ammoniaque nécessaire pour saturer l'acide muriatique qui tient l'oxide d'iridium en dissolution, il se forme un précipité bleu floconneux; si, au contraire on emploie un excès de ces alcalis, il ne se forme point de précipité quand la dissolution ne contient pas d'autres métaux que l'iridium. Dans tous les cas, les liqueurs restent bleues.

Si à une certaine quantité de dissolution bleue d'iridium on mêle du sulfate d'alumine et qu'on mette ensuite sur ce mélange de la potasse ou de l'ammoniaque, il se produit sur-le-champ un précipité bleu, qu'un excès de ces alcalis ne redissout pas aussi facilement que s'il n'était formé que d'oxide d'iridium pur.

Sur une dissolution de muriate d'iridium si l'on verse du lait de chaux, il se forme au moment où l'acide est saturé, un précipité qui est une combinaison de chaux et d'oxide d'iridium. Ces combinaisons ne sont pas d'un bleu très-brillant, quoique les dissolutions d'où elles ont été tirées fussent d'un bleu très-éclatant et très-pur.

Expériences pour déterminer la solubilité du Muriate d'iridium et de potasse.

12 grammes de ce sel mis avec 120 gram. d'eau bouillante n'ont pas été dissous, il en est resté 4 grammes; 8 grammes ont donc été dissous.

Pendant le refroidissement de la dissolution qui n'est pas descendu au-dessous de 14 degrés centigrades, 2 grammes 6 dixièmes de sel se sont séparés sous forme de cristaux octaèdres réguliers, d'un noir brillant; il est donc resté 5 grammes 4 dixièmes de sel en dissolution. D'après cela, la capacité de l'eau à 100 degrés, est à celle de l'eau à 14 degrés pour dissoudre ce sel comme 80 est à 54.

L'eau à 14 degrés peut donc dissoudre $\frac{1}{11}$ de son poids de ce sel, ou environ 5 pour cent.

J'ai dit dans mon mémoire sur l'iridium que le muriate d'iridium et de potasse était peu soluble dans l'eau ; mais pour connaître cette propriété , je m'étais contenté de mettre ce sel en petits cristaux avec de l'eau froide qui , en effet , n'en dissout que très-peu , probablement à cause de la grande cohésion qu'il oppose à l'action de l'eau ; mais quand cette force a été vaincue par la chaleur de l'eau bouillante , celle-ci en retient beaucoup plus en dissolution après le refroidissement que si on l'eût employée froide d'abord.

Il en est probablement de même pour tous les sels dans lesquels la cohésion est grande.

L'eau mère de ce sel n'a point cristallisé par l'évaporation du dissolvant poussée assez loin.

Soupçonnant que peut-être , un excès d'acide pouvait mettre obstacle à cette cristallisation , j'y ai mis un peu de carbonate de potasse qui , en effet , a produit une effervescence. Continuant à y mettre de cet alcali jusqu'à cessation d'effervescence à chaud , la liqueur a pris une couleur vert-bouteille , il s'est formé à la surface pendant le refroidissement , une pellicule noire , mais il ne s'est point formé de cristaux.

J'ai mêlé ensuite dans une portion de la liqueur dont je viens de parler, une petite quantité d'acide muriatique sans que la cristallisation ait eu lieu : seulement la liqueur a repris une couleur rougeâtre.

L'acide nitrique mis en excès dans cette liqueur verte, lui donne une couleur rouge très-intense, et lorsqu'on en met dans une certaine proportion que je n'ai pas déterminée, il lui communique une couleur bleue. La liqueur contenait cependant encore la matière du sel noir; car l'alcool en précipitait beaucoup, et la liqueur perdait presque entièrement sa couleur.

Ne pouvant obtenir de cristallisation par les moyens que je viens d'indiquer, j'ai fait évaporer la liqueur jusqu'à ce qu'elle ait été réduite à un quart de son volume environ : alors, il s'y est formé un dépôt floconneux de couleur vert-bouteille, contenant quelques cristaux qui, je crois, étaient du muriate de potasse.

J'ai mis de l'eau sur ce magma pour voir s'il se redissoudrait, mais je me suis assuré qu'il était insoluble; après qu'il a été bien lavé et séché il avait une assez belle couleur bleue, tandis que la liqueur de laquelle il avait été séparé avait une couleur verte,

Celle-ci étendue d'eau s'est troublée, et a déposé une nouvelle quantité de matière qui m'a paru semblable à la première.

Une portion du dépôt ci-dessus mis avec de l'acide nitrique ne s'y dissolvait que très-lentement à froid ; à l'aide de la chaleur, au contraire, la dissolution s'est opérée promptement, et la liqueur qui en est résultée avait une très belle couleur bleue.

Par l'ébullition soutenue pendant quelque tems, cette dissolution a pris une couleur purpurine tirant au violet ; mais elle n'est point rouge, comme avec l'acide muriatique.

Aussitôt qu'on a joint l'acide muriatique à l'acide nitrique qui tenait cette matière en dissolution, et qu'on a fait chauffer le mélange, il a pris une couleur rouge, et a fourni par l'addition de l'ammoniaque un sel triple noir.

Un demi gramme de la matière bleue mise avec l'acide muriatique étendu ne paraissait pas s'y dissoudre à froid ; au moyen de la chaleur, la dissolution s'est *promptement* accomplie, et la liqueur est passée au rouge-brun. Par l'évaporation elle a donné du sel noir, ce qui prouve que la matière n'était pas entièrement privée de potasse quoiqu'elle eût été lavée.

Un demi-gramme de la même matière mise avec l'acide sulfurique concentré, ne s'est dissoute qu'en ajoutant de l'eau et faisant chauffer le mélange; elle avait une belle couleur bleue, et ne précipitait pas sensiblement le nitrate d'argent.

La solution de potasse que l'on fait bouillir en suffisante quantité sur la matière bleue dont il s'agit, la dissout, et il en résulte une liqueur bleue magnifique.

La liqueur qui avait fourni le dépôt sur lequel on a fait les expériences ci-dessus, a encore donné par l'évaporation un nouveau dépôt, mais qui est resté vert.

Cette liqueur évaporée à siccité et redissoute ensuite dans l'eau, et mêlée à une solution de potasse, prend peu-à-peu une superbe couleur bleue. En chauffant le mélange, la couleur paraît plus promptement.

Sur les couleurs qui résultent du mélange des dissolutions bleues et rouges d'iridium.

Si l'on mêle ensemble de la solution bleue d'iridium avec la dissolution rouge du même sel, l'on peut obtenir une série de couleurs vertes de toutes les nuances suivant le rap-

port de ces dissolutions. C'est aussi ce que l'on observe en faisant chauffer la dissolution bleue jusqu'à l'ébullition ; le bleu passant successivement au rouge-brun , doit donner toutes les nuances de vert.

Cela prouve que la dissolution d'iridium qui nous paraît rouge-brun quand elle est concentrée, est véritablement jaune, ou au moins s'approche plus de cette couleur que du rouge pur ; car cette couleur donnerait par son mélange avec le bleu , des nuances de cramoisi , de pourpre et de violet, suivant les proportions respectives où ces deux couleurs seraient mêlées ; l'on voit , en effet, la couleur rouge-brune passer au jaune fauve à mesure qu'on l'étend d'eau.

Je pense cependant qu'il y a des circonstances où cette dissolution passe au rouge pur , puisque l'on obtient quelquefois des pourpres et des violets très-beaux. Par exemple, dans une dissolution concentrée de muriate d'iridium rouge-brun , si l'on met de l'ammoniaque en excès, la couleur passe au jaune pâle ; le mélange exposé ensuite au soleil devient blanc comme de l'eau ; mais bientôt il paraît purpurin , ensuite violet et enfin bleu ; le même effet a lieu avec la

potasse et probablement avec les autres alcalis.

Il paraîtrait aussi que le muriate d'iridium et de potasse qui nous semble noir quand il est cristallisé, serait composé de rouge et de bleu ; car quand on l'écrase sur un corps blanc, il y laisse des taches pourpres, et lorsqu'on fait évaporer sa dissolution, elle forme sur les parois du vase un léger enduit bleu, tandis que la liqueur conserve toujours sa couleur rouge-brune.

J'ai dit dans mon dernier mémoire sur l'iridium que les couleurs bleues et rouge que présentent les dissolutions de ce métal, dépendaient d'une différence dans l'oxigénation ; mais les nouvelles expériences que je viens de rapporter, me laissent du doute à cet égard.

SECOND MÉMOIRE

Sur le cinabre ;

PAR M. ARMAND SÉGUIN.

Lra à l'Institut, le 26 plaviose an 10.

Le premier Mémoire sur le cinabre, que j'ai eu l'honneur de présenter à la Classe, le seize du présent, renfermait des expériences très-exactes qui, suivant moi, prouvaient d'une manière concluante que l'éthiops n'est point, ainsi que l'avait pensé M. Berthollet, un mélange de soufre, de mercure et d'hydrogène sulfuré; que l'éthiops et le cinabre ne contiennent pas d'oxigène, ainsi que l'avait annoncé Fourcroy et beaucoup d'autres chimistes; enfin que l'éthiops et le cinabre ne sont que des composés de soufre et de mercure, sans oxigène et sans hydrogène, et qu'ils ne diffèrent l'un de l'autre que par la proportion de leurs principes, et sur-tout par le degré d'union de leurs molécules.

Après la lecture de ce Mémoire, il s'éleva entre quelques membres de la Classe une légère discussion sur les conséquences que je tirais de mes résultats.

M. Deyeux observa que l'absence de l'oxygène dans le cinabre lui paraissait peu probable. Il n'existe pas, dit-il, un seul élève en pharmacie, qui ne sache qu'il se dégage une très-grande quantité d'hydrogène sulfuré pendant la formation de l'éthiops; or, comme ce dégagement provient de la décomposition de l'eau, que devient alors l'oxygène, s'il ne se combine pas avec le mercure?

Quoique je n'eusse jamais observé ce dégagement d'hydrogène sulfuré pendant la formation de l'éthiops, l'énoncé de M. Deyeux me fit douter que j'y eusse fait assez d'attention. Je me proposai donc de rechercher avec soin s'il était vrai que pendant la formation de l'éthiops, il se dégage de l'hydrogène sulfuré.

M. Berthollet observa ensuite qu'il lui paraissait bien démontré que le cinabre ne contient point d'oxygène, mais qu'il ne lui semblait pas également prouvé que l'éthiops ne contient pas d'hydrogène sulfuré.

Quoique dès-lors je fusse bien convaincu

de l'exactitude de mes énoncés, je ne crus point devoir insister plus longtems contre l'opinion d'un savant aussi distingué. Je proposai donc de regarder cette dernière question comme indéterminée, me réservant intérieurement de faire de nouvelles expériences dont les résultats fussent si concluans qu'il ne pût exister le moindre doute sur la manière de les envisager et de les expliquer.

Mes premières expériences prouvaient bien que pendant le changement de l'éthiops en cinabre, on n'obtient point d'hydrogène sulfuré; mais on pouvait m'observer que ce n'était point une raison pour que l'éthiops n'en contînt pas, attendu qu'il était possible que l'oxigène qu'on supposait de même entrer dans la composition de l'éthiops, se combinât avec l'hydrogène pendant la transformation de l'éthiops en cinabre, et reformât de l'eau.

Mais comme M. Berthollet convenait que le cinabre ne contenait ni oxigène ni hydrogène, le problème à résoudre était de prouver qu'on peut transformer du cinabre en éthiops, sans contact d'oxigène et d'hydrogène, et conséquemment que ces deux principes ne sont point nécessaires à la composition de l'éthiops.

Je me suis donc occupé de la solution des deux problèmes résultans, l'un de l'observation de M. Deyeux, l'autre de celle de M. Berthollet, non que cette solution fût très-importante en elle-même ; mais parce qu'il est toujours avantageux, en marchant dans la carrière des sciences, de laisser derrière soi le moins de doute qu'il est possible.

J'ai mis dans une petite cornue recourbée deux parties de soufre et une de mercure ; et j'ai plongé la partie recourbée de la cornue dans une dissolution d'acétite de plomb. J'ai chauffé ; le soufre et le mercure se sont combinés et ont formé de l'éthiops ; mais il n'y a eu aucun précipité dans la dissolution d'acétite de plomb, preuve qu'il ne s'est point dégagé d'hydrogène sulfuré. J'ai même continué le feu jusqu'à ce que le cinabre fût formé, et je n'ai pas eu davantage de précipité dans la dissolution.

J'ai pris trois parties de soufre et une de mercure. Je les ai mises dans un mortier de marbre, que j'ai bien hermétiquement recouvert d'un linge imbibé d'une dissolution d'acétite de plomb. Au milieu de ce linge était une légère ouverture qui permettait l'entrée du pilon, mais non la communication de l'air extérieur avec l'intérieur du

mortier. J'ai trituré pendant trois heures, et j'ai obtenu de très-bel éthiops, mais sans dégagement de gaz hydrogène, dont la présence aurait été très-sensible par l'altération de couleur de l'acétite de plomb. Ce dont je me suis assuré, en mettant dans le mortier, après en avoir retiré l'éthiops, quelques gouttes d'une dissolution d'hydrogène sulfuré, qui au bout de très-peu d'instans ont parfaitement noirci le linge.

J'ai mis dans un mortier une partie de soufre fondu, et une partie de mercure à quatre-vingt degrés. J'ai recouvert le mortier avec un linge imbibé d'acétite de plomb, et en triturant pendant une heure, j'ai obtenu de très-bel éthiops, mais sans dégagement d'hydrogène sulfuré, et conséquemment sans altération de couleur de l'acétite de plomb.

Dans toutes ces expériences, l'odorat ne m'a pas plus que l'acétite de plomb indiqué le moindre atôme d'hydrogène sulfuré.

Il paraît donc parfaitement démontré que pendant la formation de l'éthiops, soit à froid, soit à chaud, il ne se dégage pas d'hydrogène sulfuré, ainsi que l'avait annoncé M. Deyeux, et conséquemment qu'il n'y a pas de décomposition d'eau. L'éthiops

est donc un simple composé de soufre et de mercure sans hydrogène et sans oxigène. Pour prouver encore mieux cette dernière vérité qui se trouve résoudre le problème résultant de l'énoncé de M. Berthollet sur la nature de l'éthiops, j'ai fait les expériences suivantes.

J'ai pris de beau cinabre en poudre, bien sec, j'en ai rempli un tube de verre recourbé et fermé par une de ses extrémités. J'ai plongé dans du mercure l'extrémité non bouchée de ce tube, et j'ai chauffé légèrement l'extrémité bouchée. Tout le cinabre contenu dans cette extrémité, s'est transformé en éthiops, tandis que celui qui était dans la partie du tube non échauffée, n'a nullement changé de nature. Il ne s'est, pendant cette expérience, dégagé aucune espèce de fluide.

J'ai répété la même expérience, mais lorsque le cinabre a été transformé en éthiops, j'ai laissé refroidir l'appareil sans le déranger. Je l'ai ensuite chauffé de nouveau avec plus de force, et l'éthiops s'est transformé en cinabre; de sorte qu'après l'expérience, je n'ai retiré du tube que du cinabre parfaitement semblable à celui que j'avais employé.

Dans ces deux expériences, le seul changement de degré de combinaison du soufre et du mercure, sans aucun changement de proportion, a suffi pour transformer l'éthiops en cinabre et le cinabre en éthiops, ce qui prouve bien que la présence de l'oxygène ou de l'hydrogène ne coopère en aucune manière à ces transmutations.

J'ai pris du cinabre nouvellement fait et réduit en poudre; je l'ai fait sécher dans une étuve, j'y ai mêlé un peu de mercure, et, en broyant ce mélange, il s'est transformé en éthiops sans le moindre dégagement d'hydrogène sulfuré, ce que j'ai reconnu par le linge imbibé d'acétite de plomb.

J'ai d'un autre côté, mélangé du soufre et du cinabre bien secs. La couleur du cinabre s'est trouvée sensiblement altérée. J'ai rempli avec ce mélange un tube de verre recourbé, et fermé à l'une de ses extrémités. J'ai plongé dans le mercure la partie non bouchée de ce tube, et j'ai chauffé légèrement l'autre extrémité. La portion du mélange contenue dans cette dernière s'est transformée en éthiops, tandis que la portion non chauffée est restée dans le même état.

Dans ces deux dernières expériences, il a suffi d'opérer un changement dans les pro-

portions du soufre et du mercure , pour transformer du cinabre en éthiops , ce qui prouve bien que l'hydrogène ni l'oxigène ne sont nullement nécessaires à la formation de ces deux composés.

Ce qu'il y a de remarquable dans le rapprochement de ces résultats , c'est que le cinabre semble être un point fixe , où les proportions du soufre et du mercure , de même que leur degré de combinaison sont invariables , tandis que dans l'éthiops , il peut exister des variations non-seulement dans les proportions de ses principes , mais encore dans leur degré de combinaison.

C'est ainsi ,

1°. Que dans l'éthiops , fait à la manière ordinaire , le soufre se trouve dans une proportion très-grande qui surpasse de beaucoup celle du mercure ;

2°. Que dans l'éthiops , fait par le mélange de soufre et de cinabre , le soufre se trouve dans une proportion moindre que celle du mercure ;

3°. Que dans l'éthiops qu'on obtient en faisant chauffer légèrement du cinabre , la proportion comparative du soufre est encore moindre ;

4°. Qu'enfin dans l'éthiops fait par le

mélange de cinabre et de mercure, la proportion du soufre est infiniment petite, comparativement à celle du mercure.

Le degré de combinaison entre le soufre et le mercure, varie également suivant l'une ou l'autre de ces proportions.

Je ne connais dans la chimie aucun mélange qui présente cette singularité.

De toutes ces expériences et de celles énoncées dans mon premier Mémoire, il résulte,

1°. Que pendant la formation de l'éthiops, il n'y a ni décomposition d'eau, ni dégagement d'hydrogène sulfuré ;

2°. Que l'éthiops et le cinabre ne sont que des composés de soufre et de mercure, sans mélange d'hydrogène et d'oxigène ; et que les différences qui existent entre eux ne proviennent que de la proportion de leurs principes, et de leur degré de combinaison ;

3°. Enfin que dans le cinabre, la proportion des principes, et le degré de combinaison sont invariables, tandis que dans l'éthiops, ils varient de telle sorte que souvent la proportion du soufre surpasse celle du mercure, tandis que d'autres fois, la proportion du mercure surpasse celle du soufre

RECHERCHES

*Sur la nature du lichen d'Islande ;
et sur son emploi comme aliment.*

PAR M. J. BERZELIUS (1).

Traduit de l'allemand.

Cette espèce remarquable de lichen, dont on fit d'abord usage en Islande, est connue depuis longtems parmi nous comme un des meilleurs médicamens nourrissans et fortifiens. Les médecins l'emploient journellement avec le plus grand succès dans les maladies chroniques, où il y a marasme, et dans lesquelles l'estomac est si faible et si irritable, que les alimens ordinaires ne peuvent point soutenir le malade. Dans beaucoup de cas, ce remède non-seulement soutient le malade, mais lui fait même reprendre de l'embonpoint. Comme l'on sait que les Islandais recueillent le lichen pour en faire leur principale nourriture, les faits que

(1) Voy. Journ. de chim. de Schweigger, tom. VII, pag. 317

je viens de citer ont engagé les savans à entreprendre la culture chez nous. Urban Hjerne, notre compatriote, recommanda beaucoup l'usage de ce végétal, mais le principe amer qui y est mêlé avec le principe nourrissant le rend peu agréable au palais; et c'est probablement là la cause qui a fait restreindre son emploi à l'usage médical.

Depuis Hjerne, on a fait plusieurs expériences sur le lichen d'Islande; celles de M. Proust méritent sur-tout notre attention (1). Ce chimiste observa que le végétal dont nous nous occupons était assez abondant en Espagne. A l'occasion de la disette qui se fit ressentir dans plusieurs provinces de l'Espagne, au commencement de ce siècle, qui fut suivie de maladies épidémiques très-graves, il tenta de l'employer comme aliment.

Plus tard, les expériences de M. Proust furent répétées chez nous sous la direction de M. J.-P. Westring (2), médecin du roi. M. Westring, à ce qu'il paraît, a mieux réussi que M. Proust à lui ôter cette amertume qui en rend l'usage désagréable.

(1) Journal de physique de Delamétherie 1806.

(2) J.-P. Westring's Svenska Lafvarnas Forg. historia, 1 Bd. 6 Häft.

Voici le précis du Mémoire de M. Proust. Mettant tremper le lichen d'Islande concassé, dans l'eau froide, celle-ci en extrait le principe amer, et le lichen perd 0.03 de son poids. L'eau chaude extrait le principe amer bien plus promptement, mais elle enlève en même tems à-peu-près 0.03 de principe nourrissant, perte qui se trouve suffisamment compensée par la plus grande promptitude de l'opération (1). Faisant bouillir le lichen avec de l'eau pendant un quart d'heure, il se ramollit autant qu'il est susceptible de l'être, et l'eau se charge de toutes ses parties solubles; par cette opération, 1 livre de lichen donne 3 livres d'une substance qui peut être préparée pour servir d'aliment. La partie membraneuse de la plante est tellement amollie par l'ébullition, qu'elle fond presque dans la bouche, et qu'on peut la manger tout comme les cartilages les plus tendres des jeunes animaux. Le lichen qui a été soumis à l'ébullition se conserve très-bien après avoir été préalablement desséché. Lorsqu'on veut le préparer pour l'usage alimentaire, il ne s'agit que de le détrempier dans

(1) Nous verrons plus bas, que M. Proust a commis une erreur sur ce point.

l'eau chaude, soit douce, soit salée. On peut emporter le lichen d'Islande, ainsi préparé, dans les voyages sur mer; il peut remplacer les légumes verts qu'il est presque impossible d'avoir à bord des bâtimens, et il sera sur-tout d'une grande ressource, lorsque l'équipage est attaqué ou menacé du scorbut. M. Proust essaya de préparer le lichen d'Islande de différentes manières, et il obtint un aliment assez agréable sous différentes formes.

Ce chimiste trouva par l'analyse dans ce lichen 0.03 de principe amer, soluble dans l'eau froide, 0.33 de principe semblable à la gomme, soluble dans l'eau bouillante, qui se prend en gelée par le refroidissement, et que le tannin précipite de la même manière que la gélatine; enfin 0.64 de substance charnue insoluble.

M. Westring, outre ses recherches qui tendent à tirer parti du principe colorant contenu dans le lichen d'Islande, a publié une analyse de cette plante. Selon lui, elle contient de la *gélatine*, de la *gomme*, du *principe amer*, de la *résine*, de l'*albumine*, et du *principe colorant*. Il est de fait que plusieurs des substances mentionnées ne s'y trouvent pas du tout. Quoi qu'il en soit, il

a trouvé que l'alcali en extrait l'*amer*. Cette observation est parfaitement juste, et facilite singulièrement l'usage alimentaire du lichen: du reste, M. Westring a fait des essais semblables à ceux de M. Proust sur la préparation de cette plante comme aliment.

A. *Analyse du lichen d'Islande.*

Mettant tremper le lichen dans l'eau froide, cette dernière contracte au bout de vingt-quatre heures une couleur jaune-brun et un goût amer. Décantant la première eau et la remplaçant par de la nouvelle, celle-ci contracte au bout du même tems la même couleur et le même goût. L'on peut répéter plusieurs fois cette opération, sans enlever pour cela au lichen tout son principe amer. Si avant de le mettre tremper, on le réduit en poudre après l'avoir fait dessécher, l'eau se charge davantage et contracte une couleur plus foncée; mais malgré cela, il faudrait des infusions bien souvent répétées pour épuiser tout l'amer. Employant de l'eau chaude pour ces infusions, l'extraction de l'amer s'opère à la vérité plus promptement; mais celle-ci n'a cependant pas lieu complètement, même en faisant bouillir le li-

chen avec l'eau à plusieurs reprises, la dernière décoction est encore très-amère, ainsi que le résidu insoluble. Le principe amer est très-peu soluble dans l'eau, et la plus petite quantité que l'eau en dissout lui communique une amertume insupportable.

A la température moyenne de l'atmosphère, le lichen d'Islande est mou et flexible; desséché à une chaleur modérée, il se durcit, et devient cassant et très-friable.

1. Je versai sur 40 grammes de lichen d'Islande desséché et réduit en poudre, tant grosse que fine, 1 litre $\frac{1}{2}$ d'eau, et j'abandonnai le mélange à lui-même pendant vingt-quatre heures, la température étant de 20°. Au bout de ce tems, je filtrai; la liqueur était d'un brun-jaune clair. Je répétai l'extraction, et je réunis les liqueurs obtenues par les opérations répétées. L'examen préliminaire de l'infusion me donna les résultats suivans.

a) La liqueur d'un brun-jaune clair était presque sans odeur, mais d'un goût amer, désagréable.

b) Elle rougissait sur-le-champ la teinture de tournesol; le papier teint avec le tournesol ne subit ce changement qu'au bout

de quelques instans : donc elle contient un acide libre.

c) Le muriate de baryte y produisit un précipité peu abondant, qui ne se déposa point, et qui n'avait pas l'apparence du sulfate de baryte.

d) Quelques cristaux de nitrate d'argent s'y dissolvaient sans troubler la liqueur : donc elle ne contient pas de muriate. Après quelques heures, l'infusion contracta une couleur rouge de vin.

e) Le sel d'oseille en précipita une quantité notable d'oxalate de chaux.

f) L'acétate de plomb avec excès de base produisit un précipité jaune, et l'infusion se décolora presque entièrement.

g) Le nitrate de mercure au *minimum* produisit le même effet.

h) Le sous-carbonate de potasse fonça considérablement la couleur.

i) Le sulfate de fer fit passer l'infusion au pourpre. La dissolution de colle-forte ne produisit pas de précipité : donc le lichen ne contient pas de tannin, et seulement une très-petite quantité d'acide gallique.

k) L'eau de chaux produisit un précipité qui se déposa lentement et passa au brun-noir. Je le recueillis sur le filtre, je le fis

sécher et le brûlai. Le résidu fut dissous avec effervescence par l'acide muriatique ; l'ammoniaque précipita de cette dissolution du phosphate de chaux. Le précipité ci-dessus était donc formé de phosphate de chaux, et de chaux combinée avec un acide végétal, l'un et l'autre colorés par de l'extractif.

2. J'évaporai l'infusion ; sa couleur se fonce beaucoup, et la liqueur finit par devenir absolument opaque. Elle laissa 2^g.18 de résidu, brun-foncé, ressemblant à un extrait. L'alcool que j'y versai se chargea peu-à-peu d'une substance d'un brun-jaune. Je soumis cet alcool coloré à la distillation ; il laissa un résidu que je continuai d'évaporer dans un vase ouvert ; il devint très-visqueux, et j'eus beaucoup de peine à le dessécher entièrement ; j'en trouvai 1^g.5. Ce résidu est soluble dans l'eau à l'exception d'une substance pulvérulente brun-rouge, que j'avais déjà vu se déposer vers la fin de l'évaporation de l'alcool. Je trouvai 0^g.1 de cette poudre ; son goût était amer : elle provient du principe amer du lichen.

3. La solution aqueuse dépouillée de cette poudre amère, fut évaporée dans un

vase de verre ; elle laissa pour résidu 16.5 d'un sirop brun. Son goût est sucré comme celui du sirop de drèche , laissant un arrière-goût piquant , semblable à celui d'un sel végétal. Je fis redissoudre ce sirop dans l'eau , et je précipitai la solution par l'acétate de plomb avec excès de base. La liqueur qui surnageait le précipité , maintenant d'une couleur beaucoup moins foncée qu'avant la précipitation , fut dépouillée de son excès d'oxide de plomb au moyen du carbonate d'ammoniaque , puis je la filtrai. Par l'évaporation elle me donna un sirop d'une couleur plus claire que celui ci-dessus ; son goût était fade , mais son arrière-goût était encore âcre comme auparavant : l'oxide de plomb ne lui avait donc enlevé qu'un peu d'extractif qui le teignait en brun.

4. La portion que l'alcool n'avait point dissoute se trouva peser 66.38. Ce résidu était brun ; il se dessécha facilement et se convertit en une masse dure et cassante. L'eau le dissout à l'exception d'une petite quantité d'extractif. L'oxalate d'ammoniaque en précipite une quantité d'oxalate de chaux. Cette portion contient donc les sels à base terreuse qui existent dans le lichen. L'extract même est insipide ; il réagit comme acide ,

et décèle en général les propriétés qui caractérisent la portion des extraits insolubles dans l'alcool. Après avoir précipité la dissolution par l'acide oxalique, je l'évaporai et je fis brûler le résidu dans un creuset de platine ; les cendres que j'y trouvai comme résidu rendaient l'eau légèrement alcaline ; après que je l'eus neutralisée par l'acide nitrique, l'eau de chaux en précipita un peu de phosphate de chaux : la quantité de ce phosphate est cependant trop petite pour correspondre à la quantité de chaux précipitée par l'acide oxalique. L'extrait contenait donc, outre le phosphate de chaux, un sel à base de chaux formé par un acide combustible.

5. Je versai sur le lichen épuisé de ses parties solubles dans l'eau froide, une livre et demi d'eau dans laquelle j'avais fait dissoudre 1 gramme de carbonate de potasse cristallisé, et j'abandonnai le mélange à lui-même pendant vingt-quatre heures, à une température de 20°. J'eus besoin de répéter trois fois ce lavage pour épuiser le lichen de tout son principe colorant. Ces infusions alcalines, sans en excepter la dernière, étaient très-amères ; réunies, elles pesaient 6 livres ; je les évaporai à siccité dans une capsule

de porcelaine. Pendant l'évaporation, la couleur passa graduellement au brun foncé, et finit par devenir noire : il resta une masse brune, dure, qui n'avait plus la moindre amertume. Ce résidu se trouva presque entièrement insoluble dans l'alcool ; de manière qu'après avoir saturé la potasse par l'acide acétique, j'enlevai l'acétate de potasse formé, à l'aide de l'alcool. L'extrait restant était très-peu soluble dans l'eau, d'un brun clair ; il se gonfla en une bouillie épaisse qui ne passait à travers le filtre qu'avec beaucoup de peine. Le lichen épuisé par l'eau et par la liqueur alcaline, pesait 35 grammes, après avoir été desséché. L'eau en avait extrait 2^{es}.18 : il reste donc 2^{es}.82 pour la partie enlevée par la liqueur alcaline.

6. Je fis bouillir le résidu du lichen pendant un heure avec 2 livres d'eau dans une capsule, après quoi je jettai le marc sur un morceau de toile que j'avais pesé auparavant, et je l'exprimai ; il passa 1 livre $\frac{1}{2}$ d'une liqueur claire, d'un brun-jaune, qui par le refroidissement, perdit sa transparence et se prit en une gelée consistante. Le résidu du lichen fut encore soumis trois fois à l'ébullition avec une égale quantité d'eau,

mais la liqueur obtenue se prit plus en gelée par le refroidissement. La masse insoluble était gonflée, vert de pré, et semblable à du blanc d'œuf à moitié coagulé. Par la dessiccation elle passa au vert-noir, devint dure et se gerça, offrant une cassure vitreuse. Le morceau de toile sur lequel je l'avais desséchée avait acquis une augmentation de poids de 14^s.28.

7. La gélatine coagulée laissa échapper peu-à-peu du liquide, ce qui me détermina à la mettre sur une toile. Le liquide écoulé, ce qui resta sur la toile forma, après la dessiccation complète, une substance noire et dure qui se trouva peser 11 grammes. Je réunis le liquide qui avait décollé, avec les trois dernières décoctions (6), et je fis évaporer le tout. Pendant l'évaporation, il se forma une pellicule qui allait toujours en augmentant, jusqu'à ce qu'enfin elle coulât à fond, et alors il s'en formait une nouvelle. Le résidu sec se trouva peser 9^s.94. Je versai dessus de l'eau froide qui le rendit gluant comme du savon ou de l'empois, et en dissolvait une partie. Après l'évaporation de cette eau, et après la dessiccation complète de ce qui restait dans la capsule, je trouvai 0^s.45 d'une substance de couleur brune-

jaunâtre. Je versai de l'eau sur cette substance, elle se gonfla d'abord, finit par se dissoudre et former une liqueur visqueuse. L'acétate de plomb ainsi que l'alcool formèrent dans la dissolution un précipité; le tannin ne fit que la troubler légèrement, ce qui indique de la gomme. Ajoutant de l'alcool à la dissolution qui contenait déjà du tannin, j'obtins un précipité qui avait toutes les apparences de la fécule précipitée par l'infusion de noix de galle, il s'agglutina et devint coriace, etc. Ce précipité se divise dans l'eau froide sans s'y dissoudre. Les gommes comme l'on sait ne sont point précipitées par le tannin; l'alcool se charge du tannin mêlé aux gommes, et laisse la partie gommeuse elle-même intacte. Comme il ne se trouve point de gomme dans l'infusion, je supçonnai qu'elle était un produit de l'ébullition. Mais nous reviendrons plus bas sur cette substance.

8. La partie insoluble du lichen fut traitée par l'alcool bouillant. L'alcool se chargea d'une petite quantité de la cire verte que contient la plante, mais il ne dissout pas la plus petite quantité appréciable de résine.

Les expériences ci-dessus nous ont donc fait découvrir dans le lichen d'Islande :

Sirup mêlé d'un peu d'extractif et d'une petite quantité d'un sel végétal.	15.5
Principe amer	0.1
Extractif soluble dans l'eau mêlé de sels à base de chaux.	0.58
Extractif soluble dans le carbonate de potasse.	2.82
Substance coagulable de la nature de la gélatine.	20.23
Gomme formée par l'ébullition	0.40
Squelette insoluble	14.00
	<hr/>
	40 ⁵ .00

Comme la quantité de plusieurs des substances indiquées n'a pas pu être déterminée rigoureusement dans cette analyse, puisque les sels sont restés à côté avec l'extrait, et que la plus grande partie de l'amer a été détruit par l'action de l'alcali; j'ai répété l'analyse par d'autres moyens.

1^o. Je mis digérer pendant vingt-quatre heures 10 grammes de lichen d'Islande, desséché et pulvérisé avec 4 onces d'alcool, après quoi je fis bouillir le mélange pendant un quart d'heure, l'alcool d'écanté avait pris une couleur brune-verdâtre pâle. Je répétai cette extraction par l'alcool, jusqu'à ce que ce dernier ne prît plus de couleur.

Le lichen perdit entièrement sa couleur verte, et devint gris.

2°. Je réunis les différentes décoctions, et je les soumis à la distillation jusqu'à résidu de 2 onces. Je fis évaporer ce restant dans une capsule de verre plate jusqu'à siccité, et j'obtins une substance d'un brun-verdâtre, pulvérulente, douce au toucher et un peu cohérente, du poids de 0^s.99.

3°. Je versai de l'eau tiède sur cette poudre, je jetai le mélange sur le filtre; la partie indissoute restée sur le filtre ayant été bien desséchée, pesait 0^s.46. La liqueur qui avait passé le filtre donna, par l'évaporation, un sirop mêlé de cristaux; il resta tenace, et se trouva peser 0^s.59. Il était donc resté ici plus d'eau adhérente que dans toute la masse desséchée.

4°. Pour séparer les cristaux, j'ajoutai de l'alcool; il dissolvait le sirop, et laissa intacts les cristaux salés par un peu d'extrait brun. De l'eau que j'ajoutai se chargea de l'extrait, et d'une partie du sel dont une portion cependant demeura intacte et absolument blanche, pesant 0^s.09. Ce résidu blanc avait un goût acide et amer, se dissolvait avec peine dans la salive, et rougissait le papier de tournesol; chauffé for-

tement, il répandit une odeur acide et empyreumatique, et se charbonna; son charbon était spongieux, et fournit par l'incinération une quantité considérable de potasse c'était sans contredit du tartre. Si pendant sa combustion il ne répandit pas absolument la même odeur que ce sel, il faut en rechercher la cause dans un restant d'extrait dont il n'avait pu être complètement dépouillé.

5°. La dissolution aqueuse (4) fournit, par l'évaporation, une masse cristallisée d'un brun-jaune, pesant 0^{rs}.1, qui avait également les propriétés du tartre. Comme tout tartre contient du tartrate de chaux, je fis redissoudre le sel dans l'eau, et j'ajoutai de l'oxalate de potasse jusqu'à ce que la liqueur ne fût plus troublée. Le précipité se trouva assez considérable pour la petite quantité de tartre employée. Je fis évaporer à siccité la liqueur séparée par le filtre; j'incinerais le résidu dont je fis dissoudre les cendres dans l'eau; je saturai cette dissolution par l'acide muriatique, après quoi, j'ajoutai de l'eau de chaux en excès. Après quelques heures, je trouvai un dépôt très-peu considérable de phosphate de chaux: les 0^{rs}.09 de sel acide étaient donc

du tartrate acidule de potasse, mêlé d'un peu de tartrate de chaux, et d'un peu de phosphate de chaux. Comme je supposai que cette substance saline pourrait bien aussi contenir du tartrate d'ammoniaque, je m'en procurai par une nouvelle opération, et le mêlai de chaux vive; il se dégagèa une odeur alcaline désagréable, mais très-peu ammoniacale.

6°. La dissolution alcoolique (4) avait un goût amer; évaporée à siccité à une chaleur très douce, elle laissa un résidu de $0^s.4$; de l'eau versée sur ce résidu le dissolvait comme dans la première analyse, à l'exception d'une poudre brunâtre. La dissolution aqueuse avait un goût doux-câtre, et elle fournit par l'évaporation un sirop semblable à celui ci-dessus mentionné. Je débarrassai le sirop de l'extrait adhérent par l'acétate de plomb, et je lui enlevai du plomb surabondant, en y faisant passer du gaz hydrogène sulfuré, après quoi je le fis évaporer. Après ces opérations, il se trouva d'un jaune pâle, et il pesait $0^s.36$; à une température plus élevée, il prit une couleur brune, contracta une odeur désagréable et perdit son goût sucré.

7°. Je fis extraire par l'alcool lcs $0^s.46$

de substance restée indissoute par l'eau (substance 3) ; l'alcool prit une couleur vert foncé, et laissa comme résidu 0^s.22 d'une poudre jaune clair que je reconnus pour être la partie amère du lichen, dégagée de tout mélange. La solution alcoolique donna par l'évaporation une masse à moitié pulvérulente, c'était de la cire végétale verte, dont le goût et l'apparence extérieure indiquaient assez qu'elle contenait une quantité considérable d'amer. J'essayai de séparer les deux substances, tant à l'aide de l'éther, qu'à l'aide du carbonate de potasse ; mais je ne réussis complètement, ni par l'un ni par l'autre de ces modes : l'éther dissolvait un peu d'amer, la potasse une quantité considérable de cire. L'éther laissa un résidu de 0^s.06 d'amer, mais les 0^s.18 de cire qu'il avait dissoute contenaient encore de l'amer. Ces 0^s.46 contenaient donc 3^s.28 d'amer et 0^s.10 de cire. Mais l'on peut bien, sans commettre d'erreur, supposer la quantité d'amer de 0^s.3, et celle de la cire, de 0^s.16.

8°. Je traitai à plusieurs reprises le résidu de lichen laissé par l'alcool, avec de l'eau à +35°. Cette eau contracta une couleur brun-

jaune claire, et donna par l'évaporation 0^s.33 d'une masse transparente d'un jaune brunâtre, presque insipide, avec un arrière-goût un peu âcre; mise dans l'eau, elle devint d'abord visqueuse et demi-opaque, comme de la gomme, après quoi elle se fondit, laissant pour résidu un extractif pulvérulent brun. La solution ne réagit point comme acide; le sel d'oseille y produisit un précipité abondant: donc elle contient un sel à base de chaux. J'imaginai d'abord que c'était du malate de chaux; mais comme les dernières infusions aqueuses en contenaient aussi bien que les premières, ce devait être un sel peu soluble, et je m'assurai plus tard que c'est du tartrate de chaux. L'acétate de plomb avec excès de base ajouté à la dissolution y produisit un précipité peu abondant, et l'addition d'un alcali rendit sa couleur plus foncée. La quantité de tartrate de chaux est trop petite pour que je puisse en indiquer le poids. Du reste, la matière dissoute dans l'eau tient de la gomme et de l'extractif; mais cependant elle se rapproche plus de la première.

9°. Le lichen extrait par l'eau fut mis à digérer à 35° pendant vingt-quatre heures avec une pinte d'eau, dans laquelle j'avais

fait dissoudre 2 grammes de carbonate de potasse cristallisé : la liqueur passa au brun foncé. Après que j'eus décanté le liquide , je lavai le lichen à plusieurs reprises avec de l'eau , je réunis les liqueurs , et fis évaporer à une douce chaleur , ajoutant , pendant l'évaporation de l'acide acétique jusqu'à complète saturation de la potasse. J'obtins un résidu d'un brun-noir que je détrempai avec de l'eau , après quoi , j'ajoutai de l'alcool que je renouvelai au bout de vingt-quatre heures. La première portion d'alcool employée était à peine devenue jaunâtre , la seconde était restée sans couleur ; je soumis cet alcool à la distillation ; il se déposa sur les parois de la cornue des petits et grands cristaux que je reconnus pour du tartrate de chaux. On voit que ce sel a la propriété de se dissoudre dans la potasse sans se décomposer. A la fin , il resta dans la cornue de l'acétate de potasse , légèrement teint en jaune. L'extrait même se changea par l'action de l'alcool en une masse semblable en tout au gluten ; cette masse devint dure , brillante et cassante par la dessiccation ; j'en obtins 0^s.7.

10°. Je fis bouillir , à plusieurs reprises , de l'eau sur le résidu laissé par la liqueur

de carbonate de potasse. La partie coagulée de la décoction , bien séparée du liquide adhérent , et desséchée , se trouva peser 2^g.28. La portion restée liquide laissa après l'évaporation , 2^g.18 de résidu , dont 0^g.66 se trouvèrent être solubles dans l'eau froide.

11^o. Le résidu insoluble pesait 5^g.62.

Avant de détailler davantage les résultats de cette analyse , j'ajouterai un mot sur chacune des substances dont elle nous fait connaître l'existence dans le lichen.

I. *De l'amer du lichen.*

La dernière analyse fait voir (sub. 7) les moyens d'obtenir l'amer dans son état de pureté. Dans cet état , il est pulvérulent , léger , d'un jaune pâle , d'un goût excessivement amer , qui reste longtems dans la bouche. Chauffé sur un carreau de verre , il se liquéfie à moitié , devient jaune , se boursoufle , fume , exhale une odeur désagréable , à-la-fois acide et empireumatique , et laisse un charbon spongieux , difficile à incinérer parfaitement , et laissant une très-petite quantité de cendres grisâtres. Il est très-peu soluble dans l'eau : sa dissolution aqueuse

saturée , est d'une couleur verdâtre , pâle , et et d'une amertume insupportable ; par l'évaporation à une douce chaleur , elle laisse pour résidu une poudre grise qui est l'amer , jouissant des mêmes propriétés qu'avant sa dissolution. Si l'on fait bouillir longtems cette dissolution , elle passe au brun ; il se précipite une poudre brune , et le goût amer disparaît.

L'amer est un peu plus soluble dans l'alcool que dans l'eau ; mais cependant ce premier n'en dissout qu'une petite quantité. La dissolution alcoolique est d'un vert jaunâtre ; après l'évaporation , l'amer reste sous la forme d'une poudre assez semblable au pollen de certaines plantes. Les carbonates alcalins en liqueur sont son meilleur dissolvant. La dissolution est verte et d'une amertume extrême ; par l'ébullition elle perd son amertume , car l'amer se détruit. Saturant l'alcali par un acide , par l'acide muriatique ou acétique , l'amer est précipité sous forme d'une poudre blanche qui a l'apparence de l'alumine précipitée de l'alun par l'ammoniaque caustique. L'acide ajouté en excès , ne redissout pas le précipité. L'acétate de plomb avec excès de base , précipite de la dissolution aqueuse

de l'amer, une poudre grise clair; le nitrate de mercure au *minimum* y produit un précipité mucilagineux blanc. Les sels à bases de fer n'y produisent aucun changement, supposé que l'on ait employé pour la dissolution de l'amer bien lavé; car dans le cas contraire, il y a de l'acide gallique adhérent qui donne lieu à un précipité pourpre. — L'infusion de l'ichen d'Islande abandonnée à elle-même, fût-ce dans un lieu froid, entre peu-à-peu en fermentation au bout de quelque tems, se couvre d'une pellicule blanche, contracte l'odeur du suc de cassis en fermentation, et son goût amer est entièrement détruit.

II. *Des acides et des sels contenus dans le lichen d'Islande.*

Nous avons vu que l'infusion du lichen rougit le papier de tournesol, et que cela provient du tartrate acidule de potasse qui y est contenu. Elle contient aussi du tartrate et du phosphate de chaux, mais point de muriate de potasse ni de sulfate de potasse.

Je fis incinérer 10 grammes de lichen desséché, j'obtins 0^s.11 de cendres

blanches-grisâtres. Je lessivai ces cendres avec de l'eau ; elle dissolvait une quantité inappréciable d'un alcali libre ; mais elle n'offrit pas de traces d'un autre substance saline quelconque. Après que l'alcali de la lessive eût été neutralisé par l'acide nitrique, le nitrate d'argent ne la troubla pas le moins du monde. De l'acide muriatique versé sur la partie des cendres insoluble dans l'eau, la dissolvait avec effervescence, laissant pour résidu un peu de silice d'une couleur grisâtre ; l'ammoniaque versée dans cette dissolution, y fit un précipité blanc qui jaunît à l'air, comme le précipité obtenu d'une dissolution de phosphate de chaux ferrugineux : aussi, tous les essais auquel je soumis mon précipité, me confirmèrent-ils que c'était du phosphate de chaux mêlé de fer. La chaux formait la plus grande partie de ces cendres ; je la précipitai de la dissolution muriatique par le sel d'oseille.

III. *De l'extrait et de la gomme du lichen.*

Les chimistes n'ont point encore suffisamment caractérisé l'extrait ; ils ont même compris, sous cette dénomination, un si grand nombre de substances tellement hé-

térogènes, qu'on ne peut attacher, à ce mot, qu'une idée très-vague. L'une des propriétés les plus communes de *l'extrait*, c'est de se séparer peu-à-peu pendant l'évaporation au contact de l'air, sous forme d'une poudre brune peu soluble. Cette propriété convient à la substance dont je fais mention, sous le nom d'extrait; mais les deux substances que j'ai obtenues de la même manière dans mes deux analyses, diffèrent tellement, qu'on pourra difficilement les ranger sur la même ligne.

Dans la première analyse j'obtins, à l'aide de la liqueur de potasse, une substance brune très-colorante, assez soluble dans l'eau et formant avec elle une solution opaque brun-foncé. Dans la seconde analyse que je commençai à l'aide de l'acool, j'obtins, par le moyen de la liqueur de potasse, une substance d'un brun moins foncé, qui, après que j'eus saturé l'alcali par l'acide acétique, et lavé le sel par l'acool, devint élastique comme le kaoutschouk, et qui, dans cet état, se trouva très-peu soluble dans la liqueur de potasse et dans l'eau. Lorsque je l'échauffai fortement, elle se boursouffla en répandant une odeur empyreumatique végétale. Quant à l'apparence

extérieure, elle ressemblait un peu au blanc d'œuf coagulé ; mais elle n'est pas comme l'albumine, soluble dans l'acide acétique, elle n'est point précipitée comme lui par les acides minéraux ; exposée à une température élevée, elle ne répand point comme lui une odeur animale. L'acétate de plomb à excès de base, ajouté à une solution aqueuse de cette substance, y produisit un précipité d'un jaune sale ; le sulfate de fer et le sulfate de cuivre, n'y produisirent aucun changement ; lorsque j'ajoutai un peu d'alcali à la dissolution aqueuse qui contenait déjà du sulfate de fer, il s'y forma un précipité vert de bouteille, qui ne changea point de couleur à l'air. Comme j'obtiens ces deux substances si hétérogènes, dans l'une et l'autre analyse, et dans les mêmes proportions, il n'y a pas de doute qu'elles ne doivent toutes deux leur origine à la même partie constituante du lichen, modifiée dans l'un et l'autre cas par les agens employés pour l'analyse. Cette partie constituante est la partie colorante, et c'est la mutabilité de principe colorant qui nous met à même de produire tant de nuances différentes en employant la même substance colorante, seulement en variant les mordans.

IV. *De la partie constituante du lichen soluble seulement dans l'eau bouillante.*

Cette substance est la plus remarquable de toutes celles contenues dans le lichen. *Proust* la compare à la gomme ; *Westring* l'appelle substance gélatineuse, et la compare, je ne sais trop pourquoi, à la gélatine de la corne de cerf. puisqu'elle n'a de commun avec cette gélatine, que la faculté de se prendre en gelée par le refroidissement.

Nous avons vu que cette substance se dissout pendant qu'on fait bouillir le lichen avec de l'eau; que le liquide qui a passé le filtre se prend par le refroidissement en gelée opaque. Cette gelée est ordinairement brunâtre, couleur qui provient d'un restant d'extractif. En lavant le lichen avec les précautions nécessaires, on peut l'obtenir presque sans couleur. Cette substance est tellement coagulable, que la partie dissoute se sépare comme une masse continue qui, plus tard, se contracte et abandonne le liquide qui lui servait de dissolvant. Jetant la masse coagulée sur le filtre, la plus grande partie du liquide découle, et la gélatine se con-

tracte de plus en plus. Une solution de gélatine animale offre en se coagulant des phénomènes bien différens : elle se fige à la manière de la graisse fondue , et ne laisse point échapper de liquide ; la gélatine du lichen , au contraire , se coagule comme le lait qui tourne : la liqueur qui découle , contient une substance semblable à la gomme et un peu de gomme : le coagulé est l'excédant que l'eau chaude peut en dissoudre de plus que la froide.

La partie coagulée est presque insipide, mucilagineuse sur la langue ; elle laisse un léger arrière-goût analogue à l'odeur qui se répand pendant l'ébullition du lichen , et qui n'a rien de désagréable ; elle se dessèche lentement , et après la dessiccation , elle forme une masse noire , dure comme l'os , d'une cassure vitreuse ; cette masse desséchée se ramollit dans l'eau froide en se gonflant ; dans l'eau bouillante , elle se dissout et forme une gelée coagulable. Ici , la matière colorante brune ne se redissout point , et la gélatine une seconde fois coagulée , est absolument blanche , mais opaque. Faisant évaporer le liquide qui s'est séparé cette seconde fois , il reste très-peu de résidu : donc l'eau froide ne retient en

dissolution qu'une très-petite quantité de gélatine.

Pour connaître de plus près cette substance, j'en soumis 3 grammes à la distillation à l'aide de l'appareil pneumato-chimique. Je recueillis dans le récipient une liqueur acide d'une odeur très-désagréable, surnagée de quelques gouttes d'une huile brune et épaisse. Les deux liquides ensemble se trouvèrent peser 2^g.95. En saturant l'acide avec de la chaux calcinée, je ne découvris pas la moindre trace d'ammoniaque. Il resta dans la cornue 1 gramme d'un charbon spongieux et brillant, facile à incinérer, laissant 0^g.15 de cendres grises qui ne contenaient pas d'alcali, mais dans lesquelles je reconnus, à l'aide des réactifs ordinaires, du carbonate de chaux, du phosphate de chaux, un peu d'oxide de fer et un peu de silice. Pendant la distillation, il s'était dégagé 27 $\frac{1}{2}$ décimètres cubes de gaz, c'était un mélange de gaz acide carbonique, de gaz oxide de carbone et d'une petite quantité de gaz hydrogène carboné. Le gaz, ainsi que l'eau de la cuve, avaient une forte odeur d'huile empyreumatique; c'est dans ces gas et l'huile ou

vapeur qu'il faut chercher le complément de 1^{re}.07 de perte.

Ce que nous venons de dire prouve clairement que cette gelée n'a pas la moindre ressemblance avec les substances animales ; elle ne fournit pas d'ammoniaque par la distillation : donc elle ne contient pas d'azote. La grande quantité d'acide produite prouve qu'elle contient une grande quantité d'oxygène dans la proportion de son hydrogène et de son carbone.

Faisant évaporer la solution de cette gelée, ou la faisant bouillir, elle se couvre d'une pellicule qui se contracte peu-à-peu en une pelotte ridée, et se dessèche à la surface, de manière qu'il est très-difficile, même en faisant bouillir le liquide, de concentrer par l'évaporation une solution faible. La peau dont je viens de parler se ramollit dans l'eau froide et devient gluante ; dans l'eau bouillante, elle se dissout ; mais cette dissolution ne se coagule qu'en partie, le reste demeure mollasse comme une forte dissolution de sagou ou de fécule : donc notre gelée, en formant pellicule au contact de l'air, devient plus soluble dans l'eau froide. Dans plusieurs de mes essais, j'observai qu'en employant une trop grande

quantité d'eau pour l'extraction du lichen , on n'obtient que peu de gelée , parce que la coagulabilité de cette dernière est diminuée par la formation des pellicules pendant l'évaporation.

Ajoutant un peu d'acide sulfurique concentré à une solution concentrée chaude de la gelée , elle ne souffre aucune altération par cette addition , et de même coagule par le refroidissement.

A une douce chaleur de digestion , la gelée desséchée se dissout facilement dans l'acide nitrique ; par l'action de l'acide nitrique , elle perd tout a-fait sa viscosité , et il reste au fond du vase une poudre brune qui résiste longtems à l'action de l'acide. Elevant davantage la température , l'acide nitrique est décomposé avec les phénomènes ordinaires ; interrompant l'opération , à quelque époque que ce soit , on ne trouve jamais la plus petite quantité d'acide saccolactique. La plus grande partie de la gélatine se trouve décomposée , et il se forme , à la fin , un peu d'acide oxalique qui ne brunit point par l'évaporation continuée , comme celui obtenu du sucre. Ce résultat prouve que la partie gélatineuse du lichen , n'est ni de la nature de la gomme ni de celle

des mucilages , mais qu'elle se rapproche davantage de la fécale.

Faisant passer un courant de gaz muriatique oxigéné à travers une solution de cette gélatine , elle se décolore dans le cas où primitivement elle était brune , mais elle ne subit pas d'autre changement ; elle se coagule comme auparavant , et donne par le tannin un précipité de même nature qu'avant d'avoir été exposée à l'action de l'acide muriatique oxigéné.

La liqueur concentrée de carbonate de potasse n'agit pas d'une autre manière sur la gélatine que l'eau pure. La potasse caustique la dissout même à froid et forme avec elle une solution très - liquide d'un jaune pâle , qui n'est point précipitée par les acides.

La plupart de ces résultats rendent l'identité de notre gélatine avec la fécule tellement probable ; que je résolus de pousser plus loin la comparaison.

Par sa manière de se dissoudre dans l'eau , la gélatine du lichen ressemble absolument au sagou , que nous savons n'être qu'une variété de la fécule , qui , dans le procédé employé pour son extraction , a perdu la

forme de poudre cristalline sous laquelle la nature produit ordinairement la fécule.

Je préparai des solutions également concentrées de gélatine du lichen, de sagou et d'amidon; et comme la première ne peut être obtenue qu'à chaud au degré requis de concentration, je les employai toutes trois à la température d'environ 50°.

a) Le nitrate de mercure au *minimum* produisit dans chacune des trois solutions un léger précipité blanc, qui en troublait à peine la transparence.

b) L'acétate de plomb à excès de base, produisit dans toutes les trois, un précipité blanc qui s'agglutina, et au bout d'une heure, le liquide était devenu absolument clair.

c) Le sulfate de fer ne produisit aucun changement.

d) L'infusion de noix de galles les troubla toutes les trois; il se forma un précipité blanc ou blanc-jaunâtre que l'ébullition faisait disparaître, et qui reparaisait par le refroidissement. Celui obtenu dans la dissolution d'amidon s'agglutina et devint élastique comme le précipité obtenu de la dissolution. Les deux autres restèrent gélati-

neux. Le tannin artificiel ne produisit de précipité dans aucune des trois solutions.

e) L'acétate d'alumine ne précipita aucune des trois dissolutions ; de l'alumine fraîchement précipitée que j'ajoutai à chacun des trois liquides, se rassembla au bout d'une heure au fond des bocaux, colorée en gris foncé.

f) Abandonnant à elles-mêmes les solutions des trois substances, celles de la gélatine du lichen, ainsi que celles du sagou, se conservent assez longtems sans contracter un mauvais goût et une mauvaise odeur ; elles se couvrent seulement de moisissure. Celle de fécule de froment, au contraire, passe bientôt à la putréfaction en contractant une odeur fétide, ce qui provient d'un peu de gluten adhérent.

Ces résultats confirment que la partie gélatineuse du lichen n'est qu'une modification de la fécule, ce qui me détermine à la distinguer par le nom de *fécule du lichen*.

V. De la partie insoluble du lichen.

Après la dissolution de la *fécule*, il reste une partie gélatineuse insoluble, composée des vaisseaux et du squelette de la plante ;

qui est à la fécule du lichen ce que la partie féculo-fibreuse des pommes de terre est à leur fécule (1). Elle se dessèche assez difficilement, et forme dans son état de dessiccation, une masse foncée et dure, à cassure vitreuse. Exposée à la flamme d'une bougie, elle brûle difficilement avec flamme, mais continue de rester en incandescence à la manière des tourbes, en répandant une odeur acide et empyreumatique, et laissant beaucoup de cendres.

On ne peut guère considérer cette partie comme une substance homogène; elle doit être un agrégat de vaisseaux différemment constitués, destinés à entretenir la vie végétale du lichen. Mais comme je ne saurais la séparer davantage en différentes parties constituantes prochaines, je la considérerai comme homogène.

Pour m'instruire sur sa solubilité ultérieure, j'en fis bouillir dans le digesteur de Papin, une portion privée par les moyens ordinaires de tout ce qu'il avait de soluble. Comme au bout d'une heure mon digesteur prit de l'air, je fus obligé d'interrompre

(1) Comparés Eïnhof, Mémoire sur les pommes de terre, dans le Journal de Gehlen, tom. IV, p. 458.

l'ébullition. Le contenu du digesteur fut porté sur le filtre; il passa un liquide limpide qui ne se coagula point par le refroidissement. Je la fis évaporer; elle ne se troubla ni se figea, mais elle devint peu-à-peu viqueuse comme une dissolution de gomme; l'acétate de plomb produisit un précipité dans ce liquide étendu d'eau. Après la dessiccation complète, elle laissa un résidu transparent, légèrement jaunâtre. L'eau froide versée sur ce résidu n'en dissolvait rien, mais le fit gonfler et le rendit visqueux. L'eau bouillante le dissolvait; le tannin ajouté à cette dissolution la troubla sans y former de précipité proprement dit. L'alcool précipita de ce mélange une masse élastique semblable à celle obtenue ci-dessus. (7^o. Première analyse.)

Faisant bouillir l'acide acétique sur le résidu insoluble du lichen, il dissolvait une substance tout-à-fait semblable à celle obtenue par l'ébullition dans le digesteur de Papin.

Ces expériences prouvent que l'ébullition change peu-à-peu la nature de la substance en question; qu'elle la rend plus soluble et la rapproche de la nature de la fécule. Cette

substance , semblable à la gomme restant en dissolution dans le liquide dont la gélatine s'est figée , paraît devoir son existence à un changement opéré par l'ébullition dans la constitution de la partie insoluble.

De l'acide muriatique mis en digestion avec le résidu insoluble à une température assez élevée , ne la dissolvait point.

La lessive caustique ne le dissolvait point , mais se colora en brun ; la liqueur décantée ne fut point troublée par l'addition des acides. Lorsque le résidu du lichen contenait encore sa cire verte , la lessive alcaline contractait une couleur brune-verdâtre , et l'addition de l'acide muriatique la rendait vert de pré , opaque par réflexion , et d'une couleur brunâtre transparente par réfraction.

Faisant digérer le résidu avec l'infusion de noix de galles , il se durcit sensiblement , ce qui indique une combinaison. Le faisant digérer avec du vinaigre de Saturne , il devient gris clair , se durcit et se ride , ce qui indique qu'il enlève de l'oxide de plomb à l'acide.

Résumons. 100 parties de lichen con-

tiennent :

Sirop.	3.6
Tartrate acidule de potasse, tartrate de chaux et une très-petite quan- tité de phosphate de chaux. . . .	1.9
Amer.	3.
Cire verte.	1.6
Gomme.	3.7
Matière colorante extractive. . . .	7.0
Fécule du lichen.	44.6
Squelette féculacé.	36.6
	<hr/>
	101.6
Augmentation de poids.	1.6

Le lichen contient encore une quantité à peine appréciable d'acide gallique. Mais je n'ai pas pu découvrir la plus légère trace d'allumine ni de résine, que Westring dit y être également contenues.

B. *Sur l'usage alimentaire du lichen d'Islande.*

Selon les relations de de Troil, les Islandais vont en caravanes dans les contrées où le lichen abonde, ils l'y recueillent dans des sacs; rentrés chez eux, ils en séparent les substances étrangères adhérentes par le

triage , en le lavant avec de l'eau , après quoi ils le dessèchent et le font moudre. On estime deux parties de farine de lichen aussi nourrissantes qu'une partie de farine de froment. On trempe la farine avec de l'eau , on laisse reposer ce mélange pendant vingt-quatre heures , on y ajoute du lait ou du petit-lait , on fait bouillir le tout et l'on mange froid la bouillie que l'on obtient par ce moyen.

L'on sait que le lichen d'Islande est assez abondant dans plusieurs contrées de la Suède. Je le trouvai dans l'Uplande , la Sudermanie, la Nériece et l'Ostrogothie. Westring le trouva en grande abondance dans la Dalécarlie.

Depuis que nous savons que cette plante fournit une bonne nourriture, il est à propos de la naturaliser dans d'autres pays , dont le sol et le climat lui conviennent , et où elle ne nuit point à la culture de plantes plus essentiellement utiles.

Jusqu'ici l'amer de cette plante restreignait son usage alimentaire à des momens de disette , et on n'en faisait usage d'ordinaire que comme médicament. Mais depuis que Westring nous a indiqué la méthode de le dépouiller de son amer , à l'aide de l'al-

cali, nous sommes à même de préparer à l'aide de ce lichen des mets aussi agréables au goût, qu'avec tout autre végétal contenant la fécule.

Nous avons vu dans l'analyse ci-dessus que l'amer, ainsi que l'extrait colorant, ne sont dissous qu'en très-petite quantité par l'eau pure; mais que l'eau chargée de carbonate de potasse dissout abondamment ces substances sans agir sur la fécule. La potasse purifiée serait d'un usage trop dispendieux, et ne remplirait pas le but qu'on se propose, mieux que la lessive préparée avec les cendres; car cette lessive contient de la potasse, et que la présence des sels et autres substances étrangères qu'elle contient en outre, ne nuit nullement à l'extraction de l'amer et de l'extrait. Quelque pauvre que soit un ménage, il est toujours à même de se procurer de la lessive de cendres.

Voici le meilleur procédé pour dépouiller le lichen de l'amer.

Versez sur une livre de lichen divisé 16 livres d'eau et 8 livres de lessive. (La lessive que j'employai contenait par livre à-peu-près un gros de sels, dont la majeure partie était du carbonate de potasse

à excès de base.) La concentration de la lessive n'importe pas beaucoup : seulement il ne faut pas l'employer trop concentrée , parce que dans ce cas , la potasse caustique dont elle contient toujours une certaine quantité enleverait de la fécule. Abandonnez le mélange pendant vingt-quatre heures , ayant soin de le remuer plusieurs fois pendant cet intervalle ; au bout de ce tems , décantez : la liqueur sera presque noire et d'un goût extrêmement amer ; exprimez légèrement le lichen avec les mains , et lavez-le deux ou trois fois à l'eau. Versez-y plus d'eau , et abandonnez-le pendant vingt-quatre heures. Les alimens préparés avec le lichen ainsi traité n'ont plus le moindre arrière-goût. Quelquefois la liqueur est encore un peu amère au commencement de l'ébullition , mais cette amertume disparaît à mesure que la fécule se dissout. Si l'on veut enlever au lichen jusqu'à la dernière trace d'amertume , et obtenir une gelée absolument décolorée , il faut répéter la lixiviation : il est vrai qu'alors l'opération dure trois jours ; mais dans le plus grand nombre des cas , ce retard ne peut pas tirer à conséquence. J'ai recommandé d'exprimer doucement le lichen , et cette précaution est de

rigueur ; car toute pression trop forte lui enlève une quantité considérable de fécule.

Versez sur le lichen exprimé 12 à 14 livres d'eau ; faites bouillir et réduire à 8 ou 10. Jetez le tout encore bouillant sur la toile, et exprimez le marc. La liqueur obtenue est d'abord limpide, mais elle devient bientôt opaque. Lorsque le lichen n'a pas été bien lixivié, elle est un peu brunâtre. Par le refroidissement, il se forme une pellicule, et la gelée se coagule. Cette gelée est presque absolument insipide et a besoin d'assaisonnement.

La faisant bouillir avec de la canelle et du raisin de caisse, et ajoutant ensuite du vin du Rhin et du sucre, l'on obtient une soupe, qu'un gourmet même distinguera difficilement d'une soupe de sagou. On peut préparer des gelées en se procurant la liqueur concentrée, au point qu'en se refroidissant elle acquiert assez de consistance pour adopter la forme d'un moule. Pour cet effet, il faut faire bouillir d'abord le lichen avec moins d'eau ; car nous avons déjà vu plus haut qu'il n'est pas facile de réduire par l'évaporation une liqueur faible. Une livre de lichen donne avec 8 livres d'eau une gelée assez consistante, mais pas assez

pourtant pour être moulée. Il y a deux manières de concentrer la liqueur 1). On la laisse refroidir ; lorsque l'eau commence à se séparer sur les bords , on la jette sur une toile, le liquide passe la toile ; on fait fondre dans une casserole la gélatine solide sur un feu doux , et l'on y ajoute du jus de citron , du sucre, du vin , etc. , l'on obtiendra par le refroidissement une gelée consistante. On peut la colorer par un peu de cochenille , mais on n'obtient jamais qu'un rouge assez foncé 2). On évapore le liquide en le faisant bouillir a gros bouillons , de manière que le dégagement rapide des vapeurs empêche autant que possible le contact de l'air, et par conséquent la formation des pellicules.

En ajoutant à la gélatine encore chaude , assaisonnée avec de la vanille et du sucre , la quantité suffisante de crème , l'on obtient une crème d'entremets. L'on ne doit point faire bouillir la gélatine avec la crème , parce que la gélatine du lichen, comme tous les autres mucilages concentrés , fait coaguler le lait. La vanille me paraît l'épice la plus convenable.

La partie insoluble du lichen se trouve gonflée comme du sagou à moitié cuit, et

se fond presque dans la bouche. Proust imagina de l'assaisonner en salade avec de l'huile et du vinaigre, ou à l'estoufado, avec des amandes, de l'écorce de citron et du sucre. Westring a préparé le résidu de la même manière: l'un et l'autre disent qu'il fond dans la bouche. J'ai imité ces plats, et je les ai trouvés assez agréables, mais ils ont un désagrément qui ne les recommandera pas aux gourmets. Toutes les parties du lichen ne se gonflent pas également; j'ignore si cela dépend de l'âge de la plante ou de quelque autre cause: le fait est qu'on sent sous la dent des parties filamenteuses, mêlées à la gélatine. Je n'ai pu remédier à cet inconvénient ni en prolongeant l'ébullition ni en épluchant la plante avec le plus grand soin: en la hachant menue, on le diminuerait beaucoup, et on l'éviterait entièrement en la pulvérisant. Du reste, ce légume a l'avantage d'être absolument insipide, et de se prêter par conséquent à tous les assaisonnemens.

Ce lichen est sans contredit un meilleur aliment que tous les autres végétaux frais, excepté les céréales. Il pourrait être d'une très-grande ressource à bord des bâtimens. Je suis convaincu que si notre flotte en avait

été pourvue l'été dernier, les maladies y eussent fait moins de ravage. Il peut fournir encore un bon légume d'hiver, même pour la table des personnes aisées.

Il faudrait faire réduire le lichen en farine grossière, après l'avoir fait bien sécher.

A. V.

INSTRUCTION

Sur les Moyens propres à prévenir la contagion des fièvres épidémiques ;

PAR CH. DE GIMBERNAT.

Correspondant de l'Académie des sciences de Munich, des Sociétés des naturalistes de Berlin, minéralogique de Jéna et linnéenne de Londres (1).

Publiée par ordre du préfet du département du Bas-Rhin.

On lit dans l'adresse de M. le préfet à ses administrés, imprimée à la tête de cette Instruction : « Depuis la découverte faite par Guyton-Morveau, en 1773, de la propriété qu'ont les fumigations muriatiques de détruire les miasmes des maladies contagieuses., une expérience de quarante ans n'a laissé subsister aucun doute sur l'efficacité de ce spécifique. Fort de ce préservatif, j'ai déjà combattu avec succès, sur différents points

(1) Strasbourg, 1814, in-8°, 80 pages.

du département, les commencemens de contagion qui s'y sont manifestés : partout où l'usage des fumigations muriatiques s'est répandu, on l'a vu cesser de se propager, et on l'eût vu de la même manière cesser partout, s'il n'eût dépendu que de l'autorité de rendre cet usage général. »

Dans la première partie, l'auteur donne un précis historique des fumigations *inefficaces et nuisibles*, telles que celles des aromates, des résines, des vinaigres, etc., et de celles *vraiment desinfectantes et salutaires*, que produisent les acides muriatique et nitrique portés à l'état de gaz.

Une instruction très-étendue sur la pratique de ces dernières remplit la seconde partie. On y trouve la description des divers appareils, des règles pour déterminer le choix et la quantité des matières à employer suivant les circonstances, et les précautions qu'exigent ces opérations.

Quelques moyens desinfectans *auxiliaires* sont indiqués dans la troisième partie, tels que l'acide acétique *en lotion*, les muriates sur-oxigénés de soude et de chaux proposés par M. Masuyer, l'eau de javelle, et le muriate sur-oxigéné d'étain (liqueur fumante de Libavius). L'auteur présume qu'à raison

de l'énergie des vapeurs que ce sel répand spontanément, il pourrait être employé utilement dans les cas d'infection extrême, comme *dans la contagion de la peste*. (1)

La quatrième partie offre le précis des expériences qui établissent la vertu désinfectante des acides minéraux, et des suffrages des médecins qui prescrivent les fumigations comme le seul moyen sûr de prévenir la contagion des fièvres malignes. Aux témoignages nombreux et déjà connus de leurs heureux résultats en France, en Angleterre, en Espagne, en Russie, en Allemagne (2), etc.,

(1) On ne doit pas oublier que ce fut le célèbre Vicq-d'Azyr qui le proposa en 1780, pour préserver du danger des exhumations. Il est difficile d'imaginer ce qui a pu induire M. de Lens en erreur, lorsqu'il a dit que le muriate d'étain fumant ne devait être que d'une utilité bien secondaire, à cause du peu d'expensibilité de ses vapeurs. Il suffit de déboucher un flacon dans lequel on en a mis quelques gouttes, pour que ces vapeurs se répandent de manière à remplir le plus vaste laboratoire... et occasionnent immédiatement la toux à tous les assistans. Voyez le *Traité des moyens de désinfecter l'air*, etc., 3^e. édition, pag. 170 et 348.

(2) Il paraît que l'auteur n'a pas connu la relation des succès que MM. Thenard et Cluzel ont obtenus dans l'automne de 1810, de l'emploi de l'acide mu-

l'auteur ajoute celui du major du régiment en garnison à Strasbourg, publié dans la gazette de cette ville, du 22 février dernier, où l'on voit que cet officier désignait un soldat par chambrée, et un sergent par bataillon pour l'exécution des fumigations journalières. « Bel exemple (dit-il) déjà donné
« sur les vaisseaux anglais, et qui plus tôt ou
« plus tard sera converti par les Gouverne-
« mens en dispositions générales et obliga-
« toires pour toutes les cazernes. »

On trouve à la suite les arrêtés pris par M. le préfet du Bas-Rhin, les 22 et 26 janvier : le *premier* rendu sur le rapport des officiers de santé, portant que la maladie est contagieuse, que les fumigations d'acides minéraux sont les seules capables de détruire les miasmes, nomme un directeur et des visiteurs, et règle en sept articles leurs fonctions pour surveiller et exécuter les procédés; le *second* charge spécialement les fumigateurs pour les bâtimens publics, de faire

riatique oxigéné pour préserver les troupes employées dans les marais de Walcheren, en Hollande, de la maladie qui l'année auparavant avait enlevé près de huit mille hommes à l'armée anglaise. *Voy.* Annales de chimie, tom. LXXVII, pag. 315, et le Journal de l'empire du 25 août 1812.

deux fois par jour ces fumigations dans les casernes, corps-de-garde, etc., et de passer à la vapeur les capotes et autres effets. Enfin, dans sa lettre du 14 mars à M. le commissaire extraordinaire, M. le préfet présente un relevé comparatif, duquel il résulte que, dans la seule ville de Strasbourg, la réduction du nombre des décès causés par la fièvre adinamique a été de 401 pour un mois, dont 115 dans la classe des citoyens.

On ne sera pas étonné, après cela, d'entendre M. de Gimbernat exprimer *une entière conviction que la contagion ne peut plus se propager que par l'effet de la plus coupable négligence.* G. M.

P. S. M. le docteur de Lens croit pouvoir attribuer à l'illustre Fourcroy le *premier emploi médical du gaz acide muriatique oxygéné*; ce sont ses expressions dans l'extrait qu'il a donné de cette instruction (Bibliothèque médicale de février), et il renvoie, pour en trouver la preuve, à la page 54 du tome 1^{er}. de la *Médecine éclairée par les sciences physiques*. S'il avait pris la peine de relire cet article, il aurait vu qu'il n'y est question d'aucun procédé de fumigation; que Fourcroy n'avait encore en vue à cette

époque (1791) que d'introduire dans les amphithéâtres la pratique *d'arroser de toutes parts, avec l'acide muriatique oxigéné liquide*, les parties des cadavres soumises à la dissection *d'imprégner les cavités de cet acide de frotter les parties découvertes avec des éponges qui en seraient remplies*, etc. Une observation qui s'applique bien plus directement aux *fumigations désinfectantes* par cet acide en l'état gazeux, est celle dont l'appareil se trouve décrit sous le nom *d'acide muriatique oxigéné extemporané*, page 135 de la 1^{re}. édition du *Traité des moyens de désinfection*, et dont un flacon préparé bien avant 1789, fournissait encore huit ans après, un gaz capable d'affecter promptement les organes. C'est d'après la tradition que l'on en conservait à Dijon, que le directeur des hôpitaux recommandait, en 1794, aux officiers de santé, « de verser de l'acide « muriatique sur un peu d'oxide noir de « manganèse, ce qui forme un gaz acide « muriatique oxigéné très-puissant contre « l'infection. » Ce sont les termes de ce règlement sanitaire que M. de Gimbernat rapporte, page 54 de son *Instruction*.

OBSERVATIONS

*Sur la fièvre contagieuse qui a régné
à l'hospice de Bicêtre et aux en-
virons, à la fin de l'hiver de 1814;*

PAR M. HÉBREARD, Médecin de l'hospice et
de la prison de Bicêtre.

Lues à l'Athénée de médecine de Paris, le 25
juin 1814 (1).

Nous n'entreprendrons pas de donner l'analyse de cet ouvrage, dans lequel l'auteur traite successivement du caractère, des causes, des symptômes de la maladie, des modes de traitemens appropriés aux circonstances, et de leurs résultats. Nous porterons principalement notre attention sur la section qui a pour titre, *Moyens prophylactiques*, et qui se relie naturellement à l'article précédent, sur les moyens de prévenir la contagion.

(1) Bibliothèque médicale, tom. XLIV, avril 1814.

« Si l'on considère (dit l'auteur) la stupeur atonique comme le symptôme caractéristique du *typhus* contagieux, on ne peut disconvenir que cette dénomination ne soit très-propre à désigner la fièvre épidémique qui vient de régner dans tous les hôpitaux temporaires où l'on a reçu des militaires malades, et d'où elle s'est répandue chez des particuliers. »

« La maladie une fois développée (dit-il en traitant des *causes*) se communique par contagion chez les personnes qui n'étaient nullement soumises à l'action des causes qui peuvent y donner lieu primitivement La contagion s'opère le plus ordinairement par le moyen de l'air que nous respirons, et qui sert de véhicule aux miasmes qui se sont développés dans l'individu malade. Ce n'est pas que je croie que ce mode de contagion soit le seul, je dis seulement que je le crois le plus fréquent. Le contact immédiat des malades, celui des objets dont ils se sont servis pendant la maladie, sont encore un moyen très-fréquent de contagion » ; et il en rapporte des exemples frappans.

Il termine ainsi l'indication des moyens prophylactiques, tels que la propreté, la sobriété, le régime, l'exercice, etc.

« Les fumigations guytonniennes me paraissent très-utiles , non-seulement parce qu'elles peuvent neutraliser les miasmes répandus dans l'air, mais encore parce que le gaz *acide muriatique oxigéné*, introduit avec l'air atmosphérique dans les vésicules bronchiques , me paraît propre à porter une excitation favorable à la sécrétion du mucus qui pourra envelopper et entraîner les miasmes délétères déposés dans ces vésicules : c'est du moins ce que j'ai cru avoir observé sur moi. Dans le cours de l'épidémie , et lorsque je passais la moitié de la journée dans les salles, j'ai éprouvé plusieurs fois un affaissement de poitrine que j'attribuais au défaut d'excitation de l'organe pulmonaire. L'inspiration du gaz *acide muriatique oxigéné*, redonnait presque instantanément à mes poumons le ressort qu'ils avaient perdu en respirant longtems un air vicié. *Je ne balance pas d'attribuer à ces fumigations l'avantage d'avoir été préservé de la contagion.* » Ce sont les expressions de l'auteur en terminant cette section.

P. S. Ceux qui penseraient que l'opinion est assez prononcée sur la préférence à donner aux fumigations d'*acide muriatique oxigéné*

géné, pour qu'il soit désormais inutile de publier à ce sujet les rapports des hommes de l'art, sont invités à lire ce que le Journal de l'empire disait le 25 mars dernier, d'après la Gazette de santé, « qu'elles étaient suffo-
« cantes.... qu'on ne devait les employer
« que dans un local inhabité.... qu'on pou-
« vait leur substituer avec succès la com-
« bustion de la poudre à canon ! » Ne pour-
rait on pas encore attribuer à cette funeste
prévention, ou du moins à la négligence
des vrais procédés de désinfection, employés
dans une juste mesure, la perte annoncée
dans le Bulletin de l'Athénée de médecine
de Paris, du 26 mars dernier, de deux ha-
biles médecins, MM. *Duval* et *Savary*, à la
suite des soins qu'ils ont donnés dans les
hospices où regnait alors la *fièvre d'hôpital*,
que M. Cayol appelle *adynamico-ataxique*,
que M. Royer-Collard considère comme une
complication de la fièvre adynamique, et
de la fièvre ataxique, et que tous les membres
de cette savante société s'accordent à déclarer
CONTAGIEUSE ? (1)

(1) Voy. Bibliothèque médicale, mai 1814, p. 193
et suiv.

RECUEIL

Des Programmes des opérations chimiques et pharmaceutiques, qui ont été exécutées aux jurys médicaux, pendant l'année 1813, sous la présidence de M. le professeur Chaussier (1).

Nous avons annoncé dans le tome LXXXIX de nos Annales, les programmes des opérations exigées des candidats, sous la présidence du même professeur, en l'année 1811; le plan d'après lequel les derniers ont été rédigés en rend la collection d'autant plus intéressante, que leur réunion offre un système complet de pharmacie. On en jugera par la *note préliminaire* qui se trouve au verso du frontispice.

* Ce travail contient la traduction exacte et complète de la dernière pharmacopée de Londres, publiée en 1809 : cependant, comme cette traduction était destinée à servir aux exercices des jurys médicaux, on a

(1) A Paris, chez Théophile Barrois, 25 feuil., in-4°.

été obligé de s'écarter de l'ordre suivi dans l'ouvrage ; mais on le rétablira facilement en rapprochant , sous un même titre , toutes les préparations analogues , et la table ci-jointe en fournira la facilité. »

« Les diverses préparations ont été désignées sous des dénominations méthodiques , qui rappellent au médecin les parties essentielles de la composition , et lui en indiquent les propriétés principales. »

« Au lieu des noms de *conge*, *octaire*, *livre*, *once*, *gros*, qui sont employés dans l'ouvrage pour désigner les poids et mesures , toutes les doses respectives des substances composées ont été rapportées à la seule expression de GRAMME , ce qui , pour l'usage médical sur-tout , présente de grands avantages , auxquels on fait trop peu d'attention , parce qu'on se laisse généralement entraîner par la routine et les déclamations de l'ignorance et de l'obstination. »

« Enfin on a ajouté des notes explicatives à quelques-unes des préparations indiquées dans cette Pharmacopée. »

A la suite de ces préliminaires se trouve la *table alphabétique des formules et principaux objets*, etc. , contenant au-delà de 360 articles.

G. M.

T A B L E

DES MATIÈRES

Contenues dans le tome XC.

Premier Cahier.

- Second Mémoire sur la transpiration ; par MM. *Lavoisier* et *A. Séguin*. Pag. 5
- Expériences sur l'amidon ; par M. *Doebereiner*. Traduit de l'allemand. 29
- Lettre de M. *Ampère* à M. le comte *Berthollet*, sur la détermination des proportions dans lesquelles les corps se combinent d'après le nombre et la disposition respective des molécules dont leurs particules intégrantes sont composées. 43
- Mémoire sur les combinaisons de l'iode avec les substances végétales et animales ; par MM. *Colin* et *H. Gaultier de Claubry*. 87
- Sur le tabac. Extrait de la *Police judiciaire de la Chimie*, de M. le professeur *Remer* ; par M. *Guyton-Morveau*. 101
- Arts chimiques. Prix proposés par la Société d'encouragement pour la fabrication de la colle de poisson. 109

Deuxième Cahier.

- Suite de l'essai de pyrométrie, de M. *Guyton-Morveau*. 113

TABLE DES MATIÈRES. 535

Echelle synoptique des équivalens chimiques ; par M. <i>William-Hyde Wollaston</i> .	158
Rapport fait à la Société de médecine de Paris, sur un Mémoire de M. <i>Haldat</i> , docteur en médecine, concernant l'analyse chimique de la lympe des ventricules du cerveau ; par M. <i>Deyeux</i> .	175
Premier Mémoire sur les vaisseaux absorbans, sur les vaisseaux exhalans, et sur les maladies qui provien- nent ou d'un dérangement quelconque dans ces vaisseaux, ou des altérations que peuvent éprouver nos humeurs, ou enfin de la réunion de ces deux causes ; par M. <i>A. Séguin</i> .	185
Expériences sur l'iode ; par M. <i>Vauquelin</i> .	206
Annonce. Bains de Bagnoles, département de l'Orne.	223

Troisième Cahier.

Suite de l'Essai de pyrométrie, de M. <i>Guyton-Mor- veau</i> .	225
Suite des expériences sur l'iode ; par M. <i>Vauquelin</i> .	239
Premier Mémoire sur le cinabre ; par M. <i>A. Séguin</i> .	252
Expériences sur le muriate d'iridium et de potasse ; par M. <i>Vauquelin</i> .	260
Second Mémoire sur le cinabre ; par M. <i>A. Séguin</i> .	268
Recherches sur la nature du lichen d'Islande, et sur son emploi comme aliment ; par M. <i>J. Berzelius</i> .	277
Instruction sur les moyens propres à prévenir la contagion des fièvres épidémiques ; par Ch. de <i>Gimbernat</i> .	522

Observations sur la fièvre contagieuse qui a régné à l'hospice de Bicêtre et aux environs, à la fin de l'hiver de 1814 ; par M. *Hébreard*. 328

Recueil des Programmes des opérations chimiques et pharmaceutiques, qui ont été exécutés aux juris médicaux, pendant l'année 1813, sous la présidence de M. le professeur *Chaussier*. 33a

Fin de la Table des Matières.

Fig. 1^{re}

Tétraèdre.

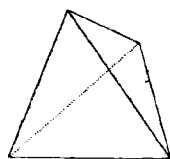


Fig. 2.

Octaèdre.

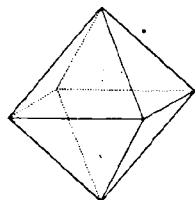


Fig. 3.

Cube.

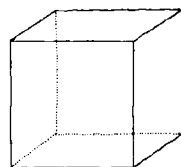


Fig. 4.

Prisme hexaèdre.

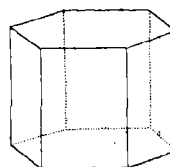


Fig. 5.

Dodécaèdre.

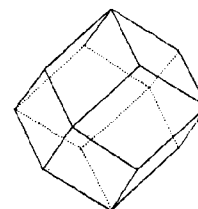


Fig. 6.

Hexaédraèdre.

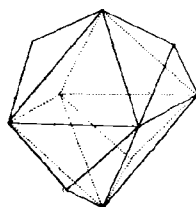


Fig. 7.

Tricontaèdre.

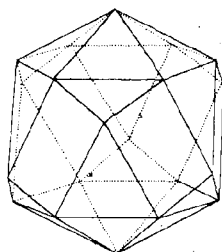


Fig. 8.

Trioctaèdre.

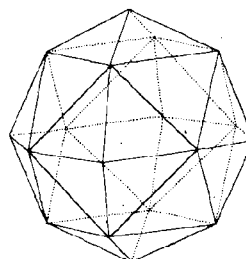


Fig. 9.

Trapezoidal.

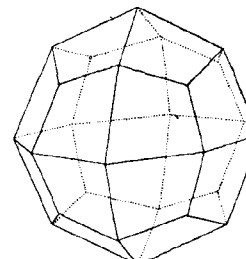


Fig. 10.

Hexa-Tétraèdre.

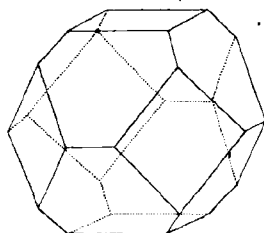


Fig. 11.

Hexa-Tétraèdre Pyramide.

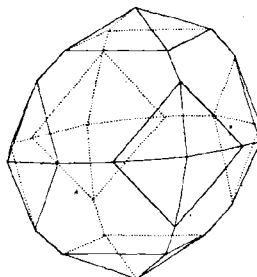


Fig. 12.

Cubo-Hexa-Tétraèdre.

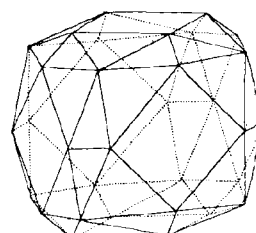
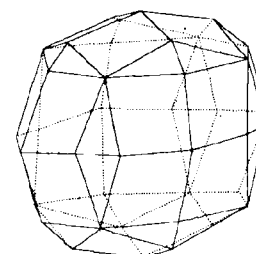


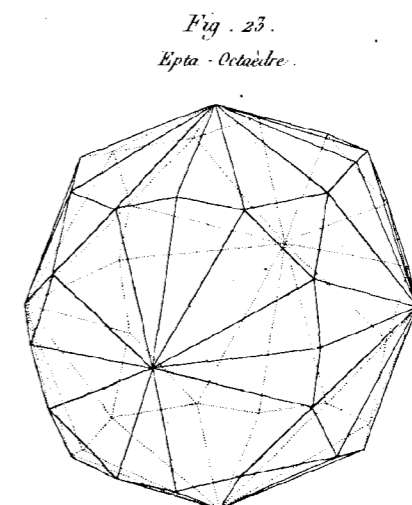
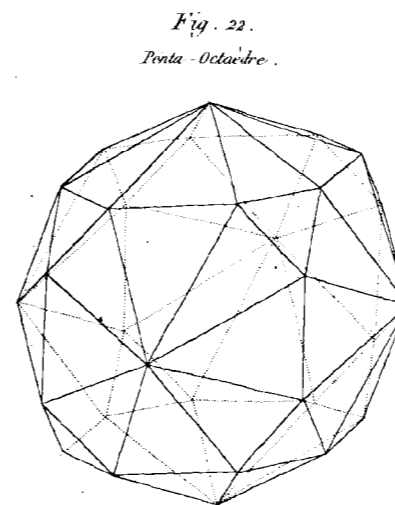
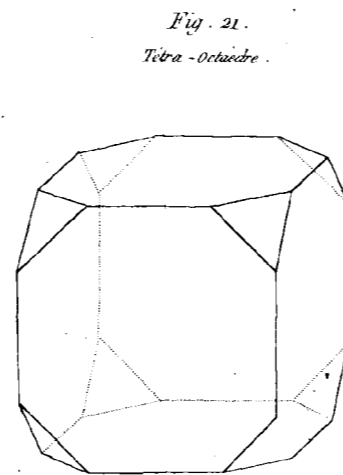
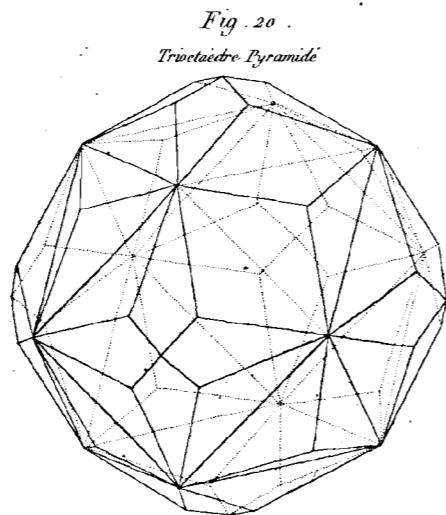
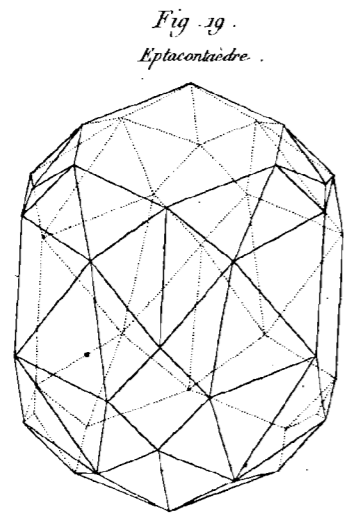
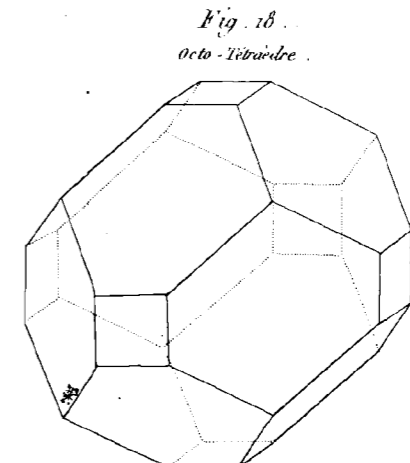
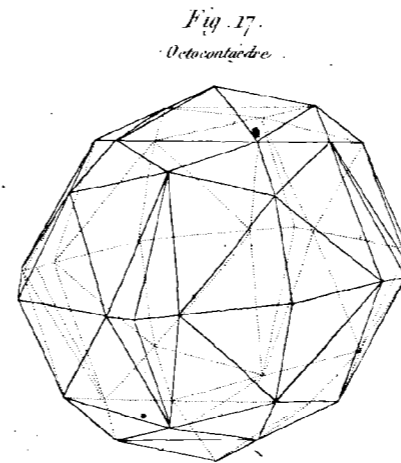
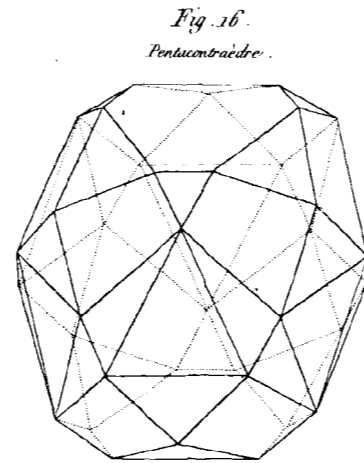
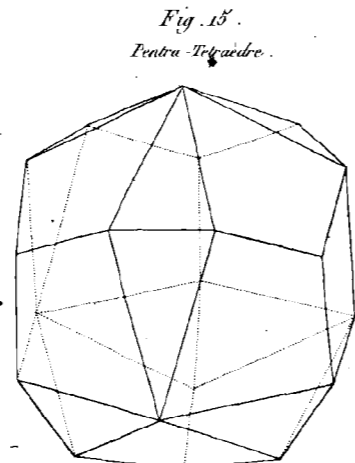
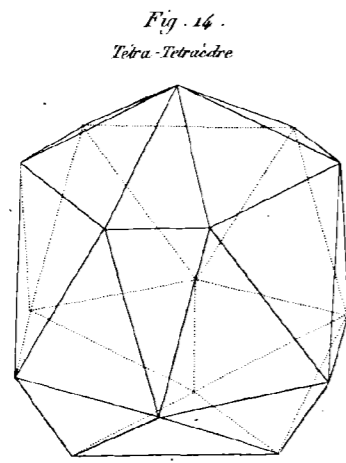
Fig. 13.

Amphièdre.



Barard del.

Adam sculp.



Girard del.

Adam sculp.