

## Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre ([www.eclydre.fr](http://www.eclydre.fr)).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](https://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment possible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Gay-Lussac, Louis-Joseph (1778-1850)
Auteur(s) secondaire(s)	Thénard, Louis-Jacques (1777-1857)
Titre	Recherches physico-chimiques, faites sur la pile ; sur la préparation chimique et les propriétés du potassium et du sodium ; sur la décomposition de l'acide boracique ; sur les acides fluorique, muriatique et muriatique oxigéné ; sur l'action chimique de la lumière ; sur l'analyse végétale et animale, etc.
Adresse	Paris : Deterville, 1811
Collation	2 vol. (XV-[1]-405-[1] p.-5 pl., [4]-443-[1] p.-1 pl.) ; in-8
Nombre de vues	424 448
Cote	CNAM-BIB 8 Fa 24 Res
Sujet(s)	Électricité -- Histoire -- 18e siècle Electrochimie -- Histoire -- 18e siècle Piles électriques -- Histoire -- 18e siècle
Thématique(s)	Énergie Matériaux
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	01/02/2000
Date de génération du PDF	02/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	<a href="https://www.sudoc.fr/003285804">https://www.sudoc.fr/003285804</a>
Permalien	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?8FA24.2">https://cnum.cnam.fr/redir?8FA24.2</a>
LISTE DES TOMES	<a href="#">Tome 1</a>
TOME TÉLÉCHARGÉ	<a href="#">Tome 2</a>

# RECHERCHES PHYSICO-CHIMIQUES,

FAITES A L'OCCASION DE LA GRANDE BATTERIE VOLTAÏQUE  
DONNÉE PAR S. M. I. ET R. A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

TOME II.

**DE L'IMPRIMERIE DE CRAPELET.**

84183.

8<sup>e</sup> Fe 24

# RECHERCHES PHYSICO-CHIMIQUES,

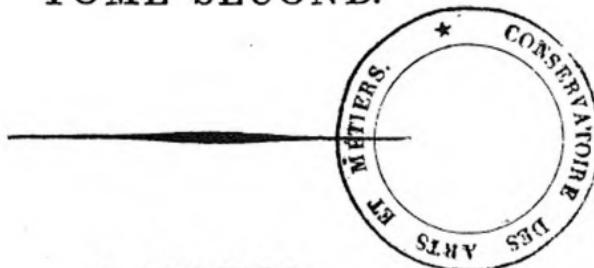
## FAITES

- Sur la Pile ;  
Sur la Préparation chimique et les Propriétés du *Potassium* et  
du *Sodium* ;  
Sur la Décomposition de l'Acide boracique ;  
Sur les Acides fluorique, muriatique et muriatique oxigéné ;  
Sur l'Action chimique de la lumière ;  
Sur l'Analyse végétale et animale, etc.

PAR MM. GAY-LUSSAC ET THENARD,  
Membres de l'Institut, etc.

*Avec six Planches en taille-douce.*

## TOME SECOND.



A PARIS,

CHEZ DETERVILLE, LIBRAIRE, RUE HAUTEFEUILLE,  
n° 8.

M. DCCC. XI.

---

# RECHERCHES PHYSICO-CHIMIQUES.

---

## TROISIÈME PARTIE,

*CONTENANT des recherches 1<sup>o</sup>. sur l'acide fluorige ; 2<sup>o</sup>. sur l'eau qui peut exister dans les gaz, à l'état hygrométrique ou à l'état de combinaison ; 3<sup>o</sup>. sur l'acide muriatique et l'acide muriatique oxigéné ; 4<sup>o</sup>. sur la production d'une liqueur particulière, en traitant par le phosphore l'acide muriatique oxigéné, et le muriate de mercure peu et très-oxidé ; 5<sup>o</sup>. sur la propriété qu'a l'eau de faciliter la décomposition des carbonates par le feu ; 6<sup>o</sup>. sur la manière dont la lumière agit dans les phénomènes chimiques ; 7<sup>o</sup>. sur la quantité d'eau que retiennent la potasse et la soude exposées à une chaleur rouge ; 8<sup>o</sup>. sur les raisons qu'on peut alléguer en faveur de l'hypothèse des hydrures, et sur celles qu'on peut alléguer en faveur de l'hypothèse dans laquelle on regarde le potassium et le sodium comme des êtres simples ; 9<sup>o</sup>. enfin sur tous les points à l'égard desquels nous différons d'opinion avec M. Davy.*

---

### DE L'ACIDE FLUORIQUE.

265. COMME nous avons fait un grand nombre d'observations nouvelles sur l'acide

fluorique, nous ne nous bornerons pas à en étudier l'action sur le *potassium* et le *sodium*: nous présenterons l'histoire presque complète de cet acide.

*Préparation de l'acide fluorique.*

266. Il ne faut extraire l'acide fluorique que du fluate de chaux bien pur et surtout exempt de silice. On pile; on tamise ce sel, et on le mêle, avec environ deux fois son poids d'acide sulfurique concentré, dans une cornue de plomb, qui doit être faite de deux pièces entrant à frottement l'une dans l'autre, pour pouvoir en retirer facilement le résidu après l'opération. On place cette cornue sur un fourneau; on en lute les jointures avec de la terre, et on en fait rendre le col dans un tube de plomb renflé vers la partie moyenne, entouré de glace et terminé par une très-petite ouverture. On chauffe peu-à-peu, et bientôt on entend une véritable ébullition; c'est l'acide fluorique qui passe dans le récipient, et qui s'y condense tout entier sous la forme d'un liquide très-remarquable par ses propriétés. L'opération

est terminée quand , en retirant le col du récipient et le refroidissant , on n'aperçoit pas de traces de liquide à son extrémité . On voit un appareil de ce genre pl. 5 , fig. 7 ; AA, indique la réunion des deux pièces qui composent la cornue .

267. On peut à défaut d'une cornue , se servir d'un large tube de plomb ; mais il faut y adapter un bouchon de plomb troué , auquel on soude un petit tube de plomb pour conduire , comme dans le cas précédent , l'acide au fond d'un récipient entouré de glace . On ne doit remplir le tube qu'aux deux tiers ; on doit en outre bien mêler les matières avec une tige de fer ou de cuivre , et ménager le feu avec beaucoup de soin : autrement , le mélange pourroit s'élever assez pour passer dans le récipient . Il est nécessaire aussi d'entretenir assez de chaleur dans la partie supérieure du tube pour que l'acide ne s'y condense pas , et d'appliquer du lut gras sur le bouchon pour le rendre imperméable : enfin on ne doit pas conduire trop loin l'opération , sans remettre de l'acide dans le tube ; car le sulfate de chaux qui se forme , s'attache tellement au tube ,

qu'on ne peut que difficilement l'en déta-  
cher. On n'a pas cet inconvénient à craindre,  
en se servant d'une cornue faite de deux  
pièces; et de plus, on peut préparer beau-  
coup d'acide fluorique à la fois.

Dans tous les cas, il faut que le plomb  
ne contienne pas de soudure: c'est une con-  
dition sans laquelle il se produiroit de l'acide  
sulfureux. On ne peut pas substituer des  
vases de cuivre aux vases de plomb; il s'y  
produiroit encore beaucoup plus d'acide  
sulfureux que quand ceux-ci contiennent  
de l'étain. La pl. 5, fig. 6, représente l'ap-  
pareil que l'on vient de décrire. AA' est  
un assez gros tube de plomb dans lequel on  
met le fluate de chaux et l'acide sulfuri-  
que. BB' est un petit tube de plomb courbe  
qui entre à frottement, d'une part, dans le  
grand tube AA', et de l'autre, dans le  
réciipient cylindrique C aussi en plomb. DD'  
est un vase plein de glace dans lequel le ré-  
ciipient C plonge. EE' est le fourneau où  
on dispose le tube de plomb AA' pour le  
chauffer convenablement.

*Propriétés de l'acide fluorique.*

268. L'acide fluorique ainsi obtenu ne ressemble en rien à celui qu'on a connu jusqu'ici. On va en juger par ce qui suit. Cet acide est à l'état liquide à zéro et même à quinze degrés au-dessus de zéro ; il ne se congèle point à vingt degrés au-dessous. Nous ne savons pas précisément à quelle température il entre en ébullition ; mais ce qu'il y a de certain, c'est qu'elle n'est pas élevée. Pour le conserver liquide, même au-dessous de quinze degrés, il faut le priver avec soin du contact de l'air : autrement, il se vaporiseroit et disparaîtroit très-promptement, du moins en grande partie. On ne peut se servir pour cela que de vases métalliques, parce qu'il attaque tous les corps excepté les métaux : encore agit-il fortement sur plusieurs de ceux-ci. Des vases de plomb rempliroient toutes les conditions désirables, si on pouvoit les fermer exactement avec un bouchon de plomb ; mais comme la mollesse de ce métal fait qu'il reste toujours, entre le bouchon et la paroi du goulot, quelques fissures à travers lesquelles l'acide passeroit

encore , malgré le lut qu'on pourroit y mettre (1) , il faut employer de préférence des vases d'argent dont le bouchon sera fait , si l'on veut , de cuivre couvert d'argent .

269. Aussifôt que cet acide est en contact avec l'air , il répand de fortes vapeurs , en s'emparant de l'eau qui s'y trouve . L'odeur en est extrêmement piquante , beaucoup plus que celle de l'acide muriatique . On courroit de très-grands dangers en osant le respirer . Lorsqu'on en verse quelques gouttes dans de l'eau , il en résulte une chaleur considérable ; elle est telle même , que chaque goutte d'acide en se combinant avec l'eau , fait entendre un bruit semblable à celui qu'on produit en plongeant dans ce liquide une petite barre de fer rouge : ainsi , cette chaleur est bien supérieure à celle qu'on obtiendroit avec l'eau et l'acide sulfurique le plus concentré . Si au lieu de verser quelques gouttes d'acide fluorique dans de l'eau , on verse quelques gouttes d'eau dans de l'acide fluorique , il entre

---

(1) D'ailleurs , l'acide se combineroit en grande partie avec le lut .

subitement en ébullition : il peut contenir beaucoup d'eau et être encore fumant.

270. A peine l'acide fluorique est-il en contact avec le verre qu'il le dépolit, s'échauffe fortement, bout, disparaît, et se réduit en gaz fluorique silicé ordinaire dont on connoît bien la plupart des propriétés. On met facilement ces résultats en pleine évidence. A cet effet, on mêle ensemble dans un tube de plomb cinquante grammes de fluate de chaux pur, et soixante-dix à quatre-vingt grammes d'acide sulfurique concentré; et on y adapte, par le moyen d'un bouchon de plomb troué, un petit tube de plomb recourbé<sup>(1)</sup>: on applique du lut gras sur le bouchon, et on chauffe peu à peu le tube, presque jusqu'à son extrémité supérieure. D'abord, l'air des vaisseaux passe: on ne le recueille point. Mais bientôt on apperçoit quelques gouttes d'un liquide fumant: alors on fait passer le petit tube de plomb recourbé sous une éprouvette pleine de mercure. De cette manière, les nouvelles

---

(1) La partie de ce tube qui plonge dans le mercure doit être couverte de cire intérieurement et extérieurement; autrement elle s'y disoudroit.

portions de liquide qui distillent, s'élèvent dans la cloche en en touchant quelquefois les parois. Aussitôt, elles attaquent le verre, l'obscurcissent, l'échauffent considérablement, bouillonnent, et se réduisent en une grande quantité de gaz acide fluorique silice, et en une matière solide qui reste sur les parois de la cloche; matière composée de fluate acide de silice et d'un peu de cire que l'acide entraîne constamment et dont elle retient une très-petite partie. Quoique ce gaz acide fluorique silicé soit formé subitement, il est complètement saturé de silice et ressemble à celui qu'on fait dans des vases de verre avec du fluate de chaux silicé et de l'acide sulfurique.

271. On voit maintenant pourquoi on a recommandé (266) de ne se servir absolument que de fluate de chaux pur, et surtout exempt de silice, pour obtenir l'acide fluorique: car autrement il est évident que cet acide resteroit gazeux et ne se liquéfieroit pas. Il paroît même qu'une très-petite quantité de silice suffit pour gazéifier l'acide fluorique: ensorte qu'on peut savoir par là si un fluate de chaux est tant soit peu siliceux.

272. Etendu d'une plus ou moins grande quantité d'eau, l'acide fluorique agit toujours plus ou moins fortement sur le verre; mais sans se réduire en gaz et en formant toujours un fluate acide de silice qui reste en dissolution (1). S'il ne contient pas assez d'eau pour cesser d'être fumant, son action sur le verre, est presqu'instantanée; s'il en contient précisément ce qu'il en exige pour ne plus l'être, cette action est encore très-énergique, et elle devient beaucoup plus foible, s'il est très-étendu d'eau: cependant elle est sensible du jour au lendemain. On s'en apperçoit facilement en mettant une portion de cet acide très-étendu dans un verre à pied; au bout de vingt-quatre heures, on en précipite beaucoup de silice par l'ammoniaque, et toute la paroi du verre qui a été mouillée, est amincie.

273. Il résulte delà que le meilleur moyen de graver sur le verre par l'acide fluorique, est d'employer cet acide à l'état liquide et non à l'état de gaz; car il suffit pour cela de

---

(1) Il faudroit qu'on ne le combinât qu'avec une bien petite quantité d'eau, pour qu'il conservât la propriété de se réduire en gaz.

verser de l'acide liquide dans les traits de la gravure qu'on a faits sur la cire et de le laisser agir très-peu de temps. On pourroit s'en servir également pour dépolir toute espèce de verre.

On ne doit chercher, dans aucun de ces deux cas, à obtenir l'acide fluorique dans son plus grand état de concentration, puisque, pour l'employer, on seroit toujours obligé de l'étendre d'eau. Il faut, au contraire, mettre de l'eau dans le récipient, pl. 5, fig. 7, et d'y faire arriver l'acide jusqu'à ce qu'elle commence à devenir fumante.

274. De toutes les propriétés de l'acide fluorique, la plus extraordinaire est son action sur la peau : à peine la touche-t-il, que déjà elle est désorganisée. Une forte douleur se fait bientôt sentir ; les parties voisines du point touché ne tardent point à devenir blanches et douloureuses ; et peu après, il se forme une cloche dont les parois sont blanches, très-épaisses, et qui, au bout de quelque temps contient du pus.

Quelque petite que soit la quantité d'acide, quand bien même elle seroit à peine visible, ces phénomènes auroient également

lieu. Le développement s'en feroit seulement avec lenteur : ce ne seroit quelquefois que sept à huit heures après le contact qu'on les observeroit ; et pourtant la brûlure seroit encore assez forte pour causer une vive douleur, ôter le sommeil, et donner un mouvement de fièvre. On ne sauroit donc prendre trop de précautions pour se préserver de cet acide ; soit lorsqu'il pénètre à travers les luts et qu'on veut les raccommoder ; soit lorsqu'on fait trop de feu, et qu'ayant fondu le tube, on veut l'enlever ; ou bien encore, lorsqu'après l'opération on veut le transvaser. Plus d'une fois nous avons été fortement blessés, et nous avons vu plusieurs jeunes chimistes se blesser bien plus grièvement encore, quoique prévenus de tous les dangers.

Il y a eu surtout trois d'entr'eux dont l'index et le pouce n'ont pu être guéris que dans l'espace d'un mois ; et cependant ces organes n'avoient été que quelques secondes en contact avec l'acide en vapeur. Il est plus que probable qu'ils auroient perdu les deux doigts, ou du moins qu'ils n'auroient pu s'en servir que difficilement, s'il en fût tombé dessus quelques gouttes. Ce qui ne permet point

d'en douter, c'est ce qu'a éprouvé un petit chien sur le dos duquel on en avait mis six gouttes, après en avoir coupé le poil avec des ciseaux. Au moment même du contact, l'animal ne sembloit pas souffrir ; mais une ou deux minutes après, il a commencé à crier, en courant de tous côtés. Quelquefois il se couchoit et se plaignoit, mais un instant après, il se levoit et courroit de nouveau en jetant des cris. Il ne vouloit ni boire ni manger ; il enfloit sensiblement d'heure en heure, et il l'étoit tellement au bout de deux jours, qu'il ne pouvoit plus marcher que très-difficilement. A cette époque, on l'a perdu de vue par mégarde ; il s'est traîné hors du laboratoire, et il sera sans doute mort quelque temps après.

Il est difficile d'apporter des remèdes à ces brûlures. L'acide est tellement combiné avec la peau et la chair, qu'il est impossible de l'en séparer par aucun moyen. On en enlève tout au plus quelques portions par la potasse ; cependant il est bon de se servir de cet alcali. Mais, ce qu'il faut faire surtout, c'est d'appliquer sur le point touché un cataplasme émollient, et de percer la

peau le plus promptement possible pour en faire sortir le pus ; de cette manière on est soulagé tout de suite , et on guérit promptement , si la plaie n'est pas considérable. En comparant à ces effets ceux que produisent les acides sulfurique et nitrique , on trouve que ceux-ci sont incomparablement plus fôibles. En effet , on peut verser quelques gouttes de ces deux acides sur la main , les y laisser quelque temps , les enlever ensuite avec de l'eau , et il n'en résulte qu'une sensation un peu cuisante , qui dure à peine une heure ou deux ; tandis que , si on mettoit sur la peau de l'acide fluorique avec la pointe d'une aiguille , on souffriroit plus d'un jour.

275. On conçoit aisément que nous ne devions point négliger de mettre un liquide aussi actif en contact avec le métal de la potasse : mais prévoyant que l'expérience ne seroit point sans dangers , nous l'avons faite de manière à les éviter tous. On a mis du fluate de chaux pur , et de l'acide sulfurique concentré dans un tube de plomb. On a fait communiquer ce tube avec un autre tube de plomb convenablement recourbé. Ce der-

nièr tube étoit adapté à un petit tube de cuivre placé horizontalement, légèrement courbé dans sa partie moyenne, et refroidi par de la glace. On a chauffé; et aussitôt qu'une certaine quantité d'acide a été condensée dans le tube de cuivre, on y a porté gros comme une noisette de métal. A peine le contact entre le *potassium* et l'acide a-t-il eu lieu, qu'une violente détonnation s'est fait entendre, qu'une combustion vive et subite a eu lieu, et que le laboratoire, quoique grand, a été rempli de vapeurs. Rien n'étoit resté dans le tube, et par conséquent il nous a été impossible de savoir ce qui s'étoit passé; si ces effets étoient dus à une décomposition d'acide, ou à un dégagement d'hydrogène.

Pour le savoir, nous avons répété l'expérience, en apportant quelques modifications dans la manière de la faire. Le tube de cuivre dont il vient d'être parlé dans la première expérience, communiquoit dans la seconde avec une cloche pleine d'eau, par le moyen d'un tube intermédiaire. Il ne contenoit rien autre chose que du gaz azote, au moment où on y a introduit le métal; et on

ne l'a adapté au tube de plomb, d'où se dégageroit l'acide fluorique, que quand cet acide commençoit à en sortir. De cette manière, le métal n'a point eu le contact de l'air; l'acide n'a agi sur lui que peu à peu; il n'y a point eu de vive combustion ni de détonnation, il n'y a eu qu'une assez vive chaleur: de sorte qu'on a pu recueillir tous les produits de l'opération. Du gaz hydrogène en quantité remarquable, étoit l'un de ces produits; l'autre, contenu dans le tube de cuivre, étoit un liquide parfaitement transparent, qui n'étoit autre chose que du fluate acide de potasse, et qui, exposé à l'air, répandoit de fortes vapeurs, et bientôt se prenoit en une masse cristalline. En distillant cette masse cristalline dans une cornue de verre munie d'un récipient, on en a retiré du fluate de potasse, de l'eau et du fluate acide de silice.

De là on doit conclure, que l'acide fluorique qu'on extrait du fluate de chaux par l'acide sulfurique très-concentré, contient de l'eau; qu'il forme une combinaison intime avec cette eau; qu'il agit comme elle-même sur le *potassium*, et seulement avec

plus de force, et qu'ainsi il n'est point décomposé par cette substance métallique.

276. Tout ce que nous venons de dire sur l'acide fluorique, montre évidemment que, jusqu'ici, on n'en avoit eu qu'une idée très-imparfaite, et que c'est, en quelque sorte, un acide nouveau que nous faisons connoître. En effet, Scheele à qui on en doit la découverte, ne l'a jamais obtenu que combiné avec la silice, et il en est de même de tous ceux qui ont essayé d'en préparer, soit parce qu'ils ont opéré dans des vases de verre, comme Scheele, soit parce qu'opérant dans des vases de plomb, ils se sont servis d'un fluate de chaux impur (1). Il étoit donc nécessaire d'en examiner l'action sur les bases salifiables alcalines, terreuses et métalliques.

---

(1) Il existe beaucoup de fluate de chaux qu'on regarde comme pur, parce qu'il paroît bien homogène, qu'il est presque transparent, et qu'on n'y distingue aucune couche de silice : cependant il en contient souvent une petite portion ; et dès-lors il est impossible d'en extraire l'acide fluorique liquide dont nous avons décrit les propriétés (268). Cette petite quantité de silice suffit pour empêcher cet acide de se condenser et pour le maintenir à l'état de gaz.

277. Le plus souvent, dans nos expériences, nous avons employé de l'acide fluorique étendu d'eau; alors, au lieu de le préparer comme il a été dit (266), nous avons mis de l'eau dans le récipient, pl. 5, fig. 7, et nous y avons fait passer de l'acide fluorique concentré, jusqu'à ce qu'elle commençât à devenir fumante. Plusieurs phénomènes, dont nous devons faire mention, se sont présentés. Il s'est produit presque toujours un peu de fluate de plomb qui tapissoit les parois des vases; souvent il s'est formé un peu d'acide sulfureux, et quelquefois un peu de gaz hydrogène sulfuré; quelquefois aussi, il y a eu du soufre mis à nu, on en a rencontré surtout dans l'acide à l'état de petits flocons. Il nous paroît qu'à diverses époques de l'opération, il y a un peu d'eau et d'acide sulfurique décomposés. L'oxygène de ces deux corps se combine avec le plomb et l'acide fluorique; et de là résultent du fluate de plomb, de l'acide sulfureux et de l'hydrogène sulfuré: mais ces deux derniers corps doivent se décomposer quand ils sont en contact l'un avec l'autre, et de là le soufre qu'on obtient. Ces produits sont en si petite

quantité, que la pureté de l'acide fluorique n'en est point sensiblement altérée. D'ailleurs, on les en sépare aisément : le soufre se dépose complètement en quelques heures; l'hydrogène sulfuré se volatilise en quelques heures également par le contact de l'air; il en est de même de l'acide sulfureux : et si l'on craignoit qu'il ne se volatilisât pas tout entier, on pourroit le changer en eau et en soufre par une addition d'hydrogène sulfuré. Jamais on ne trouve de fluate de plomb en dissolution dans l'acide fluorique. Ainsi on est toujours certain de pouvoir se procurer cet acide pur.

*Des fluates alcalins et terreux.*

278. On a fait une assez grande quantité de fluate de potasse neutre, en combinant directement l'acide fluorique pur avec la potasse pure. Au moment où la combinaison a eu lieu, il s'est dégagé beaucoup de calorique. Ce sel a une saveur très-piquante, ne cristallise que difficilement, est très-délicieux et par conséquent très-soluble dans l'eau. Il est susceptible d'éprouver la fusion

aqueuse et la fusion ignée. L'acide sulfurique concentré le décompose, à froid, avec une vive effervescence due à l'acide fluorique qui paroît sous la forme de vapeurs. L'eau de barite, de strontiane et de chaux; tous les sels solubles de barite, de strontiane, de chaux, de magnésie, d'alumine, de glucine, d'yttria et de zircône, le plus neutres possible, y produisent sur-le-champ des précipités qui ne sont autre chose que des fluates insolubles de ces bases.

279. On sait qu'en faisant passer le gaz acide fluorique silicé à travers l'eau, il se fait un dépôt d'un fluate acidule de silice, et qu'il reste en dissolution du fluate très-acide de cette terre. Si on verse, dans ce fluate très-acide, de la potasse caustique (probablement le carbonate de potasse produiroit le même effet), il en résulte des phénomènes qui n'ont point encore été observés par les chimistes. Il se fait un fluate légèrement acide de potasse et de silice, qui exige peut-être six à sept cents fois son poids d'eau pour se dissoudre. La liqueur filtrée, et évaporée, donne un résidu à peine sensible: donc tout le fluate de potasse est

converti en sel triple presqu'insoluble. Ce sel triple est en gelée très-transparente, n'a que peu de saveur, rougit le papier et la teinture de tournesol, devient pulvérulent à une douce chaleur sans se décomposer, et laisse dégager, à une chaleur rouge, du gaz fluorique silicé très-sensible au papier et à l'odorat. Soit en poudre, soit en gelée, il est décomposé à froid, et avec une vive effervescence, par l'acide sulfurique concentré. Au contraire, une dissolution de potasse, de soude, ou d'ammoniaque caustique, ne le décompose pas, même en vingt-quatre heures; du moins, après ce temps, il paroît tout aussi acide qu'auparavant. Cette expérience doit être faite à froid; car à chaud, la potasse et la soude le dissolvent complètement. Le fluate acidule de silice, qui est insoluble dans l'eau, donne également avec la potasse un sel triple insoluble dans ce liquide, en sorte qu'il n'est pas possible, par la potasse, d'extraire la silice pure du gaz fluorique silicé.

*Du fluate de soude.*

280. Ce sel a été fait en combinant la soude pure avec l'acide fluorique pur. Il est bien moins sapide que le fluate de potasse, décrepite au feu, et éprouve la fusion ignée. Il n'est ni déliquescent, ni efflorescent ; il est un peu plus soluble à chaud qu'à froid dans l'eau, et s'en sépare par le refroidissement en petits cristaux qui croquent sous la dent, et qui, le plus souvent, forment une croûte solide et transparente à la surface de la liqueur. L'acide sulfurique concentré le décompose, à froid, avec une vive effervescence. L'eau de barite, de strontiane, de chaux, y forme des précipités. Il en est de même des sels solubles de barite, de strontiane et de chaux, et probablement des sels solubles de magnésie, de glucine, d'alumine, d'yttria et de zircône. Tous ces précipités sont des fluates insolubles de ces diverses bases.

281. Le fluate acide de silice ne se comporte point avec la soude comme avec la potasse. On a versé, à froid, de la soude

dans une dissolution de ce sel ; il ne s'en est rien précipité , du moins en quelques minutes : mais l'ayant fait chauffer , elle s'est prise en une gelée très-transparente , aussitôt qu'elle a été bouillante. On a séparé cette gelée par le filtre ; ce n'étoit que de la silice pure. En effet , elle ne changeoit ni le papier ni la teinture de tournesol ; elle n'avoit point de saveur ; elle ne dégageoit aucune trace d'acide en la desséchant lentement et en la projetant ensuite dans un creuset rouge ; elle n'en dégageoit point non plus , en la mettant en contact avec l'acide sulfurique même très-chaud. D'ailleurs , la liqueur qui avoit été séparée de cette gelée siliceuse ne contenoit absolument que du fluate de soude pur ; d'où il suit qu'on peut très-bien préparer le fluate de soude de cette manière. On peut même se servir , pour cela , du fluate acidule de silice insoluble ; car il est complètement décomposé par la soude , et donne avec cet alcali du fluate de soude pur et de la silice , comme le fluate acide de silice.

*Du fluate d'ammoniaque.*

282. Ce sel a été obtenu en versant de l'acide fluorique pur dans de l'ammoniaque pure. D'abord il étoit neutre; mais il est devenu acide en l'évaporant et a refusé de cristalliser: puis, en continuant l'évaporation, il s'est volatilisé sous la forme de vapeurs blanches, très-épaisses. Il a une saveur très-piquante, et se comporte avec la barite, la strontiane et la chaux, et probablement avec tous les sels solubles de barite, de strontiane, de chaux, de magnésie, de glucine, d'alumine, d'yttria et de zirconé, comme les fluates de potasse et de soude.

283. Le fluate acide de silice ne se comporte avec l'ammoniaque, ni comme avec la potasse, ni précisément comme avec la soude. Aussitôt qu'on verse de l'ammoniaque, en excès, dans une dissolution de fluate acide de silice, il s'en précipite de la silice pure en gelée blanche et opaque qu'on peut reconnoître, comme il a été dit tout à l'heure; mais il en reste une petite portion, en dis-

solution, à l'état de fluate de silice, et combinée avec le fluate d'ammoniaque. Ce qui le prouve, c'est qu'après avoir évaporé cette dissolution de manière à la rendre acide, on en précipite de nouveau une petite portion de silice par l'ammoniaque, et que ce phénomène se présente un assez grand nombre de fois en évaporant et saturant alternativement la liqueur. Ainsi, on ne peut obtenir le fluate d'ammoniaque pur, qu'en combinant directement l'acide fluorique pur avec l'ammoniaque.

L'ammoniaque précipitant de la silice pure, du fluate acide de silice soluble, on devoit croire qu'elle décomposeroit le fluate acidule de silice insoluble, et qu'elle en sépareroit aussi cette base parfaitement pure; c'est en effet ce qui arrive. Par conséquent, on peut extraire la silice pure du gaz acide fluorique silicé, soit par la soude, soit par l'ammoniaque.

### *Du fluate de barite.*

284. L'acide fluorique pur fait un précipité floconeux dans la barite en dissolution.

Ce précipité est un véritable fluate de barite. Un excès d'acide fluorique le dissout; les acides nitrique et muriatique le dissolvent également avec facilité. On obtient un précipité semblable de fluate de barite pur, en traitant le fluate de potasse par le nitrate ou le muriate de barite. Il n'en est pas de même en versant l'un de ces sels dans une dissolution de fluate acide de silice : d'abord, la liqueur reste claire; mais après quelques minutes, elle se trouble et dépose une foule de petits cristaux très-durs, insolubles dans l'eau, dans les acides nitrique et muriatique, et qui, calcinés seuls avec le noir de fumée, n'éprouvent aucune altération. Sans doute ces cristaux sont un composé triple d'acide fluorique, de silice et de barite.

*Des fluates de strontiane et de chaux.*

285. Les fluates de strontiane et de chaux peuvent absolument se faire comme celui de barite; ils sont comme ce sel en flocons insolubles dans l'eau, et solubles dans un excès d'acide fluorique ou dans les acides

nitrique et muriatique. On ne sait pas si on pourroit faire un fluate de silice et de strontiane ou de chaux, comme un fluate de silice et de barite; car on n'a fait aucun essai à cet égard. L'existence de ces sels triples est très-probable, même dans la nature. Nous possédons une grande quantité de fluate de chaux qui est évidemment combiné avec du fluate de silice: il est très-beau et très-pur en apparence; on n'y distingue, à l'œil et à la loupe, aucun vestige de silice; et cependant on en extrait de l'acide fluorique silicé.

*Du fluate de magnésie.*

286. On a traité dans un crûerset d'argent, à la température de trente à quarante degrés, du carbonate de magnésie par l'acide fluorique pur. Il y a eu vive effervescence, et il en est résulté un fluate pulvérulent, insipide, indécomposable au feu, insoluble dans l'eau, et difficilement soluble ou même presqu'insoluble dans les acides. On obtient très-bien ce fluate de magnésie, en versant du fluate de potasse dans le sulfate de magnésie: d'a-

bord il est en gelée, et soluble dans les acides; mais lorsqu'on l'a fait dessécher, il acquiert les propriétés de celui qu'on fait directement.

*Du fluate d'alumine.*

287. On l'a obtenu en versant du fluate de potasse neutre dans une dissolution d'alun: aussitôt que le contact des deux sels a lieu, ce sel se dépose à l'état pulvérulent. Dans cet état, il est insoluble dans l'eau, insipide, et soluble dans un excès d'acide; mais après l'avoir desséché un peu fortement, les acides ne l'attaquent plus qu'avec difficulté.

*Du fluate de glucine.*

288. Le fluate de glucine a été préparé, en mêlant ensemble du fluate un peu acide de potasse, et du muriate très-sensiblement acide de glucine. Ce sel s'est précipité tout de suite en gelée blanche; on l'a lavé par décantation. Ensuite on l'a traité à chaud par l'eau; il s'y est dissous, et s'est déposé en petits cristaux par le refroidissement.

On a eu occasion d'observer, dans la préparation de ce sel, un phénomène remarquable. Quoique le fluate de potasse et le muriate de glucine que l'on a employés, fussent tous deux acides, à peine ont-ils été mêlés, que la liqueur est devenue alcaline, sans que le précipité de fluate de glucine qui s'y est formé devînt acide. Pour qu'il ne restât aucun doute à cet égard, on a laissé le dépôt s'établir parfaitement, et on a décanté la liqueur; elle étoit alcaline. On a versé de l'eau pure sur le dépôt, et au bout de quelque temps on a décanté la nouvelle liqueur; elle étoit encore alcaline, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la liqueur ne rétablît plus la teinture de tournesol légèrement rougie par les acides. Alors, on a fait bouillir le dépôt tout entier avec le moins d'eau possible; il s'est complètement dissous. S'il eût contenu un excès d'acide, il auroit certainement rougi la teinture de tournesol; il ne l'a point fait changer: donc il n'étoit point acide: donc, dans ce cas, on fait, avec deux sels acides, un sel neutre et un sel alcalin; ce qui est contraire à beaucoup de résultats bien connus et bien constatés.

*Des fluates d'yttria et de zircône*

289. On les a fait, comme le fluate de glucine, avec un fluate foiblement acide de potasse, et des muriates très-sensiblement acides d'yttria et de zircône. Ces sels étant absolument insolubles dans l'eau, il en est résulté sur-le-champ un précipité : aucun n'étoit acide, ou du moins n'altéroit même à chaud la teinture de tournesol ; et cependant la liqueur étoit alcaline. Ainsi, voilà encore de nouveaux exemples de sels acides qui forment, en se décomposant réciproquement, des sels neutres et des sels alcalins. On a recherché si les sels alumineux, magnésiens, etc. étoient dans le même cas : on n'a point obtenu de résultats bien positifs à cet égard.

*Des fluates métalliques.*

290. L'acide fluorique, étendu de six à sept fois son poids d'eau, attaque vivement le zinc à froid. L'eau est décomposée, et il y a un grand dégagement de gaz hydrogène.

Le fluate qui se forme reste d'abord en dissolution dans l'excès d'acide ; mais, au bout d'un certain temps, il se sépare presque tout entier de la liqueur, en flocons gélatineux. Ce fluate est blanc, insoluble et sans saveur ; on le fait facilement, en versant du fluate de potasse dans du sulfate de zinc. Il se dissout, surtout lorsqu'il est en gelée, dans les acides nitrique, muriatique, fluorique ; mais jamais on ne peut l'obtenir cristallisé, en évaporant ces dissolutions acides.

291. L'acide fluorique, étendu de trois à quatre fois son poids d'eau, attaque le fer à froid, mais très-lentement ; car l'effervescence n'est pas très-vive. La cause en est due sans doute à ce que le fluate de fer est très-insoluble, et ne se dissout que difficilement dans un excès d'acide fluorique. À chaud, l'action de l'acide fluorique sur le fer est beaucoup plus grande qu'à froid. Dans les deux cas, le fluate de fer se précipite à mesure qu'il se fait, et il suffit de le laver pour l'avoir pur. On l'obtient aussi très-bien avec le fluate de potasse et le sulfate de fer du commerce. Au moment même

où il vient d'être précipité, il a tant de cohésion, qu'il faut un grand excès d'acide fluorique pour le dissoudre; cependant l'acide fluorique seul ne précipite pas le sulfate de fer du commerce. Le fluate de fer est blanc, sans saveur et sans excès d'acide.

292. L'acide fluorique attaquerait probablement avec force le manganèse. Le fluate de manganèse est blanc, insoluble, et se fait très-bien en versant du fluate de potasse dans du sulfate ou du muriate de manganèse. Les acides le dissolvent beaucoup moins difficilement que le fluate de fer.

293. L'acide fluorique, étendu de cinq à six fois son poids d'eau, n'attaque point l'étain à froid; il ne l'attaque pas non plus sensiblement à chaud. Peut-être y auroit-il action si l'acide étoit très-concentré. L'acide fluorique dissout très-bien l'oxide d'étain au maximum; mais il faut qu'il soit en excès. Cette dissolution est fortement troublée par l'ammoniaque. Evaporée, elle se prend bientôt en une sorte de bouillie liquide et un peu opaque, due à du fluate d'étain qui se dépose. Si on y ajoute alors une suffisante quantité d'eau, elle reprend

presque toute sa transparence ; si on l'évapore à siccité, on obtient pour produit de l'acide fluorique très-foible, et pour résidu du fluate d'étain insoluble dans l'eau : donc le fluate acide d'étain au maximum n'est pas volatil comme le muriate d'étain très-oxidé.

L'acide fluorique en' excès dissout aussi très-bien l'oxide peu oxidé d'étain : évaporé seul et avec le contact de l'air, le fluate d'étain au minimum devient fluate très-oxidé, et se prend en bouillie ; évaporé avec de la grenaille d'étain, il ne s'oxigène point, et on finit par l'obtenir en petits cristaux très-brillans et blancs, qui sont très-acides et solubles dans l'eau.

294. L'acide fluorique étendu de deux fois son poids d'eau, n'attaque point le cuivre, du moins en peu de temps, même à chaud. Il se combine très-bien avec l'oxide de cuivre, et le dissout : la dissolution qui en résulte est toujours très-acide. Lorsqu'on évapore cette dissolution, une portion de l'acide se dégage, et le fluate encore acide se dépose en cristaux très-petits, bleuâtres. Lorsque l'évaporation se fait même sponta-

nément, on n'obtient pas d'autres résultats. Ainsi, on peut assurer qu'il est impossible d'obtenir ce sel bien cristallisé. Le sulfate de cuivre étendu d'eau est à peine précipité par le fluate de potasse neutre étendu d'eau; il n'est pas précipité si le fluate est tant soit peu acide. Si le fluate n'est point acide, et si les dissolutions sont concentrées, il y a un précipité très-sensible.

295. L'acide fluorique étendu d'eau, dissout bien l'oxyde de cobalt, et forme un fluate acide de cobalt. Evaporée, cette dissolution abandonne une partie de l'acide, et cristallise par refroidissement en petits cristaux roses. Ces cristaux, qui sont acides, ne se dissolvent pas complètement dans l'eau; il en résulte un fluate acide rose qui se dissout, et un fluate rose insoluble et à peine acide; l'un et l'autre sont précipités en bleu par les alcalis. Les dissolutions de cobalt les moins acides donnent tout au plus un léger trouble avec le fluate neutre de potasse: elles se troublent bien plus en les évaporant.

296. L'acide fluorique dissout facilement l'oxyde d'argent; le sel qui en résulte a une

saveur métallique très-forte, est extrêmement soluble dans l'eau, et légèrement déliquescient : il n'est point volatil et ne cristallise point. Exposé au feu, il se fond comme le muriate d'argent, perd son excès d'acide, et conserve néanmoins la propriété de se dissoudre dans l'eau. Il tache les mains comme le muriate d'argent ; l'acide muratique le fait prendre en masse : toutes les bases salifiables en précipitent l'oxide d'argent, excepté l'ammoniaque. On ne l'obtient point avec l'acide fluorique et l'argent ; mais il se forme facilement au moyen de l'argent et du fluate de mercure très-oxidé. Ce fluate perd une portion de son acide et de son oxygène, et se réduiroit probablement tout-à-fait, s'il y avoit assez d'argent. Le fluate de potasse ne précipite pas le nitrate d'argent : il en est de même de l'acide fluorique.

297. L'acide fluorique n'attaque pas le plomb, soit à chaud, soit à froid ; il se combine très-bien avec l'oxide de plomb. On a fait du fluate de plomb, au moyen de l'acide fluorique pur, et de l'acétate de plomb avec excès d'oxide. Il s'est précipité

en flocons blancs très-abondans, qu'on a séparés et lavés facilement par décantation: ainsi préparé, il est sous la forme de petites lames très brillantes; il est foiblement acide au papier, insipide, insoluble dans l'eau et très-soluble dans les acides nitrique, muria-tique et fluorique, décomposable par l'acide sulfurique à froid, et très-fusible à une chaleur à peine rouge-cerise; par la fusion, il devient légèrement jaune, perd une portion de son acide, mais en conserve encore assez pour produire beaucoup de vapeurs, même à froid, avec l'acide sulfurique concentré.

On peut également faire le fluate de plomb avec les fluates de potasse, de soude ou d'ammoniaque et les sels solubles de plomb.

298. L'acide fluorique le plus concentré n'a aucune action sur le mercure à une température quelconque; il a au contraire une grande action sur l'oxide de mercure.

On a traité de l'oxide rouge de mercure bien pulvérisé, par de l'acide fluorique étendu de six à sept fois son poids d'eau dans un grand creuset de platine, à l'aide de la chaleur élevée quelquefois jusqu'à

l'ébullition. La matière s'est agglomérée et prise en masse; on a brisé de temps en temps la masse. Enfin , après demi-heure de feu , la liqueur étant très-acide , on l'a décantée et évaporée ; il s'en est dégagé par l'évaporation beaucoup d'acide fluorique ; puis il s'en est précipité de petits cristaux lamelleux et jaunâtres. Ce phénomène a eu lieu jusqu'à ce qu'elle fût complètement évaporée ; et néamoins ces cristaux n'étoient pas abondans , ce qui prouve que l'oxide rouge de mercure doit exiger un bien grand excès d'acide pour se dissoudre. Ces cristaux rougisoient le papier et avoient une saveur métallique ; projetés dans un creuset rouge , ils disparaisoient et s'exhaloient en vapeurs , d'où on peut présumer que le fluate de mercure très-oxidé est volatil ; traités par l'eau , on en dissolvoit l'acide et un peu d'oxide : aussi à chaque lavage la couleur se fonçoit et se rapprochoit de l'orangé et ensuite du rouge. On enlèveroit probablement presque tout l'acide par des lavages suffisans : tous les sels de mercure très-oxidés et insolubles doivent être dans ce cas. Voilà pourquoi , en versant du fluate de potasse ,

du borate sursaturé de soude dans du nitrate de mercure très-oxidé, on obtient des précipités qui, bien lavés, contiennent à peine de l'acide fluorique ou de l'acide borique.

*De l'action de l'acide borique sur le fluate de chaux.*

299. On a vu précédemment qu'en décomposant le fluate de chaux par l'acide sulfurique concentré, on n'obtenoit jamais d'acide fluorique sans eau. Convaincus que cette eau ne pouvoit provenir que de l'acide sulfurique et désirant obtenir de l'acide fluorique qui n'en contînt pas, nous avons décomposé le fluate de chaux par l'acide borique récemment fondu. Par ce moyen, nous avons formé un nouveau composé d'acide fluorique et d'acide borique. Ce nouveau composé dont nous allons parler et que nous appellerons acide fluo-borique n'est pas moins remarquable que l'acide fluorique concentré que nous avons fait connoître, soit parce qu'il est naturellement à l'état de gaz, soit parce qu'il jouit d'un grand nombre de propriétés, desquelles il sera

peut-être possible de tirer un parti avantageux.

*Préparation du gaz acide fluo-borique.*

300. On prend un tube de fer, ou une portion de canon de fusil, long de sept décimètres; on le ferme à l'une de ses extrémités; on le couvre d'une couche d'un bon lut qu'on fait sécher peu à peu; on y introduit un mélange de soixante grammes de fluate de chaux très-pur et de trente grammes d'acide borique pur et vitrifié. Ensuite, on le place dans un fourneau à réverbère sous un angle d'environ  $70^{\circ}$ , de manière qu'il en sorte latéralement; et on y adapte un tube de verre qui puisse s'engager à volonté, sous des flacons pleins de mercure. L'appareil étant ainsi disposé, on chauffe peu à peu le tube de fer. Tant qu'il n'est point porté au rouge, il n'en sort que de l'air; mais aussitôt qu'il commence à rougir, il s'en dégage, tout à coup, des vapeurs épaisses: c'est le gaz fluo-borique qui passe. On l'essaye dans une petite éprouvette; aussitôt qu'il s'absorbe entièrement dans l'eau, il est pur et on le recueille.

301. Ce gaz est absolument sans couleur, son odeur est piquante et ressemble à celle de l'acide fluorique silicé; il éteint subitement les corps en combustion, et rougit, avec l'énergie la plus puissante, les couleurs bleues végétales. Lorsqu'on le met en contact avec l'air contenant de l'eau hygrométrique, il en résulte des vapeurs aussi épaisse que celles que forment ensemble le gaz acide muriatique et le gaz ammoniaque: si l'air étoit sec, il ne s'en produiroit aucune; plus il est humide, plus il s'en produit. Le gaz fluo-borique n'a aucune espèce d'action sur le verre. Il en a au contraire une très-grande sur les matières végétales et animales: il les attaque avec autant de force que l'acide sulfurique concentré, et paroît agir sur ces matières, comme cet acide, en déterminant une formation d'eau; car il les charbonne. Aussi transforme-t-il facilement l'alcool en un véritable éther; et noircit-il sur le champ le papier le plus sec en répandant des vapeurs dues à l'eau qui se forme et par laquelle il est absorbé. Cependant on peut le toucher sans se brûler.

302. Le gaz acide fluo-borique est au

moins aussi soluble dans l'eau que le gaz acide muriatique; on en peut juger, jusqu'à un certain point, par la rapidité avec laquelle il s'y dissout. Si, après avoir rempli un flacon de gaz acide fluo-borique, on le plonge dans une terrine pleine d'eau, en le bouchant avec le doigt, à peine l'a-t-on débouché, que l'eau s'élance jusqu'au haut du flacon, avec tant de force qu'elle le brise quelquefois. Pour que l'absorption du gaz soit aussi instantanée, il faut nécessairement qu'il soit pur; car s'il contenoit seulement trois à quatre centièmes d'un gaz insoluble, bientôt ce gaz s'accumuleroit à la surface de l'eau et formeroit une couche qui s'opposeroit singulièrement à la rapidité de l'absorption. On parvient à saturer l'eau de gaz fluo-borique en en faisant passer une certaine quantité sous une éprouvette pleine de mercure; et en y faisant arriver directement ce gaz du canon de fusil, jusqu'à ce qu'elle refuse d'en dissoudre. Cette méthode exige qu'on se serve de fluate de chaux et d'acide borique bien purs: autrement il se produiroit un peu de gaz hydrogène comme on l'a déjà remarqué; et bientôt

la liqueur seroit chassée de l'éprouvette. Si cet inconvénient se présentoit, il faudroit remplacer le tube de verre adapté au tube de fer, par un tube de sûreté qui plongeroit à la manière ordinaire dans l'eau; ou bien, par un tube ordinaire qu'on feroit plonger au fond d'un flacon où on auroit mis une légère couche de mercure et la quantité d'eau qu'on voudroit saturer: de cette manière, l'absorption ne seroit point à craindre; le gaz fluo-borique se dissoudroit en traversant l'eau, et les gaz étrangers pourroient se dégager librement. Dans les deux cas, il faudroit que l'air atmosphérique ne pût pas rentrer librement dans l'intérieur du flacon; pour l'en empêcher, on fermeroit l'ouverture de ce bouchon avec un bouchon portant un tube recourbé qui s'enfonceroit de quelques lignes dans de l'eau ou du mercure. Quelque méthode que l'on suive, ce n'est qu'avec beaucoup de temps qu'on sature l'eau de gaz; et quand bien même il n'y en auroit que quelques grammes à saturer, on seroit obligé, pour y parvenir, de renouveler plusieurs fois la matière dans le canon.

En absorbant le gaz fluo-borique, l'eau s'échauffe considérablement, et augmente beaucoup de volume. Quand elle en est saturée, elle est limpide, très-fumante et des plus caustiques. On en retire par la chaleur environ la cinquième partie de ce qu'elle en contient, et quelque chose qu'on fasse ensuite, il est impossible d'en retirer davantage. Alors elle ressemble à de l'acide sulfurique concentré; elle en a la causticité et l'aspect. Comme lui, elle n'entre en ébullition qu'à une température bien supérieure à celle de l'eau bouillante, et se condense toute entière en stries, quoiqu'elle contienne encore une très-grande quantité de gaz.

303. L'acide fluo-borique se combine très-bien avec les diverses bases salifiables. C'est en le dissolvant dans l'eau, comme on l'a dit précédemment, et en le combinant avec l'ammoniaque, qu'on en a démontré la nature. D'abord, on a fait évaporer jusqu'à siccité le fluo-borate; ensuite, on l'a mis dans un petit matras, où on l'a chauffé presque jusqu'au rouge, et on a obtenu un résidu qui, calciné dans un creuset, s'est fondu et s'est trouvé être de l'acide borique.

Cependant le sublimé qui s'est formé n'étoit point du fluate d'ammoniaque pur ; il contenoit encore du borate d'ammoniaque (1). Cette expérience prouve donc, non-seulement, la présence de l'acide borique dans ce sel, mais encore elle démontre que c'est un véritable sel triple.

304. Il est probable qu'il existe des fluoborates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, de glucine, d'alumine, d'yttria, de zircône et de silice, et des fluo-borates métalliques ; et que tous ces sels sont autant de sels triples. On parviendroit probablement à faire tous ces sels, en fondant ensemble des fluates et des borates de la même base : et il est aussi très-probable qu'en traitant les fluo-borates par de l'acide sulfurique concentré, on obtiendroit facilement de l'acide fluo-borique ; sinon à l'état de gaz, du moins à l'état liquide. Il suffiroit même que, dans ce cas, le verre ne fût pas attaqué, pour en con-

---

(1) Ce qui nous a paru singulier, c'est que le sel, après avoir été sublimé, étoit bien moins soluble dans l'eau et avoit bien moins de saveur qu'auparavant.

clure l'union de l'acide fluorique et de l'acide borique.

305. L'acide fluo-borique étant un acide très-puissant, doit avoir, à l'aide de l'eau, une grande action sur quelques métaux, et particulièrement sur le zinc ; mais nous ne l'avons point encore généralement étudié sous ce point de vue. Nous ne l'avons mis jusqu'ici en contact qu'avec le fer, et seulement à l'état de gaz. Il étoit facile de prévoir que l'action entre ces deux corps se-roit nulle à froid ; on ne pouvoit pas prévoir ce qui arriveroit à une très-haute tempé-  
ture : il étoit possible que l'acide fût dé-  
composé. On a donc fait l'expérience avec un grand soin. Après avoir mis de la tour-  
nure de fer bien décapée dans un tube de porcelaine, on a fait passer ce tube à tra-  
vers un fourneau ; ensuite on a fait com-  
muniquer l'une de ses extrémités avec un flacon de deux litres de capacité, plein de gaz fluo-borique, et on a adapté à l'autre un tube propre à recevoir les gaz. L'appareil étant ainsi disposé, et le tube de porcelaine étant très-rouge, on a forcé le gaz de passer à travers le fer qui y étoit contenu, en por-

tant peu à peu du mercure jusqu'au fond du flacon, au moyen d'un tube droit. Mais le gaz est sorti du tube tel qu'il y étoit entré; le fer n'étoit nullement altéré, et par conséquent on peut conclure que le gaz fluorique n'est décomposé ni à chaud ni à froid par le fer.

Il ne se comporte point de la même manière avec le *potassium* et le *sodium*; ces deux corps, à une haute température, exercent sur lui une action très-remarquable.

*De l'action du potassium sur le gaz fluo-borique.*

306. On a rempli de mercure une petite cloche recourbée A, pl. 5, fig. 2; on y a fait passer deux cent quatre-vingt-dix parties du tube gradué T de gaz fluo-borique; ensuite, avec une tige de fer, on y a introduit jusqu'au haut une mesure M de *potassium*; puis on a chauffé avec une lampe à esprit-de-vin. Le *potassium* s'est fondu, et peu après s'est vivement enflammé. Le mercure a remonté subitement dans la cloche; il n'y est resté que soixante-six parties de

gaz qui jouissoient de toutes les propriétés du gaz fluo-borique ; et tout le *potassium* a été transformé en une matière solide , n'ayant plus l'aspect métallique et ayant une couleur chocolat.

On a répété trois fois cette expérience , et toujours on a obtenu les mêmes résultats.

Alors , au lieu d'employer un excès de gaz fluo-borique , on a employé un excès de *potassium*. Les mêmes phénomènes se sont présentés , excepté que l'absorption du gaz a été complète. Ce résultat a été constaté plusieurs fois comme le précédent.

307. Après s'être ainsi assuré qu'il ne se dégageoit aucun gaz dans la combustion du gaz fluo-borique , on ne s'est plus occupé qu'd'en brûler une suffisante quantité, pour pouvoir examiner le produit solide de cette combustion.

L'opération se fait très-commodément dans une cloche d'un litre environ de capacité. D'abord on remplit la cloche , à deux travers de doigt près , de gaz acide fluo-borique ; ensuite on porte le *potassium* dans l'intérieur de cette cloche , au moyen d'une

tige de fer convenablement recourbée; puis on y fait passer une petite capsule rouge-cerise, que l'on tient avec des pinces, et faite, si l'on veut, avec un creuset dont on a enlevé en partie les parois. Lorsque, par l'agitation, on est parvenu à faire tomber le mercure qu'elle contenoit, on y met tout de suite le *potassium*, qui bientôt brûle avec une très-grande énergie. La combustion étant faite, et la capsule étant refroidie, on la retire et on en détache la matière avec une petite spatule. Cela fait, on peut brûler une autre quantité de métal dans cette petite capsule et dans cette cloche, pourvu qu'on fasse passer dans celle-ci la quantité d'acide fluo-borique qui a été absorbée dans la première combustion. On peut de la même manière faire une troisième et une quatrième combustion; rien ne s'y oppose, puisqu'on peut toujours tenir la cloche également pleine de gaz fluo-borique. Cependant, nous ajouterons que, pour que ces sortes d'expériences aient un succès complet, il faut avoir grand soin d'enlever, avec du papier joseph, l'huile qui est à la surface du métal: autre-

ment elle se décomposeroit , et donneroit un peu de gaz hydrogène et de charbon. A la vérité , on ne peut point entièrement éviter cet inconvénient; car , quelque précaution qu'on prenne , il y a toujours une portion d'huile interposée entre les molécules métalliques : mais la quantité en est si petite , qu'on peut la négliger , et qu'elle ne peut introduire aucune source d'erreur dans les résultats.

*Examen du produit solide de la combustion du potassium dans le gaz fluo-borique.*

308. Ce produit est solide , de couleur chocolat , et sans aspect métallique ; il a peu de saveur ; il se fond au rouge-cerise. A une température élevée , il décompose l'air ; à la température de 15 à 20 degrés , il ne le décompose pas : mis en contact avec l'eau froide , il en résulte à peine quelques petites bulles d'hydrogène. Il en est de même avec l'eau bouillante ; et dans les deux cas , il se dissout en très-grande partie. La portion qui se dissout , n'est évidemment que

du fluate de potasse ; car elle précipite par les eaux de barite, de strontiane et de chaux, et par tous les sels solubles de ces bases ; et lorsqu'on l'a évaporée jusqu'à siccité, et qu'on la traite par l'acide sulfurique concentré, il s'en dégage d'abondantes vapeurs d'acide fluorique, et il se forme du sulfate acide de potasse. La portion qui ne se dissout point, se présente sous la forme de flocons d'une couleur chocolat très-foncé ; elle est sans saveur, n'altère point la teinture de tournesol, ne se fond point au feu ; elle décompose facilement l'acide nitrique ; en dégage du gaz nitreux, et se convertit en acide borique ; elle brûle dans l'air et dans le gaz oxygène à une haute température, se fond et se convertit encore en acide borique ; enfin, mêlée avec le nitre, et projetée dans un creuset rouge, elle s'enflamme vivement, et donne pour produit du borate de potasse : elle n'est donc, pour ainsi dire, composée que de bore. Nous pensons qu'elle contient en outre une petite quantité du radical fluorique. Cette opinion est fondée sur ce que plusieurs de ses parties ont la propriété de brûler, même par l'approche

d'un charbon à peine rouge , et de donner tout de suite de véritable gaz fluo-borique , reconnoissable par les vapeurs qu'il répand dans l'air , etc. Quoi qu'il en soit , on voit que c'est principalement en décomposant l'acide borique du gaz fluo-borique , que le *potassium* devient potasse , et qu'à mesure que cet acide est décomposé , l'acide fluo-rique se trouve absorbé.

*De l'action du sodium sur le gaz acide fluo-borique.*

309. Le *sodium* agit sur le gaz fluo-borique , absolument comme le *potassium* , et donne lieu aux mêmes phénomènes et aux mêmes résultats ; seulement la combustion est un peu plus vive et l'absorption du gaz plus considérable. Mais il ne se forme absolument , comme avec le *potassium* , qu'un produit solide sans aspect métallique , de couleur chocolat , peu sapide , faisant à peine effervescence avec l'eau , s'y dissolvant en grande partie , et donnant un résidu brun susceptible de se convertir presque tout entier en acide borique , etc.

*De l'action du phosphate acide de chaux vitreux sur le fluate de chaux.*

310. N'ayant pu réussir à obtenir de l'acide fluorique sans eau ou sans acide borique, en traitant le fluate de chaux par l'acide sulfurique concentré, ou par l'acide borique vitreux (275 et 299), nous avons essayé de décomposer ce sel par le phosphate acide de chaux vitrifié. Nous nous sommes servis, pour cela, du même appareil que pour en extraire l'acide fluorique par l'acide borique, nous proposant d'y faire ensuite tous les changemens qui deviendroient nécessaires. Le feu a été poussé graduellement; et à la fin il étoit très-fort. Il ne s'est pas dégagé plus d'un décilitre de gaz, y compris l'air des vases; ainsi, il n'y a point eu de décomposition bien sensible. Cependant, on a remarqué que les dernières portions de gaz qui se sont dégagées étoient acides, avoient une odeur qu'on ne peut comparer à aucune autre, et qu'en les respirant même en très-petite quantité, elles occasionnoient dans la poitrine une gêne

subite et extraordinaire, dont on se resentoit pendant plusieurs heures. Cet effet nous a engagés à soumettre le peu de gaz qui nous restoit à quelques essais. Il nous a paru, mais nous ne l'assurons pas, que ce gaz étoit un composé de gaz fluorique et de phosphate acide de chaux.

Si au lieu de calciner du fluate de chaux pur avec le phosphate acide de chaux vitreux, on calcine du fluate de chaux silicé, la décomposition s'en opère même avant que la chaleur nesoit au rouge-brun; elle est très-rapide, et on obtient abondamment du gaz fluorique silicé et du phosphate de chaux.

311. On voit donc qu'on ne peut extraire l'acide fluorique du fluate de chaux, qu'autant qu'on lui présente un corps avec lequel il puisse se combiner; il ressemble à cet égard à l'acide muriatique. (V. plus loin nos observations sur l'acide muriatique.)

Il seroit curieux de rechercher s'il existe d'autres corps avec lesquels il peut s'unir et se gazéifier. Nous n'avons encore essayé que l'oxygène; mais il paroît qu'il n'existe point d'acide fluorique oxygéné: du moins en chauffant dans un tube de fer ou une cor-

nue de porcelaine, un mélange de fluate de chaux pur, de phosphate acide de chaux et d'oxyde noir de manganèse, on n'obtient rien, si ce n'est un peu de gaz fluorique silicé, lorsqu'on fait l'opération dans la cornue de porcelaine. Il faudroit traiter, dans un tube de fer et à une très-haute température, les fluates de magnésie, de glucine, d'yttria, d'alumine et de zircône, par le phosphate acide de chaux vitreux, pour savoir si les bases de ces divers sels pourroient, comme la silice, gazéifier l'acide fluorique. On pourroit encore le traiter dans un tube de plomb par l'acide sulfureux concentré; ces recherches conduiroient sans doute à quelques résultats instructifs. On en sera convaincu, si l'on observe que cet acide tend à se combiner avec tous les corps, et qu'il forme avec eux des combinaisons solides, liquides ou gazeuses, selon qu'il conserve plus ou moins d'élasticité ou de force expansive.

312. Puisqu'on ne peut par aucun moyen avoir l'acide fluorique pur, on ne peut l'étudier que déjà combiné avec quelque corps; seulement il faut le prendre combiné avec

tel ou tel corps, selon que l'on veut obtenir tel ou tel résultat.

S'agit-il de l'unir avec les alcalis, les terres et les oxides métalliques, il faut se garder d'employer de l'acide fluorique silicé; car alors il en résulte des sels triples : c'est ainsi qu'en versant de la potasse dans du fluate acide de silice, on obtient un sel triple presque insoluble (279). C'est encore ainsi qu'en versant du muriate de barite dans du fluate acide de silice, on obtient, au bout de quelque temps, un précipité cristallin, insoluble, même dans un grand excès d'acide nitrique, qu'on pourroit confondre avec le sulfate de barite, et qui n'est autre chose que du fluate de silice et de barite (284).

Mais lorsqu'au lieu de vouloir combiner l'acide fluorique avec les corps, on veut le décomposer, comme nous nous sommes proposé de le faire par le *potassium*, il est évident qu'on ne doit point employer l'acide fluorique liquide, à cause de l'eau qui s'y trouve, et qu'on doit préférer, le gaz fluorique tenant en dissolution de l'acide borique, ou plutôt encore le gaz fluorique siliceux, parce que dans celui-ci

le corps étranger ne peut probablement nuire qu'en disséminant la matière. Aussi est-ce de ce gaz, et particulièrement du gaz fluorique silicé, que nous nous sommes servis dans nos essais sur la décomposition de l'acide fluorique, dont nous allons rendre compte actuellement.

313. Lorsqu'on met en contact, à la température ordinaire, le *potassium* avec le gaz fluorique silicé, il n'éprouve pas d'altération sensible, il ne devient que légèrement terne à la surface. Mais si on le fait fondre, bientôt il s'épaissit, et brûle vivement avec un grand dégagement de chaleur et de lumière. Dans cette combustion, il y a une grande absorption d'acide fluorique, très-peu de gaz hydrogène dégagé, disparition du métal et production d'une matière solide, dont la couleur est brune-rougeâtre.

Cette expérience a été faite un grand nombre de fois dans une petite cloche recourbée A, pl. 5, fig. 2, avec des quantités bien déterminées de *potassium* et de gaz. Déjà on a cité les résultats qu'on a obtenus (240). Néanmoins on croit devoir les rapporter encore ici.

## PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

<i>Potassium</i> .....	Une mesure M.
Gaz fluorique silicé.....	202 p. du tube gradué T.
Gaz après la combustion..	124 p. formées de 118 p. de gaz fluorique silicé et de 6 de gaz inflammable.
Donc acide fluor. absorbé.	78 p.
Produits.....	Matière solide de couleur chocolat, lumière vive.

## DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

<i>Potassium</i> .....	Une mesure M.
Gaz fluorique silicé.....	206 p. du tube gradué T.
Gaz après la combustion..	126 p. formées de 120,5 p. de gaz fluorique silicé et de 5,5 de gaz hydrogène.
Donc acide fluor. absorbé.	80 p.
Produits.....	Matière solide de couleur chocolat, lumière vive.

Si on emploie une mesure M de *potassium*, et seulement soixante parties de gaz fluorique silicé, tout le *potassium* n'est pas détruit ; mais tout le gaz est absorbé, sauf un résidu à peine appréciable.

Ainsi, ces expériences mettent hors de doute que, dans l'action du *potassium* sur le gaz fluorique silicé, il se dégage à peine

quelques centièmes d'hydrogène, et qu'on obtient seulement, pour produit, une matière qui est solide et de couleur brun-marron.

314. Après avoir examiné cette matière avec un grand soin, nous en avons conclu qu'elle devoit être composée de fluate acide de potasse et de silice, de fluure de potasse et de fluure de potasse et de silice. Voici les propriétés dont elle jouit.

Vue à la loupe, on n'y distingue aucun point métallique; elle se broye avec la plus grande facilité; elle n'a que peu de saveur. Mise en contact avec l'eau, elle fait une légère effervescence qui ne tarde point à s'arrêter; mais il se forme, de temps à autre, des bulles à sa surface pendant douze à quinze jours au moins: de cette manière, on recueille à peu près une quantité d'hydrogène égale à celle que le *potassium* donne avec l'eau. Chauffée au rouge-cerise dans le gaz azote, elle n'éprouve pas d'altération; chauffée avec le contact de l'air ou de l'oxygène, elle吸吸 une certaine quantité de ce gaz, dégage sensiblement du gaz fluorique silicé, perd beaucoup de sa couleur et la propriété,

dont elle jouissoit auparavant, de faire effervescence avec l'eau ; si, étant très-chaude, on la met subitement en contact avec l'air, elle y brûle vivement, dégage un peu d'acide fluorique, devient presque blanche, s'y fond complètement, et perd tout à coup la propriété de faire effervescence avec l'eau. C'est ce qui arrive surtout, en mettant du *potassium* avec un excès de gaz fluorique silicé, dans une cloche recourbée A, pl. 5, fig. 2, et en cassant cette cloche au moment où le *potassium* est détruit, et où il cesse d'être rouge. Traitée par l'acide nitrique, elle le décompose et en dégage du gaz nitreux. Mêlée avec le nitrate de potasse ou le muriate suroxigéné, et projetée dans un creuset rouge, elle s'enflamme, et donne un résidu qui ne fait point d'effervescence avec l'eau.

Toutes ces propriétés tendent à démontrer l'existence d'un corps combustible dans cette matière : mais comment l'obtenir pur ? On n'a jamais pu y parvenir, quoiqu'on l'ait traitée à cet effet par l'eau, par les acides muriatique et fluorique.

*Traitemen<sup>t</sup> de cette mati<sup>ère</sup> que nous appellerons A , par l'eau.*

315. On l'a fait bouillir avec de l'eau ; elle s'est dissoute en partie avec effervescence. Au bout d'une demi-heure , on a laissé déposer la liqueur et on l'a décantée ; elle ne contenoit que du fluate de potasse , qui d'abord étoit légèrement alcalin , et est devenu ensuite légèrement acide. Le résidu étoit brun-marron foncé ; on l'a fait sécher doucement ; ensuite on l'a mis avec une certaine quantité de gaz oxigène , dans une petite cloche recourbée A , pl. 5 , fig. 2. On l'a chauffé avec une lampe à esprit-de-vin ; il s'est enflammé , a perdu presque sa couleur , a donné un peu de gaz fluorique silicé et un grand résidu formé de fluate acide de potasse et de silice.

*Traitemen<sup>t</sup> de la mati<sup>ère</sup> A par l'acide muriatique foible.*

316. On a fait chauffer , dans une fiole , une assez grande quantité de matière A ,

avec un excès d'acide muriatique foible. Il y a eu dégagement de gaz hydrogène , et dissolution d'une grande partie de la matière. On a lavé le précipité à grande eau ; ensuite on l'a fait sécher , et chauffer dans une cloche recourbée A , pl. 5 , fig. 2 , avec du gaz oxygène. Il y a eu combustion assez vive , disparition d'oxygène , apparition de gaz fluorique silicé : la cloche même a été attaquée en plusieurs points ; mais on a toujours obtenu un petit résidu blanc , qui étoit évidemment encore du fluate acide de potasse et de silice.

*Traitemen t de la matière A , par l'acide fluorique foible et pur.*

317. On a mis dans un creuset d'argent , une assez grande quantité de la matière A , avec un grand excès d'acide fluorique pur et étendu d'eau. Il y a eu effervescence , la matière s'est dissoute en presque totalité ; on n'a obtenu qu'un petit résidu brun-noir : on a lavé et séché ce résidu , puis on l'a chauffé comme les précédens avec du gaz oxygène dans une cloche recourbée A , pl. 5 ,

fig. 2. Il y a eu combustion vive, disparition d'oxygène, apparition de gaz fluorique silicé. La cloche a été attaquée en plusieurs points; mais le corps, de noir qu'il étoit, est devenu blanc. Examiné dans cet état, il étoit évidemment formé de fluate acide de potasse et de silice.

318. Ainsi, de quelque manière qu'on ait traité la matière A, ou le produit de la combustion du *potassium* dans le gaz fluorique silicé, on n'est jamais parvenu à obtenir pur le corps combustible qu'il contient, en sorte qu'il n'est pas possible de prononcer affirmativement sur la nature de ce corps. Cependant, si on considère avec attention tous les faits qu'on vient de rapporter, il deviendra très-probable que ce corps est le radical de l'acide fluorique; car, puisqu'en brûlant du *potassium* dans le gaz fluorique silicé, il ne se dégage point ou presque point d'hydrogène, on ne peut point attribuer cette combustion à de l'eau qu'on supposeroit dans ce gaz. Il n'est pas probable non plus que la destruction du *potassium* soit due à la silice. Ainsi, dans cette expérience, où l'acide fluorique est décom-

posé, ou il se combine avec le métal sans l'oxider. Ces deux hypothèses étant les seules qu'on puisse faire, discutons-les successivement. Si c'étoit le métal qui se combinât tout entier avec l'acide fluorique, il en résulteroit probablement une combinaison très-inflammable, et qui, par l'eau, donneroit de suite autant d'hydrogène que le métal lui-même; mais on n'en n'obtient, même dans l'espace de plusieurs heures, que le tiers de ce qu'on devroit obtenir. D'ailleurs, une combinaison de ce genre est contraire à tous les faits dans toutes les hypothèses possibles, soit qu'on considère l'action de l'acide fluorique sur les métaux et sur les alcalis, soit qu'on considère l'action du métal de la potasse sur tous les autres acides. Donc, etc.

319. Maintenant, si on examine les substances avec lesquelles le radical fluorique doit être mêlé ou combiné, on verra facilement qu'elles sont au nombre de trois, savoir: l'acide fluorique, la potasse et la silice; et si on considère encore l'ensemble de tous les faits précédens, on en conclura qu'elles doivent très-probablement former avec ce

radical, 1<sup>o</sup>. du fluate acide de potasse et de sicile; 2<sup>o</sup>. du fluure de potasse; 3<sup>o</sup>. du fluure de potasse et de silice.

320. Lorsqu'on traite à chaud ces diverses matières par l'eau, c'est sans doute le fluate acide de potasse et de silice qui rend la liqueur foiblement acide; c'est probablement le fluure de potasse qui décompose l'eau à la manière des phosphures, et qui donne lieu à un dégagement de gaz hydrogène et de fluate de potasse; enfin, c'est probablement le fluure de potasse et de silice qui, n'étant point attaqué par l'eau et fort peu par les acides, fait qu'on obtient toujours un résidu combustible.

*De l'action du gaz fluorique silicé sur le sodium.*

321. Le sodium brûle très-vivement à une température élevée dans le gaz fluorique silicé. Dans cette combustion, il ne se dégage point ou presque point d'hydrogène; il y a une absorption considérable de gaz: lorsque le gaz fluorique est en excès, tout le sodium est détruit et converti en un produit solide de couleur chocolat; lorsque

le *sodium* est au contraire en excès , il n'est détruit qu'en partie , mais tout le gaz se trouve absorbé.

### *Examen du produit solide.*

322. Ce produit a été traité absolument de la même manière que celui qu'on a obtenu avec le *potassium* et le gaz fluorique silicé. L'un et l'autre jouissent absolument des mêmes propriétés ; si ce n'est que celui du *sodium* dégage , avec l'eau , bien plus d'hydrogène que celui du *potassium* , et qu'il ne contient probablement point de fluate acide de soude et de silice , puisqu'il paroît que ce sel n'existe point ; d'après cela , il est donc composé de fluate de soude , de fluure de soude , et de fluure de soude et de silice.

323. Quoi qu'il en soit , il est extrêmement facile d'opérer la combustion du *sodium* ou du *potassium* dans le gaz fluorique silicé. Si on ne veut brûler qu'une petite quantité de métal , l'opération se fait commodément sur le mercure , dans une petite cloche de verre recourbée qu'on chauffe avec une lampe à esprit-de-vin ; mais lorsqu'on

veut en brûler de grandes quantités, il faut s'y prendre comme on l'a indiqué (307).

*Note sur les recherches qui ont été faites dans la vue de décomposer l'acide fluorique.*

Le 2 mai 1808, nous avons annoncé à l'Institut, et nous avons imprimé dans le *Moniteur*, pour le vendredi 27 mai, et dans le *Nouveau Bulletin de la Société Philomat.*, juin 1808, page 156, que le *potassium*, à l'aide de la chaleur, brûloit vivement dans le gaz fluorique le plus sec, et que probablement il le décomposoit, puisqu'il l'absorboit complètement; que le produit qui en résultoit, et qui étoit brun, contenoit du fluate de potasse et ne contenoit plus de *potassium*. Le 23 janvier 1809, nous avons lu à l'Institut les nouvelles recherches que nous avions faites sur la décomposition de l'acide fluorique; nous les avons imprimées dans le *Moniteur*, du 23 janvier 1809, et ensuite elles ont paru dans le *Bulletin de la Société Philom.*, février 1809, page 281, puis aussi dans le second volume d'*Arcueil*, page 327: il en résulte que le *potassium* brûle vivement, à l'aide de la chaleur, dans le gaz fluo-borique; qu'il absorbe ce gaz complètement, et que le produit qui se forme contient du bore, du fluate de potasse,

et peut-être du radical de l'acide fluorique ; qu'en chauffant le *potassium* avec le gaz fluorique silicé, il s'épaissit et brûle avec un grand dégagement de chaleur et de lumière ; que, dans cette combustion, il y a une grande absorption d'acide fluorique, très-peu de gaz hydrogène dégagé, disparition du métal, et production d'une matière solide dont la couleur est brune-rougeâtre ; que cette matière solide fait une légère effervescence avec l'eau ; que cette effervescence est due à du gaz hydrogène ; que le gaz hydrogène qui se dégage ainsi même dans l'espace de plusieurs heures, réuni à celui qui se dégage instantanément dans la réaction du *potassium* et du gaz fluorique, fait à peine le tiers de ce que ce métal peut en produire avec l'eau ; que les eaux de lavage contiennent du fluate de potasse avec excès d'alcali ; que le résidu bien lavé est brun-rougeâtre ; que projeté dans un creuset d'argent rouge-cerise, ce résidu brûle vivement et dégage un peu de gaz acide ; qu'alors d'insoluble qu'il étoit dans l'eau, il est devenu en partie soluble ; que la partie qui se dissout est du fluate de potasse, et que celle qui ne se dissout pas est du fluate de potasse et de silice ; que, si au lieu de faire cette expérience dans un creuset, on la fait dans une petite cloche recourbée, et en partie pleine d'oxygène, il en résulte une inflammation plus vive que

dans l'air, une absorption d'une grande quantité d'oxygène, et que le gaz qui reste après la combustion n'est que du gaz oxygène pur, plus un peu de gaz fluorique silicé; enfin, que le produit de cette combustion est solide, et formé de fluate de potasse et de silice, comme lorsqu'on fait l'expérience dans un creuset; que tous ces faits réunis doivent faire conclure que probablement le *potassium* décompose le gaz fluorique, et que s'il en est ainsi, cette décomposition doit donner naissance à du fluure de potasse susceptible de décomposer l'eau en dégageant du gaz hydrogène, et à du fluure de potasse et de silice qui ne jouiroit pas de cette propriété, mais qui à une haute température, et avec le contact de l'air, brûleroit et passeroit à l'état de fluate (1).

Depuis le 23 janvier 1809, nous avons encore fait de nouvelles et nombreuses recherches sur la décomposition de l'acide fluorique; on peut en lire les résultats dans cet ouvrage.

Enfin, le 12 janvier 1809, M. Davy a lu à la

---

(1) Nous avons dit précédemment (314) qu'en mettant en contact avec l'eau le produit de l'action du *potassium* sur le gaz fluorique silicé, il en résultoit une effervescence qui s'arrêtroit tout à coup, ou du moins qui devenoit si foible qu'il se dégageoit à peine une petite bulle d'heure en heure. C'est sans doute le fluure de potasse qui produit la première effervescence, et le fluure de potasse et de silice qui produit la seconde.

Société Royale, sur la décomposition de l'acide fluorique, des recherches semblables à celles que nous avons lues à l'Institut, le 2 mai 1808 et le 23 janvier 1809, sur cet objet. Ces recherches n'ont été publiées que long-temps après les nôtres ; car elles n'ont paru pour la première fois que dans les *Trans. Philos.* de 1809. On les a imprimées ensuite dans la *Bibl. Brit.*, n° 332, octobre 1809, pages 128-132.

On voit donc que les recherches qui ont été faites, soit par M. Davy, le 12 janvier, soit par nous, le 23 janvier, et même depuis cette époque, n'ont presque rien ajouté à celles que nous avons faites le 2 mai 1808, relativement à la probabilité de la décomposition de l'acide fluorique par le *potassium*, et qu'ainsi cette décomposition n'est toujours que probable.

Nous croyons devoir terminer cette note par l'extrait du procès-verbal de quelques séances de la Société Royale, pour 1808 et 1809, extrait qui a été envoyé de Londres à M. Pictet, pour la *Bibl. Britan.*, et que ce savant a bien voulu nous communiquer aussitôt qu'il l'a eu reçu. On y verra que c'est véritablement le 23 décembre 1808, que M. Davy a lu à la Société Royale, le mémoire où il annonce, sur la décomposition de l'acide boracique, les mêmes résultats que nous avions publiés dans le *Moniteur* des 15 et 16 novembre de la même année ; et on y verra aussi que c'est le 12 jan-

vier qu'il a lu à cette même Société, son mémoire sur l'acide fluorique. Si ces divers mémoires portent la date du 15 décembre 1808, dans les *Transact. Philosop.* pour 1809, et dans la *Bibliot. Brit.*, n° 332, octobre 1809, pag. 128-132, c'est que M. Davy a commencé le 15 décembre la lecture de ces divers mémoires, et que M. Davy en a lu un à chaque séance jusqu'au 12 janvier 1809.

Le 15 décembre : « On commence la lecture » de la leçon bakerienne de M. Davy, intitulée : « Quelques recherches analytiques sur les élé- » mens de certains corps, avec des observa- » tions sur la théorie chimique. L'auteur ob- » serve dans son introduction, que son but » dans ces recherches, a été d'établir avec pré- » cision la nature des élémens de l'ammonia- » que et des substances alcalines; de tâcher de » décomposer, s'il étoit possible, le soufre, le » phosphore et les acides boracique, muria- » tique et fluorique; et d'étudier la nature du » diamant, de la plombagine et du charbon.

» La seconde section traite de l'ammoniaque » et de ses élémens; il y examine particuliè- » ment l'action de l'ammoniaque et du *potas-* » *sium*, action de laquelle MM. Gay-Lussac et » Thénard avoient conclu que le *potassium* » pourroit étre un composé d'hydrogène et de » potasse. M. Davy cherche à montrer par une » variété d'expériences, qu'on ne peut admettre

» ces conclusions, et que dans ces opérations  
» c'est l'aminoniaque et non le *potassium* qui  
» est décomposée.

» Il décrit, dans le cours de cette recherche,  
» deux substances nouvelles; l'une est un com-  
» posé de l'oxide de *potassium* et d'ammonia-  
» que; l'autre un composé de ce même oxide  
» et de nitrogène. Cette dernière matière s'en-  
» flamme spontanément au contact de l'air,  
» et produit de la potasse et du nitrogène.  
» Elle agit sur l'eau avec violence, et produit  
» par son action de la potasse et de l'ammo-  
» niaque.

» M. Davy paroît disposé à croire, d'après  
» l'ensemble de ses expériences, que le nitro-  
» gène, dans son état aériforme, n'est pas un  
» corps simple, mais qu'il contient de l'oxi-  
» gène; et que dans sa combinaison avec  
» l'oxide de *potassium*, il manifeste des pro-  
» priétés métalliques.

» Décembre 23: On continue la lecture du  
» mémoire de M. Davy; l'auteur traite, dans  
» la troisième section, de la décomposition du  
» soufre. Il raconte un nombre d'expériences  
» très-soignées qu'il a faites sur cette sub-  
» stance, au moyen de l'électricité voltaïque,  
» et par l'intermédiaire du *potassium*; elles lui  
» donnent lieu de croire que le soufre est un  
» composé triple d'oxygène, d'hydrogène et  
» d'une base particulière.

» Il fait mention d'un fait très-curieux : c'est  
» la combustion brillante du *potassium* dans  
» le gaz hydrogène sulfuré, combustion qui  
» prouve évidemment que ce gaz qu'on a re-  
» connu depuis long-temps comme rapproché  
» des acides par quelques propriétés contient  
» de l'oxygène.

» Dans la quatrième section, l'auteur traite  
» de la décomposition du phosphore, qui, de  
» même que le soufre, entre en ignition avec  
» le *potassium*, sans contact d'air, par l'ac-  
» tion électrique, et dégage alors du gaz hy-  
» drogène phosphuré.

» Il considère le phosphore comme un com-  
» posé d'une petite quantité d'oxygène et d'hy-  
» drogène, combinés avec une base particu-  
» lière ; le soufre et le phosphore se rappro-  
» chent, selon lui, des corps résineux et hu-  
» leux, à la différence que la base de ces der-  
» niers est le carbone.

» Dans la cinquième section, l'auteur ap-  
» plique la nouvelle méthode d'analyse à la  
» plombagine, au charbon et au diamant. Il  
» considère la plumbagine comme une combi-  
» naison du carbone pur et du fer : le charbon,  
» comme un composé de l'élément charbon-  
» neux et d'un peu d'hydrogène ; et le dia-  
» mant comme composé aussi de carbone, mais  
» avec une petite quantité d'oxygène.

» L'auteur donne, dans la sixième section,

» le détail de la décomposition et de la composition de l'acide boracique. Cet acide est décomposé par l'électricité voltaïque et par l'action du *potassium*. Sa base, en reprenant l'oxygène, reproduit l'acide boracique. L'analogie, qui avoit mis sur la voie de cette décomposition, se trouve ainsi confirmée.

» Janvier 12 : On termine la lecture du mémoire de M. Davy. Dans cette partie de son travail, l'auteur donne le détail de ses procédés pour décomposer l'acide fluorique. Il y ajoute quelques expériences curieuses sur l'acide muriatique ; et il met en avant des vues nouvelles sur la partie théorique de la chimie.

» Il a découvert que le *potassium* brûle dans le gaz acide fluorique ; il sépare sa base qui se combine avec la potasse formée, ou avec le *potassium*, si ce dernier est en excès : et ce composé de la base fluorique et de l'alcali, ou de la base alcaline, produit le fluate de potasse, par sa combustion ou par l'action de l'eau.

» M. Davy annonce que le gaz acide muriatique ordinaire contient au moins un tiers de son poids d'eau. Il n'a pas encore pu se le procurer dégagé d'eau non combinée, mais il a obtenu des combinaisons de l'acide muriatique avec l'acide phosphoreux, l'acide phosphorique, l'acide sulfurique, et avec le phosphore tout-à-fait exempt d'humidité :

» ces composés, même à l'état liquide, quoi-  
 » que formés d'élémens qu'on présume être  
 » fortement acides, n'agissent point sur la tein-  
 » ture de tournesol; ils ne dissolvent pas les  
 » alcalis et sont non conducteurs de l'électri-  
 » cité; mais l'addition d'une très-petite quan-  
 » tité d'eau développe leur énergie respective,  
 » les rend conducteurs, et les rend capables  
 » d'agir violemment sur la teinture de tour-  
 » nesol et sur les alcalis. Le *potassium* détonne  
 » fortement avec ces composés d'acide muria-  
 » tique, même à la température ordinaire de  
 » l'atmosphère. La violence de l'explosion a  
 » jusqu'ici empêché M. Davy d'en examiner les  
 » résultats; mais il croit assez probable que  
 » l'acide muriatique éprouve dans cette expé-  
 » rience quelque changement ou quelque dé-  
 » composition ».

## DE L'EXISTENCE DE L'EAU DANS LES GAZ.

324. Il est une question qu'on n'a point encore résolue, mais dont la solution est tout à la fois curieuse et utile; c'est de savoir, quels sont les gaz qui peuvent contenir de l'eau soit à l'état hygrométrique, soit à l'état de combinaison.

Nous avons été conduits à nous en occu-

per, par les réflexions que nous a fait naître l'action du gaz fluo-borique sur l'air. Frappés des épaisses vapeurs qui résultent du contact de ces deux gaz (301), et qui sont dues à ce que l'acide fluo-borique se combinant avec l'eau de l'air, forme un liquide extrêmement lourd, nous n'avons pas douté un seul moment que cet acide ne fût l'agent le plus sûr et le plus prompt pour démontrer la présence de l'eau hygrométrique dans les gaz qui sont susceptibles d'en contenir. C'est ce que prouvent les expériences qui suivent.

#### PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

On a fait passer de l'air saturé d'eau dans une cloche pleine de mercure (temp. 25° cent.); on y a fait passer ensuite quelques bulles de gaz fluo-borique, et tout à coup, il s'est formé d'épaisses vapeurs: ces vapeurs étant condensées, il ne s'en est pas formé d'autres en faisant passer de nouveau gaz fluo-borique dans la cloche.

## DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Au lieu d'opérer sur de l'air saturé d'eau à 25° de chaleur, on a opéré sur de l'air qui en étoit saturé seulement à la température de 1°; et néanmoins, il s'est encore formé un nuage très-sensible.

## TROISIÈME EXPÉRIENCE.

On a fait passer de l'air saturé d'eau dans une cloche pleine de mercure, thermomètre 25°; ensuite, on y a fait passer un morceau de chaux vive. Après cinq heures de contact, on a essayé l'air par le gaz fluo-borique; il n'y a pas eu la plus petite apparence de vapeurs: mais toutes les fois qu'on mêloit, avec cet air ainsi desséché, seulement un cinquantième d'air humide, le gaz fluo-borique l'indiquoit en y produisant des vapeurs très-sensibles.

On a fait, sur tous les gaz insolubles dans l'eau, les mêmes expériences que sur l'air atmosphérique, et toujours on a obtenu les mêmes résultats. Ainsi le gaz fluo-borique y produisoit d'autant plus de vapeurs qu'ils

étoient saturés d'eau à une température plus élevée ; et il cessoit d'y en produire toutes les fois que ces gaz avoient été en contact pendant quelques heures avec la chaux vive : d'une autre part, il y en produisoit de nouveau d'une manière très-sensible , si après les avoir desséchés avec de la chaux vive, on les mettoit seulement avec un cinquantième de gaz humide.

Il faut donc conclure de toutes ces expériences, que le gaz fluo-borique indique dans les gaz les plus petites quantités d'eau hygrométrique , et que ceux dans lesquels il ne se forme aucun nuage , n'en contiennent point.

De là résulte un moyen très-simple pour savoir quelles sont les substances qui peuvent enlever l'eau hygrométrique aux gaz. C'est de mettre ces substances successivement en contact avec chacun d'eux sur le mercure ; et de faire passer au bout de quelque temps un peu de gaz fluo-borique dans la cloche qui les renferme.

Les substances qui jouissent de cette propriété dans un degré très-marqué sont , 1<sup>o</sup>. la potasse et la soude purifiées à l'alcool et fon-

dues; 2°. la barite et la strontiane provenant du nitrate de ces bases (1); 3°. la chaux vive; 4°. l'acide sulfurique concentré; 5°. l'acide fluo-borique liquide et concentré; 6°. l'acide nitrique concentré; 7°. l'acide phosphorique vitreux et l'acide arsenique desséché; 8°. tous les sels déliquescents et surtout l'acétate de potasse, les muriate et nitrate de chaux, le muriate et le nitrate de magnésie; 9°. quelques sels non déliquescents, particulièrement le sulfate de chaux calciné; 10°. le gaz acide fluo-borique et le gaz acide muriatique.

Enfin outre tous ces procédés, pour priver les gaz d'eau hygrométrique, on peut encore y parvenir, comme on le sait très-bien, par un froid de quelques degrés au-dessous de zéro.

325. Maintenant, à l'aide de toutes ces données, recherchons quels sont, parmi les

---

(1) La barite qui a été fondue et qui contient un dixième de son poids d'eau, ainsi que M. Berthollet l'a fait voir, deuxième volume d'Arcueil, ne s'empare point de l'eau hygrométrique de l'air, du moins dans l'espace de vingt-quatre heures. Elle a tant de cohésion, que l'eau bouillante ne l'attaque que foiblement, et qu'on a de la peine à la dissoudre dans les acides.

gaz solubles dans l'eau, ceux qui contiennent de l'eau hygrométrique et ceux qui n'en contiennent pas.

On a préparé du gaz acide carbonique avec du marbre et de l'acide muriatique étendu d'eau (temp. 22° cent.). On en a mêlé sur le mercure avec du gaz fluo-borique, et tout à coup il en est résulté d'abondantes vapeurs ; mais toutes les fois qu'avant de faire le mélange de ces deux gaz, on a mis dans une cloche et pendant quelques heures le gaz acide carbonique en contact avec un peu de muriate de chaux desséché, il ne s'est jamais produit la plus légère vapeur.

Il en a été de même avec le gaz oxyde d'azote, avec le gaz acide muriatique oxygéné et même avec le gaz acide sulfureux : par conséquent tous ces gaz contiennent de l'eau hygrométrique.

Les gaz qui sont extrêmement solubles dans l'eau n'en contiennent point au contraire, et ne peuvent pas en contenir la plus petite quantité, parce qu'aussitôt qu'ils sont en contact avec l'eau, elle les absorbe sur-le-champ : tels sont surtout le gaz acide muriatique et le gaz fluo-borique.

## PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

On a extrait du gaz acide muriatique de l'eau qui le tenoit en dissolution ; on l'a recueilli dans une cloche sur le mercure. On y a fait passer du gaz fluo-borique, et il ne s'est pas produit le plus léger nuage. (Temp. 12° cent.)

## DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

On a mis dans un ballon deux kilogrammes de sel marin avec quinze hectogrammes d'acide sulfurique du commerce étendu d'un peu d'eau ; on a adapté, d'une part, au col du ballon, un tube qui se rendoit dans un petit flacon à deux tubulures ; et de l'autre part, à la seconde tubulure du flacon, un autre tube recourbé en forme de syphon, qui plongeoit jusqu'au fond d'un vase très-profound. L'appareil étant ainsi disposé, on a chauffé peu à peu le ballon ; et dès que l'air a été chassé des vases, on a entouré le tube recourbé en forme de syphon d'un mélange de glace et de sel. La température à laquelle s'est trouvé exposé le gaz

acide muriatique étoit de  $-19^{\circ}$ ; la quantité de ce gaz qui a été refroidie, a été très-considerable, et cependant, il ne s'est déposé dans le tube recourbé aucune trace de liquide, ou du moins que des gouttelettes à peine visibles.

#### TROISIÈME EXPÉRIENCE.

On a fondu du sel marin, et on l'a traité par l'acide sulfurique le plus concentré pour en extraire le gaz acide muriatique. Après avoir rempli plusieurs flacons de ce gaz acide, on a fait passer dans tous ces flacons une seule goutte d'eau, thermom.  $20^{\circ}$ : il est évident que cette goutte auroit dû se vaporiser dans cet acide, s'il étoit susceptible de contenir de l'eau hygrométrique; mais loin de disparaître, elle a au contraire augmenté de volume, parce qu'elle a absorbé une très-grande quantité de gaz acide.

#### QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

On a fait du gaz acide fluo-borique avec du fluate de chaux et de l'acide borique qui avoient été séparément poussés à un

très-haut degré de feu. Après en avoir rempli, aux trois quarts, plusieurs flacons bien secs, on a mis dans chacun d'eux une petite goutte d'eau. La température étoit d'environ 20°. L'expérience a duré trois à quatre jours, pendant lesquels on a remué de temps à autre le flacon. Ce gaz fluo-borique ne pouvoit pas contenir d'eau, puisqu'il avoit été préparé avec des matières absolument sèches; et cependant l'eau, au lieu de se vaporiser, a augmenté beaucoup de volume et a formé de l'acide fluo-borique liquide.

#### CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

On a préparé du gaz fluorique silicé à la manière ordinaire. On l'a mis en contact avec du gaz fluo-borique; il s'est formé un très-léger nuage: mais on croit qu'il venoit de ce que les parois de la cloche qui renfermoit les gaz, étoient légèrement humides.

Nous n'avons point essayé si le gaz acide nitreux contient de l'eau hygrométrique; il n'est pas probable qu'il en contienne, parce qu'il est très-soluble dans l'eau.

326. Nous n'avons pas pu faire d'essais avec le gaz fluo-borique sur le gaz ammoniac; puisqu'il se seroit formé sur le champ, un fluo-borate d'ammoniaque solide. La seule expérience qu'on puisse tenter, pour savoir si le gaz ammoniac contient de l'eau hygrométrique, est d'exposer cet alcali à un froid de quelques degrés au-dessous de 0. Nous avons fait cette expérience, mais les résultats que nous avons obtenus sont trop équivoques pour être consignés ici.

327. Après avoir déterminé, comme on vient de le dire, quels sont les gaz qui contiennent de l'eau hygrométrique, on a recherché, s'il en est qui contiennent de l'eau intimement combinée. On n'a fait de recherches à cet égard que sur le gaz hydrogène sulfuré, le gaz acide carbonique, le gaz acide sulfureux, le gaz acide nitreux, le gaz oxyde d'azote, le gaz fluo-borique, le gaz fluorique silicé, le gaz muriatique et le gaz muriatique oxigéné; parce que de tous les gaz connus, ce sont les seuls solubles dans l'eau, et qu'on admet que tous ceux qui y sont insolubles, n'en contiennent qu'à l'état hygrométrique.

Il résulte de ces recherches que le gaz acide muriatique est le seul qui puisse contenir de l'eau combinée : c'est ce qu'on va démontrer au moyen d'observations dont les unes sont connues, et les autres, nouvelles.

## I.

Le gaz hydrogène sulfuré obtenu avec le sulfure de fer et l'acide sulfurique étendu d'eau, ou bien avec un hydro-sulfure alcalin et un acide, contient son volume de gaz hydrogène (157). Il en est de même du gaz hydrogène sulfuré, qu'on fait en calcinant du soufre avec du gaz hydrogène (157). Donc ces deux gaz sont identiques : or, comme on ne peut pas supposer d'eau dans le second (1), on n'en peut point admettre dans le premier ; et comme celui-ci qui s'est dégagé de l'eau en contiendroit, si ce gaz étoit susceptible d'en contenir ; donc, etc. On peut encore prouver directement que

---

(1) En effet, pour que le gaz hydrogène sulfuré fait avec le soufre et l'hydrogène pût contenir de l'eau, il faudroit que le soufre contînt de l'oxygène : on a démontré (163) qu'il n'en contenoit pas.

le gaz hydrogène sulfuré ne contient pas d'eau combinée, en observant qu'en faisant agir ce gaz et ensuite l'eau sur le *potassium*, on retrouve non-seulement tout l'hydrogène qui provient de ce gaz; mais encore tout celui que peut dégager le *potassium* avec l'eau (159): ce qui n'auroit pas lieu évidemment, s'il contenoit de l'eau en combinaison.

## III.

Lorsqu'on traite à une haute température le gaz acide carbonique sec, par un excès de *potassium* qui n'a point été en contact avec l'huile, on décompose complètement ce gaz, et on n'obtient d'autre résidu qu'un ou deux centièmes de gaz oxyde de carbone. De là, on peut conclure que le gaz acide carbonique ne contient point d'eau en combinaison intime; car s'il en contenoit, il y auroit dégagement d'hydrogène dans cette expérience. D'ailleurs le charbon absolument privé d'hydrogène (1)

---

(1) Pour priver le charbon d'hydrogène, il faut l'exposer pendant quelque temps à un feu de forge, et le

brûle très-bien dans le gaz oxygène sec, et produit du gaz acide carbonique entièrement semblable à celui qu'on extrait du marbre par les acides.

### III.

On obtient facilement du gaz acide sulfureux en chauffant ensemble du gaz oxygène sec et des sulfures métalliques naturels ou artificiels: d'une autre part, on décompose très-facilement à l'aide de la chaleur, les sulfites de barite et de chaux très-secs (1), par l'acide borique vitrifié, et on en retire une très-grande quantité de gaz acide sulfureux; donc cet acide ne contient point d'eau combinée. On ne cite point pour preuve l'action du *potassium* sur le gaz sulfureux, parce qu'il est évident que si ce gaz contenait de l'eau, il se formeroit un sulfure

---

mettre ensuite en contact à une haute température avec du gaz acide muriatique oxygéné ou du muriate d'argent. *Voyez* plus loin nos recherches sur l'acide muriatique et l'acide muriatique oxygéné.

(1) Les sulfites de barite et de chaux desséchés à la température de l'eau bouillante ne contiennent pas d'eau. *Voyez* les recherches qu'on vient de citer.

hydrogéné de potasse , et qu'ainsi l'hydrogène ne se dégageroit point. On ne cite point non plus pour preuve qu'on obtient du gaz sulfureux , soit en brûlant du soufre dans le gaz oxygène , soit en calcinant ensemble des oxides métalliques et du soufre , parce qu'il est probable , d'après les expériences de A. Berthollet et de M. Davy , qu'il existe un peu d'hydrogène dans le soufre. A la vérité , on pourroit soutenir qu'il en existe dans les sulfures , et on pourroit rejeter la première expérience que nous rapportons comme ne prouvant pas ce que nous avançons : mais du moins , il n'y a rien à objecter contre la seconde.

## IV.

En mêlant ensemble dans un ballon où on a fait le vide , cent parties de gaz nitreux sec et trente-trois à trente-quatre parties de gaz oxygène sec , il en résulte tout à coup du gaz acide nitreux très-rouge et très-pur : donc , ce gaz ne contient point d'eau combinée.

## V.

Lorsqu'on fait passer dans un tube de fer, à une température au-dessous du rouge-brun, du gaz oxyde nitreux sec, lequel ne contient point d'eau combinée, il est décomposé et est transformé en gaz oxyde d'azote: si on traite à une température un peu élevée du gaz oxyde d'azote par le *potassium*, il en résulte du nitrite de potasse et un dégagement d'azote sans dégagement d'hydrogène (134 et 135); donc le gaz oxyde d'azote ne contient point d'eau combinée.

## VI

Puisqu'après avoir poussé séparément à un haut degré de feu, le fluate de chaux et l'acide borique, on obtient une grande quantité de gaz fluo-borique en les chauffant ensuite ensemble, on doit en conclure que ce gaz peut exister sans eau; et puisqu'en mettant ce gaz en contact avec une seule goutte d'eau (325, quatrième expérience), cette eau, loin de se vaporiser, absorbe beaucoup de gaz et augmente de volume,

on doit en conclure en second lieu qu'il ne peut point exister avec de l'eau. On peut ajouter qu'en le traitant à une haute température par le *potassium* et le *sodium*, il n'y a point dégagement d'hydrogène (306), et qu'il en est de même en le faisant passer à travers la tournure de fer rouge de feu. Donc, etc.

## VII.

Si on calcine dans un tube de fer un mélange de phosphate acide de chaux vitrifié, de silice et de fluate de chaux, bien privés d'eau, il en résulte, à une température au-dessous du rouge-brun, une décomposition rapide et un grand dégagement de gaz fluorique silicé. Donc ce gaz ne contient point d'eau : aussi traité par le *potassium* à chaud ou mis en contact à une haute température avec le fer, ne donne-t-il point de gaz hydrogène. Or le gaz acide fluorique silicé obtenu du fluate de chaux par l'acide sulfurique concentré, jouit des mêmes propriétés; car on a vu qu'il donnoit à peine quelques centièmes de gaz hydrogène en le traitant par le *potassium*, et il est constant

qu'en le faisant passer à une haute température à travers un canon de fusil, il n'éprouve aucune altération: donc, dans aucun cas, le gaz fluorique silicé ne contient d'eau combinée.

### VIII.

Si on décompose vingt litres de gaz ammoniac au moyen d'un tube de porcelaine rouge de feu, et si on fait passer les produits de cette décomposition à travers des récipients entourés de glace, il ne s'y dépose point d'eau (1): donc, le gaz ammoniac ne contient point d'eau combinée. D'ailleurs en décomposant par l'électricité un poids donné de gaz ammoniac sur le mercure, on en obtient un absolument égal, tant en hydrogène qu'en azote.

### IX.

Lorsqu'on calcine dans un tube de porcelaine un mélange d'oxyde noir de manganèse sec, de muriate de barite fondu et

---

(1) Mémoire de A. Berthollet, sur l'analyse de l'ammoniaque. Second volume de la Société d'Arcueil, page 268.

d'acide borique ou de phosphate acide de chaux vitrifiés, on obtient beaucoup de gaz acide muriatique oxigéné. Lorsqu'on fait passer du gaz acide muriatique oxigéné privé d'eau hygrométrique à travers la grenaille d'argent, à une température élevée, il se forme du muriate d'argent, et il ne se dégage point d'eau, si ce n'est celle qui peut provenir des bouchons de l'appareil: donc, le gaz acide muriatique oxigéné ne contient point d'eau. D'ailleurs, c'est ce qui sera prouvé d'une autre manière par un grand nombre d'expériences. (*Voyez plus loin nos recherches sur l'acide muriatique et muriatique oxigéné.*)

## X.

Si aucun des gaz dont on a parlé jusqu'ici ne contient d'eau combinée, il est permis de croire qu'il n'en est pas de même du gaz acide muriatique. M. Henry a conclu le premier qu'il en contenoit, de ce qu'en tirant des étincelles électriques dans ce gaz, au moyen d'un fil de fer, il s'est formé du muriate de fer, et qu'il s'est dégagé de l'hydrogène.

M. Berthollet a été conduit à la même conséquence, en le combinant, soit avec la potasse purifiée par l'alcool et fondu(1), soit avec l'oxide d'argent, et en s'assurant ensuite que le poids du muriate formé étoit bien moindre que celui de l'acide et de la base employés. Nous avons obtenu nous-mêmes des résultats qui peuvent conduire à cette conséquence, en faisant passer à une douce chaleur du gaz acide muriatique sur de la litharge récemment fondu et grossièrement concassée. L'appareil dont nous nous sommes servis étoit fort simple. On a mis du sel marin fondu dans une cornue tubulée ; au col de cette cornue étoit adapté un tube recourbé en forme de syphon, qui, après avoir plongé dans un mélange refroidissant, communiquoit à l'extrémité supérieure d'un tube de verre d'environ cinq à six millimètres de diamètre. Celui-ci contenoit la litharge dans sa partie moyenne ; là, il étoit exposé à une température de 80 à 100 degrés : son extrémité inférieure, au contraire, étoit refroidie, et plongeoit dans le mercure.

---

(1) Mémoires d'Arcueil, second volume, page 55.

Tout étant ainsi disposé, on a versé de l'acide sulfurique concentré sur le sel marin, par la tubulure de la cornue; le gaz acide s'est aussitôt dégagé, a passé à travers le mélange refroidissant, et de-là à travers la litharge concassée, avec laquelle il s'est rapidement combiné. Cette litharge est devenue blanche, et en même temps beaucoup d'eau chargée d'acide muriatique s'est rassemblée à l'extrémité inférieure du tube: d'où il semble résulter que le gaz acide muriatique contient de l'eau combinée.

Ainsi, on peut conclure de toutes ces expériences, que tous les gaz contiennent de l'eau hygrométrique, excepté les gaz très-solubles dans l'eau, savoir: peut-être l'ammoniaque, très-probablement l'acide fluorique silicé et bien certainement le gaz muriatique et le gaz fluo-borique (1); et on

---

(1) Nous ne parlons ici que de ce qui a lieu à la température ordinaire, ou à une température inférieure. Nous ne savons pas précisément ce qui arriverait à une température de 40 à 50 degrés, et à plus forte raison, à une température supérieure; mais nous regardons comme probable, qu'alors ces gaz, et particulièrement l'ammoniaque et l'acide fluorique silicé, contiendroient de l'eau.

peut en conclure aussi qu'il n'en est aucun qui contienne de l'eau combinée, excepté le gaz muriatique dans lequel il est permis d'en admettre.

DE LA NATURE ET DES PROPRIÉTÉS DE L'ACIDE MURIATIQUE ET DE L'ACIDE MURIATIQUE OXIGÉNÉ.

328. Le gaz acide muriatique étant le seul gaz dans lequel il soit permis d'admettre de l'eau combinée, nous avons dû faire des recherches pour savoir si l'eau est essentielle à sa nature intime, et combien, dans ce cas, il est susceptible d'en contenir; mais ces recherches nous ayant conduits à en faire de très-étendues sur l'acide muriatique oxigéné, nous en<sup>e</sup> partageons l'ensemble en trois parties. Nous allons traiter successivement de chacune de ces parties.

## PREMIÈRE PARTIE.

*Expériences par lesquelles on cherche à savoir si l'eau est essentielle à la nature intime du gaz acide muriatique, et conséquences qui résultent de ces expériences.*

## PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

329. On a mis dans un tube de fer luté, et fermé par l'une de ses extrémités, un mélange à parties égales de muriate d'argent sec et d'acide borique fondu : on a placé ce tube dans un fourneau où se rendoit la tuyère d'un bon soufflet, et on y a adapté un tube de verre recourbé ; ensuite, on l'a chauffé peu à peu jusqu'au rouge presque blanc, et on n'en a retiré que de l'air sans aucune portion de gaz acide muriatique.

D'une autre part, on a mis dans un tube de verre luté, un mélange de muriate d'argent et d'acide borique, semblable au précédent. Le tube traversoit un fourneau et étoit légèrement incliné ; à l'extrémité supérieure de ce tube on avoit adapté une

petite cornue contenant de l'eau, et à l'autre on avoit adapté un tube recourbé propre à recueillir les gaz. Le mélange étant à peine au rouge-brun, on l'a mis en contact avec l'eau de la cornue réduite en vapeurs; et aussitôt, il s'en est dégagé beaucoup d'acide muriatique, à tel point que tout le muriate d'argent a été promptement décomposé, et qu'il n'est resté dans le tube que du borate d'argent. On voit donc que l'acide borrique ne peut pas décomposer le muriate d'argent à la plus haute température, mais qu'il le décompose tout de suite à l'aide de l'eau.

#### DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

330. On a mêlé ensemble dix grammes de charbon poussé au plus violent feu de forge, avec vingt grammes de muriate d'argent fondu. Après les avoir introduits dans une cornue de porcelaine, on l'a placée dans un fourneau où se rendoit la tuyère d'un bon soufflet, et on y a adapté un tube recourbé qu'on a fait plonger dans le mercure; ensuite on l'a chauffée peu à peu. Lorsqu'elle a été rouge, on a obtenu un

peu de gaz acide muriatique et de gaz inflammable brûlant en bleu ; mais le dégagement de ces gaz s'est bientôt ralenti , et au bout de quelque temps il s'est arrêté entièrement. Enfin , quoiqu'on ait porté le feu au point d'affaisser la cornue , il n'y a eu que trois grammes de muriate d'argent décomposé ; car tout l'acide recueilli , et précipité par le nitrate d'argent , n'a produit que cette quantité de muriate , et d'ailleurs on a trouvé tout le reste de ce sel dans la cornue. Mais si on met en même temps le muriate d'argent en contact avec le charbon fortement calciné et de l'eau , la décomposition s'en opère complètement et presqu'instantanément. C'est ce que prouve l'expérience suivante.

531. Après avoir mêlé ensemble six grammes de charbon , poussé au plus grand feu de forge , et douze grammes de muriate d'argent , on les a introduits dans un tube de verre luté : on a placé ce tube dans un fourneau ; on a adapté , à l'une de ses extrémités , une petite cornue contenant de l'eau , et on a adapté à l'autre un petit tube recourbé. L'appareil étant ainsi disposé , on a chauffé

peu à peu le mélange. Tant qu'on n'y a point fait passer de vapeur d'eau, il ne s'est pas dégagé un atôme de gaz acide muriatique; mais aussitôt qu'on a porté l'eau de la cornue à l'ébullition, tout de suite, il s'en est dégagé des torrens d'acide: tout le muriate a été réduit en quelques minutes; et cependant la température étoit à peine au rouge-brun. Il en résulte donc que le charbon pur ne peut point décomposer le muriate d'argent à la plus haute température, et qu'il le décompose au contraire tout de suite au-dessous du rouge-brun, à l'aide de la vapeur d'eau; et que si le charbon ou la plombagine fortement calcinés en décomposent une petite\*quantité, c'est évidemment parce qu'ils contiennent un peu d'hydrogène: ce qui le prouve, c'est que si on chauffe un mélange de muriate d'argent et de charbon ordinaire très-hydrogéné, dans un tube de verre, on réduit ce sel, même au rouge-brun, en en dégageant d'abondantes vapeurs d'acide muriatique.

## TROISIÈME EXPÉRIENCE.

332. On a mis du phosphore bien sec au fond d'un tube de verre fermé par un bout; on a presqu'entièrement rempli ce tube de mercure doux nouvellement sublimé, et on y a adapté un tube recourbé qui s'engageoit sous des flacons pleins de mercure. On a chauffé le premier tube par le milieu, et ensuite par le bas pour volatiliser le phosphore; on a réduit, par ce moyen, beaucoup de mercure doux, car on apercevoit une grande quantité de globules de mercure. Cependant il ne s'est point dégagé de gaz muriatique, mais il s'est formé un liquide blanc qui est venu se condenser dans le tube recourbé, et qui de là a passé dans le flacon. (Voyez la nature et les propriétés de ce liquide, 278.)

## QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

333. On a mis, dans une cornue de verre, du sel marin, de l'oxide noir de manganese et de l'acide sulfurique. On a fait passer lentement le gaz acide muriatique oxigéné

qui en est résulté , à travers un gros tube de verre , long d'un mètre et demi et rempli de muriate de chaux : de là , on l'a conduit dans un tube de porcelaine qu'on a peu à peu porté au rouge. Alors , on a introduit dans ce tube , par l'extrémité qui en restoit ouverte , une grande quantité de charbon poussé au plus violent feu de forge , et on y a adapté un petit tube de verre recourbé. Le charbon a décomposé les premières portions de gaz acide muriatique oxigéné avec lesquelles il a été en contact , et les a converties en gaz muriatique ~~ordinaire~~ ordinaire. Mais cet effet a été peu à peu en diminuant , quoique la température fût très-elevée ; et au bout d'un quart-d'heure environ , le gaz a passé sans éprouver d'altération ; seulement il étoit mêlé vers la fin de l'expérience , dont la durée a été de plus d'une heure et demie , de trois centièmes de gaz inflammable qui nous a paru être du gaz oxide de carbone. Par conséquent , le gaz muriatique oxigéné n'est point décomposé par le charbon , et s'il en disparaît une petite quantité au commencement de l'expérience , c'est sans doute parce qu'il reste

dans le charbon le plus fortement chauffé un peu d'hydrogène qui se combine avec cet acide pour former du gaz acide muriatique ordinaire. Aussi, en substituant du charbon ordinaire qui est très-hydrogéné, à du charbon fortement calciné qui l'est peu, on obtient d'abord et pendant long-temps, une grande quantité de gaz acide muriatique ; ensuite, lorsque le charbon commence à être déshydrogéné, on obtient tout à la fois du gaz acide muriatique et du gaz acide muriatique oxigéné ; et à dater de cette époque, la quantité de gaz acide muriatique va en décroissant, tandis que celle d'acide muriatique oxigéné va en augmentant : de sorte qu'à la fin de l'expérience le charbon ne contenant plus d'hydrogène, le gaz qui se dégage n'est plus que de l'acide muriatique oxigéné. On peut donc être certain que le charbon contiendra de l'hydrogène, toutes les fois qu'il aura la propriété de transformer le gaz acide muriatique oxigéné en gaz acide muriatique : c'est pourquoi, nous ne doutons pas, que la plombagine elle-même ou le carbure de fer n'en contienne, puisqu'il jouit de cette propriété

à peu près au même degré que le charbon fortement calciné.

334. Si on considère avec attention les résultats de ces diverses expériences, ou bien si on observe, 1°. que le charbon privé d'hydrogène ne décompose pas le gaz muriatique oxigéné à la plus haute température; 2°. que le charbon qui en contient le décompose au-dessous du rouge-cerise; 3°. qu'en mettant le gaz acide muriatique en contact avec la litharge, il en résulte du muriate de plomb et un grand dégagement d'eau; 4°. que l'acide borique vitrifié n'a aucune action sur le muriate d'argent même exposé au rouge-blanc; 5°. que cet acide en dégage le gaz acide muriatique au-dessous du rouge-brun à l'aide de la vapeur d'eau; 6°. que le charbon privé d'hydrogène n'altère nullement le muriate d'argent à quelque degré de feu qu'on expose le mélange; 7°. que le charbon qui en contient réduit tout de suite l'oxyde d'argent de ce sel et en dégage tout l'acide muriatique à l'état de gaz, même au-dessous de la température rouge; 8°. qu'il en est de même du charbon privé d'hydrogène, pourvu qu'on aide son

action par de la vapeur d'eau; 9°. enfin qu'en traitant le muriate de mercure au minimum d'oxidation par le phosphore, on obtient, non du gaz muriatique, quoique ce sel soit décomposé, mais un liquide particulier contenant beaucoup de phosphore; on sera de plus en plus porté à croire que l'acide muriatique ne peut exister à l'état de gaz sans eau ou du moins sans les principes qui constituent l'eau (1).

Dès-lors il sera facile de prévoir tous les cas dans lesquels on pourra le dégager de ses combinaisons. C'est ainsi qu'avant de faire l'expérience, nous étions certains de ne pas décomposer, même au plus grand feu de forge, soit par l'acide borique, soit par le phosphate acide de chaux vitrifié, les muriates de barite, de strontiane, de potasse, de soude et de chaux, fondus; ou au

---

(1) Nous disons sans l'eau ou sans les principes qui constituent l'eau, parce qu'en effet en admettant de l'hydrogène et de l'oxygène dans l'acide muriatique, il n'est pas possible de savoir s'ils y sont à l'état d'eau, ou bien s'ils y sont à l'état où ils semblent être dans les matières végétales et animales. (Voyez plus loin la discussion qui se trouve à la fin de nos recherches sur l'acide muriatique et muriatique oxygéné.)

moins de n'en dégager que très-peu d'acide muriatique, parce que ces sels ne contiennent que peu ou point d'eau; et nous étions certains, au contraire, de les décomposer très-facilement et à une basse température par ces deux acides et de la vapeur d'eau: c'est ce qui a eu lieu comme on va le dire.

#### PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

335. On a mis dans une cornue de grès un mélange de parties égales d'acide borique vitrifié et de muriate de barite fondu. On a disposé cette cornue dans un fourneau alimenté d'air par un excellent soufflet, et on y a adapté un tube recourbé qu'on a engagé sous des éprouvettes pleines de mercure. On a chauffé peu à peu, et on a fini par porter la cornue au rouge blanc; on n'en a retiré que de l'air et une très-petite quantité de gaz muriatique. La cornue étant refroidie, on l'a cassée, et on y a retrouvé le muriate de barite et l'acide borique en grande partie séparés et formant deux couches bien distinctes.

On a fait la même expérience et de la même manière, avec les muriates de strontiane, de soude et de chaux: on a obtenu les mêmes résultats: seulement, on a obtenu un peu plus de gaz acide muriatique avec le muriate de chaux qu'avec les autres, sans doute parce qu'il retient, quoique fondu, un peu plus d'eau que ces sels.

#### DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

336. On a introduit successivement une portion de tous les mélanges précédens dans un tube de verre luté: on a placé ce tube horizontalement sur un fourneau; ensuite, après avoir adapté à l'une de ses extrémités une petite cornue de verre contenant de l'eau, on l'a porté au rouge-brun. Alors, on a fait entrer l'eau en ébullition; et aussitôt, il s'est dégagé d'abondantes vapeurs d'acide muriatique, tandis qu'auparavant il ne s'en dégageoit aucune. Ces sels ont donc été décomposés, et il s'est formé des borates.

## TROISIÈME EXPÉRIENCE.

337. On a mis dans une cornue de porcelaine un mélange de deux parties de phosphate acide de chaux vitrifié et d'une partie de muriate de barite fondu. On a disposé cette cornue dans un fourneau où se rendoit la tuyère d'un bon soufflet, et on y a adapté un tube recourbé qu'on a engagé sous des éprouvettes pleines de mercure. On a poussé le feu jusqu'au rouge-blanc: d'abord, on a obtenu l'air des vaisseaux; mais quelque temps après, lorsque la température a été très élevée, il s'est dégagé un peu de gaz acide muriatique et en même temps quelques gouttes de liquide qui avoient la même odeur et les mêmes propriétés que celui qu'on fait avec le mercure doux et le phosphore. (*Voyez la nature de ce liquide, 278.*) Mais bientôt ces effets ont cessé, et il ne s'est plus rien dégagé.

On a fait la même expérience avec le phosphate acide de chaux vitrifié et les muriates de strontiane, de potasse, de soude et de chaux, fondus, et on a obtenu sensi-

blement les mêmes résultats: excepté qu'avec le muriate de chaux, il en est résulté un peu plus de gaz muriatique qu'avec les autres sels.

#### QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

358. On a fait passer de la vapeur d'eau successivement sur un mélange de deux parties de phosphate acide de chaux et d'une partie de muriate, à la température rouge-cerise, comme on l'a indiqué, expérience deuxième (336). Il en est résulté d'abondantes vapeurs d'acide muriatique, et divers phosphates, tandis que sans l'action de l'eau, il s'en dégageoit à peine quelques traces d'acide.

359. On n'a point essayé l'action des acides phosphorique et arsenique, vitrifiés, sur les muriates; mais il est évident qu'aucun muriate sec ne sera décomposé par ces acides à moins qu'à l'état vitreux ils ne retiennent de l'eau: alors la quantité de muriate décomposé seroit proportionnelle à la quantité d'eau qu'ils retiendroient.

On voit donc dans tous ces cas combien

est grande l'action qu'exerce l'eau sur l'acide muriatique pour le transformer en gaz, et on voit en même temps que si on obtient une petite quantité de gaz muriatique, soit avec l'acide borique, soit avec le phosphate acide de chaux et les muriates de chaux, de soude fondus, c'est que ceux-ci ne sont pas privés d'eau, même à la plus haute température. Aussi quand on les fond dans un creuset et qu'on y jette de la tournure de fer, il s'en dégage pendant long-temps du gaz hydrogène qui s'enflamme.

340. Cette action de l'eau sur l'acide muriatique est même si grande, que les muriates terreux et secs, qui ne peuvent point être décomposés à la plus haute température par l'acide borique ou le phosphate acide de chaux vitrifiés, le sont par l'eau seule, au-dessous du rouge-cerise. (*Voyez plus loin nos recherches sur l'acide muriatique oxigéné.*) Il est probable que plusieurs muriates métalliques sont dans ce cas. Mais ce qu'il y a de certain, c'est que les muriates de mercure, d'argent et de fer, ainsi que les muriates de barite, de strontiane, de potasse, de soude et de

chaux ne peuvent être décomposés par l'eau, parce que dans tous ces muriates la base réagit plus que l'eau sur l'acide muriatique à une température quelconque.

Mais qu'on offre à cette base un corps quelconque, même autre qu'un acide, avec lequel elle puisse se combiner, et dès-lors réagissant moins sur l'acide muriatique, l'eau pourra s'emparer de celui-ci et le gazéifier; c'est-là ce qu'on obtient d'une manière très-remarquable avec la silice.

341. On a fait un mélange de deux parties de sable très-fin et d'une partie de sel marin fondu: après l'avoir introduit dans un tube de porcelaine, on a placé ce tube dans un fourneau à réverbère de manière qu'il le traversoit en s'inclinant légèrement. Ensuite, ayant adapté une cornue presque remplie d'eau à son extrémité supérieure et un tube de verre recourbé à son extrémité inférieure, on l'a chauffé peu à peu. Porté au rouge, il ne s'en est dégagé aucune vapeur acide, ce qui devoit avoir lieu; mais aussitôt qu'on a mis assez de feu sous la cornue pour en faire bouillir l'eau, la vapeur aqueuse traversant le mélange en

a fait sortir une grande quantité d'acide muriatique. Celui qu'on recueilloit à l'état liquide, à l'extrémité du tube, étoit si concentré, qu'on ne pouvoit pas le mettre dans la bouche. Arrêtoit-on l'ébullition de l'eau, bientôt il ne se dégageoit plus d'acide: la produisoit-on de nouveau, tout à coup le dégagement de l'acide reparoissoit; il étoit d'autant plus considérable que la température étoit plus élevée et qu'on fairoit passer plus d'eau en vapeurs. On a continué de cette manière l'expérience pendant cinq heures, et jusqu'à la fin les vapeurs ont été très-acides. Alors on a laissé refroidir l'appareil, et on a cassé le tube pour examiner l'état dans lequel étoit la matière: elle n'avoit plus aucune espèce de saveur; on n'y distinguoit plus à l'œil ni sel marin, ni sable; elle formoit un verre opaque sur lequel l'eau et les acides n'avoient aucune action. On pouvoit la fondre facilement avec une petite dose d'alcali. Elle contenoit encore beaucoup de sel non décomposé, mais intimement combiné et vitrifié. Pulvérisée et soumise de nouveau, à une haute température, à l'action de l'eau, il

s'en est dégagé beaucoup d'acide muriatique; mais on n'a jamais poussé l'opération assez loin pour en dégager tout l'acide et obtenir un verre très-transparent.

Quoi qu'il en soit, il est évident que cette expérience est d'une importance majeure. Les verriers pourront à l'aide d'un appareil commode, sinon faire du verre, du moins obtenir avec le sel marin, le sable et l'eau, des frites ou verres opaques qui n'exigeront que peu d'alcali pour se vitrifier complètement. On ne doit même pas désespérer de pouvoir extraire par ce moyen la soude du sel: en effet, après avoir fait du verre avec le sel, le sable et l'eau, on pourroit le fondre avec un assez grand excès d'alcali, pour le rendre soluble, et alors exposant cette dissolution à l'air, l'acide carbonique se combineroit avec tout l'alcali, et précipiteroit toute la silice; il suffiroit ensuite d'évaporer la liqueur pour avoir à l'état de carbonate non-seulement l'alcali qu'on auroit ajouté, mais encore celui du verre. Le seul obstacle qu'il y ait à vaincre, c'est de trouver un procédé peu dispendieux et facile à pratiquer pour faire passer la vapeur d'eau

à travers le mélange de sel et de sable, très-chaud.

Les proportions de sable et de sel que nous avons indiquées plus haut, ne sont pas sans doute les meilleures. Il y auroit probablement de l'avantage à employer plus de deux parties de sable contre une de sel: au bout d'un certain temps on pileroit la masse et on pourroit y ajouter une nouvelle quantité de sel; de cette manière, on finiroit par avoir une frite assez riche en alcali.

342. La silice n'est pas la seule base qui puisse à une haute température opérer la décomposition du sel marin à l'aide de l'eau. L'alumine, la glucine et en général toutes les bases qui ont de l'affinité pour la soude jouissent aussi de cette propriété. On y parvient également très-bien avec de l'argile qui est un mélange de silice, d'alumine, etc. Il suffit même, lorsque l'argile est humide, d'en jeter des morceaux dans du sel marin fondu et rouge de feu, pour qu'il s'en exhale tout de suite beaucoup de vapeurs acides; il arrive même quelquefois que dans ce cas l'argile se vitrifie.

343. Parmi les oxides métalliques, il en est probablement plusieurs qui, à l'aide de l'eau, pourroient décomposer le sel marin. Ceux qui peuvent s'unir avec la soude et qui ne se réduisent pas à un haut degré de feu, doivent être dans ce cas; tel est l'oxide d'étain, etc.

Il ne seroit même pas impossible que quelques oxides métalliques pussent seuls, et sans l'intermédiaire de l'eau, décomposer le sel marin; car dans ce cas il pourroit en résulter du gaz muriatique oxigéné et une combinaison de la soude avec l'oxide désoxygéné ou en partie réduit. Nous avons essayé dans cette vue de chauffer un mélange de sel et d'oxide noir de manganèse; mais nous n'en avons retiré que de l'oxigène: peut-être réussiroit-on plus facilement, en chauffant un mélange d'oxide, de sel et de silice.

344. Tout ce qu'on vient de dire de l'action de la silice, de l'alumine, de l'eau et du sel marin, s'applique à tous les muriates dont la base peut s'unir avec ces bases terreuses. Ainsi, il n'y a pas de doute qu'on décomposeroit le muriate de potasse comme

le sel marin par l'alumine, etc. parce qu'elles peuvent s'unir avec la potasse comme avec la soude. Il est probable qu'on décomposeroit les muriates de barite et de strontiane par l'alumine; car on sait que l'alumine s'unit assez facilement avec ces deux bases alcalines. Enfin, on peut regarder comme certain qu'on opéreroit la décomposition du muriate de chaux par l'argile, puisque la chaux se combine si bien avec l'argile qu'il en résulte un verre. Les muriates métalliques eux-mêmes, sont aussi susceptibles d'être décomposés à une haute température par quelques bases terreuses et la vapeur d'eau. Tel est, entr'autres, le muriate d'argent. On a mis du muriate d'argent fondu dans un tube de porcelaine; lorsque le muriate a été rouge, on a fait passer de l'eau en vapeurs à travers, et il s'en est dégagé des vapeurs très-sensibles de gaz muriatique. On croyoit d'abord que c'étoit par la seule action de l'eau que ce dégagement avoit lieu; mais s'il en eût été ainsi, on auroit dû trouver de l'argent réduit après l'opération, et on n'a trouvé qu'une matière olivâtre et vitrifiée, adhérant fortement

au tube et combinée avec la silice et l'alumine. C'étoit donc par l'action réunie de l'eau et des principes terreux du tube, qu'une partie du muriate d'argent avoit été décomposée. On n'a point tenté cette expérience sur d'autres muriates métalliques.

545. Outre ces divers faits qu'il a été facile de prévoir, une fois qu'on a eu reconnu l'influence de l'eau ou de ses principes sur le dégagement de l'acide muriatique à l'état gazeux, on en a prévu facilement plusieurs autres qui sont tous relatifs aux muriates métalliques. Déjà on a vu que le muriate d'argent n'étoit décomposé, ni par le charbon privé d'hydrogène, ni par l'acide borique; mais, qu'au contraire, il l'étoit sur-le-champ, 1°. par le charbon hydrogéné; 2°. par le charbon déshydrogéné et l'eau; 3°. par l'acide borique et l'eau. Il devoit en être de même de tous les muriates métalliques secs. On s'est contenté d'en éprouver deux, savoir: le mercure doux et le sublimé corrosif, et tous deux ont donné des résultats absolument conformes à ce qu'indiquoit la théorie.

## PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

346. On a mis du mercure doux au fond d'un tube fermé par un bout, et luté; on a rempli le tube de charbon fortement calciné; on a fait rougir le charbon, et ensuite on a fait passer le mercure doux à travers, en le réduisant en vapeurs. On a aperçu à peine des vapeurs acides, et il n'y a eu qu'un atôme de mercure doux décomposé. On a fait la même expérience avec le sublimé corrosif, et on a obtenu les mêmes résultats.

## DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

347. On a fait un mélange de mercure doux et de charbon hydrogéné, et on en a fait un autre de sublimé corrosif et de charbon également hydrogéné; on a mis chacun de ces mélanges dans un tube de verre fermé par un bout, et on les a chauffés à peine au rouge-brun. Avant d'être à cette température, il s'en est dégagé beaucoup de gaz acide muriatique; on a recueilli beaucoup de globules de mercure, et presque tout le

muriate, quoiqu'en grande quantité, a été décomposé.

## TROISIÈME EXPÉRIENCE.

348. On a mis un mélange de charbon fortement calciné, et de mercure doux, dans un tube de verre; on a placé horizontalement ce tube sur un fourneau; on l'a chauffé, et on y a fait passer de l'eau en vapeurs, au moyen d'une cornue qui étoit adaptée à l'une de ses extrémités. Il en est résulté beaucoup de vapeurs acides, un grand nombre de globules de mercure, et la décomposition presque totale du mercure doux; celui qui a été volatilisé a seul échappé à la décomposition. Une semblable expérience a été faite avec le même succès sur le sublimé corrosif; seulement, comme ce sel est plus volatil que le mercure doux, il y en a eu un peu plus qui n'a point été décomposé.

## QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

349. Enfin, ayant soumis, dans un tube, du mercure doux et de l'acide borique à l'action de la chaleur, sans qu'il y eût décomposition du sel, on y a fait passer de la vapeur d'eau en se servant de l'appareil déjà décrit (329, première expér.), et tout de suite le muriate a été décomposé. On n'a pas fait d'expérience semblable sur le sublimé corrosif. On n'a pas, non plus, cru devoir en faire de semblables sur d'autres muriates; mais il est certain qu'étant secs, ces sels se comporteroient comme ceux de mercure et d'argent. S'ils contenoient de l'eau, il seroit possible que cette eau entraînât avec elle l'acide muriatique, quand on essaieroit de les sécher: c'est ce qui arrive probablement au muriate d'antimoine au maximum; et c'est ce qui a lieu, comme on sait, à l'égard de muriates de magnésie, d'alumine et autres sels terreux, qui sont tous susceptibles d'être décomposés par l'eau, au-dessous de la température rouge.

350. Maintenant que nous avons prouvé

par tant de voies différentes qu'il est possible que le gaz acide muriatique contienne, en combinaison intime, de l'eau ou de l'hydrogène et de l'oxygène dans le même rapport que l'eau, il se présente une nouvelle question à résoudre; c'est de savoir si ce gaz doit toujours en contenir la même quantité, et quelle est cette quantité. La solution de cette question fait l'objet des expériences suivantes (1).

## DEUXIÈME PARTIE.

*Expériences propres à déterminer la quantité d'eau que le gaz acide muriatique peut contenir.*

### PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

351. On a combiné 60<sup>gr.</sup> d'oxyde d'argent bien sec avec 15<sup>gr.</sup> de gaz acide muriatique; et il en est résulté 71<sup>gr.</sup>,50 de muriate d'ar-

---

(1) Dans ces expériences, on suppose que le gaz acide muriatique oxygéné n'est point un être simple, mais qu'il est formé d'oxygène et d'un autre corps; et on suppose aussi que l'hydrogène et l'oxygène, qui, d'après cela, entrent dans la composition du gaz muriatique, y sont à l'état d'eau. On examinera la valeur de cette supposition, lorsqu'on aura fait connoître tous les faits.

gent fondu : or, puisque l'oxide d'argent que l'on a employé ne contenoit point d'eau, ainsi qu'on va le voir, et puisque le muriate d'argent fondu n'en contient pas et ne laisse dégager aucune partie d'acide en le fondant, on peut attribuer la perte toute entière qu'on obtient, à l'eau ou aux principes de l'eau qui entre dans la composition du gaz acide muriatique. Le poids de ce gaz étant de 15<sup>gr.</sup>, et la perte étant de 3<sup>gr.</sup>;70, il s'ensuit que le gaz acide muriatique contient tout près du quart de son poids d'eau, ou des principes de l'eau. Cette expérience a été faite de la manière suivante :

On a extrait l'oxide d'argent du nitrate d'argent très-pur par un excès de potasse à l'alcool; après l'avoir bien lavé à l'eau distillée, on l'a séché à la température d'une solution bouillante de muriate de chaux concentré. Il étoit très-probable que dans cet état, il ne contenoit plus d'eau; cependant on a voulu en être certain: pour cela, on en a mis 42<sup>gr.</sup>,4699, dans un petit matras bien sec dont on avoit le poids, et auquel on a adapté un tube recourbé qui s'engageoit jusqu'au haut

d'une cloche pleine d'eau et suffisamment grande. On a chauffé peu à peu le matras ; bientôt l'oxide a commencé à se réduire : la réduction étant complétement faite , on a laissé revenir les vases à leur température primitive ; par là il y est rentré autant de gaz qu'il en étoit sorti , en sorte que ce qui est resté dans la cloche représentoit exactement l'oxygène de l'oxide. Alors on en a calculé le poids ; il s'est trouvé de 2<sup>gr.</sup>,9999. On devoit donc trouver 39<sup>gr.</sup>,47 d'argent , si toutefois l'oxide étoit pur et ne contenoit pas d'eau ; c'est ce qui a eu lieu. Par conséquent , 100<sup>gr.</sup> d'argent exigent 7<sup>gr.</sup>,6 d'oxygène pour se combiner avec les acides.

L'analyse de l'oxide d'argent étant faite avec tous les soins dont on vient de parler , on a mêlé 64<sup>gr.</sup>,800 de cet oxide dans un flacon , avec environ deux cent cinquante grammes d'eau ; on a pesé le flacon et l'eau avec une grande exactitude , et on y a fait dissoudre du gaz acide muriatique : à cet effet , on a mis du sel marin fondu et pulvérisé (1) dans un matras , auquel on a adapté

---

(1) Le sel marin de commerce contient toujours des

un tube qui se rendoit dans un premier flacon vide et entouré de glace; de ce flacon partoit un autre tube qui pouvoit s'ajuster par un bouchon au flacon où étoient l'eau et l'oxide: ensuite on a versé de l'acide sulfurique concentré sur le sel; on a chauffé légèrement, et ce n'est que quand tout l'air des vaisseaux a été entièrement chassé, qu'on a commencé à recevoir le gaz acide dans l'eau. Comme il y avoit un grand excès d'eau, et comme le gaz acide muriatique étoit pur et se dégageoit lentement, on est certain de n'avoir commis aucune erreur: on a même eu soin, avant de commencer l'expérience, de mouiller le tube qui devoit conduire le gaz acide dans l'eau afin qu'en l'en retirant à la fin de l'expérience on ne fit aucune perte. Lorsqu'on a jugé qu'on y avoit fait passer assez de gaz acide, on a pesé le flacon, et

---

nitrates de chaux et de magnésie; de là résulte du gaz acide muriatique oxigéné, quand on le traite par l'acide sulfurique: c'est cet acide muriatique oxigéné qui colore l'acide muriatique liquide qu'on obtient alors. On prévient cet inconvénient et cette source d'erreurs, en tenant le sel marin pendant quelque temps au rouge dans un creuset, parce qu'on décompose ainsi ces deux nitrates.

on en a conclu le poids de l'acide. Alors on a examiné le produit de l'opération. La liqueur surnageant le précipité, étoit très-limpide, et ne rougissait nullement la teinture de tournesol ; on l'a décantée, et l'ayant fait évaporer jusqu'à siccité, on n'a obtenu aucune trace de résidu : par conséquent ce n'étoit que de l'eau, et tout le gaz acide s'étoit combiné avec l'oxyde d'argent. Le muriate étoit violet et sans action sur la teinture de tournesol. On l'a desséché lentement dans une capsule de porcelaine, et peu à peu on l'a fondu : on avoit le poids de la capsule, et il a été facile d'avoir celui du muriate.

Enfin on a desséché et fondu une autre quantité de muriate d'argent semblable au précédent, dans une cornue de verre, afin de s'assurer qu'il ne s'en dégagéoit absolument aucune trace d'acide muriatique, et d'acquérir ainsi la certitude que la perte éprouvée n'étoit dûe qu'à l'eau de l'acide.

#### DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

352. On a dissous dans l'eau, comme précédemment, 27<sup>gr</sup>, 15 de gaz acide muriatique.

tique, et on l'a précipité par un excès de nitrate d'argent. Il en est résulté 106<sup>gr.</sup>,82 de muriate d'argent fondu; or le muriate d'argent est composé de

100,000 argent.

7,600 oxygène.

25,710 acide.

donc les 106<sup>gr.</sup>,82 de muriate contiennent 20<sup>gr.</sup>,61 d'acide sec; donc il y a 6<sup>gr.</sup>,54 d'eau dans 27<sup>gr.</sup>,151 de gaz acide muriatique, ou 0,240 de son poids: résultat qui s'accorde à très-peu près avec celui de l'expérience première.

353. Les deux expériences précédentes font voir sans doute que le gaz acide muriatique peut contenir près du quart de son poids d'eau; cependant, comme nous tenions à en avoir de nouvelles preuves, nous en avons recherché et découvert d'autres dans la réaction réciproque du gaz hydrogène et du gaz muriatique oxigéné. En effet, le gaz acide muriatique oxigéné contient la moitié de son volume de gaz oxygène, et l'on trouve qu'un mélange à volume égal de ce gaz et d'hydrogène se convertit tout entier en

gaz acide muriatique sans qu'il se dépose la plus légère trace d'eau. Or, la densité de l'air étant prise pour unité, le gaz acide muriatique oxygéné pèse 2,470, le gaz oxygène 1,1034, et le gaz hydrogène 0,0732. Par conséquent, si nous supposons qu'on mèle ensemble deux volumes égaux, l'un de gaz hydrogène, et l'autre de gaz acide muriatique oxygéné équivalent à 1,9183 d'acide muriatique réel et à 0,5517 d'oxygène, ou, ce qui est la même chose, à 0,0732 de gaz hydrogène et 2,470 de gaz acide muriatique oxygéné, il en résultera  $2,470 + 0,0732$  ou 2,5432 de gaz acide muriatique qui sera formé de 2,470 — 0,5517 ou 1,9183 d'acide muriatique réel, et 0,5517 + 0,0732 ou 0,6249 d'eau. Ainsi ces 2,5432 de gaz acide muriatique contiendront 0,2457 de leur poids d'eau.

354. Pour mettre ces résultats en évidence, il faut dire comment on a pris la pesanteur spécifique du gaz muriatique oxygéné; comment on a analysé ce gaz et enfin comment on l'a mis en contact avec le gaz hydrogène.

355. Premièrement, pour déterminer la

pesanteur spécifique du gaz acide muriatique oxigéné, on a mis, dans une cornue, du sel marin avec de l'oxide noir de manganèse et de l'acide sulfurique étendu; on a chauffé légèrement et on a fait passer le gaz acide muriatique oxigéné, d'abord à travers une grande quantité de muriate de chaux desséché, et ensuite dans un grand flacon bien sec, rempli d'air et dont le poids étoit connu. Comme le gaz acide muriatique oxigéné est bien plus lourd que l'air et qu'on le faisoit arriver par un tube jusqu'au fond du flacon, celui-ci en a été rempli dans l'espace d'une demi-heure. Alors on l'a bouché et pesé avec des balances très-sensibles. Sa pesanteur spécifique, après toutes les corrections, s'est trouvé de 2,470, celle de l'air étant 1. On a répété deux fois l'expérience, et les résultats ont été les mêmes: à la suite de chaque expérience, on a absorbé le gaz acide par de la potasse caustique, afin d'être certain qu'il ne contenoit point d'air; on s'est également assuré que ce gaz ne contenoit point d'acide carbonique. Cette précaution étoit nécessaire, car on sait que certaines mines de manganèse

contiennent des carbonates, à tel point qu'en les traitant par un acide, les premières portions de gaz que l'on recueille ne sont presque que de l'acide carbonique pur.

356. Deuxièmement, pour analyser le gaz acide muriatique oxigéné, on a rempli un flacon de gaz acide muriatique oxigéné sec par le procédé qu'on vient de décrire, et on en a plongé le goulot dans de l'ammoniaque liquide. Tout le gaz acide muriatique oxigéné a été décomposé en quelques minutes et a donné lieu à un dégagement de gaz azote égal en volume au tiers de celui qu'il occupoit. Or, l'ammoniaque est formée, en volume, d'une partie de gaz azote et de trois parties de gaz hydrogène : par conséquent, le gaz acide muriatique oxigéné absorbe dans son contact avec l'ammoniaque un volume de gaz hydrogène égal au sien ; et de-là, il faut conclure, qu'il contient la moitié de son volume de gaz oxigène : ainsi, puisqu'il pèse 2,470 et l'oxigène 1,1034, l'air pesant 1, il est composé de 1,9183 d'acide muriatique sec et de 0,5517 d'oxigène. On a répété plus de dix fois l'expérience, et les résultats

en ont toujours été les mêmes. Cette expérience ne seroit pas sans danger, si on ne prenoit pas quelques précautions qu'on va indiquer. La première est de ne pas employer de l'ammoniaque concentrée; si elle l'étoit, il faudroit l'étendre au moins de deux fois son poids d'eau. La deuxième, est de n'agiter que très-peu le gaz avec le liquide. Enfin la troisième est de n'introduire au plus à la fois, dans le flacon, qu'une couche d'un millimètre d'ammoniaque: pour cela, on met l'ammoniaque dont on doit se servir dans une capsule contenant du mercure, et aussitôt qu'il est entré une suffisante quantité de cet alcali dans le flacon, on en plonge le goulot dans le mercure; quelque temps après, on soulève le flacon pour y faire entrer de nouveau de l'ammoniaque, et de cette manière la décomposition s'opère tranquillement et complètement: autrement, il pourroit arriver que le flacon fût projeté en l'air. Dans tous les cas, on doit le boucher avec le pouce et le renverser pour le plonger dans l'alcali.

357. Troisièmement, pour mettre le gaz acide muriatique oxigéné en contact avec

son volume de gaz hydrogène, et observer les produits qui en résultent, on s'est procuré un flacon et un ballon à long col d'une égale capacité; on a usé le col du ballon sur le goulot du flacon, en sorte qu'il s'y adaptoit parfaitement bien. Ensuite on a bien séché le flacon, et on l'a rempli de gaz muriatique oxygéné par le procédé qui a été décrit (355); d'une autre part on a rempli le matras de gaz hydrogène au moyen du mercure. Cela étant fait, on a introduit le col du matras dans le goulot du flacon; on l'a entouré de mastic fondu, et on a observé ce qui avoit lieu. Le gaz s'est décoloré peu à peu; et au bout de quelques jours, il n'avoit plus sensiblement de couleur. Alors on a déluté l'appareil; on a plongé l'ouverture du flacon et du col du matras dans le mercure, et on a examiné le gaz qui s'y trouvoit contenu. Ce n'étoit que du gaz acide muriatique pur, sauf quelques bulles d'air: ainsi tout l'acide muriatique oxygéné et tout l'hydrogène s'étoient combinés et avoient formé un volume de gaz acide muriatique, égal à celui qu'ils occupoient eux-mêmes. C'est ce qui devoit être; car puisque le gaz

muriatique oxigéné pèse 2,470, et l'hydrogène 0,0752; et puisqu'en se combinant à volume égal, il en résulte du gaz muriatique qui ne pèse que 1,278, ils ne doivent pas changer de volume.

Pour que cette expérience réussisse, il faut exposer le mélange d'abord à la lumière diffuse pendant deux à trois jours, et ensuite au soleil pendant une à deux heures. Il faut bien se garder de l'exposer de suite au soleil; il en résulteroit une détonation terrible: on doit éviter également de le mettre dans l'obscurité, car il n'y auroit aucune action. (*Voyez 382.*)

358. Puisque le gaz acide muriatique résulte de la combinaison du gaz acide muriatique oxigéné avec l'hydrogène, on doit en conclure qu'il contient précisément, comme celui-ci, assez d'oxygène et d'acide muriatique réel pour transformer les métaux en muriates, et qu'ainsi il doit être absorbé tout entier par ceux qui sont très-combustibles. C'est surtout ce qui a lieu d'une manière frappante avec le fer: on a mis de la tournure de fer bien décapée dans un canon de fusil bien décapé lui-même;

on a fait passer le canon à travers un fourneau où on l'a porté au rouge-brun ; alors on a adapté à l'une de ses extrémités une cornue d'où se dégagéoit du gaz acide muriatique , et on a adapté à l'autre un tube recourbé qui plongeoit sous des flacons pleins de mercure. Le gaz qui s'est dégagé n'étoit que de l'hydrogène , et on a trouvé à l'extrémité du canon , et en partie dans le tube de verre , une grande quantité d'un sel très-styptique et très-blanc , qui devenoit jaune et humide à l'air et qui n'étoit autre chose que du muriate de fer ; donc , etc. Quelquefois ce muriate de fer engorge le tube et fait qu'à l'extrémité opposée , la cornue se brise avec bruit. On prévient cet accident en se servant d'une cornue tubulée , à la tubulure de laquelle on adapte un tube qui plonge dans le mercure. Il est nécessaire de ne pas dépasser dans cette expérience le degré de chaleur qu'on vient d'indiquer ; autrement , il y auroit une portion du gaz acide qui échapperoit à l'action du fer , et même il y échapperoit presque tout entier , si la température étoit extrêmement élevée. On produiroit avec le zinc le même effet qu'avec le fer ;

et il est probable qu'avec l'un et l'autre, cet effet auroit lieu à froid. Quoi qu'il en soit, il est certain que, dans tous les cas, il doit se dégager un volume d'hydrogène égal à la moitié du gaz acide muriatique absorbé.

259. Quand bien même on n'auroit pas démontré directement que le gaz acide muriatique résulte de la combinaison de parties égales en volume de gaz acide muriatique oxigéné et d'hydrogène, et que par conséquent, il contient le quart de son poids d'eau; on le concluroit facilement de l'expérience précédente et du rapport de l'acide muriatique à l'oxigène dans le muriate d'argent. En effet, puisqu'en mettant en contact le gaz acide muriatique avec le fer, il n'en résulte que du muriate de fer et du gaz hydrogène, il s'ensuit que, dans le gaz muriatique, l'oxigène est à l'acide réel comme dans le muriate de fer, et par conséquent comme dans le muriate d'argent; car on sait maintenant que dans tous les sels métalliques du même genre, l'oxigène et l'acide sont dans le même rapport (1). Or,

---

(1) Mémoire sur le rapport qui existe entre l'oxida-

dans le muriate d'argent, l'oxygène est à l'acide muriatique réel comme 7,60 est à 25,71: donc, dans le gaz acide muriatique, l'oxygène est à l'acide réel comme 7,60 est à 25,71. Mais d'une autre part, le rapport de l'oxygène à l'hydrogène dans le gaz muriatique est le même que dans l'eau (1): donc, le gaz muriatique est formé d'acide muriatique réel, d'oxygène et d'hydrogène dans le rapport suivant, savoir; 25,71 d'acide réel, 7,60 d'oxygène,  $1,034$  d'hydrogène, ou de 25,71 d'acide réel et de  $7,60 + 1,034 = 8,634$  d'eau; donc le gaz muriatique contient le quart de son poids d'eau; donc il résulte de la combinaison de parties égales en volume de gaz muriatique oxygéné et de gaz hydrogène (2).

Ainsi on voit que ces expériences se con-

---

tion des métaux et leur capacité de saturation pour les acides, deuxième volume d'Arcueil, page 159.

(1) En effet, le gaz acide muriatique traité par la litharge donne du muriate de plomb et de l'eau (327, expérience 10).

(2) Pour effectuer ce dernier calcul, il suffit de se rappeler, outre les données précédentes, quel l'acide muriatique oxygéné contient la moitié de son volume d'oxygène; que sa pesanteur spécifique est de 2,470; que celle de l'oxygène est de 1,1034 et celle de l'hydrogène de 0,0732.

firment réciproquement, et on doit en conclure que le gaz muriatique contient au plus le quart de son poids d'eau ou des élémens nécessaires pour la former.

360. Démontrons maintenant qu'il n'en contient jamais moins. Observons d'abord que puisque celui qui provient ; 1°. du sel marin décomposé par l'acide sulfurique ; 2°. de l'acide muriatique liquide ; 3°. d'un mélange de volumes égaux de gaz muriatique oxigéné et d'hydrogène, en contient le quart de son poids, il est naturel d'en conclure que l'acide muriatique à l'état de gaz est toujours identique ; de quelque manière qu'il ait été extrait. Mais s'il restoit quelques doutes à cet égard, ils seront détruits par les observations qu'on va rapporter.

On a préparé du gaz acide muriatique en chauffant ensemble du muriate d'argent fondu, et du charbon qui avoit été moyennement calciné. Ce gaz étoit à la vérité mêlé avec un gaz inflammable, mais on en a tenu compte. Il étoit évident, que s'il contenoit autant d'eau que celui qu'on extrait du sel marin avec l'acide sulfurique foible, la question étoit résolue affirmativement. Pour

le savoir, on l'a soumis à deux épreuves : 1°. on l'a traité par une mesure M de *potassium* dans une petite cloche recourbée sur le mercure, et on en a retiré autant de gaz hydrogène que du gaz acide muriatique le plus humide : 2°. on a fait passer une seule goutte d'eau dans un flacon qui en étoit rempli aux trois quarts, et cette goutte loin de disparaître, a augmenté de volume.

Quoique ces expériences fussent démonstratives, on a cru devoir en faire une troisième qui ne l'est pas moins, et qui consiste à traiter à une très-haute température du gaz acide muriatique préparé avec le sel marin et l'acide sulfurique étendu d'eau, par du charbon fortement calciné. Le charbon a été mis dans un tube de porcelaine qui traversoit un fourneau de réverbère ; l'une des extrémités du tube communiquoit avec un appareil d'où se dégageoit du gaz muriatique, et l'autre recevoit un petit tube de verre qui s'engageoit sous des flacons pleins de mercure. On a fait rougir le tube de porcelaine et chauffé légèrement la cornue : d'abord le gaz qui a passé contenoit envi-

ron un septième de gaz inflammable ; ensuite il n'en a plus contenu qu'un huitième, qu'un neuvième, et au bout d'une heure il n'en contenoit plus qu'un quinzième. La petite quantité de gaz inflammable qu'on a obtenu provenoit sans doute de l'eau des bouchons et des luts : d'où il suit que le charbon n'a eu aucune action sur le gaz muriatique, même à la plus haute température, et que ce gaz contient toujours le quart de son poids d'eau ; car s'il pouvoit exister sans contenir cette quantité d'eau, le charbon devroit en décomposer le surplus : il n'en décompose pas ; donc, etc.

361. Ainsi puisque le gaz muriatique contient toujours le quart de son poids d'eau, on pourra se servir de cette propriété, non-seulement pour démontrer comme on l'a fait (331), l'existence de l'hydrogène dans le charbon poussé au plus violent feu de forge, mais encore pour en évaluer jusqu'à un certain point la quantité : ce sera de le mêler intimement avec du muriate d'argent fondu, de chauffer le mélange dans une cornue de porcelaine, de recueillir les gaz et de les analyser, ou de voir com-

bien ils contiennent de gaz muriatique. Il sera utile d'essayer de cette manière les divers charbons végétaux et animaux fortement et également calcinés ; on sauroit s'ils retiennent tous la même quantité d'hydrogène , ce qui est probable. C'est par ce moyen qu'on s'est assuré que , lors même que le charbon étoit uni au fer , comme dans la plombagine ou carbure de fer , il retenoit encore de l'hydrogène : il nous a paru cependant qu'il en retenoit moins dans cet état que le charbon ordinaire calciné. L'expérience a été faite dans une cornue de porcelaine. Après deux heures de feu , on a retiré la cornue et on l'a cassée : examinée intérieurement , elle a offert quelques points brillans d'argent , et une grande quantité de muriate non attaqué. On a séparé le muriate par l'ammoniaque , et l'argent par l'acide nitrique. On a répété l'expérience en chauffant le mélange dans un tube de verre avec de la vapeur d'eau , et les résultats ont été les mêmes qu'avec le charbon , ainsi qu'on s'y attendoit; c'est-à-dire que le muriate a été réduit sur-le-champ. Notre projet étoit d'éprouver le dia-

mant par le muriate d'argent afin de savoir si ce corps contient beaucoup d'hydrogène, comme MM. Biot et Arrago l'ont soupçonné, mais nous n'avons point encore pu tenter cette expérience : peut-être vaudroit-il mieux traiter le diamant par le gaz muriatique oxigéné, à une très-haute température ; car on a déjà observé précédemment, et l'on va voir dans la troisième partie, qu'on peut reconnoître par cet acide la présence d'une très-petite quantité d'hydrogène dans un corps.

### TROISIÈME PARTIE.

#### *De l'action du gaz acide muriatique oxigéné sec sur divers corps.*

362. On concevra facilement d'après ce qui précède, quels sont les corps qui doivent être susceptibles de décomposer le gaz muriatique oxigéné. En effet, puisque l'acide muriatique ne peut exister à l'état de gaz sans eau, et que, quand il n'en contient point, il fait toujours partie de quelques combinaisons, il s'ensuit que le gaz muriatique oxigéné ne peut être décomposé que

par les corps qui (comme les métaux et le soufre) peuvent absorber ses deux principes, ou par ceux qui (comme la chaux, la barite, les oxydes métalliques) peuvent se combiner avec l'acide muriatique sec, en dégageant l'oxygène : ou bien enfin par ceux qui contiennent de l'hydrogène ou de l'eau.

Ainsi lorsqu'on met en contact du gaz muriatique oxygéné avec un métal, il doit être décomposé, parce qu'il peut en résulter un muriate métallique ; et c'est ce qui a lieu, comme on le sait depuis long-temps. Le soufre peut, de même que les métaux, décomposer le gaz acide muriatique oxygéné ; alors il se forme cette liqueur découverte par Thompson, et que A. Berthollet a regardée comme un composé triple d'acide muriatique, d'oxygène et de soufre (1). C'est également cette liqueur qui se forme quand on projette des sulfures métalliques dans un flacon plein de gaz acide muriatique oxygéné. Plusieurs de ces sulfures la produisent presque sur-le-champ en dégageant beaucoup de

---

(1) Premier volume d'Arcueil, page 161.

chaleur; les autres la produisent lentement sans échauffer sensiblement le flacon : le sulfure d'antimoine naturel et le sulfure de fer artificiel sont dans le premier cas; le sulfate<sup>7</sup> de plomb est dans le second (1). *à moins des sulfures.* Le phosphore et les phosphures, surtout celui de fer, se comportent comme le soufre et les sulfures. Plonge-t-on du phosphore dans le gaz muriatique oxigéné, il ne tarde point à brûler avec flamme. On croyoit autrefois qu'il se formoit de l'acide phosphorique, et que l'acide muriatique étoit dégagé à l'état de gaz; mais on démontrera (378) qu'il en résulte un composé triple de phosphore d'acide muriatique et d'oxigène. Les phosphures ont beaucoup moins d'action que le phosphore sur le gaz muriatique oxigéné; cependant ils l'absorbent peu à peu, et donnent lieu au même composé que le phosphore : le phosphure de fer réussit surtout très-bien dans l'espace de quelques jours.

Tous les cas que l'on vient de citer ap-

(1) Le flacon est toujours rempli de la liqueur elle-même réduite en gaz; elle est très-reconnaissable par son odeur.

partiennent au premier mode de décomposition que le gaz acide muriatique oxygéné peut subir. Il est possible qu'il en existe d'autres de ce genre; jusqu'ici on n'en connoît point.

363. Réunissons de même ceux qui appartiennent au second mode de décomposition que le gaz acide muriatique oxygéné nous offre. Ici ce ne sont plus les deux éléments du gaz acide qui vont être fixés; c'est l'acide muriatique sec qui va se combiner avec le corps qu'on va lui présenter, et c'est l'oxygène qui va se dégager à l'état de gaz. Après avoir préparé de la chaux bien pure avec du marbre blanc, on l'a introduite dans un tube de porcelaine qui traversoit un fourneau à réverbère; d'un côté, on a fait communiquer ce tube avec un appareil d'où se dégageoit du gaz acide muriatique oxygéné complètement desséché par du muriate de chaux; de l'autre, on y a adapté un petit tube de verre qu'on pouvoit à volonté engager sous des flacons pleins d'eau. On a fait chauffer peu à peu le tube de porcelaine; à peine a-t-il été rouge, que le gaz acide muriatique oxygéné a été

décomposé presque complètement, et l'on ne doute point que si quelques parties de gaz ont échappé à la décomposition, c'est parce que le tube n'étant pas bien rempli de chaux, ces parties n'ont point été en contact avec cette base. On a obtenu de cette manière plus de vingt litres de gaz oxygène: alors on a arrêté l'opération, et le tube étant suffisamment refroidi, on l'a cassé. On y a trouvé une masse parfaitement fondue et demi-cylindrique; elle avoit une saveur très-âcre, se dissolvoit en grande partie dans l'eau : c'étoit de véritable muriate de chaux sec.

364. On n'a point fait d'expériences semblables avec la barite, la strontiane, la potasse et la soude, parce qu'il n'y a aucun doute que ces bases n'aient, comme la chaux, la propriété de décomposer le gaz muriatique oxygéné. Il étoit curieux et même important de savoir si l'expérience réussiroit avec la magnésie : on l'a tentée, et elle a eu un plein succès ; toujours on a obtenu une partie d'oxygène contre deux, trois ou quatre au plus de gaz muriatique oxygéné. La magnésie dont on s'est servi provenoit du carbo-

nate fortement calciné ; la température a toujours été très élevée , et on a fait passer le gaz pendant environ deux heures : au bout de ce temps on a cassé le tube , et on y a trouvé la majeure partie de la magnésie combinée avec l'acide muriatique. Le muriate de magnésie étoit fondu , très-sapide , neutre , se dissolvoit complétement dans l'eau , précipitoit abondamment par l'ammoniaque et cessoit de se troubler par cet alcali dès qu'on le rendoit suffisamment acide , etc. Poussé au feu le plus fort , il ne se décomposoit point , ou on n'en dégagéoit aucune portion d'acide ; et cependant y ajoutoit-on un peu d'eau , on le décomposoit complétement , ou on en dégagéoit tout l'acide même à la chaleur rouge-brun. Cette nouvelle expérience qui prouve d'une manière bien évidente , combien est grande l'attraction de l'eau pour l'acide muriatique , nous fait voir en même temps pourquoi le muriate de magnésie qu'on obtient , en dissolvant de la magnésie dans de l'acide muriatique liquide , ne peut point être chauffé au rouge-brun , sans être décomposé ; elle nous apprend en outre comment

on peut se procurer un muriate de magnésie sec. Il est probable que plusieurs des autres terres, et surtout la glucine, l'alumine et l'yttria pourroient, comme la magnésie, décomposer le gaz acide muriatique oxigéné à une très-haute température; et on peut assurer que si cette décomposition a lieu, les muriates qui en résulteront résisteront à l'action du plus grand feu, encore bien que par un peu d'eau ils soient décomposés au-dessous du rouge-cerise. On pourroit faciliter cette décomposition en mêlant la base avec un peu de charbon: alors, on parviendroit peut-être à combiner la silice elle-même avec l'acide muriatique.

365. Plusieurs oxides métalliques doivent avoir, comme la chaux, la propriété de décomposer à une température convenable le gaz muriatique oxigéné. Tel est sans doute l'oxide d'étain au maximum, l'oxide de zinc, l'oxide d'argent, l'oxide de manganèse au minimum, etc., et en général tous ceux qui peuvent s'unir avec l'acide muriatique sec. On ne cite point l'oxide noir de manganèse, car il est évident qu'il ne seroit point susceptible d'en opérer

la décomposition. Il est possible que l'oxyde rouge de fer soit dans le même cas que l'oxyde noir de manganèse : son affinité pour l'acide muriatique n'étant pas très-forte, ne sépareroit peut-être pas l'oxygène du gaz muriatique oxigéné. Aussi quand on calcine au rouge un mélange de sulfate de fer desséché et de sel marin, il se forme beaucoup de gaz acide muriatique oxigéné qui se dégage avec du gaz sulfureux, tandis qu'on obtient pour produit solide un mélange de sulfate de soude et d'oxyde rouge de fer.

366. Outre les deux modes précédens, suivant lesquels on vient de décomposer successivement le gaz muriatique oxigéné, il en est encore un troisième que nous avons annoncé, et dont il doit être maintenant question. C'est celui qui peut avoir lieu par l'eau ou les substances hydrogénées. Si on fait en même temps passer de l'eau en vapeurs, et du gaz acide muriatique oxigéné dans un tube rouge, le gaz sera décomposé ; et il en résultera du gaz acide muriatique liquide et un dégagement de gaz oxygène. Cette expérience a été faite tantôt dans un tube de porcelaine, et tan-

tôt dans un gros tube de verre luté. Toujours on a fait passer le tube à travers un fourneau muni seulement de son laboratoire : d'une part, on l'a fait communiquer avec deux cornues dont l'une contenoit de l'eau, et l'autre un mélange propre à fournir du gaz acide muriatique oxigéné ; et d'une autre part, on y a adapté un petit tube de verre recourbé qu'on pouvoit engager à volonté sous des flacons pleins d'eau. L'appareil étant ainsi disposé, on a mis du feu peu à peu dans le fourneau ; on a porté le tube au rouge ; on a fait entrer l'eau de la première cornue en ébullition ; on a mis quelques charbons sous la seconde, et bientôt on a recueilli une grande quantité de gaz oxigène mêlé à peine de quelques centièmes de gaz muriatique oxigéné, et on a obtenu en dissolution dans l'eau de véritable acide muriatique. Lorsque la vapeur d'eau n'étoit point assez abondante, tout le gaz acide n'étoit point décomposé ; il en étoit de même lorsque la température n'étoit pas assez élevée. On a cherché à déterminer quelle étoit celle qu'il convenoit d'employer, et on a vu qu'il falloit au

moins que le tube fût au rouge-brun pour qu'elle se fit bien : au-dessus de ce degré, l'opération réussit encore mieux, parce qu'alors on peut faire passer à la fois beaucoup de gaz et beaucoup de vapeurs sans craindre de trop refroidir l'appareil.

On verra ( 380 ), que l'acide muriatique oxigéné, dissous dans l'eau, n'est décomposé par la lumière que parce qu'au moyen du fluide lumineux les molécules de cet acide se trouvent élevées à une haute température, et que par conséquent cet acide se trouve dans le même cas qu'en le faisant passer avec de la vapeur d'eau à travers un tube incandescent.

367. Si au lieu de mettre le gaz muriatique oxigéné en contact avec l'eau, on le met en contact avec des substances hydrogénées, il sera encore décomposé : mais alors il ne se dégagera point d'oxygène ; il en résultera de l'eau qui se combinant avec l'acide muriatique réel, donnera naissance à du gaz muriatique. C'est ce qui a lieu, comme on l'a vu, soit avec le gaz hydrogène, soit avec le charbon hydrogéné ; et c'est également ce qui a lieu avec les gaz hydrogène

sulfuré, phosphuré, carboné, arseniqué, et avec toutes les substances végétales et animales.

#### PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

On a mêlé ensemble, à la température ordinaire, des volumes égaux de gaz acide muriatique oxigéné et de gaz hydrogène sulfuré sec : pour cela, on s'y est pris comme pour mêler ce gaz acide avec le gaz hydrogène (347). Aussitôt que le contact a eu lieu, il s'est fait un dépôt considérable de soufre ; tout l'hydrogène a été brûlé, et on a obtenu autant de gaz muriatique en volume, qu'on avoit employé de gaz muriatique oxigéné et d'hydrogène sulfuré.

#### DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

On a mis, de la même manière que dans l'expérience première, le gaz hydrogène phosphuré en contact avec le gaz muriatique oxigéné : l'action a été vive, et la décomposition subite.

#### TROISIÈME EXPÉRIENCE.

On a encore mis, de la même manière que

dans l'expérience première, le gaz hydrogène carboné, ou le gaz hydrogène oxi-carboné, en contact avec le gaz muriatique oxigéné, et on a exposé le mélange à la lumière diffuse pendant deux jours : peu à peu le gaz acide s'est décomposé, il s'est déposé un peu de charbon, et il s'est formé beaucoup de gaz muriatique. On a également obtenu du gaz muriatique avec le gaz hydrogène arseniqué et le gaz muriatique oxigéné ; dans ce cas, il y a eu dépôt d'arsenic.

#### QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

On a rempli un grand nombre de flacons de gaz acide muriatique oxigéné sec par le procédé qui a été décrit (355), et on y a mis à la température de l'atmosphère, différentes substances végétales et animales ; ce gaz a tout de suite été décomposé par les matières grasses, les résines, les huiles, l'alcool et l'éther ; il ne l'a été complètement que dans l'espace de dix à douze jours par l'amidon et le sucre bien desséchés (1) ; enfin il l'a été assez promptement par la

---

(1) Ces deux substances étoient devenues noires.

chair musculaire desséchée. Toujours ce gaz s'est transformé en acide muriatique, qui tantôt a été absorbé, tantôt est resté à l'état de gaz. C'est ainsi qu'il agit sur les miasmes putrides qui existent quelquefois dans l'air; il leur enlève donc une portion de l'hydrogène qu'ils contiennent, et dès-lors les convertit en composés qui ne sont plus nuisibles. Sans doute l'eau hygrométrique de l'air facilite la décomposition.

368. Tels sont les corps qui peuvent opérer la décomposition du gaz acide muriatique oxigéné. Ainsi, de quelque manière qu'on s'y prenne, on ne parvient pas à enlever l'oxigène à cet acide et à obtenir l'acide muriatique isolé; d'où il faut conclure que l'acide muriatique qui passoit autrefois pour le corps qui avoit le moins d'affinité pour l'oxigène, est au contraire celui qui en a le plus.

369. En effet, on a déjà vu que le gaz muriatique oxigéné n'avoit aucune action sur le charbon privé d'hydrogène, et on va voir qu'il n'en a aucune sur tous les autres corps combustibles qui ne contiennent ni hydrogène, ni eau, pourvu qu'ils

n'aient point la propriété de se combiner avec l'acide muriatique. Cette classe de corps en comprend un assez grand nombre outre le charbon : ceux qu'il étoit le plus important d'essayer, sont le gaz sulfureux , le gaz oxyde de carbone , le gaz oxyde nitreux , le gaz oxyde d'azote , le bore , les sulfites. C'est ce que nous avons fait, comme il va être dit.

#### PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Après avoir desséché , avec beaucoup de soin , par la chaux ou le muriate de chaux , les gaz sulfureux , oxyde de carbone , oxyde nitreux , oxyde d'azote , on les a mis en contact à la température ordinaire avec du gaz muriatique oxigéné sec : pour cela , on s'y est pris de la même manière que pour mettre en contact ce gaz avec le gaz hydrogène ( 357 ). Tantôt le mélange a été exposé à la lumière diffuse , et tantôt au soleil : dans aucun cas , le gaz muriatique oxigéné n'a été décomposé , même dans l'espace de six , huit , dix jours. On pouvoit en juger par la couleur du mélange qui étoit jaune-verdâtre ; cependant ,

on a toujours eu soin de s'en assurer en agitant le mélange avec du mercure qui, absorbant seulement le gaz muriatique oxygéné, permettoit d'avoir pur le gaz avec lequel il étoit mêlé. Pour que ces expériences réussissent, il est essentiel que les gaz et les flacons soient bien secs. La moindre trace d'humidité produit la décomposition d'une partie d'acide muriatique oxygéné. Aussi, quand au lieu d'agiter les mélanges avec du mercure, on les agite avec de l'eau, il en résulte une décomposition subite du gaz muriatique oxygéné, et alors le gaz sulfureux devient acide sulfurique ; le gaz oxyde nitreux et le gaz oxyde d'azote deviennent acide nitreux ; le gaz oxyde de carbone devient acide carbonique ; et toujours l'acide muriatique oxygéné devient acide muriatique.

## DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

On a jeté du bore bien desséché dans du gaz muriatique oxygéné bien sec ; le contact a été de plusieurs jours : au bout de ce temps, ni le bore, ni le gaz n'avoient subi

d'altération. L'expérience n'a point été faite à chaud.

### TROISIÈME EXPÉRIENCE.

On a jeté des sulfites de barite, de chaux bien desséchés dans des flacons pleins de gaz muriatique oxigéné sec; le contact a été de cinq à six jours. Au bout de ce temps on a examiné ce qui s'étoit passé, et on s'est convaincu que le gaz et les sels n'avoient nullement réagi les uns sur les autres; mais on a vu en même temps qu'aussitôt qu'on les mouilloit légèrement, il en résultoit du sulfate, du muriate, et un dégagement de gaz acide sulfureux. Il suffit même de porter son haleine sur le sel imprégné de gaz acide muriatique oxigéné pour produire cet effet.

Telles sont toutes les expériences que nous avons faites sur l'acide muriatique et muriatique oxigéné. Il en résulte donc en dernière analyse, que jusqu'à présent on ne peut point obtenir l'acide muriatique pur; qu'on ne peut le faire passer que d'une combinaison dans une autre, et que par conséquent on ignore si, dans son état de pureté, ce corps est solide, liquide ou gazeux.

*Notes relatives aux recherches faites soit par M. Davy, soit par nous, sur les acides muriatique et muriatique oxigéné.*

Toutes les expériences que nous venons de rapporter et qui sont relatives à l'acide muriatique et à l'acide muriatique oxigéné, ont été faites à deux époques différentes, savoir, le 23 janvier et le 27 février 1809.

Le 23 janvier 1809, nous avons annoncé à l'Institut, et le même jour nous avons imprimé dans le *Moniteur*, que le gaz acide muriatique ne contient point d'eau hygrométrique ; mais qu'il en contient de combinée, ainsi que l'ont fait voir MM. Henry et Berthollet ; que c'est le seul gaz qui en contienne à cet état de combinaison ; que nous étions même parvenus à l'extraire et à la faire ruisseler en faisant passer à une douce chaleur du gaz muriatique au travers de la litharge fondu et réduite en poudre grossière ; que ce gaz en contenoit dans des proportions telles que, si elle étoit entièrement décomposée par un métal, tout l'acide seroit absorbé par l'oxide et transformé en muriate métallique ; que c'étoit même là ce qui avoit lieu, ainsi que nous nous en étions assurés, lorsqu'on faisoit passer le gaz muriatique peu à peu dans plusieurs canons de fusil pleins de tournure de fer

et portés au rouge ; que tous les muriates indécomposables par le feu et qui ne contenoient que peu ou point d'eau , ne pouvoient être décomposés à une très-haute température ni par le phosphate acide de chaux vitreux , ni par l'acide boracique aussi vitrifié ; qu'ainsi dans les muriates l'acide étoit retenu avec une force très-grande , et que si l'acide sulfurique étoit lui-même privé d'eau , il ne pourroit probablement pas les décomposer.

Le 27 février 1809 , nous avons présenté à l'Institut toutes les autres expériences consignées dans cet ouvrage et relatives à l'acide muriatique et muriatique oxigéné ; nous en avons ensuite imprimé les résultats dans le n° 18 du *Nouveau bulletin de la Société philomatique*, mars 1809 , et enfin nous en avons imprimé un extrait dans le second vol. d'Arcueil.

M. Davy a aussi fait de son côté sur l'acide muriatique plusieurs expériences que nous devons rapporter parce qu'elles sont analogues aux nôtres. Il a vu que le muriate de chaux n'étoit point décomposé par les acides phosphrique et boracique , et que le sublimé corrosif ne l'étoit pas non plus par des charbons incandescents ; mais qu'au moyen de l'eau, la décomposition de ces corps s'opéroit facilement et donnoit lieu à un grand dégagement de gaz muriatique.

C'est le 12 janvier 1809, que M. Davy a lu ces résultats à la Société royale (voyez à ce sujet la note, page 68 de ce volume), et ce n'est que dans les *Transactions Philosophiques* pour 1809 qu'il les a publiés. On les trouve aussi imprimés *Bibl. Brit.* n° 332, octobre 1807, pages 133 et 139.

Ainsi tandis que M. Davy annonçoit à la Société royale que l'eau étoit essentielle à la constitution gazeuse de l'acide muriatique, nous l'annoncions à l'Institut; mais nous avons sur lui l'avantage d'avoir publié notre mémoire long-temps avant le sien, puisque l'impression du nôtre est du 23 janvier, et que l'impression du sien n'a eu lieu que plusieurs mois après.

*Observations sur la nature du gaz acide muriatique oxigéné.*

370. Nous avons expliqué, dans les chapitres précédens, tous les phénomènes que nous ont présentés l'acide muriatique et l'acide muriatique oxigéné, en supposant que ce dernier acide soit composé d'oxygène et d'un autre corps; mais il est possible aussi de les expliquer, en regardant cet acide comme un corps simple: c'est ce que nous avons annoncé à l'Institut, le 27 février 1809,

et ce que nous avons imprimé dans le second volume d'*Arcueil*, p. 357, en disant : « Le gaz muriatique oxigéné n'est pas dé-» composé par le charbon , et on pourroit, » d'après ce fait , et ceux qui sont rapportés » dans ce mémoire , supposer que ce gaz est » un corps simple; les phénomènes qu'il » présente s'expliquent assez bien dans cette » hypothèse : nous ne chercherons point » cependant à la défendre, parce qu'il nous » semble qu'ils s'expliquent encore mieux , » en regardant l'acide muriatique oxigéné » comme un corps composé ». Si nous n'a-» vons point alors exposé , dans cette hypo-» thèse , toutes les explications qu'on peut donner des phénomènes , c'est parce qu'il suffisoit de l'énoncer pour mettre tous les chimistes à même d'en faire des applications.

371. En effet , en regardant l'acide muriatique oxigéné comme un corps simple, on voit évidemment 1°. que les muriates métalliques ne sont autre chose que des combinaisons d'acide muriatique oxigéné et d'un métal, puisqu'on peut les obtenir tous en traitant les métaux par le gaz acide mu-riatique oxigéné ; 2°. que le gaz acide mu-

riatique étant formé de gaz acide muriatique oxigéné et de gaz hydrogène, et donnant naissance à de l'eau et à du muriate de plomb (237, exp<sup>e</sup> X) par son contact avec l'oxyde de plomb, il s'ensuit que l'acide muriatique oxigéné et l'hydrogène de l'acide muriatique se combinent, savoir: le premier avec le plomb de l'oxyde de plomb, et le second avec l'oxygène de cet oxyde; 3°. qu'il en sera de même, lorsqu'au lieu d'oxyde de plomb, on mettra en contact avec l'acide muriatique oxigéné, un autre oxyde métallique; 4°. que si on ne peut décomposer, à une haute température, les muriates métalliques par l'acide borique et le phosphate acide de chaux, c'est que le métal que ces sels contiennent n'est point oxidé, et qu'il ne peut par conséquent se combiner avec aucun acide; 5°. que si au contraire on décompose, à une haute température, les muriates métalliques par l'acide borique et le phosphate acide de chaux, au moyen de la vapeur d'eau, c'est que dans ce cas l'hydrogène de l'eau se combine avec l'acide muriatique oxigéné, et fait du gaz acide muriatique ordinaire,

et que l'oxygène de l'eau se combine avec le métal du muriate, et fait un oxyde qui peut se combiner lui-même avec l'acide borique ou l'acide phosphorique; 6°. qu'en faisant passer du gaz acide muriatique oxygéné à travers une dissolution de potasse, on obtient du muriate suroxigéné de potasse; parce que l'eau est décomposée, et que d'une part son hydrogène se combinant avec du gaz acide muriatique oxygéné, fait de l'acide muriatique qui, en se combinant lui-même avec de la potasse, fait du muriate de potasse, et que d'une autre part, son oxygène se combinant avec une autre portion d'acide muriatique oxygéné, fait de l'acide muriatique suroxigéné qui, en se combinant aussi avec la potasse, fait du muriate suroxigéné de potasse, etc. etc.

Telles sont les conséquences qui dérivent naturellement de l'hypothèse dans laquelle on regarde l'acide muriatique oxygéné comme un corps simple.

372. Près de dix-huit mois après que nous avons eu fait cette hypothèse, M. Davy l'a considérée lui-même avec attention, et paroît l'avoir complètement adoptée. (V. *An-*

*nales de Chimie*, pour le mois d'octobre 1810, n° 226, p. 112; et n° 227, p. 129.) Rappelons brièvement tous les faits, pour mettre les chimistes à même de prononcer à cet égard :

1°. Le gaz acide muriatique oxigéné, exposé seul à l'action de la plus haute chaleur ou des rayons du soleil, n'éprouve aucune altération ; mais exposé en même temps à cette action et à celle de l'eau, il disparaît, et on obtient d'une part du gaz acide muriatique, et de l'autre du gaz oxigène.

2°. Le gaz hydrogène se combine, à volume égal, avec le gaz acide muriatique oxigéné, et donne naissance à du gaz acide muriatique sans qu'il se dépose un atôme d'eau. La combinaison se fait peu à peu à l'ombre ; elle se fait instantanément et avec détonation au soleil.

3°. Le charbon, s'il est pur, n'a aucune action, à une température quelconque, sur le gaz acide muriatique oxigéné ; mais s'il contient de l'hydrogène, il transforme cet acide en gaz acide muriatique ; et s'il contient de l'eau, il se produit en outre du gaz oxide de carbone.

4°. Le phosphore absorbe le gaz acide muriatique oxygéné, et donne naissance à une liqueur particulière.

5°. On obtient facilement cette liqueur en traitant les muriates de mercure par le phosphore, et alors le mercure est réduit sans qu'il se dégage d'acide muriatique.

6°. Le soufre absorbe le gaz acide muriatique oxygéné, comme le fait le phosphore, et produit de même que ce corps une liqueur particulière découverte par Thompson.

7°. Les sulfures métalliques agissent sur le gaz acide muriatique oxygéné, absolument de la même manière que le soufre.

8°. Tous les métaux sont susceptibles de se combiner avec le gaz acide muriatique oxygéné, et de former des muriates métalliques. Plusieurs d'entr'eux, tels que le zinc, le fer, etc. agissent avec force sur le gaz acide muriatique, et de cette action résultent des muriates semblables aux précédens, et une quantité de gaz hydrogène égale à la moitié de la quantité de gaz acide muriatique absorbée.

9°. Aucun de ces muriates ne peut être décomposé ni par le charbon pur, ni par

l'acide borique ou le phosphate acide de chaux, vitrifiés.

10°. Tous, au contraire, peuvent l'être par ces trois corps, à l'aide de l'eau, ou bien encore seulement par le charbon hydrogéné, et par conséquent par les substances végétales et animales. Avec l'eau et le charbon, on obtient du gaz acide muriatique, du gaz oxyde de carbone et le métal réduit; avec l'eau et l'acide phosphorique ou borique, on obtient du gaz acide muriatique, et un phosphate ou un borate; avec le charbon hydrogéné, ou le gaz hydrogène, on obtient du gaz acide muriatique et le métal réduit.

11°. Les muriates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude et de magnésie parfaitement secs, sont, comme les muriates métalliques précédents, indécomposables par les acides borique et phosphorique vitrifiés, mais ils sont tout de suite décomposés par ces acides à l'aide de la vapeur de l'eau; il en résulte des borates ou des phosphates, et du gaz acide muriatique: ils ne le sont dans aucun cas par le charbon.

12°. Il en seroit certainement de même

des muriates de glucine, d'yttria, d'alumine, de zircône et de silice, si on pouvoit les obtenir privés d'eau.

13°. Lorsque l'on met en contact, à une température légèrement élevée, du gaz acide muriatique et de l'oxide de plomb bien sec, ce gaz est absorbé et donne lieu à du muriate de plomb et à un dégagement d'eau; on obtiendroit le même résultat avec l'oxide d'argent, l'oxide de fer, etc. etc.

14°. On obtient encore un résultat analogue, en substituant de la barite, de la chaux, de la strontiane bien desséchées à l'oxide de plomb.

15°. Le sel marin ne sauroit être décomposé, à la plus haute température, par le sable ou l'alumine, mais il l'est facilement par l'un de ces corps, aidé de l'action de l'eau. Les muriates de barite, de potasse, de strontiane et de chaux sont dans le même cas que le sel marin par rapport au sable, à l'alumine et à l'eau.

16°. Le gaz acide muriatique oxigéné, mis en contact avec un excès d'ammoniaque liquide, disparaît, fait une certaine quantité de muriate d'ammoniaque, dé-

compose en outre une certaine quantité de cet alcali , et donne lieu à un dégagement de gaz azote qui est égal en volume au tiers du gaz acide muriatique oxigéné qui disparaît.

17°. Le gaz acide sulfureux , le gaz oxyde nitreux , le gaz oxyde d'azote , n'ont aucune action sur le gaz acide muriatique oxigéné , s'ils sont secs : mais s'ils sont humides ou bien en contact avec l'eau , ils agissent subitement sur cet acide et donnent naissance , le premier , à de l'acide sulfurique et à de l'acide muriatique ; le deuxième et le troisième à de l'acide nitreux , et peut-être à de l'acide nitrique et à de l'acide muriatique.

18°. Les sulfites de chaux , de barite , etc. bien secs , ne sont point attaqués par l'acide muriatique oxigéné sec ; mais pour peu qu'il y ait de l'eau dans cet acide , il en dégage de l'acide sulfureux , et il se forme un muriate et probablement aussi un sulfate.

19°. Lorsqu'on met en contact , sur le mercure , la liqueur fumante de Libavius avec le gaz ammoniac , ce gaz est absorbé avec une grande chaleur ; il ne se dégage

point de fluide gazeux, et il se produit une substance solide d'un blanc terne qui, chauffée, se volatilise en totalité en répandant des fumées épaisses et piquantes. Quelle que soit la quantité d'ammoniaque qu'on emploie dans cette expérience, les résultats en sont les mêmes : on ne peut donc point, par ce moyen, retirer l'oxide d'étain de cette liqueur. Mais si on étend d'abord cette liqueur d'eau, et si on ajoute ensuite de l'ammoniaque, il s'en précipite tout à coup de l'oxide d'étain.

20<sup>o</sup>. Lorsqu'on traite le phosphore par le gaz acide muriatique oxigéné, on obtient deux composés, dont l'un est liquide et l'autre solide. Si on sature, à chaud, le composé solide par le gaz ammoniac, l'action est énergique, la production de chaleur est assez grande, et on obtient pour produit une poudre blanche opaque : si on introduit cette poudre blanche dans un tube de verre vert, et si on la chauffe au rouge sans qu'elle soit en contact avec l'air, il ne s'en dégage rien, et elle ne se décompose point ; mais si on la chauffe avec l'hydrate de potasse, elle se décompose sur-le-champ, il s'en

dégage du gaz ammoniac , et il se forme un muriate et un phosphate.

21°. Le gaz acide muriatique oxigéné réagit avec force sur le gaz ammoniac , mais dans cette réaction il ne se dépose point d'eau : 15 à 16 parties de gaz acide muriatique oxigéné absorbent 45 parties de gaz ammoniac , donnent naissance à du muriate d'ammoniaque sec , et à un dégagement de 5 à 6 parties d'azote.

573. Parmi tous ces faits , ceux qui ont frappé le plus M. Davy , sont les trois derniers que nous avons cités et qui lui sont propres (1). Il pense qu'il est très-difficile de les expliquer en regardant le gaz muriatique oxigéné comme un corps composé , et qu'il est très-facile au contraire de s'en rendre compte en le regardant comme un corps simple. Nous ne pouvons partager son opinion : il nous semble que l'explication qu'on peut en donner dans la première hypothèse , est plus simple et plus d'accord

---

(1) Nous avons fait connoître les dix-huit autres dans notre mémoire sur les acides muriatique et muriatique oxigéné (328).

avec l'analogie générale que celle qu'on peut en donner dans la seconde. C'est ce qu'on va voir en comparant l'explication de ces faits dans l'une et l'autre hypothèse.

*Premier fait relatif à l'action du gaz ammoniac sur la liqueur fumante de Libavius. Voyez précédemment 19<sup>e</sup> fait.*

574. Dans l'hypothèse où on regarde l'acide muriatique oxigéné comme un être simple, on dira : le gaz ammoniac s'unit avec la liqueur fumante de Libavius, et n'en sépare point d'oxide d'étain, parce que l'étain s'y trouve à l'état métallique ; s'il la décompose à l'aide de l'eau, et s'il résulte de cette décomposition du muriate d'ammoniaque, et de l'oxide d'étain qui se précipite, c'est que d'abord l'eau est elle-même décomposée, et que ses deux principes se combinant, savoir, son oxygène avec l'étain, et son hydrogène avec l'acide muriatique oxigéné, font passer le premier à l'état d'oxide au summum, et le second à l'état d'acide muriatique.

Mais n'est-il pas plus simple de dire dans l'autre hypothèse : Le gaz ammoniac ne dé-

compose point la liqueur fumante de Libavius, parce qu'il se combine avec elle et forme un composé triple volatil (1), et s'il la décompose à l'aide de l'eau, c'est parce que l'eau a une grande puissance dissolvante sur le muriate d'ammoniaque et n'en a aucune sur l'oxyde d'étain, en sorte qu'elle tend à réunir l'acide muriatique et l'ammoniaque, et à séparer l'oxyde d'étain ?

*Deuxième fait relatif à l'action du gaz ammoniac sur le composé solide qu'on obtient en traitant le phosphore par le gaz muriatique oxigéné. Voyez précédemment 20<sup>e</sup> fait.*

375. Dans l'hypothèse où on regarde le gaz muriatique oxigéné comme un être simple, on dira : le composé solide est formé de phosphore et d'acide muriatique oxigéné; il se combine avec l'ammoniaque, et forme une poudre blanche sur laquelle l'eau n'a

---

(1) D'ailleurs, le muriate d'étain fumant ou liqueur fumante de Libavius, n'est pas le seul sel métallique que l'ammoniaque ne précipite pas. Le nitrate d'argent le plus neutre est dans ce cas.

aucune action , et qui retient tellement l'ammoniaque , qu'une chaleur rouge-obscur ne peut l'en dégager. Si en traitant à une haute température cette poudre blanche par l'hydrate de potasse , il en résulte du muriate et du phosphate de potasse , et un dégagement d'ammoniaque , c'est parce que l'eau est décomposée ; que d'une part l'oxygène de l'eau se combine avec le phosphore , et fait de l'acide phosphorique qui se combinant avec la potasse fait du phosphate de potasse ; que d'autre part l'hydrogène de l'eau se combine avec l'acide muriatique oxygéné , et fait de l'acide muriatique qui se combinant aussi avec la potasse fait du muriate de potasse ; et qu'enfin l'ammoniaque étant ainsi mise à nu doit se dégager.

Dans l'autre hypothèse , on dira : le composé solide qu'on obtient en traitant le phosphore par l'acide muriatique oxygéné , est formé d'oxygène , d'acide muriatique et de phosphore ; il se combine avec l'ammoniaque , et fait un composé quadruple duquel une chaleur rouge-obscur ne peut dégager l'alcali , et sur lequel l'eau chaude n'a point d'action. Si en traitant à une haute tem-

rature, ce composé quadruple par l'hydrate de potasse (potasse retenant la 5<sup>e</sup> partie de son poids d'eau), on obtient du muriate et du phosphate de potasse et un dégagement d'ammoniaque, c'est parce que la potasse ayant une grande affinité pour l'acide muriatique et l'acide phosphorique, se combine avec le premier qu'elle trouve tout formé, et avec le second qu'elle forme en en réunissant les élémens, de sorte que l'ammoniaque est mise à nu et se dégage. On pourroit encore dire seulement que la potasse prend la place de l'ammoniaque.

*Troisième fait relatif à l'action du gaz acide muriatique oxigéné sur le gaz ammoniac. Voyez précédemment 21<sup>e</sup> fait.*

376. Dans l'hypothèse où on regarde le gaz acide muriatique oxigéné comme un être simple, on dira : le muriate d'ammoniaque étant une combinaison de gaz acide muriatique et de gaz ammoniac, et le gaz acide muriatique étant formé de gaz acide muriatique oxigéné et d'hydrogène, il s'en suit que le gaz muriatique oxigéné décom-

pose une partie du gaz ammoniac , qu'il dégage l'azote de cette partie de gaz , et qu'en s'emparant de l'hydrogène de cette même partie de gaz , il forme du gaz muriatique qui se combine avec le gaz ammoniac non décomposé.

Dans l'autre hypothèse, on dira : le gaz acide muriatique résultant de la combinaison , à volume égal , du gaz acide muriatique oxigéné et du gaz hydrogène , et contenant le quart de son poids d'eau , il s'ensuit que toute l'eau qui se forme dans la réaction du gaz muriatique oxigéné et du gaz ammoniac , entre en combinaison avec le muriate d'ammoniaque provenant de cette réaction ; et que si , par la chaleur , on ne peut l'en dégager , c'est parce que le muriate étant volatil , se sublime en même temps que l'eau se volatilise , de sorte que le muriate sublimé contient autant d'eau qu'avant de l'avoir été.

On pourroit encore dire : le gaz acide muriatique ne contient point d'eau toute formée ; il n'en contient que les principes , et il résulte de la combinaison triple du radical du gaz muriatique oxigéné , de l'oxi-

gène de cet acide et d'hydrogène : par conséquent, il ne peut point se déposer d'eau dans la réaction du gaz acide muriatique oxigéné sur le gaz ammoniac, puisqu'il ne s'en forme point. Ce qui a lieu dans ce cas, ajoutera-t-on, c'est que le gaz muriatique oxigéné se combine avec l'hydrogène d'une partie du gaz ammoniac, en dégage l'azote, et forme ainsi du gaz muriatique qui se combinant avec du gaz ammoniac non décomposé produit du muriate d'ammoniaque sec.

377. On voit donc que dans l'hypothèse où on regarde l'acide muriatique oxigéné comme formé d'oxigène et d'un autre corps, il est aussi facile d'expliquer les trois faits dont nous venons de parler, et que M. Davy a découverts, que tous ceux que nous avons fait connoître ; mais comme, d'une autre part, on peut les expliquer tous ainsi que nous l'avons dit, en regardant le gaz muriatique oxigéné comme un être simple, il s'ensuit que la question de savoir si l'acide muriatique oxigéné est un être simple ou composé, n'est point résolue, et que nous ne sommes pas plus avancés dans la solu-

tion de cette question que nous ne l'étions, il y a près de deux ans, immédiatement après nos expériences à cet égard. Par conséquent, nous donnerons aujourd'hui comme à cette époque, par des raisons d'analogies, la préférence à l'hypothèse dans laquelle on regarde cet acide comme formé d'oxygène et d'un autre corps. En effet, 1<sup>o</sup>. il est très-probable que les muriates métalliques sont des sels de même nature que les autres sels métalliques; du moins toutes les propriétés dont ils jouissent nous portent à le croire. Or, il est certain que les sulfates, les nitrates, les phosphates métalliques, etc. sont formés d'acide, d'oxygène et d'un métal: donc, nous devons être portés à croire que les muriates métalliques contiennent aussi un acide, de l'oxygène, et un métal; mais s'il en est ainsi, il faut que l'acide muriatique oxygéné soit composé d'oxygène et d'un autre corps, puisqu'on peut faire tous les muriates métalliques en traitant les métaux par le gaz muriatique oxygéné. 2<sup>o</sup>. Si l'acide muriatique oxygéné étoit un être simple, il s'ensuivroit que cet acide pourroit chasser tout l'oxygène que

sont censées contenir la chaux, la magnésie, etc.; car lorsqu'on met cet acide en contact avec ces bases à une température élevée, on obtient une très-grande quantité d'oxygène et des muriates de chaux et de magnésie qui, dans l'hypothèse où on regarde l'acide muriatique oxigéné comme un être simple, seroient des combinaisons de cet acide avec le métal de la chaux et de la magnésie: il s'ensuivroit encore que l'acide muriatique seroit décomposé et recomposé avec la plus grande facilité dans une foule de circonstances; par exemple, le combineroit-on avec un oxyde métallique, et ensuite dessécheroit-on le muriate, il faudroit admettre que l'hydrogène de cet acide se portât sur l'oxygène de l'oxyde, réduisît cet oxyde, et que l'acide muriatique oxigéné, base de l'acide muriatique, s'unît au métal, base de l'oxyde; et viendroit-on ensuite à dissoudre cette combinaison dans l'eau, il faudroit admettre qu'elle décomposât sur-le-champ l'eau, et que les deux principes de l'eau se combinassent, savoir, l'hydrogène avec le gaz muriatique oxigéné, et l'oxygène avec le métal. On voit

donc qu'en faisant des applications de ce que nous venons de dire au muriate de potasse, de soude, etc. on seroit obligé de considérer ces sels, lorsqu'ils ont été calcinés, comme des composés d'acide muriatique oxigéné (être simple), et de *potassium* ou de *sodium*; et de les considérer, lorsqu'ils sont dissous dans l'eau, comme des composés d'acide muriatique et d'oxide de *potassium* ou de *sodium* (potasse ou soude). Encore bien que tout cela soit possible, nous ne le regardons pas comme probable. Qu'on ne croye pas, pourtant, que nous rejetions l'hypothèse dans laquelle on regarde l'acide muriatique oxigéné comme un être simple. Il ne faut point l'exclure, puisqu'elle représente assez bien les phénomènes; mais nous disons aujourd'hui, comme il y a près de deux ans, lorsque nous avons établi ces deux hypothèses, qui depuis ont fixé l'attention de M. Davy: « dans l'état actuel de nos connaissances, les faits s'expliquent mieux en regardant l'acide muriatique oxigéné comme un être composé que comme un être simple, et par conséquent nous préférions la première hypothèse à la seconde ».

Mais on peut demander maintenant: « Si l'acide muriatique oxigéné est formé d'oxygène et d'un autre corps, le gaz acide muriatique sera-t-il formé de ce corps, d'oxygène et d'hydrogène, c'est-à-dire, sera-t-il un acide triple ou à radical binaire ; ou bien, l'hydrogène qu'il contient sera-t-il combiné avec de l'oxygène de manière à former de l'eau ? » Nous n'entreprendrons point de résoudre cette question, car elle est la même que celle-ci qui nous paroît, rigoureusement parlant, insoluble : à quel état les acides et les oxides sont-ils dans les sels ? y sont-ils à l'état d'acide et d'oxide, ou bien leurs éléments y sont-ils désunis ? Ce que nous devons faire, c'est de bien constater tous les faits, et c'est à quoi nous nous sommes attachés.

Cependant on pourroit dire en faveur de l'hypothèse qui consiste à regarder le gaz muriatique comme un composé triple d'oxygène, d'hydrogène et d'un autre corps ; qu'il est probable que si le gaz muriatique contenoit réellement de l'eau combinée, le gaz fluo-borique et le gaz ammoniac, qui tous deux ont une puissante affinité pour

elle, devroient en contenir ; et que puisqu'ils n'en contiennent pas, on doit être porté à croire, que le gaz muriatique n'en contient que les élémens (1) désunis : et à l'appui de cette opinion, on pourroit ajouter que ce n'est pas seulement dans un alcali fixe qu'on trouve de l'eau combinée, mais que tous ceux qui ont de l'affinité pour ce liquide en contiennent plus ou moins.

DE LA COMBINAISON DU PHOSPHORE AVEC  
L'OXIGÈNE ET L'ACIDE MURIATIQUE.

378. On a vu précédemment (332) qu'en traitant le mercure doux par le

---

(1) Environ un an après que nous avons annoncé qu'on pouvoit regarder le gaz muriatique oxygéné comme un être simple, M. Curaudau a lu un mémoire à l'Institut, dans lequel il adopte cette hypothèse, et il essaye de prouver que l'hypothèse contraire ne peut point être soutenue. Ce mémoire ne contenant aucun résultat nouveau qui ne soit faux, nous n'en ferons pas l'analyse. Nous ferons seulement observer, que M. Curaudau est conduit, par sa manière de raisonner, à admettre plus de 40 pour 100 d'eau dans le muriate sur-oxygéné de potasse. (*Voyez* le mémoire de M. Curaudau.)

phosphore , ce sel étoit réduit , et qu'il en résultoit une liqueur blanche et limpide sans dégagement de gaz muriatique. On devoit rechercher la nature et les propriétés de cette liqueur. Pour cela , on a commencé par s'en procurer une suffisante quantité , au moyen de l'appareil suivant : on a mis , au fond d'un tube fermé par un bout , environ trente grammes de phosphore , et cent cinquante à cent soixante grammes de mercure doux ; ensuite on y a adapté un petit tube qu'on a fait plonger jusqu'au fond d'une éprouvette bien sèche et fermée avec un bouchon auquel on avoit pratiqué une petite fissure pour permettre à la vapeur qui ne se condenseroit pas de se dégager. Alors , on a chauffé le mercure doux ; lorsqu'il a été élevé à peu près à la température de deux cents degrés , on a réduit le phosphore en vapeur à l'aide de quelques charbons , et presqu'aussitôt la liqueur s'est formée , et est venue se condenser dans l'éprouvette , d'où on a pu facilement la retirer.

Cette liqueur étoit blanche , limpide , très-fumante , acide et très-caustique ; quand

on en imbiboit du papier et qu'on l'exposoit à l'air, il ne tardoit point à s'enflammer et à brûler avec l'apparence du phosphore. Renfermée dans un flacon, elle ne s'est point décomposée pendant l'espace de plusieurs mois; mais exposée au contact de l'air, elle s'est complètement décomposée en quelques jours et a déposé une grande quantité de phosphore. Traitée par l'eau, elle s'y est seulement dissoute en partie et il s'en est séparé du phosphore comme par son contact avec l'air. Quand on la faisoit passer sous une cloche pleine de mercure, et qu'on y introduisoit ensuite du *potassium*, il se produuisoit une vive lumière et beaucoup de chaleur; le *potassium* étoit détruit, et du gaz acide muriatique étoit formé. Tous ces phénomènes réunis annonçoient que cette liqueur devoit être composée d'oxygène, d'acide muriatique et de mercure. On en a acquis la certitude en la mettant en contact avec le fer à une haute température. A cet effet, après avoir introduit de la tournure de fer bien décapée dans un tube de porcelaine, on a disposé ce tube horizontalement dans un fourneau à réverbère: d'un côté,

on l'a fait communiquer avec un petit vase où on avoit mis la liqueur ; de l'autre , on l'a fait communiquer avec un flacon où on avoit mis de l'eau , et de-là enfin avec une cloche pleine de mercure. Le tube de porcelaine étant rouge, on a porté la liqueur à l'ébullition , et elle a été décomposée toute entière; il ne s'en est dégagé aucun gaz et on n'en a absolument retiré que du muriate et du phosphure de fer. Le muriate s'étoit condensé à l'extrémité du canon , et le phosphure étoit resté dans le centre sous la forme de globules. S'étant ainsi assuré que cette liqueur n'étoit qu'un composé d'acide muriatique , d'oxigène et de phosphore, on a présumé qu'on l'obtiendroit facilement avec le phosphore et le gaz acide muriatique oxigéné. C'est ce qui a eu lieu , en faisant arriver du gaz acide muriatique oxigéné sec dans une cloche contenant du phosphore. On l'obtient encore très-facilement en substituant du sublimé corrosif au mercure doux. Il est probable qu'on l'obtiendroit aussi en traitant d'autres muriates que les muriates de mercure par le phosphore : on a essayé , mais en vain , le muriate d'argent.

Enfin il paroît qu'il s'en forme des quantités sensibles en calcinant très-fortement du sel marin et du phosphate acide de chaux (337). Peut-être s'en formeroit-il avec les muriates et l'acide phosphorique ou l'acide phosphoreux.

DE L'ACTION DE L'EAU DANS LA DÉCOMPOSITION DE PLUSIEURS CORPS ET NOTAMMENT DES SELS.

379. On ne peut point douter d'après ce qu'on a vu (328 et suiv.) que l'eau n'agisse, dans la décomposition du sel marin ou des muriates, par la tendance qu'elle a à se combiner avec l'acide muriatique. Cet effet produit par l'eau, nous a engagés à rechercher si elle n'agissoit point de cette manière toutes les fois qu'elle favorisoit la décomposition des sels. Il est évident que son action ne sera telle, que quand elle aura une grande affinité pour l'acide: c'est ainsi qu'elle agit lorsque l'on calcine du nitre avec des argiles humides, et il est certain que si, au lieu de faire cette calcination dans des cornues de grès, on la faisoit dans

des vases où on pût porter de la vapeur d'eau, on obtiendroit de l'acide nitrique plus facilement et plus abondamment (1). C'est encore ainsi qu'elle agit lorsque l'on décompose le fluate de chaux par l'acide sulfurique concentré; car l'acide fluorique est évidemment, comme les acides muriatique, sulfurique et nitrique, un corps qui est toujours combiné avec d'autres et qu'on ne peut point encore obtenir pur.

(1) Il est même probable que l'acide nitrique ne pourroit point être obtenu d'un nitrate quelconque sans eau, ou en d'autres termes, que s'il étoit possible d'enlever l'eau à de l'acide nitrique, de manière à le mettre en liberté, il se réduiroit sur-le-champ en gaz acide nitreux et en gaz oxygène. L'acide sulfurique est sans doute dans le même cas, en sorte que si on parvenoit à le priver d'eau, sans le combiner avec aucun autre corps, il se réduiroit en gaz acide sulfureux et en gaz oxygène: d'où il faut conclure que, parmi tous les acides connus, il y en a quatre qu'on n'a point encore pu se procurer purs, savoir: l'acide muriatique, l'acide fluorique, l'acide sulfurique et l'acide nitrique. Aussi ce sont ceux qui sont les plus avides de combinaisons, et par conséquent les plus forts. Guidés par ces idées, nous avons même fait des essais pour faire de l'acide sulfurique au moyen d'acide sulfureux, d'oxygène et d'eau, et au moyen de soufre, d'oxide noir, de manganèse et d'eau; mais nous n'en avons point obtenu de résultat satisfaisant.

Mais comment agit-elle lorsqu'elle n'a aucune affinité pour l'acide du sel, et que cependant elle en facilite la séparation ? ce ne peut être évidemment qu'en se combinant avec la base du sel et en diminuant par ce moyen sa réaction sur l'acide. C'est ce à quoi jusqu'à présent on n'avoit point fait attention, et ce qui va être mis hors de doute par les expériences qu'on va rapporter.

#### PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

On a mis du carbonate de barite concassé dans un tube de porcelaine qui traversoit un fourneau à réverbère. On a adapté une cornue contenant de l'eau à l'une des extrémités de ce tube, et un tube recourbé propre à recueillir les gaz à l'autre. Ensuite, on a porté le carbonate au rouge; il ne s'est pas décomposé<sup>(1)</sup>: mais aussitôt qu'on a fait bouillir l'eau, et que la vapeur aqueuse a été en contact avec le sel, la décomposition a commencé à se faire. On a continué l'expérience pendant trois heu-

---

(1) On sait que le carbonate de barite résiste au plus haut degré de feu.

res, et pendant tout ce temps, on a recueilli du gaz acide carbonique. Alors on a laissé refroidir le tube, et l'ayant cassé, on a trouvé dans son intérieur la barite fondu et combinée dans quelques points avec la terre du tube : donc, etc.

#### DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

On a mis successivement les sous-carbonates de potasse et de soude, poussés au plus haut degré de feu, en contact avec la vapeur d'eau dans un tube de porcelaine, de la même manière que le carbonate de barite. On en a retiré beaucoup de gaz acide carbonique, de la potasse et de la soude caustiques et fondues : or on sait, d'après les expériences de M. Darcet (1) que ces sels ne sont point susceptibles d'être décomposés par le feu ; on sait de plus par ces expériences et par celles de M. Berthollet (2), que la potasse et la soude retiennent à la chaleur rouge une grande quantité d'eau ; donc, etc.

---

(1) Voyez *Annales de Chimie*, tome 68, page 175.

(2) Deuxième volume d'Arcueil.

## TROISIÈME EXPÉRIENCE.

On a mis du marbre concassé dans un tube de porcelaine traversant un fourneau et portant comme précédemment une cornue pleine d'eau et un tube propre à recueillir les gaz. Ensuite on a exposé le tube à divers degrés de chaleur, et on a vu que le même feu qui seul ne pouvoit pas décomposer le marbre, en opéroit tout de suite la décomposition au moyen de la vapeur d'eau. C'est ce qu'on savoit déjà, mais ce qu'on avoit mal expliqué : on croyoit que l'eau n'agissoit qu'en se combinant avec l'acide carbonique ; et cela est impossible, puisque ce gaz ne contient point d'eau à l'état de combinaison. Peut-être objectera-t-on, que la chaux poussée à un haut degré de feu ne retient point d'eau ; mais ce n'est pas le cas dont il s'agit, car à un très-haut degré de feu, le carbonate de chaux se décompose aussi bien sans eau qu'avec de l'eau (1).

---

(1) Le marbre en petits fragmens se décompose plus facilement que le marbre en gros morceaux : la cause

On peut mettre ces observations à profit dans les fabriques, pour extraire plus facilement la chaux de la pierre à chaux.

#### QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

On a fait avec les carbonates de magnésie et de plomb la même expérience qu'avec les carbonates précédens, mais on n'a point obtenu les mêmes résultats et cela devoit être : ces carbonates ne se sont pas décomposés plus facilement avec la vapeur d'eau que sans elle. Tout prouve donc l'exactitude de la théorie qu'on vient d'établir.

---

en est facile à concevoir. Le chevalier Hall a fait voir que, quand on chauffoit le carbonate de chaux dans des vases qui n'avoient point d'issues et qui étoient capables de résister à une forte pression, ce sel ne se décomposoit point, quelle que fût la température à laquelle on l'exposât, mais qu'il se fondoit et cristallisoit par refroidissement. Il suit de cette expérience que toute pression exercée sur le carbonate de chaux, doit augmenter la difficulté qu'il y a à le décomposer par le feu. Or, les parties de marbre qui sont au centre du morceau, quoiqu'exposées sensiblement à la même température que les parties extérieures, ne doivent pas se décomposer si facilement que celles-ci, parce que le gaz pour se dégager est obligé de les briser.

CONSIDÉRATIONS SUR LA MANIÈRE DONT LA  
LUMIÈRE AGIT DANS LES PHÉNOMÈNES  
CHIMIQUES.

380. C'est une question des plus importantes que de savoir comment la lumière agit dans les phénomènes chimiques. Elle a exercé la sagacité de savans très-distingués et entre autres, de MM. Rumford et Berthollet.

Guidé par les expériences de M<sup>me</sup> Fullham, M. Rumford mit séparément et successivement des dissolutions d'or et d'argent en contact avec du charbon, de l'éther ou des huiles, et exposa comparativement chacun de ces mélanges à la lumière solaire, à la température de l'eau bouillante, et dans un lieu obscur à la température ordinaire (1). Dans le premier et le second cas, il y eut toujours une égale et prompte réduction ; dans le troisième, il n'y en eut jamais : d'où M. Rumford conclut que le fluide lumineux agissoit sur ces corps

---

(1) *Philosop. Papers.* vol. 1.

comme une chaleur de 100° cent. , et que son action, qu'il avoit cru d'abord comparable à l'action d'une très-haute chaleur, ne l'étoit qu'à celle d'une chaleur foible. Mais en admettant ces conséquences, la décomposition de l'acide muriatique oxygéné liquide qu'on opéroit très-bien par la lumière, et qu'on n'avoit encore pu opérer par une chaleur de 100°, devenoit par cela même une objection puissante; et on en trouvoit également une autre dans la propriété qu'a l'acide nitrique concentré de résister à une chaleur bien au-dessus de l'eau bouillante, et de se réduire en oxygène et en acide nitreux à la lumière solaire. Ces deux objections n'ont point échappé à M. Berthollet dans sa statique chimique : il les a discutées avec un grand soin ; et embrassant l'opinion de M. de Rumford , il a cherché à faire voir par des explications très-ingénieuses comment on pouvoit y répondre. Tel étoit l'état de la question lorsque nous nous en sommes occupés. Ainsi d'une part, on savoit que la lumière et la chaleur agissoient de la même manière sur les dissolutions d'or et d'argent , mêlées avec le char-

bon et les huiles; et de l'autre, on voyoit que leur action étoit différente sur l'acide muriatique oxigéné et l'acide nitrique. Par conséquent, il n'étoit point démontré que la lumière agit toujours comme la chaleur dans les phénomènes chimiques: on ne pouvoit en acquérir la certitude qu'en détruisant par des expériences directes les deux objections précédentes, et en prouvant directement aussi, non point seulement dans quelques circonstances, mais dans un très-grand nombre, qu'on pouvoit produire par la chaleur les effets que la lumière produisoit elle-même. C'est à quoi nous avons été conduits par une expérience que nous avons rapportée (357), et qui consiste à mêler ensemble du gaz muriatique oxigéné et du gaz hydrogène. On se rappelle sans doute que ces deux gaz exposés à la lumière diffuse, ne se convertissent en acide muriatique que dans l'espace de plusieurs jours. Comment expliquer cette transformation? Dira-t-on qu'elle est l'effet de l'affinité mutuelle qu'ils exercent l'un sur l'autre? Mais les effets de l'affinité auraient dû se manifester aussitôt que leur

mélange a été fait; elle dépend donc d'un agent extérieur, et cet agent est la lumière. D'abord, il paroît difficile d'admettre cette conséquence, parce que dans le cas dont il s'agit, la lumière étoit diffuse, et que jusqu'à présent, il n'y a point d'exemple que dans cet état elle produise des phénomènes de ce genre; mais on en sera convaincu par ce qui suit.

#### PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

381. On a mêlé environ un demi-litre de gaz acide muriatique oxigéné, avec un demi-litre de gaz hydrogène, comme on l'a indiqué (357); on a exposé ce mélange à la lumière solaire; à peine a-t-il été traversé par des rayons de lumière qu'il en est résulté une violente détonation.

#### DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

382. On a fait un mélange de gaz muriatique oxigéné et de gaz hydrogène semblable au précédent; mais au lieu de l'exposer à la lumière solaire, on l'a placé à la

température ordinaire dans un lieu parfaitement obscur : au bout de six jours, l'ayant examiné, on a trouvé que les gaz n'avoient nullement réagi l'un sur l'autre, et que si alors on les faisoit traverser par des rayons de lumière, ils détonoient tout aussi promptement et tout aussi violemment qu'ils l'auroient fait immédiatement après leur mélange.

### TROISIÈME EXPÉRIENCE.

383. Après avoir fait un assez grand nombre de mélanges toujours semblables aux précédents, on en a exposé à une lumière solaire extrêmement foible, et à des lumières diffuses variables en force. Dans le premier cas, il n'y a point eu de détonation (1) ; mais le gaz muriatique oxigéné a été décoloré et converti en gaz muriatique, dans l'espace de quelques minutes : dans les autres, cet effet n'a été produit que dans un long espace de temps. Il a fallu

---

(1) Si la lumière n'étoit pas extrêmement foible, il y auroit détonation.

au moins un jour pour ceux qui étoient exposés à la lumière diffuse la plus forte, et il en a fallu jusqu'à neuf à dix pour ceux qui étoient exposés à une lumière diffuse très-foible, et encore la décomposition dans ceux-ci et même dans les autres n'étoit point complète. Voilà pourquoi on a recommandé (357) d'exposer le mélange de gaz acide muriatique oxigéné et de gaz hydrogène pendant quelque temps aux rayons solaires, après l'avoir exposé à la lumière diffuse, pour le convertir totalement en gaz acide muriatique.

384. La grande action qu'exercent l'un sur l'autre ces deux gaz, à l'aide de la lumière solaire, nous a fait penser que le gaz muriatique oxigéné se comporteroit avec tous les gaz formés d'hydrogène et d'un autre corps, de la même manière qu'avec le gaz hydrogène pur : c'est, en effet, ce qui a eu lieu ; soit avec le gaz oléifiant ; soit avec le gaz provenant de la décomposition de l'alcool, ou d'une huile, à travers un tube rouge de feu ; soit enfin avec les gaz inflammables composés qu'on obtient en distillant une substance végétale ou

animale quelconque. Jamais il n'y a eu d'action dans l'obscurité ; elle a été très-lente à la lumière diffuse, et instantanée à la lumière solaire, et en même temps qu'il y a eu détonation violente dans ce cas, il y a eu un dépôt souvent très-considérable de charbon. Mais à quelque dose qu'on ait mêlé le gaz acide muriatique oxigéné sec et le gaz oxyde de carbone préparé avec le fer et le carbonate de barite ; quelque forte qu'ait été la lumière à laquelle on les a exposés, enfin quelque long qu'ait été le contact, il n'y a point eu d'action ; ce qui est une nouvelle preuve que ce gaz ne contient point d'hydrogène.

585. Toutes ces expériences ont été répétées un grand nombre de fois, et les résultats en ont toujours été les mêmes. Ainsi, on doit regarder comme certain que dans l'obscurité le gaz hydrogène n'a aucune action sur le gaz muriatique oxigéné ; qu'à la lumière diffuse, il le décompose peu à peu, et qu'à la lumière solaire, il le décompose sur-le-champ et avec détonation ; que son action, quand il est uni à l'oxygène et au charbon, est encore la même, et que par

conséquent tous ces effets sont dûs au fluide lumineux.

386. Maintenant, examinons de quelle manière le fluide lumineux agit dans ces circonstances; 1°. si on fait un mélange de gaz muriatique oxigéné et de gaz hydrogène, et si on y plonge une bougie, il en résulte tout de suite une détonation et une production de gaz muriatique; 2°. si on plonge un morceau de brique à la température de 125 à 150 degrés dans un mélange, à volume égal, de gaz muriatique oxigéné et de gaz hydrogène, il y a également détonation et production de gaz muriatique.

On produit donc dans ce cas tous les effets qu'on produit avec la lumière elle-même; d'où on doit conclure qu'elle agit au moins comme une chaleur de 125°.

387. L'action de la lumière sur l'acide muriatique oxigéné, est encore la même que celle que la chaleur exerce sur ce gaz: c'est une conséquence évidente des résultats auxquels nous sommes parvenus dans nos expériences sur l'acide muriatique et muriatique oxigéné. En effet, le gaz muriatique oxigéné, est dans les deux cas, décomposé par la chaleur et par la lumière.

tique oxygéné sec n'est point décomposé par la lumière la plus vive, ni à la température la plus élevée. Mais on sait depuis long-temps, que si l'on expose aux rayons solaires une dissolution de ce gaz dans l'eau, bientôt l'oxygène s'en dégage; et nous avons démontré (366) qu'en faisant passer dans un tube chaud, tout à la fois du gaz acide muriatique oxygéné et de l'eau, on en retire de l'oxygène et de l'acide muriatique. Or, il faut que le tube soit voisin du rouge-brun; donc dans ce cas, la lumière solaire agit comme une chaleur à peu près équivalente à cette température: et si on observe que la lumière diffuse peut également, mais avec beaucoup de temps, décomposer l'acide muriatique oxygéné, on sera obligé de conclure que son action prolongée, produit les mêmes effets que la lumière directe du soleil; conséquence à laquelle on est arrivé d'une manière bien plus évidente, au moyen du gaz hydrogène et du gaz acide muriatique oxygéné.

388. Mais puisque la lumière solaire peut agir comme une chaleur voisine du rouge-brun, elle doit être capable de décomposer

l'acide nitrique concentré; car cet acide se décompose à une température qui est même bien inférieure à celle-ci. Il en résulte donc que l'action de la lumière sur l'acide nitrique et l'acide muriatique oxigéné, devient une très-forte preuve en faveur de l'identité de son action sur les corps avec le calorique; tandis qu'avant ces expériences on en avoit tiré deux fortes objections contre cette opinion.

389. Si nous considérons actuellement la manière dont la lumière et le calorique se comportent à l'égard de plusieurs oxides métalliques, nous aurons encore occasion de reconnoître une identité d'action entre ces deux fluides. Que l'on chauffe, à un certain point, de l'oxide noir de mercure, et on le transformera, sans en dégager d'oxygène, en oxide rouge de mercure et en mercure coulant; d'une autre part, qu'on en expose à la lumière solaire, et bientôt cette transformation aura également lieu. Elle s'opère même peu à peu à la lumière diffuse, non point dans un degré assez marqué pour que l'oxide ne semble point encore noir, mais de manière à donner avec l'acide mu-

riatique une assez grande quantité de sublimé corrosif. Cet effet est même si prompt qu'il est extrêmement difficile de se procurer de l'oxide noir pur de mercure. En vain, pour en avoir, on traite le mercure doux par l'ammoniaque ou la potasse ; pendant le temps qu'on filtre l'oxide et qu'on le lave, il passe en petite partie à l'état d'oxide rouge. Il n'y passeroit probablement pas, si on faisoit l'expérience dans une obscurité parfaite, et avec de l'eau privée d'air.

Ce qu'éprouve d'une manière si frappante l'oxide noir de mercure, l'oxide puce de plomb l'éprouve aussi. Chauffé doucement, il se décompose, laisse dégager de l'oxygène et redevient rouge : exposé à une vive lumière, on en retire de l'oxygène, et peu à peu on y découvre des points rouges.

Sans doute plusieurs autres oxydes métalliques, et notamment l'oxide d'argent, sont susceptibles d'offrir des phénomènes analogues à ceux-ci ; mais nous n'avons point fait, à cet égard, d'expériences précises.

590. Nous ne nous sommes point contentés des preuves que nous venons de rapporter, pour conclure que l'action de la

lumière et du calorique sur les corps étoit identique. Nous en avons cherché de nouvelles dans les matières végétales et animales. Ce sont surtout les matières colorantes qui nous les ont offertes. Frappés des altérations qu'elles éprouvent presque toutes, lorsqu'on les expose en même temps au contact de la lumière et de l'air, et soupçonnant fortement que ces altérations ne provenoient que de ce que les matières colorantes étoient élevées à une haute température, nous avons mis pour le savoir, diverses couleurs en contact avec l'air à une température plus ou moins élevée. L'appareil dont nous nous sommes servis étoit fort simple : qu'on se figure un syphon dont les branches soient égales et courbées en dehors, à angle droit, à un certain point de leur hauteur ; qu'on se représente la partie courbe du centre dans un bain de mercure chaud, et dont la température soit sans cesse mesurée par un thermomètre ; qu'on conçoive de plus qu'on ait mis dans cette partie courbe la couleur à éprouver, et qu'on y renouvelle l'air au moyen d'une vessie qui sera pleine de ce fluide et que l'on comprimera peu à peu,

on aura une idée exacte de cet appareil. On remplira ces conditions d'une manière quelconque ; on pourra, si l'on veut, se servir d'un mortier de fonte pour mettre le mercure, et placer ce mortier sur un fourneau pour le chauffer au point convenable. Alors on assujétira le tube, et on l'empêchera facilement de vaciller. Quant au thermomètre, qui devra être d'une échelle assez étendue pour marquer au moins 250°, on le suspendra à un clou avec une ficelle, de manière que la boule soit sans cesse dans le bain de mercure. De cette manière rien n'empêchera d'avoir une température de 100, 150, 200, 250 degrés, pendant deux, trois, quatre heures ou plus pour chacun de ces degrés, et d'observer ce qu'éprouvent dans cet espace de temps, et à cette chaleur, les couleurs en contact avec l'air.

Les couleurs sur lesquelles nous avons opéré, sont le rose de carthame, le violet de campêche, le rouge de Brésil, le jaune du curcuma et le jaune de la gaude. La première de ces couleurs étoit combinée avec la soie, et les quatre autres étoient combinées avec la laine par l'intermède de l'alun. Toutes se

sont détruites en plus ou moins de temps, et à une température plus ou moins élevée.

La couleur rose qui étoit très-vive et très-belle, est devenue d'un blanc sale en une heure, à une température de  $160^{\circ}$ : une chaleur de  $120^{\circ}$ , continuée pendant une heure, ne l'a point sensiblement altérée.

La couleur violette du campêche est devenue rousse et terne en une heure et demie à une température de  $180^{\circ}$ , et elle a été à peine affoiblie dans ce même espace de temps, à  $150^{\circ}$ .

La couleur rouge du Brésil a été singulièrement affoiblie à  $190^{\circ}$  dans l'espace de deux heures; la teinte n'en a été que peu changée dans ce même espace de temps, à  $140^{\circ}$ .

La couleur orange du curcuma est devenue couleur de rouille à  $200^{\circ}$  dans l'espace d'une heure et demie, et n'a presque point changé dans ce même espace de temps, à  $150^{\circ}$ .

Enfin la couleur jaune de la gaudre a été très-sensiblement altérée et est devenue couleur d'ocre un peu rouge, à  $200^{\circ}$ , dans l'espace de deux heures et demie, et n'a

point été altérée, à 160°, pendant ce même espace de temps.

391. Dans toutes les expériences précédentes, on n'a employé que l'air à une température élevée, pour détruire ces différentes couleurs. Il étoit utile de rechercher si l'eau ne hâteroit point cette destruction : c'est ce qu'on a fait et ce qui a eu lieu ; les couleurs qui par l'air ne se détruisoient qu'en deux heures, se détruisoient en bien moins de temps avec l'air et l'eau. Mais ce qu'il étoit essentiel de faire pour compléter ce travail, c'étoit de comparer les altérations qu'avoient éprouvées les couleurs dans toutes les circonstances qu'on vient de rapporter, aux altérations qu'elles éprouvent, lorsque, ces circonstances restant les mêmes, on substitue la lumière à la chaleur. M. Roard nous a mis à même d'en juger en nous confiant des laines et des soies qu'il avoit teintes, et qu'il avoit exposées, pendant des temps bien déterminés, à l'action des rayons solaires. Toujours ces altérations ont été les mêmes de part et d'autre; toujours la couleur a pris la même teinte par l'action de la lumière comme par celle

de la chaleur, et toujours dans les deux cas le tissu a perdu de sa force. On peut observer cet effet d'une manière bien remarquable sur des rideaux de taffetas colorés que la lumière frappe journellement ; leur teinte pâlit d'abord, et au bout de quelques mois, on les déchire avec la même facilité que s'ils avoient été brûlés.

392. Nous aurions pu faire un plus grand nombre d'expériences sur l'action comparative de la lumière et du calorique sur les couleurs ; mais d'après celles que nous venons de citer, personne ne sauroit douter que nous n'eussions obtenu des résultats absolument identiques, et que par conséquent, plus une couleur résistera à l'action de la chaleur, et plus elle résistera à l'action de la lumière, et réciproquement.

Rassemblons maintenant tous les faits que nous venons d'exposer.

1°. Les dissolutions d'or et d'argent mises en contact avec les huiles, l'éther et le charbon, sont décomposées par la lumière ; elles le sont par une chaleur de 100°, comme l'a prouvé M. de Rumford.

2°. Le gaz muriatique oxigéné sec n'est

décomposé ni par la lumière la plus vive, ni par la chaleur la plus forte.

3°. L'acide muriatique oxigéné liquide est décomposé par une lumière qui n'est pas très-forte ; il l'est par une chaleur voisine du rouge-obscur.

4°. L'acide nitrique concentré est décomposé par une lumière assez vive ; il l'est par une chaleur presqu'égale au rouge-obscur.

5°. Le gaz muriatique oxigéné, mêlé, soit avec le gaz hydrogène, soit avec le gaz hydrogène oxi-carburé, détone par le contact des rayons solaires ; il détone également par une chaleur de 125 à 160°.

6°. Le gaz muriatique oxigéné mêlé avec l'hydrogène ne se décompose que lentement à la lumière diffuse ; ces deux gaz n'agissent que lentement, ou même point du tout au-dessous de 120°.

7°. L'oxyde noir de mercure se transforme en mercure et oxyde rouge de mercure à la lumière ; il éprouve le même effet par la chaleur.

8°. L'oxyde puce de plomb, et sans doute les oxydes d'argent, d'or et de platine se dé-

composent à la lumière ; ils se décomposent aussi par la chaleur.

9°. La couleur rose du carthame a été décomposée par la lumière et est devenue d'un blanc sale ; elle a subi la même altération par une chaleur de 160° en une heure.

10°. La couleur violette du campêche a été décomposée par la lumière et est devenue rousse et terne ; elle est devenue également rousse et terne par une chaleur de 180° en une heure et demie.

11°. La couleur rouge de Brésil a été décomposée et est presque devenue blanche par la lumière ; elle a été altérée de la même manière par une chaleur de 190° dans l'espace de deux heures.

12°. La couleur orange du curcuma a été décomposée par la lumière et est devenue couleur de rouille ; elle est également devenue couleur de rouille en une heure et demie par une chaleur de 200°.

13°. Enfin la couleur jaune de la gaude est devenue couleur d'ocre par la lumière ; elle a subi la même altération en deux heures et demie, à 210°.

393. Or, puisque la lumière ne produit aucun effet chimique sur les corps, qu'une chaleur plus ou moins forte ne puisse produire, il est démontré que l'action de la lumière est identique avec celle du calorique dans les phénomènes chimiques; et puisqu'il faut quelquefois employer une température voisine du rouge-obscur pour produire ces effets, il faut en conclure que son action peut être équivalente à ce degré de chaleur (1). Cependant il s'en faut de beaucoup qu'elle exerce la même action sur tous les corps; elle n'en a aucune sur ceux qui la laissent passer ou qui la réfléchissent complètement, et souvent, au contraire, elle en exerce une très-réelle sur ceux qui l'absorbent. Il ne faut pas croire pour cela qu'elle produit nécessairement des change-

---

(1) Ne paroîtra-t-il pas probable, d'après cela, que la lumière n'opère la décomposition de l'acide carbonique dans les plantes, au moyen de la matière verte, qu'en élevant très-fortement la température de cette matière. On conçoit qu'il est impossible de produire cet effet par une chaleur directe, parce qu'alors on n'échaufferoit pas seulement la partie verte, comme le fait la lumière; on échaufferoit aussi les parties voisines, et on les décomposeroit.

mens dans les corps qui l'absorbent : son effet immédiat sur eux paroissant être d'élever leur température, il est évident qu'elle ne produira aucun changement lorsqu'elle ne les échauffera point assez pour déterminer de nouvelles combinaisons. Ainsi, le charbon exposé à la lumière directe du soleil, n'éprouve aucun changement quoiqu'il absorbe beaucoup de lumière, parce que sa température ne se trouve pas assez élevée pour qu'il se combine avec l'oxygène : mais qu'on augmente l'intensité de la lumière au moyen d'une lentille ou d'un miroir, le charbon frappé par une plus grande quantité de lumière en absorbera davantage; il y aura plus de chaleur produite, et dès-lors il pourra s'enflammer. Il en seroit sans doute de même du mélange du gaz acide nitreux avec le gaz hydrogène. Nous n'avons pu le décomposer en l'exposant à la lumière du soleil, quoiqu'il l'absorbe fortement; mais il est probable que si on l'exposoit à une lumière beaucoup plus intense, les deux gaz agiroient l'un sur l'autre.

Au reste, quoiqu'il paroisse démontré

par les diverses expériences que nous avons rapportées, que toutes les fois que la lumière produit des changemens chimiques dans les corps, on peut aussi les produire par la chaleur, il est bien difficile de décider, dans l'état actuel de nos connoissances, si c'est effectivement parce que la lumière produit de la chaleur dans les corps qui l'absorbent, qu'elle agit chimiquement sur eux. C'est, suivant nous, ce qu'il y a de plus probable ; mais on a découvert depuis quelque temps des propriétés si singulières de la lumière, qu'on ne sauroit encore concilier les effets qu'elle produit avec ceux de ses divers rayons (1).

DE LA QUANTITÉ D'EAU CONTENUE DANS LA POTASSE ET LA SOUDE PRÉPARÉES A L'ALCOOL ET POUSSÉES AU ROUGE.

394. MM. Darcet et Berthollet ont prouvé que la potasse et la soude préparées à l'al-

---

(1) En effet, on a trouvé que l'action chimique du rayon violet étoit plus grande que celle des autres rayons, même du rayon rouge ; et cependant on sait que le rayon violet échauffe moins la boule du thermoscope que le rayon rouge.

cool et exposées à une chaleur rouge, retenoient de grandes quantités d'eau; M. Darcet en a admis 0,27 dans la potasse, et 0,28 dans la soude (*Ann. de Chimie*, t. 68): M. Berthollet n'en a admis que 13 à 14 centièmes dans la potasse (2<sup>e</sup> vol. d'Arcueil): d'une autre part, M. Davy a été conduit à en admettre 16 à 17 dans la potasse (1). Comme il nous importoit beaucoup, ainsi qu'on le verra par la suite, de connoître d'une manière exacte les quantités d'eau que ces alcalis pouvoient retenir à une très-haute température, nous avons cru devoir faire des recherches assez multipliées à cet égard, et employer pour cela des moyens différens de ceux dont on s'étoit servi jusqu'à présent.

#### PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

395. Sachant que l'acide carbonique se combinoit facilement à l'aide d'une légère chaleur avec la potasse et la soude, et que le sous-carbonate de soude ne contenoit pas

---

(1) Voyez *Journal de Physique*, mai 1810, p. 403.

sensiblement d'eau; espérant d'après cela que le sous-carbonate de potasse seroit dans le même cas, nous avons essayé de chasser et de déterminer toute l'eau de ces alcalis par le gaz acide carbonique. D'abord nous avons pesé, dans un flacon bien bouché, l'alcali récemment exposé à une chaleur rouge. Ensuite nous avons presque rempli d'une quantité de gaz acide carbonique connue, une très-grande cloche de verre courbée à son extrémité, telle que celle qu'on voit en A, pl. 5, fig. 2; puis nous avons porté à l'aide d'une tige de fer jusque dans la partie courbe de la cloche, un disque de platine dans lequel le fragment d'alcali a été placé pour qu'il ne fût nullement en contact avec le verre; et alors nous l'avons chauffé. Bientôt l'alcali est devenu blanc à la surface, s'est ramolli, a absorbé le gaz rapidement, et a laissé dégager tant d'eau qu'elle ruisseloit sur les parois de la cloche. Au commencement de l'expérience, nous n'avons employé qu'une foible chaleur, pour empêcher le boursouflement et la projection du produit; ce n'est qu'à la fin de l'expérience que nous en avons employé

une voisine du rouge-cerise. L'eau dégagée a été enlevée avec un grand soin au moyen de papier Joseph, de crainte que le carbonate en se refroidissant n'en reprît une portion, et le papier a été fortement comprimé avec le doigt contre les parois de la cloche pour qu'il n'entraînât point de gaz. Après cela, on a laissé refroidir la cloche peu à peu. Aussitôt qu'elle a été à la température de l'atmosphère, on a mesuré ce qu'elle contenoit de gaz non absorbé et on a pesé le carbonate produit. A cet effet, on a pris exactement le niveau du gaz; on a vidé la cloche de mercure; on l'a bien essuyée; on en a retiré le disque qui par ce moyen ne contenoit aucun globule de mercure; on l'a mis de suite dans un petit flacon qu'on a porté dans une balance. D'une autre part, on a rempli la cloche de mercure, et on y a fait passer du gaz en quantité connue jusqu'à ce que le mercure fût au point désigné. Cette opération a été faite avec la plus grande précision.

QUANTITÉ et nature de l'al- cali employé.	Volume de gaz absorbé à la tem- pérature de 24°, et à la pression de 0m.,76 cent.	POIDS du gaz acide carb. absorbé.	POIDS du carbonate obtenu.	Quantité d'eau sé- parée par l'acide carbonique de 100 parties d'alcali.	OBSEERVAT.
SOUDE.	0lit.,17772	0gr.,32042	0gr.,810 formés de Soude réelle, 0gr.,48952 Acide carbon. 0gr.,52042	22,166	On verra par les expériences suiv. qu'au moyen de l'acide carbonique on dégage sensi- blem. toute l'eau que contient la soude, mais qu'on ne dégage point toute l'eau que contient la po- tasse.
POTASSE.	0gr.,500	0lit.,09317	0gr.,600 formés de Potasse, 0gr.,43302 Acide carbon. 0gr.,16798	13,596	

## DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

396. Comme le verre est insoluble dans l'eau, il étoit probable que la potasse et la soude, en se combinant avec la silice dévoient abandonner toute l'eau qu'elles contenoient. Il étoit donc naturel d'employer ce moyen pour déterminer cette quantité d'eau : aussi, nous en sommes-nous servis, et on va voir que nous sommes parvenus à des résultats satisfaisans.

L'expérience a été faite dans un creuset d'argent dont le poids étoit parfaitement connu ; on y a mis tout à la fois la silice pure et fortement calcinée et l'alcali récemment exposé à une chaleur rouge ; on y a ajouté assez d'eau, pour dissoudre l'alcali et le mettre en contact avec toutes les parties siliceuses ; on a chauffé peu à peu, pour volatiliser l'eau sans perdre de matière ; puis on a porté le creuset à une chaleur rouge, et on l'a laissé exposé à cette température pendant une demi-heure ; enfin on l'a retiré et pesé.

## DE L'EAU CONTENUE

QUANTITÉ et nature de l'al- cali employé.	QUANTITÉ de silice em- ployée.	POIDS du creuset.	QUANTITÉ d'eau employée.	POIDS du creuset après avoir été porté au rouge.	RÉSULTAT.	OBSERVAT.
POTASSE.						
3gr.,592	6gr.,000	156gr.,531	Quant. suffisante pour dissoudre l'alcali.	165gr.,460	Donc 100 gramm. de potasse con- tiennent 85gr.,45 d'eau.	Il est néces- saire de bien ménag. le feu au commen- cement de l'opé- ration, pour que rien per- dre.
S O U D E.						
4gr.,890	9gr.,995	156gr.,531	<i>idem</i>	170gr.,141	Donc 100 gramm. de soude con- tiennent 85gr.,15 d'eau.	

## TROISIÈME EXPÉRIENCE.

397. On a recherché combien il falloit d'acide sulfurique étendu de neuf fois son volume d'eau pour saturer une certaine quantité de potasse et de soude à l'alcool; ensuite on a exposé à un air humide, dans une cloche longue et étroite, une quantité donnée de *potassium* et de *sodium*, jusqu'à ce qu'ils aient été convertis en alcalis, et on a saturé l'alcali en provenant par le même acide que celui dont on s'étoit servi d'abord. De là, on a pu conclure rigoureusement, dans l'hypothèse où le *potassium* et le *sodium* sont des corps simples, combien la potasse et la soude à l'alcool contiennent d'eau; et on pourroit également le conclure, quand bien même on supposeroit que ces deux métaux seroient des hydrures.

Les calculs suivans sont faits pour la première hypothèse.

Voici le résultat de toutes ces expériences.

10 grammes de potasse à l'alcool n'ont

exigé pour leur saturation, que 51<sup>gr.</sup>,950 d'acide: dix grammes de soude en ont exigé 75<sup>gr.</sup>,70.

MÉTAL EMPLOYÉ.	Oxig. absorbé par le métal pour passer à l'état d'alcali.	Alcali sec résult. de la combinaison du métal avec l'oxig.	Acide sulfurique absorbé par l'alcali sec.	CONCLUSIONS.
<i>Potassium.</i>	3 <sup>gr.</sup> ,9862	0 <sup>gr.</sup> ,795	4 <sup>gr.</sup> ,7812	31 <sup>gr.</sup> ,330
<i>Sodium.</i>	4 <sup>gr.</sup> ,272	1 <sup>gr.</sup> ,4523	5 <sup>gr.</sup> ,7243	56 <sup>gr.</sup> ,935

Il suit donc de toutes ces expériences (en en prenant la moyenne) que la potasse à l'alcool et exposée à une chaleur rouge contient le cinquième de son poids d'eau, et que la soude préparée de la même manière en contient le quart du sien.

398. Nous n'avons point fait d'essais pour déterminer la quantité d'eau que peut retenir la barite à une haute tempé-

rature. Cependant, nous savons qu'on ne pourroit pas la déterminer par le gaz acide carbonique, parce que le carbonate de barite n'est pas fusible, mais qu'on y parviendroit facilement par la silice; car il se dégage de l'eau même avec bouillonnement, lorsqu'on chauffe la barite avec la lampe à esprit-de-vin dans une cloche de verre.

DISCUSSION SUR LA NATURE DU POTASSIUM  
ET DU SODIUM.

399. Lorsqu'on sut en France que M. Davy, en soumettant la soude et la potasse à l'action de la pile de Volta, en avoit retiré des substances métalliques particulières, nous fûmes impatiens de répéter ses expériences, et nous en obtîmes les mêmes résultats; mais nous crûmes devoir suspendre notre jugement sur la conséquence qu'il en avoit tirée. M. Davy regardoit ces substances métalliques comme des corps simples, dont la soude et la potasse étoient les oxides. Pour nous, moins prompts à nous écarter des idées reçues, il nous sembla qu'on pouvoit continuer de considérer la potasse et

la soude comme des corps simples, en supposant que les substances métalliques découvertes par M. Davy, n'étoient autre chose que ces deux alcalis combinés avec l'hydrogène.

400. Dans la première de ces deux hypothèses, la potasse et la soude étant des oxides métalliques, leur décomposition par la pile de Volta se conçoit de la même manière que celle des autres corps. Leur oxygène est transporté au pôle positif, et leur base métallique au pôle négatif. Les phénomènes qui accompagnent le retour de ces substances à l'état d'alcali, s'expliquent avec la même facilité. Les bases métalliques ayant une très-grande affinité pour l'oxygène, l'enlèvent à l'air, à l'eau, à presque tous les corps qui en contiennent, et reproduisent ainsi les alcalis parfaitement secs.

Dans l'autre hypothèse, l'eau combinée avec les alcalis, ou celle que l'on ajoute pour les humecter et les rendre conducteurs, seroit décomposée par l'électricité de la pile; l'oxygène de cette eau se dégageroit au pôle positif, et son hydrogène se combineroit au pôle négatif avec les alcalis pour

produire les hydrures. Ce seroit ensuite l'hydrogène de ces nouvelles combinaisons qui, à raison de son extrême condensation, ayant une très-grande affinité pour l'oxygène, l'enlèveroit à tous les corps qui le renferment; et cette action seroit encore favorisée par la tendance des alcalis à se combiner avec l'eau. Il en résulteroit ainsi une certaine quantité d'eau qui deviendroit visible, ou resteroit combinée, selon l'affinité qu'elle auroit pour le nouveau composé.

401. Ces hypothèses devoient être admises toutes deux, puisqu'elles expliquoient également bien les phénomènes qu'avoit observés M. Davy, et que nous venions de vérifier. Cependant il étoit très-important pour la théorie générale de la chimie, de savoir quelle étoit celle qui méritoit la préférence; car il ne s'agissoit de rien moins que de regarder la plupart des bases salifiables comme des oxides métalliques, ou de les regarder comme des corps simples susceptibles de former des substances métalliques en se combinant avec l'hydrogène: ce qui auroit pu conduire, par analogie, à croire que tous les métaux étoient des hy-

drures. Aussi, dans la vue de décider cette question, nous fîmes d'autant plus d'expériences, que nous pouvions nous procurer du *potassium* et du *sodium* à volonté par le procédé chimique que nous avons décrit précédemment.

Parmi les nouveaux phénomènes que le *potassium* et le *sodium* nous présentèrent, nous en remarquâmes d'abord quelques-uns qui paroisoient rendre plus probable l'hypothèse des hydrures; mais ensuite nous en découvrîmes d'autres qui s'expliquoient beaucoup mieux, en regardant le *potassium* et le *sodium* comme des corps simples. Nous allons exposer, dans la discussion suivante, les raisons qu'on peut alléguer en faveur de l'une et de l'autre hypothèse, pour qu'on puisse juger quelle est celle qu'on doit préférer.

### *Discussion de l'hypothèse des hydrures.*

402. Les principaux faits qu'on peut citer en faveur de l'hypothèse des hydrures, se réduisent aux suivans :

1°. La densité du *potassium* et du *sodium*

moindre que celle de l'eau, et à plus forte raison que celle de la potasse et de la soude.

2°. La foible capacité du *potassium* et du *sodium* pour les autres corps, quoique d'après leur légèreté spécifique, cette capacité dût être très-grande.

3°. La considération qu'on n'a jamais obtenu le *potassium* et le *sodium* sans le concours de l'eau, soit par l'électricité, soit par les moyens chimiques.

4°. La propriété qu'ont la potasse, la soude et plusieurs acides, de retenir une certaine quantité d'eau en combinaison intime, même à une très-haute température; propriété qui porte à croire que plusieurs sels peuvent aussi contenir beaucoup d'eau, sans qu'il soit possible de les en priver par les moyens qui sont en notre pouvoir.

5°. La propriété qu'ont le *potassium* et le *sodium* de donner avec le gaz ammoniacal, ou avec le gaz hydrogène sulfuré, précisément la même quantité de gaz hydrogène qu'avec l'eau.

6°. Celle qu'a le gaz ammoniacal de former avec le mercure et l'hydrogène un

composé particulier, très-léger, d'apparence métallique, et analogue sous ce rapport au *potassium* et au *sodium*.

7°. Enfin la propriété qu'ont le *potassium* et le *sodium* d'absorber le gaz hydrogène à une température un peu élevée, et de n'absorber le gaz azote à aucune température.

Examinons maintenant chacune de ces raisons séparément.

403. La légèreté du *potassium* et du *sodium*, plus grande que celle de l'eau, paraît, au premier coup-d'œil, prouver que ces substances ne sont point de nature métallique; car le plus léger de tous les métaux étant encore près de sept fois plus dense que l'eau, on s'étoit accoutumé à voir dans une très-grande densité un des caractères distinctifs des métaux. D'un autre côté, tous les oxides étant plus légers que les métaux dont ils proviennent, et la potasse et la soude étant au contraire plus denses que le *potassium* et le *sodium*, il devenoit peu probable que ces alcalis fussent des oxides; et l'on pouvoit attribuer, avec beaucoup de vraisemblance, la légèreté

du *potassium* et du *sodium*, à l'*hydrogène*, comme on attribue à l'*oxygène* celle des *oxides* par rapport aux *métaux* qui en sont la base.

Il faut avouer cependant que ces considérations perdent beaucoup de leur force, lorsqu'on examine les suppositions sur lesquelles elles sont appuyées. On suppose d'abord que les *alcalis secs* ont une plus grande densité que l'*eau*, ce qui est très-possible; mais jusqu'à présent ceux qui regardent le *potassium* et le *sodium* comme des *hydrures*, ne pourroient en offrir aucune preuve rigoureuse. On suppose encore que les *métaux*, en général, doivent avoir pour caractère essentiel une très-grande densité, mais il faudroit indiquer au moins les limites entre lesquelles elle doit se trouver, pour permettre de donner à un corps le nom de métal. Si l'on convient que dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible d'établir à cet égard une limite fixe et précise, on ne peut se dispenser de convenir qu'une très-grande densité dans les *métaux* n'est point un caractère absolument essentiel à leur nature; d'autant plus qu'il n'est pas plus difficile

de concevoir la différence de densité du *potassium* à l'étain, que celle de l'étain au platine.

On peut aussi concevoir assez facilement que le *potassium* et le *sodium* soient plus légers que leurs oxides, quoique tous les autres métaux soient plus pesans que ceux auxquels ils servent de base. Nous ne connaissons point la densité qu'auroit l'oxygène à l'état solide. Il seroit possible que cette densité fût un peu plus grande que celle de l'eau; et alors, il seroit naturel de penser qu'en se combinant avec les métaux, l'oxygène augmenteroit la densité de ceux qui sont plus légers que ce liquide, et diminueroit la densité de ceux qui sont plus pesans (1). D'ailleurs, sans recourir à cette supposition, quelque naturelle qu'elle soit, ne suffit-il pas d'imaginer un métal très-léger qui s'unisse à l'oxygène avec une énergie extraordinaire, pour concevoir que

---

(1) Cette diminution devroit être d'autant moins considérable que le métal seroit plus pesant, parce que les métaux les plus pesans sont ceux qui absorbent le moins d'oxygène.

l'affinité produise une condensation, telle que la densité de l'oxyde soit au-dessus de celle du métal? L'acide phosphorique vitreux n'a-t-il pas une pesanteur spécifique plus grande que celle de ses composans, et ne pourroit-on pas citer plusieurs autres faits semblables; d'ailleurs, ne sait-on pas que le *potassium* et le *sodium* ont une telle affinité pour l'oxygène, et le condensent si fortement, qu'ils l'enlèvent à la plupart des corps avec dégagement de calorique et de lumière, et pourroit-on être surpris, d'après cela, que les oxydes de *potassium* et de *sodium* soient plus denses que ces métaux?

404. Nous avons cité nous-mêmes, en faveur de l'hypothèse des hydrures, la faible capacité du *potassium* et du *sodium* pour l'oxygène. Cette raison nous paroisoit même assez forte, d'après un grand nombre de faits qui semblent établir que plus un corps a de légèreté spécifique, plus il a de capacité de saturation. Aujourd'hui qu'il est démontré que le *potassium* et le *sodium* s'oxident plus que les autres métaux, puisqu'ils prennent plus de la moitié de leur

poids d'oxygène, à une température incandescente, cette preuve tombe d'elle-même.

405. On peut aussi alléguer en faveur de l'hypothèse des hydrures, qu'on n'a jamais obtenu le *potassium* et le *sodium* sans le concours de l'eau, soit par l'électricité, soit par la décomposition chimique. Cette considération seroit sans doute d'un grand poids, et deviendroit même une preuve décisive s'il étoit démontré que l'hydrogène de l'eau qui reste combinée avec la potasse et la soude fondues au rouge, ou de celle qui sert à humecter la surface de ces alcalis pour les rendre conducteurs de l'électricité, fût absolument nécessaire à la production du *potassium* et du *sodium*; mais la difficulté de recueillir exactement tous les produits, ne permet point d'acquérir à cet égard de certitude, surtout lorsqu'on opère par l'électricité. On sait seulement qu'il se dégage constamment du gaz oxygène au pôle positif, pendant que les nouveaux métaux apparoissent au pôle négatif; mais on n'en peut tirer aucune conclusion en faveur de l'une ou l'autre hypothèse, puisque le gaz

oxygène qu'on obtient peut également provenir ou de l'alcali considéré comme un oxyde, ou de l'eau combinée avec cet alcali considéré comme un corps simple.

Les résultats de la préparation chimique du *potassium* et du *sodium* seroient plus propres à éclairer sur la nature de ces corps, si l'on pouvoit décomposer complètement une quantité donnée de potasse ou de soude, et recueillir tous les produits de l'opération; car alors on pourroit partir de la quantité d'eau qu'on sait être contenue dans la potasse poussée au plus grand feu, pour connoître la quantité totale d'hydrogène qu'elle peut fournir. On retrancheroit de cette quantité totale d'hydrogène, celle qui s'échappe à l'état de gaz pendant l'opération, et on verroit si le reste suffit pour produire, en se combinant avec la potasse sèche, tout le métal obtenu. Mais malheureusement on ne parvient jamais à décomposer toute la potasse que l'on emploie: il en reste toujours dans le canon une certaine quantité qui se combine avec l'oxyde de fer produit pendant l'opération; et comme, dans cet état de combinaison,

la potasse retient moins d'eau qu'avant d'avoir été chauffée seule, il s'ensuit que le calcul que nous venons d'indiquer, ne peut pas conduire à la solution de la question.

406. Nous avons mis au nombre des raisons qu'on peut alléguer en faveur de l'hypothèse des hydrures, la propriété qu'ont les alcalis fixes et plusieurs acides de retenir de l'eau en combinaison intime, et la probabilité qu'il reste aussi de l'eau dans la plupart des sels, même après avoir été fortement chauffés. Cette raison tend moins à prouver directement l'hypothèse des hydrures, qu'à répondre aux objections qu'on peut lui opposer. En effet, lorsqu'après avoir brûlé dans une petite cloche pleine de gaz oxygène bien sec, une certaine quantité de *potassium* ou de *sodium*, on y fait passer du gaz acide carbonique également sec, on obtient un sous-carbonate dont il ne se dégage point d'eau même à une haute température : par conséquent, on ne peut expliquer cette expérience, dans l'hypothèse des hydrures, qu'en supposant que toute l'eau formée pendant la

combustion du *potassium* et du *sodium*, reste intimement combinée dans les sous-carbonates de potasse et de soude. Nous reviendrons sur cette expérience, lorsque nous discuterons l'hypothèse dans laquelle on considère le *potassium* et le *sodium* comme des êtres simples.

407. Les faits que nous venons de rapporter n'offrent que de foibles probabilités en faveur de l'hypothèse des hydrures : il n'en est pas de même de la propriété qu'ont le *potassium* et le *sodium* de donner avec le gaz ammoniacal, ou avec le gaz hydrogène sulfuré, précisément la même quantité de gaz hydrogène qu'avec l'eau. C'est une des preuves les plus fortes que l'on puisse donner pour appuyer cette hypothèse ; et c'est aussi celle que nous avions principalement citée nous-mêmes pour la soutenir. En effet, il est difficile, au premier abord, en regardant le *potassium* comme un être simple, de concevoir qu'il dégage la même quantité de gaz hydrogène avec l'eau, le gaz ammoniacal et le gaz hydrogène sulfuré ; au lieu qu'en le considérant comme un hydrure, ce seroit une conséquence nécessaire qu'il donnât

la même quantité d'hydrogène avec tous les corps qui auroient la propriété de le décomposer.

L'expérience du gaz ammoniacal et du *potassium* a déjà été présentée avec trop de détails (252) pour en rappeler ici toutes les circonstances : nous nous bornerons à dire en général que, lorsqu'on met du gaz ammoniacal avec du *potassium* dans une petite cloche de verre et qu'on élève la température, le *potassium* se change promptement en une matière verte-olivâtre; qu'il disparaît une certaine quantité de gaz ammoniacal, et qu'on retrouve un volume de gaz hydrogène précisément égal à celui que donneroit la même quantité de *potassium* avec l'eau ; que, lorsqu'on chauffe jusqu'à une légère chaleur rouge la matière verte-olivâtre, on en retire trois cinquièmes du gaz ammoniacal absorbé, soit en nature, soit réduit en ses élémens, et qu'ensuite on n'obtient plus d'autre gaz que de l'azote, quelle que soit la température à laquelle on expose cette combinaison ; que, lorsqu'on ajoute un peu d'eau à la matière, avant ou après sa calcination, on retrouve exacte-

ment tout le gaz ammoniacal employé ; qu'enfin M. Davy, en chauffant très-fortement cette même matière dans un tube de platine , a obtenu à peu près tout l'hydrogène et tout l'azote de l'ammoniaque , et de plus , les quatre cinquièmes du *potassium* employé.

Tels sont les principaux phénomènes que présente l'action mutuelle du gaz ammoniacal et du *potassium* , et sur l'explication desquels on n'est point encore d'accord. Ils peuvent , en effet , s'expliquer dans l'une et l'autre hypothèse , avec des degrés plus ou moins grands de vraisemblance.

En considérant le *potassium* comme un hydrure , on conçoit 1°. que le gaz hydrogène qui se dégage pendant la formation de la matière verte-olivâtre provient du *potassium* , qui passant ainsi à l'état de potasse se combine avec le gaz ammoniacal ; 2°. que , lorsqu'on met la matière verte-olive en contact avec un peu d'eau , la potasse se dissout , et l'ammoniaque à l'état de gaz se dégage ; 3°. que lorsqu'on la calcine , il s'en dégage d'autant plus de gaz ammoniacal que la température est plus élevée ,

tant qu'on n'a point obtenu à peu près les trois cinquièmes de la quantité absorbée; qu'ensuite la chaleur devant être très-considerable pour dégager les deux cinquièmes restans, le *potassium* se régénère aux dépens de l'hydrogène de ces deux cinquièmes d'ammoniaque, qui en contiennent précisément la quantité nécessaire pour cette régénération.

Dans l'autre hypothèse, on conçoit 1°. que le gaz ammoniacal est décomposé, et que c'est de ce gaz que provient l'hydrogène qu'on retrouve après la production de la matière verte-olive; 2°. que cette matière est composée de *potassium*, d'azote et d'ammoniaque; 3°. que, lorsqu'on la met en contact avec l'eau, ce liquide est décomposé de manière que son oxygène se combine avec le *potassium* pour produire de la potasse, et que son hydrogène se combine avec l'azote pour reformer l'ammoniaque qui avoit été détruite; 4°. que, lorsqu'on la soumet à l'action d'une légère chaleur rouge, on en retire toute l'ammoniaque; 5°. qu'il ne reste plus alors qu'une combinaison de *potassium* et d'azote beau-

coup plus difficile à détruire, et que lorsqu'on y parvient par une chaleur très-forte, l'azote est simplement séparé du *potassium*.

Ces deux explications paroîtront jusqu'à présent très-naturelles ; mais ce résultat remarquable sur lequel se fonde principalement la première hypothèse, savoir, que le *potassium* dégage autant d'hydrogène avec l'ammoniaque et le gaz hydrogène sulfuré qu'avec l'eau, ne s'explique pas aussi bien dans la seconde. M. Davy a cherché à le concilier avec cette seconde hypothèse, en rappelant que tous les corps ayant entre eux des rapports constants de saturation, c'étoit une conséquence nécessaire que le *potassium* dégageât la même quantité d'hydrogène avec l'eau, le gaz ammoniacal et le gaz hydrogène sulfuré. Ces considérations nous étoient trop familières, depuis long-temps, pour que cette explication ne se fût pas présentée à nous ; mais, en l'examinant attentivement, elle ne nous avoit pas paru assez satisfaisante, pour nous faire adopter l'hypothèse de M. Davy sur le *potassium* et le *sodium*.

Si en effet, c'étoit une conséquence nécessaire que le *potassium* dût dégager la même quantité d'hydrogène de l'eau, du gaz ammoniacal et du gaz hydrogène sulfuré, une autre conséquence non moins nécessaire seroit que l'oxygène de l'eau, l'azote de l'ammoniaque et le soufre de l'hydrogène sulfuré, correspondant chacun à la même quantité d'hydrogène, pussent, deux à deux, se combiner ensemble. Or, en ne considérant ici que l'azote et l'oxygène, et en admettant dans l'hypothèse de M. Davy, que lorsqu'on a chauffé jusqu'au rouge la matière verte-olive, il ne reste en combinaison avec le *potassium* qu'une quantité d'azote suffisante pour reproduire de l'ammoniaque avec l'hydrogène dégagé pendant la formation de cette matière, il est évident, d'après les proportions de l'ammoniaque (6 d'hydrogène en volume et 2 d'azote), et celles de l'eau (6 d'hydrogène et 3 d'oxygène), que 2 parties d'azote devroient pouvoir se combiner avec 3 d'oxygène, et produire un composé dans lequel l'oxygène seroit par conséquent à l'azote comme 3 est à 2. Une

pareille combinaison est possible; mais jusqu'à présent on n'en connoît aucune de ce genre. Dans le gaz oxyde d'azote, le rapport en volume, de l'oxygène à l'azote est de..... 1 à 2

Dans le gaz nitreux, de..... 1 à 1

Dans l'acide nitrique, de..... 1 à 2

Dans l'acide nitreux, de..... 5 à 3

Ainsi ce résultat, savoir: que le *potassium* dégage la même quantité d'hydrogène avec l'eau qu'avec l'ammoniaque, n'est point encore suffisamment expliqué dans l'hypothèse de M. Davy, et se conçoit au contraire beaucoup mieux dans l'autre hypothèse. Quoi qu'il en soit, on ne peut considérer l'objection qu'on en tire comme une preuve directe, puisque d'une part on n'obtient jamais plus d'hydrogène que n'en renferme l'ammoniaque sans le secours de l'eau, et que de l'autre une objection qui n'a pour elle que la singularité d'un fait nouveau qui s'écarte de ceux qui sont connus, ne repose que sur une base très-peu solide.

408. On peut encore ajouter, pour fortifier l'hypothèse des hydrures, que le gaz ammoniacal a la propriété de former avec le

mercure et l'hydrogène un composé très-léger, d'apparence métallique, qui a beaucoup de rapports avec le *potassium* et le *sodium*, et dont la formation est tout-à-fait analogue à la leur. Or, dira-t-on, l'amalgame ammoniacal étant un hydrure, il doit en être de même du *potassium* et du *sodium*. Mais l'amalgame ammoniacal doit son apparence métallique au mercure, et le *potassium* et le *sodium* ne doivent la leur à aucun métal; la grande légèreté de l'amalgame comparée à celle du mercure, est due, sans doute, à la foible condensation de l'hydrogène et de l'ammoniaque, et on n'a pas besoin d'avoir recours à l'hydrogène pour expliquer celle du *potassium*. L'objection que nous examinons n'est donc fondée que sur une analogie très-éloignée; et d'ailleurs nous ferons voir en discutant l'opinion contraire, qu'on peut lui opposer des analogies beaucoup mieux fondées, qu'il est facile d'établir de la même manière, entre le *potassium* ou le *sodium* et les autres métaux.

409. Enfin la dernière preuve que l'on peut citer en faveur de l'hypothèse des

hydrures, consiste dans la propriété qu'a le *potassium* d'absorber le gaz hydrogène, lorsqu'on le chauffe avec ce gaz, et de ne pouvoir en aucune manière absorber le gaz azote.

Quoique cette propriété très-remarquable du *potassium* ait été contestée plusieurs fois par M. Davy, elle n'en existe pas moins, et nous l'avons observée trop souvent pour qu'il nous soit permis d'en douter. Cette combinaison de l'hydrogène qui fait perdre au *potassium* son apparence métallique, est cependant très-foible, puisqu'une température un peu élevée, ou l'action du mercure sur le *potassium* suffisent pour la détruire; mais parce que le gaz hydrogène se combine avec le *potassium*, et que le gaz azote ne jouit pas de cette propriété, on n'est point en droit d'en conclure qu'il n'y a point d'affinité entre ces deux derniers corps. L'azote, à l'état gazeux, ne se combine avec aucune autre substance, excepté l'oxygène; encore cette combinaison ne peut-elle s'effectuer que par une longue électrisation. Il ne doit donc pas paraître étonnant que l'azote ne s'unisse au *potassium* que

quand il est déjà condensé. Plusieurs autres gaz pourroient nous offrir des exemples semblables : c'est ainsi que l'hydrogène à l'état de gaz ne peut, en aucune manière, se combiner avec l'arsenic, et qu'à l'état naissant il forme avec ce métal une combinaison gazeuse, et un hydrure solide. Cet hydrure, et celui de tellure comparés à l'hydrure de *potassium*, fournissent plutôt une nouvelle analogie entre le *potassium* et les autres métaux, qu'un motif de l'en séparer.

410. Tels sont les principaux argumens que l'on peut citer en faveur de l'hypothèse des hydrures. On a vu qu'il n'y en avoit aucun de décisif, et que les argumens qui paroissent les plus forts ne sont fondés que sur des analogies. Il nous reste à exposer et à discuter ceux que l'on peut alléguer en faveur de la nature métallique du *potassium* et du *sodium*. Les personnes qui ne se sont point occupées de cette matière, pourront alors apprécier chaque hypothèse et fixer leur opinion.

*Discussion de l'hypothèse où l'on considère le potassium et le sodium comme des métaux.*

411. Nous avons rapporté précédemment tous les faits que l'on peut alléguer en faveur de l'hypothèse des hydrures : nous allons de même rapporter dans cette discussion, tous ceux que l'on peut citer en faveur de l'opinion opposée. Ces faits sont :

1°. L'éclat métallique, l'opacité et la propriété conductrice du *potassium* et du *sodium*.

2°. Leur préparation au moyen des carbonates alcalins parfaitement secs.

3°. L'analogie qu'il y a entre les amalgames de *potassium* et de *sodium*, produits au moyen de la pile de Volta, et les autres amalgames métalliques produits de la même manière.

4°. La décomposition de la matière verte olive par la plupart des métaux.

5°. L'action du *potassium* sur le gaz muriatique.

6°. Celle du gaz sulfureux et du gaz car-

bonique sur les oxides jaunes de *potassium* et de *sodium*.

7°. La grande analogie qu'il y a entre les oxides métalliques et les alcalis.

Examinons ces divers faits dans l'ordre que nous venons d'établir.

412. A l'exception d'une très-grande densité, qui n'est certainement pas essentielle pour déterminer la nature métallique d'un corps, les propriétés physiques du *potassium* et du *sodium* sont absolument celles qui appartiennent à tous les métaux; grand éclat, opacité parfaite, et propriété conductrice de l'électricité au plus haut degré. Or, parmi les divers corps connus, il n'en est point qui présentent ces trois propriétés réunies sans être de nature métallique; par conséquent, ces mêmes propriétés communes au *potassium*, au *sodium*, et aux métaux, établissent entre eux de très-fortes analogies.

413. L'extraction du *sodium* du sous-carbonate de soude, fournit une preuve plus directe de la nature métallique du *potassium* et du *sodium*. Voici l'expérience que nous avons faite à ce sujet.

On a pris 10 grammes de sous-carbonate de soude poussé dans un creuset de platine au feu de forge le plus violent, et on l'a introduit aussitôt avec de la tournure de fer bien sèche dans un tube de fer, fermé à l'une de ses extrémités et luté comme on le pratique ordinairement. A une température élevée, on a obtenu du *sodium* en assez grande quantité; des barreaux de fer qu'on introduisoit dans le canon de fusil se couvroient promptement de gouttelettes métalliques: cependant tout l'alcali n'a pas été décomposé, quoique l'opération ait été prolongée pendant plus d'une heure. Or, tous les chimistes admettent que le sous-carbonate desséché et fondu ne contient plus d'eau; et dans ce cas, il n'y a plus qu'une manière de concevoir la nature des alcalis, c'est de les considérer comme des oxides.

D'où vient néanmoins que tout le sous-carbonate n'est pas décomposé? Nous pourrions rendre raison de ce fait en remarquant que nous n'avons pas employé une température des plus élevées; mais pour répondre plus directement à cette objection, qui se présentoit naturellement, nous avons recom-

mencé l'expérience, et lorsqu'il ne s'est plus dégagé que très-peu de *sodium*, nous avons fait passer dans le tube un courant de gaz hydrogène en comprimant une vessie remplie de ce gaz. A l'instant le *sodium* a reparu en grande quantité, et le gaz qui sortoit du tube brûloit spontanément avec une flamme blanche très-dense : on pouvoit faire cesser et reparoître les mêmes phénomènes en arrêtant ou en renouvelant le dégagement du gaz hydrogène. Cette expérience paroît d'abord très-propre à démontrer que ce gaz est nécessaire à la formation du *sodium*, et que le sous-carbonate de soude fondu contient de l'eau ; mais en substituant le gaz azote au gaz hydrogène, les résultats ont été absolument les mêmes : par conséquent ces gaz n'agissent point chimiquement. Cette observation mérite quelques détails, parce qu'elle explique plusieurs phénomènes intéressans dans la décomposition chimique des alcalis.

On a démontré (Mémoires de la Société d'Arcueil, tom. I, pag. 204) que le sel marin ne se vaporisoit point à un très-haut degré de feu dans un creuset bien fermé,

et qu'il se vaporisoit, au contraire, même à une chaleur rouge obscure, dans un creuset découvert où l'air pouvoit circuler: on a démontré en outre qu'on obtenoit les mêmes résultats avec tout autre gaz que l'air: or, puisqu'un courant de gaz hydrogène ou de gaz azote détermine la volatilisation du *sodium*, il doit paroître certain que dans la préparation du *sodium*, la grande quantité d'hydrogène qui se dégage, contribue puissamment au transport de ce métal, du canon où il se produit dans l'allonge où on le reçoit (1). On peut même regarder comme très-probable qu'il s'en volatiliseroit à peine, si on employoit de la soude parfaitement privée d'eau (2).

(1) Le gaz hydrogène qui se dégage dans la décomposition de la potasse par le feu contribue sans doute aussi à la volatilisation du *potassium*; mais comme ce métal est beaucoup moins fixe que le *sodium*, on parviendroit probablement à le volatiliser sans le secours de ce gaz ou de tout autre.

(2) Puisque le gaz hydrogène est nécessaire à la vaporisation du *sodium*, on doit en conclure que si on retrouve une grande quantité de soude dans les canons de fusil après la préparation de ce métal, c'est parce que non-seulement la soude est fixée par l'oxide de fer

D'après cela, on conçoit pourquoi, par l'addition d'une petite quantité d'huile, on obtient du *sodium*, à l'aide de la chaleur, d'un mélange de sous-carbonate de soude et de charbon qui n'est plus susceptible d'en donner; c'est évidemment parce que ce mélange, après avoir été fortement calciné, ne peut plus produire de gaz, et qu'en l'impregnant d'un corps gras, on lui rend la propriété d'en produire de nouveau.

Maintenant si l'on fait attention que dans ces diverses expériences l'hydrogène ne produit point d'autre effet que l'azote, on trouvera que la décomposition par le fer, du sous-carbonate de soude sec et fondu, est une preuve décisive de la nature métallique du *potassium* et du *sodium*, à moins que l'on ne veuille admettre que ce sel soit susceptible de contenir plus de 20

---

qui se forme, comme nous l'avons dit (76); mais encore parce que l'eau qu'elle contient étant dégagée ou volatilisée complètement au bout d'un certain temps, il ne peut plus s'en dégager de gaz et par conséquent de *sodium*.

pour 100 d'eau, qu'il n'est point jusqu'à présent en notre pouvoir de séparer. Or, cette supposition seroit gratuite, et ne pourroit être soutenue qu'autant qu'on en admettroit trois autres : 1°. que le *potassium* et le *sodium* seroient des hydrures; 2°. que toute l'eau produite par la combustion de leur hydrogène auroit tant d'affinité pour la base alcaline, qu'elle ne s'en sépareroit point lors même que cette base se combineroit avec un acide, et qu'on exposeroit le sel à une très-haute température; 3°. que le *potassium* et le *sodium* eux-mêmes seroient des agens trop foibles pour indiquer cette eau, puisque mis en contact dans des tubes rouges, avec les muriates de potasse, de soude, de barite, on n'obtient point d'hydrogène, et que ces sels ni ces métaux n'éprouvent point d'altération (260).

414. L'analogie qu'il y a entre les amalgames de *potassium* et de *sodium*, produits au moyen de la pile, et les autres amalgames métalliques produits de la même manière, quoique ne conduisant pas à l'exclusion de l'une ou de l'autre hypothèse, n'en

mérite pas moins d'être remarquée. En effet, si l'on fait une petite coupe avec un sel de potasse ou de soude, pulvérisé et humecté, et qu'après y avoir mis un peu de mercure on la soumette à l'action de la pile de Volta, en faisant plonger le fil négatif de platine dans le mercure, on obtiendra, comme on sait, un amalgame de *potassium* ou de *sodium*. Si on emploie des sels de plomb, d'argent, de zinc, etc. au lieu de sels alcalins, on obtiendra des amalgames de ces divers métaux; et celui de zinc, jeté dans l'acide muriatique, produira une effervescence semblable à celle que produit l'amalgame de *potassium* jeté dans l'eau. Si on emploie des sels de fer, ils seront aussi décomposés, mais on n'obtiendra que de petites parcelles noires attirables à l'aimant, parce que le fer n'ayant aucune affinité pour le mercure ne peut pas former d'amalgame. Dira-t-on que dans ces diverses expériences, l'hydrogène de l'eau décomposée par la pile s'est combiné avec l'oxyde métallique pour reproduire le métal? Non sans doute, parce qu'il faudroit que tous les métaux fussent le produit de

la combinaison de leurs oxides avec l'hydrogène, et parce qu'on sait, au contraire, que l'hydrogène réduit les oxides métalliques en donnant naissance à de l'eau. Si donc ces faits sont incontestables, pourquoi supposer, en passant d'un sel métallique à un sel alcalin, une différence aussi grande dans la manière d'agir de l'hydrogène, surtout quand il n'existe aucun caractère essentiel qui distingue les oxides des alcalis ? Et n'est-il pas bien plus conforme aux faits connus, d'admettre, au contraire, que l'hydrogène réduit les alcalis de la même manière qu'il réduit les oxides ?

415. La décomposition de la matière verte-olive, par la plupart des métaux, offre une analogie du même genre que la précédente. En effet, lorsqu'on chauffe la matière verte-olive avec un métal, on obtient un alliage de *potassium* et il se dégage de l'azote. Dans l'hypothèse des hydrures, on explique cette expérience, en disant que le *potassium* est reproduit aux dépens de l'hydrogène de l'ammoniaque, et que l'azote devenu libre se dégage. Mais n'est-il pas difficile de concevoir que le *potassium*, dont

les élémens devroient avoir une si grande affinité l'un pour l'autre, soit détruit par le gaz ammoniacal pour produire la matière verte-olive, et qu'il soit ensuite reproduit par l'action d'un métal qui tend à se combiner avec lui ? Dans l'hypothèse, au contraire, où l'on regarde le *potassium* comme un corps simple, les faits s'expliquent très-naturellement : la matière verte-olive étant un *azoture*, se décompose lorsqu'elle est en contact avec un métal ; le *potassium* se combine avec le métal, et l'azote se dégage.

416. A tous ces faits, que nous sommes loin de regarder comme des preuves directes, on peut en ajouter d'un autre genre, qui établissent une nouvelle analogie entre le *potassium* et le *sodium*, et les autres métaux. M. Davy a trouvé que 8 grains de *potassium*, en se changeant en muriate de potasse dans du gaz muriatique desséché, recevoient une augmentation de poids de 6<sup>gr.</sup>,6, et qu'il ne se formoit point d'eau. Si l'on retranche 1<sup>gr.</sup>,4 pour la quantité d'oxigène absorbé par le *potassium*, il restera 5<sup>gr.</sup>,2 pour l'acide muriatique ; de sorte

que les proportions du muriate de potasse seroient . . 35,6 acide muriatique ,  
64,4 de potasse.

Mais M. Berthollet, en admettant seulement 13,64 parties d'eau dans 100 de potasse fondue au rouge , a trouvé que 100 de muriate de potasse étoient formées de 66,66 de potasse et de 33,54 d'acide. ( 2<sup>e</sup> vol. d'Arcueil , p. 55.) Il suit de là que la potasse employée par M. Berthollet, conte-  
noit au moins 9 pour 100 d'eau de plus que celle qui est formée par la combustion du *potassium* dans le gaz muriatique , et que par conséquent elle devoit en contenir près de 23 pour 100.

La seule conséquence que l'on puisse tirer de ces résultats est , comme l'observe M. Davy, qu'il n'y a pas plus de raison de regarder le *potassium* et le *sodium* comme des composés , que les métaux ordinaires. Si on vouloit les regarder comme des hy-  
drures , il faudroit que le muriate de po-  
tasse , obtenu en brûlant le *potassium* dans le gaz muriatique , contînt 12 centièmes d'eau , et que la potasse fondue au rouge en contînt 37 : résultat qu'on ne sauroit ad-

mettre qu'en supposant que les sels dans lesquels l'analyse chimique ne démontre plus d'eau, en retiennent encore une grande quantité; mais qu'elle y est combinée avec une si grande force qu'aucun corps, pas même le *potassium* et le *sodium*, ne peuvent la décomposer. Cette expérience de M. Davy nous paroît très-contraire à l'hypothèse des hydrures; mais comme il seroit possible qu'on ne l'interprétât pas ainsi, à cause de l'eau que renferme l'acide muriatique, et de la nature peu connue de cet acide, nous en citerons d'autres qui nous sont propres, et dont les résultats nous paroissent dans leur ensemble à l'abri d'objections bien fondées.

417. Lorsqu'on tient la potasse ou la soude fondues au rouge dans le gaz oxygène, elles l'absorbent et le laissent ensuite dégager au moyen de l'eau ou des acides. La barite présente aussi des phénomènes semblables. Il s'ensuivroit, dans l'hypothèse des hydrures, que les alcalis seroient des corps simples qui se comporteroient comme des oxydes métalliques non saturés d'oxygène, qui prendroient les caractères métalliques

par l'addition de 2 à 3 centièmes d'hydrogène, et qu'il faudroit enfin considérer comme des corps combustibles sans qu'il eussent aucun rapport avec les combustibles ordinaires ; conséquences qui ne nous semblent que très-difficilement admissibles.

Dans la même hypothèse, les résultats suivans conduiroient encore à des conséquences plus inadmissibles que les précédentes. Lorsqu'on brûle le *potassium* ou le *sodium* dans le gaz oxigène bien sec, on obtient, comme nous l'avons fait voir, des oxides jaunes beaucoup plus oxidés que ceux que l'on obtient par le moyen de l'eau, et on n'aperçoit aucune trace d'humidité. Si l'on traite ces oxides par l'acide muriatique liquide, il se produit des muriates et de l'acide muriatique oxigéné ; si on les traite par l'eau ou par l'acide sulfurique, ils sont ramenés à l'état de *potassium* et de *sodium*, et il se dégage du gaz oxigène ; en un mot, ils se comportent de la même manière que l'oxide noir de manganèse avec l'acide muriatique et l'acide sulfurique : et s'ils donnent de l'oxigène avec l'eau, quoique l'oxide noir de manganèse n'en donne point,

c'est parce que le manganèse, à aucun degré d'oxidation, n'a de l'affinité pour l'eau, tandis que la potasse et la soude en ont une très-grande.

Si après avoir obtenu les oxides jaunes de *potassium* et de *sodium* avec du gaz oxygène bien sec, et sous des cloches dans lesquelles on a fait bouillir le mercure, on y introduit du gaz carbonique également bien desséché et qu'on élève la température, il se forme des sous-carbonates de potasse et de soude, il se dégage du gaz oxygène, et on n'aperçoit aucune trace d'humidité dans les cloches. Lorsqu'on substitue le gaz sulfureux au gaz carbonique, il se forme du sulfate sans sulfure avec l'oxide jaune de *potassium*, à cause de la grande quantité d'oxygène que cet oxide contient; mais avec l'oxide jaune de *sodium* il se forme constamment du sulfate et un peu de sulfure, parce que cet oxide ne contient pas assez d'oxygène pour porter à l'état d'acide sulfurique tout l'acide sulfureux absorbé. Dans aucun cas, on n'aperçoit la plus légère trace d'humidité dans les appareils. Maintenant, interprétons ces résultats et exami-

nons les diverses circonstances qui les accompagnent.

Puisqu'il ne se dégage point d'eau pendant la formation des oxides jaunes de *potassium* et de *sodium*, il devient nécessaire de supposer dans l'hypothèse des hydrures, que toute l'eau qui a dû se former est restée en combinaison avec ces oxides; et puisqu'il ne s'en manifeste pas davantage lorsqu'on les traite par le gaz carbonique ou le gaz sulfureux, il faut bien supposer encore que l'eau est restée combinée avec les sous-carbonates et les sulfates. Il suit nécessairement de là que la soude fondue au rouge, par exemple, devroit contenir 0,463 d'eau, savoir: 0,25, qu'on en pourroit retirer, soit par l'acide carbonique, soit par la silice; et 0,213 qu'il seroit impossible d'en séparer par aucun moyen (1). On peut prouver également que le sous-carbonate de soude fondu à une cha-

---

(1) Pour entendre ce calcul, il suffit de se rappeler que la soude privée d'eau par la silice, etc. est semblable à celle qui provient de la combustion du *sodium*, et que 0,75 de soude provenant de cette combustion, contienne 0,213 d'eau dans l'hypothèse des hydrures.

leur très-élevée devroit aussi contenir α,20 d'eau. Et cependant, lorsqu'on prend de la soude fondue au rouge et qu'on la chauffe avec du gaz carbonique dans une petite cloche recourbée, on voit l'eau ruisseler de toutes parts: cette eau est encore très-visible lorsqu'on n'opère que sur quelques milligrammes de soude dans une cloche très-petite, et on peut assurer que par ce moyen on en apprécie des quantités plus petites que par une balance très-sensible. Ce seroit, sans doute, un phénomène bien extraordinaire, que précisément toute la quantité d'eau qui seroit produite dans la transformation du *sodium* en soude, fût retenue avec une telle affinité que le gaz carbonique n'en pût pas manifester la plus légère trace, tandis que deux milligrammes de plus seroient aussitôt accusés par ce gaz.

Tels sont les faits que l'on peut opposer à l'hypothèse des hydrures. Il en résulte que jusqu'à ce qu'on ait démontré qu'il se forme dans la combustion du *potassium* et du *sodium*, une quantité d'eau que ni le feu ni les acides ne peuvent dégager, et qui correspond à ce que ces métaux exi-

gent d'oxygène pour passer à l'état d'alcalis, on devra toujours les regarder, selon nous, comme des corps simples, et par conséquent regarder les alcalis comme des oxides.

Nous n'ajouterons point de nouvelles preuves à celles qui précédent; nous ne pourrions en citer que d'analogues, et nous serions toujours conduits aux mêmes conséquences. Nous terminerons cette discussion, que nous avons peut-être poussée trop loin, par quelques réflexions sur la distinction qu'on a établie entre les alcalis, les terres et les oxides, et sur les analogies qui existent entre ces trois genres de corps.

418. Nous remarquerons d'abord, relativement aux alcalis et aux terres, que les caractères qui les distinguent, sont si peu marqués que l'on n'est point encore d'accord sur le nombre des alcalis et par conséquent des terres. Fourcroy admettoit cinq alcalis, la potasse, la soude, la barite, la strontiane et l'ammoniaque; M. Berthollet, regardant la propriété de saturer complètement les acides comme la plus importante des alcalis, en a admis deux autres, la

chaux et la magnésie. M. Thomson n'en reconnoît que trois, la potasse, la soude et l'ammoniaque. Cette division est utile pour l'étude de la chimie; mais dans le fait, elle est très-mal fondée, et en l'adoptant trop servilement, on se priveroit de tout moyen de parvenir à des généralités sur la classe nombreuse des bases salifiables. La propriété de saturer complètement les acides, la seule qui semble établir entre ces corps une différence essentielle, perd beaucoup de son importance, lorsqu'on fait attention que l'alumine, la glucine, l'yttria et la zircone se dissolvent bien dans les acides, et qu'elles les satureroient sans doute complètement, si leur insolubilité et leur cohésion ne s'y opposoient pas.

Si nous comparons maintenant les oxides aux alcalis et aux terres, nous trouverons qu'ils s'en rapprochent tellement, qu'il est tout aussi difficile de tracer la ligne de démarcation qui les sépare de ces deux genres de corps, que de tracer celles qui séparent ces deux genres de corps entre eux. Les uns, et c'est le plus grand nombre, ne saturent qu'imparfairement les acides, et par consé-

quent jouent, par rapport à ceux-ci, le même rôle que les terres : tels sont les oxydes d'étain, de bismuth, d'antimoine, de cobalt, d'or, etc. Les autres saturent tout aussi complètement les acides que le font la potasse, la soude, etc. : tel est l'oxyde d'argent, par rapport aux acides nitrique et fluorique ; tel est l'oxyde de plomb, par rapport à l'acide acétique. Il existe même des sels qui agissent sur les couleurs comme les sels alcalins : tel est l'acétate de plomb avec excès d'oxyde, qui, comme le borax, rétablit la couleur du tournesol, changée en rouge par les acides, et verdit le sirop de violettes. »

Peut-être proposera-t-on la propriété, qu'ont les hydro-sulfures et les prussiates alcalins, de précipiter les oxydes pour les distinguer des bases salifiables : mais il est des sels métalliques qui ne sont précipités ni par les hydro-sulfures, ni par les prussiates, et il est au contraire des sels terreux qui sont précipités par les uns et les autres. D'ailleurs, quand bien même ce caractère pourroit être admis, comme il n'auroit pour base que l'insolubilité des hydro-sulfures,

des sulfures ou des prussiates métalliques qui se formeroient alors , il seroit loin de détruire l'analogie qu'il y a entre toutes les bases salifiables et les oxides métalliques ; car ne voit-on pas dans le même genre de sels , et particulièrement dans les sulfates , des espèces très-solubles à côté d'autres absolument insolubles.

¶ Peut-être objectera-t-on , contre l'analogie que nous cherchons à établir , que les oxides métalliques sont réduits par le charbon , et que les bases salifiables ne sont pas dans ce cas; mais nous répondrons qu'on peut réduire la potasse et la soude par le fer , le charbon , etc. ; que plusieurs autres bases peuvent l'être au moyen du mercure et de la pile , et que s'il en est qu'on n'ait point encore pu réduire , c'est qu'elles tiennent trop à l'oxygène.

419. Voilà à peu près les faits et les analogies que nous pouvons rapporter en faveur de l'hypothèse des hydrures , et de celle où l'on regarde les alcalis comme des oxides. Nous avons essayé de les discuter dans l'intention de les faire mieux apprécier ; mais peut-être n'avons-nous fait que les inter-

préter d'après notre manière particulière de voir. Au reste, chacun pourra examiner ces raisons, leur donner la valeur qu'il jugera convenable, et former son opinion sur la nature des alcalis. Pour nous, après avoir annoncé autrefois qu'on pouvoit admettre que les nouvelles substances découvertes par M. Davy étoient des combinaisons d'hydrogène et d'alcali, ou des hydrures, nous pensons aujourd'hui que cette hypothèse est insuffisante pour expliquer tous les faits qu'on a observés dans ces derniers temps; et nous sommes persuadés avec M. Davy, que le *potassium* et le *sodium* sont des métaux particuliers. Quant à l'ammoniaque, nous persistons toujours à la regarder comme composée d'azote et d'hydrogène, et nous considérons aussi ces deux gaz comme des corps simples. Elle offrira une exception remarquable parmi les alcalis, de la même manière que l'hydrogène sulfuré parmi les acides.

S'il est bien démontré que le *potassium* et le *sodium* sont des métaux particuliers, il résultera de nos expériences que l'azote peut se combiner avec ces corps et former

des azotures. Ce sont ces combinaisons que l'on obtient, en chauffant jusqu'au rouge-sombre, la matière verte-olive; car nous avons prouvé qu'à cette température le *potassium* ne retenoit plus que la quantité d'azote nécessaire pour former de l'ammoniaque avec tout l'hydrogène dégagé de l'eau par ce métal. C'est une conséquence immédiate à laquelle on est conduit en regardant les alcalis comme des oxides, et qui ne pouvoit point se présenter à M. Davy, d'après sa manière de conduire l'expérience du *potassium* et de l'ammoniaque, et d'après l'idée qu'il s'étoit formée de la nature de cette dernière substance.

RÉSULTATS SUR LESQUELS NOUS DIFFÉRONTS  
D'OPINION AVEC M. DAVY.

420. Lorsqu'on fait un long travail, il est difficile de ne pas commettre quelques erreurs: il suit de là que si plusieurs personnes s'en occupent concurremment, elles n'arriveront pas toujours aux mêmes résultats; c'est ce qui a eu lieu dans les recherches multipliées qui ont été faites sur le *potas-*

*sium* et le *sodium* par M. Davy, en Angleterre, et par nous en France. On peut regarder comme vrais les résultats qui sont les mêmes ; mais il y a nécessairement erreur de part ou d'autre toutes les fois qu'ils sont différens. Pour mettre les chimistes plus à même de prononcer à cet égard, et de trouver la vérité que nous aimons par-dessus tout, nous exposerons dans le tableau suivant, tous les points sur lesquels nous différons d'opinion avec le célèbre chimiste anglais.

*Opinions de MM. Gay-Lussac et Thénard.*

L'amalgame ammoniacal est une combinaison de mercure, d'ammoniaque et d'hydrogène.

Cet amalgame n'absorbe ni l'oxygène de l'air, ni l'oxygène de l'acide sulfurique et ne se couvre point par son contact avec l'air d'une couche de carbonate d'ammoniaque.

Nous trouvons qu'il est facile d'expliquer le volume que prend cet amalgame, par le peu de condensation

*Opinions de M. Davy.*

M. Davy croit que l'amalgame ammoniacal est une combinaison de mercure et d'un métal particulier, base de l'ammoniaque.

M. Davy croit le contraire.

M. Davy rejette cette explication, et dit que ce phénomène est inexplicable pour lui jusqu'à présent.

## 260 TAB. DES FAITS ADM. PAR LES AUT.

### *Opinions de MM. Gay- et Thénard.*

du gaz ammoniac et du gaz hydrogène qui s'y trouvent contenus.

Lorsqu'on met du mercure en contact avec la magnésie ou un sel magnésien humide, et qu'on expose ce mélange à l'action du pôle négatif de la pile, le mercure n'acquiert jamais la propriété de faire effervescence avec l'eau ou l'acide muriatique.

Pesanteur spécifique du *potassium* = 0,86507 à la température de 15° cent.

Pesanteur spécifique du *sodium* = 0,97223 à la température de 15° cent.

Le *potassium* ne fond qu'à 58° cent.

Le *sodium* ne fond qu'à 90° cent.

Lorsqu'on brûle du *potassium* ou du *sodium* dans le gaz oxygène, il en résulte des oxides plus oxygénés que la potasse et la soude.

### *Opinions de M. Davy.*

M. Davy croit le contraire, et que ce résultat est dû à ce que le mercure se combine avec le métal base de la magnésie.

Pesanteur spécifique du *potassium* = 0,6 à la température de 16,6° cent.

Pesanteur spécifique du *sodium* = 0,9348 ; il n'est pas dit à quelle température.

Le *potassium* est en fusion parfaite à près de 38° cent.

Le *sodium* est en fusion parfaite entre 81 et 82° c.

M. Davy assure qu'en brûlant le *potassium* et le *sodium* dans le gaz oxygène, ces métaux ne prennent que la quantité de gaz oxygène nécessaire pour passer

*Opinions de MM. Gay-Lussac et Thénard.*

100 parties de potasse sont formées de 83,371 de *potassium* et de 16,629 d'oxygène.

100 parties de soude sont formées de 74,63 de *sodium* et de 25,37 d'oxygène.

Il existe un hydrure de *potassium* solide.

Selon nous, le radical de l'acide borique est un corps combustible analogue au charbon, au phosphore, au soufre: nous proposons de l'appeler bore.

100 part. de bore exigent, pour passer à l'état d'acide borique, 50 d'oxygène.

Nous pensons que les expériences que nous avons faites sur l'acide fluorique ne démontrent point d'une manière irrévocable que cet

*Opinions de M. Davy.*

à l'état de potasse et de soude.

100 parties de potasse sont formées de 84 de *potassium* et 16 d'oxygène.

100 parties de soude sont formées de 77,7 de *sodium* et de 22,3 d'oxygène.

M. Davy a essayé plusieurs fois de faire un hydrure de *potassium* solide, et n'a jamais pu l'obtenir, de sorte qu'il doute de son existence.

Selon M. Davy, ce radical est probablement un métal qu'il propose d'appeler boracium.

100 part. de bore exigent, pour passer à l'état d'acide borique, 180 d'oxygène. (V. Bibl. Brit. n° 332, année 1809, pag. 126.)

M. Davy pense au contraire avoir démontré que l'acide fluorique est un composé d'oxygène et d'un radical combustible: cependant

*Opinions de MM. Gay-Lussac et Thénard.*

acide est un composé d'oxygène et d'un radical combustible, mais qu'elles ne font que rendre cette opinion extrêmement probable, parce que jusqu'à présent, nous n'avons point pu en isoler le radical, brûler ce radical et le transformer en acide.

Le gaz muriatique contient, et ne contient que le quart de son poids d'eau ou des principes de l'eau.

Nous croyons que le gaz muriatique oxygéné, est un composé d'oxygène et d'un autre corps.

Nous regardons la liqueur qu'on obtient en traitant le mercure doux par le phosphore, comme un composé triple d'acide muriatique sec, d'oxygène et de phosphore, et comme analogue à celle qu'on obtient avec le soufre et le gaz muriatique oxygéné.

*Opinions de M. Davy.*

dant non - seulement nous avons fait à cet égard toutes les expériences qu'il a faites lui-même, mais nous en avons fait plusieurs autres.

M. Davy est porté à croire que le gaz muriatique en contient le tiers de son poids (1).

M. Davy est porté à croire que c'est un corps simple.

M. Davy regarde cette liqueur comme une combinaison d'acide muriatique oxygéné (être simple) et de phosphore.

(1) Depuis que M. Davy a émis cette opinion, il en a émis une autre, qui consiste à regarder l'acide muriatique comme formé d'acide muriatique oxygéné (être simple) et d'hydrogène.

*Opinions de MM. Gay-Lussac et Thénard.*

Le *potassium* dégage avec l'ammoniaque la même quantité d'hydrogène qu'avec l'eau.

L'ammoniure de *potassium* ou la substance olivâtre faite avec le gaz ammoniac ne donne pas avec l'eau la plus petite bulle d'hydrogène.

Le *potassium* n'absorbe pas plus de gaz ammoniac desséché par la chaux que de gaz ammoniac ordinaire.

L'ammoniure fait avec le *potassium* et le gaz ammoniac à une basse température, laisse dégager en le chauffant, d'abord doucement, deux cinquièmes d'ammoniaque non décomposée, et ensuite à une plus forte chaleur, un cinquième décomposé.

On obtient en chauffant le *potassium* avec l'hydrogène sulfuré, la même quantité d'hydrogène qu'en le traitant par l'eau.

On obtient en traitant le

*Opinions de M. Davy.*

Le *potassium* dégage avec l'ammoniaque une moindre quantité d'hydrogène qu'avec l'eau.

M. Davy croit que cet ammoniure donne toujours un peu d'hydrogène en se dissolvant dans l'eau.

M. Davy croit que le *potassium*吸吸 plus de gaz ammoniac desséché par la chaux, que de gaz ammoniac ordinaire ou qui n'a point été desséché.

M. Davy croit qu'on en retire beaucoup moins.

M. Davy dit qu'on retire plus d'hydrogène en traitant le *potassium* par l'hydrogène sulfuré que par l'eau.

M. Davy dit que dans ce

*Opinions de MM. Gay-Lussac et Thénard.*

sulfure de *potassium* par les acides, un volume d'hydrogène sulfuré égal au volume d'hydrogène qu'on obtient en traitant par l'eau le *potassium* contenu dans ce sulfure.

L'ammoniaque ne contient point d'oxygène, et est formée de trois parties d'hydrogène et d'une partie d'azote en volume.

*Opinions de M. Davy.*

cas, le volume du gaz hydrogène sulfuré est moins que celui d'hydrogène.

A une certaine époque, M. Davy a admis que l'ammoniaq. contenoit de l'oxygène ; il y a ensuite admis un métal auquel il propose de donner le nom d'*ammonium*. Nous ne savons pas quelle est aujourd'hui son opinion sur la nature de l'ammoniaque.

*Nota.* Il sera facile de trouver tout ce qui est relatif aux faits qu'on vient d'exposer, en consultant la table qui termine chaque volume.

## QUATRIÈME PARTIE.

*Méthode pour déterminer la proportion des principes qui constituent les substances végétales et animales, et application de cette méthode à l'analyse d'un grand nombre de ces substances. Présenté à l'Institut le 15 janvier 1810.*

---

421. On sait depuis long-temps que les substances végétales sont formées d'hydrogène, d'oxygène et de carbone, et que les substances animales contiennent en outre de l'azote; mais on ne sait point encore quelle est la quantité que chacune d'elles en contient. C'est à cette cause qu'on doit attribuer en grande partie le peu de progrès que la chimie végétale et la chimie animale ont fait jusqu'à présent. Il ne suffit point en effet de connoître les principes qui constituent un corps, pour concevoir tous les

phénomènes qui peuvent résulter de son contact avec les autres , il faut encore pour cela connoître le rapport dans lequel sont ces principes entr' eux. Cette vérité étoit trop frappante pour n'avoir point été aperçue : aussi voit-on que les chimistes ont traité les substances végétales et animales , tantôt par l'acide nitrique , et tantôt par le feu dans l'espérance de pouvoir parvenir à la connoissance de la proportion de leurs principes. Malheureusement ces deux méthodes d'analyse ne pouvoient conduire qu'à des résultats fort inexacts. Lorsqu'on emploie l'acide nitrique , on convertit en partie la substance végétale et animale en acides prusique , malique , oxalique et acétique , et on transforme l'acide nitrique en gaz très-variables qu'il faut recueillir et séparer pour calculer les résultats de l'opération ; ce qu'il est impossible de faire avec précision. Lorsqu'on emploie la distillation , et qu'on en reçoit immédiatement les produits dans des récipients , il se forme beaucoup d'huile et d'acide acétique qui sont des substances végétales elles - mêmes , de manière que loin de simplifier l'analyse , on la com-

plique réellement. Cependant il faut observer qu'en y procédant comme on l'a fait, pour analyser l'éther nitrique, *Mémoires d'Arcueil*, premier volume, et comme M. Berthollet l'a fait récemment pour analyser le sucre et l'acide oxalique, c'est-à-dire, en exposant les produits de cette distillation à une chaleur rouge, il en résulte une méthode bien supérieure aux deux précédentes; mais elle a contre elle encore, de ne point être sans incertitude, d'exiger beaucoup de temps, beaucoup de soins, et un appareil compliqué.

422. Le problème qu'il s'agissoit de résoudre, consistoit donc à trouver une méthode exempte de tous ces inconvénients, et c'est à quoi nous nous sommes attachés. Pour atteindre à ce but, notre première idée, et celle à laquelle nous nous sommes bientôt arrêtés, a été de transformer, à l'aide de l'oxygène, les substances végétales et animales en eau, en acide carbonique et en azote. Il étoit évident que si nous pouvions parvenir à opérer cette transformation de manière à recueillir tous les gaz, cette analyse devenoit d'une exactitude et d'une sim-

plicité très-grandes. Deux obstacles s'y opposoient: l'un étoit de brûler complétement l'hydrogène et le carbone de ces substances; et l'autre étoit d'en faire la combustion en vaisseaux clos.

On ne pouvoit espérer de surmonter le premier qu'au moyen des oxides métalliques qui cèdent facilement leur oxygène, ou qu'au moyen du muriate suroxigéné de potasse. Quelques essais nous firent bientôt donner la préférence à ce sel qui réussit au-delà de nos espérances. Il n'étoit point, à beaucoup près, aussi facile de surmonter le second; car on ne pouvoit point tenter la combustion dans une cornue pleine de mercure: pour peu qu'on y eût brûlé de matière, la cornue eût été brisée. Il falloit donc trouver un appareil dans lequel on pût:

1°. Brûler des portions de matière assez petites pour qu'il n'y eût pas fracture des vases.

2°. Faire un assez grand nombre de combustions successives, pour que les résultats fussent assez sensibles.

3°. Enfin, recueillir les gaz à mesure qu'ils seroient formés. C'est un appareil de ce genre

que nous allons décrire (*voyez* cet appareil, pl. 6, fig. 1) : il est formé de trois pièces bien distinctes. L'une AA' est un tube de verre fort épais, fermé à la lampe par son extrémité inférieure, ouvert au contraire par son extrémité supérieure, long d'environ 2 décimètres, et large de 8 millimètres; il porte latéralement à 5 centimètres de son ouverture, un très-petit tube BB' aussi de verre, qu'on y a soudé et qui ressemble à celui qu'on adapteroit à une cornue pour recevoir les gaz. L'autre pièce est une virole CC' en cuivre, dans laquelle on fait entrer l'extrémité ouverte du grand tube de verre, et avec lequel on l'unit au moyen d'un mastic qui ne fond qu'à 40 degrés. La dernière pièce est un robinet particulier DD' qui fait tout le mérite de l'appareil. La clef de ce robinet n'est pas trouée et tourne en tous sens, sans donner passage à l'air; on y a seulement pratiqué à la surface, et vers la partie moyenne, une cavité capable de loger un corps du volume d'un petit pois : mais cette cavité est telle, qu'étant dans sa position supérieure, elle correspond à un petit entonnoir vertical E qui pénètre

dans la douille et dont elle forme en quelque sorte l'extrémité du bec ; et que ramenée dans sa position inférieure, elle communique et fait suite à la tige même du robinet qui est creuse et qui se visse à la virole. Ainsi, lorsqu'on met une matière quelconque dans l'entonnoir, bientôt la cavité se trouve remplie de cette matière, et la porte, lorsqu'on tourne la clef, dans la tige du robinet, d'où elle tombe dans la virole, et de là, au fond du tube de verre. (On voit, pl. 6, fig. 2, ce robinet adapté seulement à la virole ; la tige de ce robinet, fig. 1 et 2, passe à travers une capsule  $FF'$  dont l'usage sera indiqué plus bas.)

Si donc cette matière est un mélange de muriatesuroxigéné de potasse et de substance végétale, dans des proportions convenables, et si la partie inférieure du tube de verre est suffisamment chaude, à peine la touchera-t-elle qu'elle s'enflammera vivement : alors la substance végétale sera détruite instantanément, et sera transformée en eau et en acide carbonique que l'on recueillera sur le mercure, avec le gaz oxygène excédant, par le petit tube latéral.

423. Pour exécuter facilement cette opération, on conçoit qu'il est nécessaire que la matière se détache toute entière de la cavité et tombe au fond du tube : à cet effet, on la met en petites boulettes comme il sera dit tout à l'heure (1). On conçoit également qu'il est nécessaire de rechercher quelle est la quantité de muriate suroxigéné convenable pour brûler complètement la substance végétale. Il faut même avoir la précaution d'en employer au moins moitié plus que cette substance n'en exige, afin que la combustion en soit complète (2).

---

(1) Il faut nécessairement donner la forme de boulettes au mélange de muriate sur-oxigéné et de substance végétale ou animale : si ce mélange étoit en poudre, il contracteroit une sorte d'adhérence avec les parois de la cavité pratiquée dans la clef et il seroit difficile de l'en détacher ; d'ailleurs, il s'en introduiroit entre la douille elle-même et la clef, les gâteroit l'une et l'autre et les mettroit bientôt hors de service. Enfin en tombant dans le tube de verre, il y en auroit une portion qui s'attacheroit aux parois de ce tube et ne s'y décomposeroit qu'imparfairement, à cause du peu de chaleur à laquelle elle seroit exposée.

(2) On trouve facilement quelles sont les proportions de muriate suroxigéné et de substance végétale qu'on doit employer, en faisant différens mélanges pulvérulens de ces corps, et les projetant dans un tube de

424. Mais de toutes les recherches qui doivent précéder l'opération, la plus importante à faire est évidemment l'analyse du muriate suroxigéné qu'on emploie. Pour cela, on doit, 1<sup>o</sup>. dessécher et même fondre une masse de ce sel (1); 2<sup>o</sup>. la pulvériser afin

---

verre dont l'extrémité est presque rouge-obscur. Tant que le résidu de la combustion n'est pas blanc, c'est une preuve que la quantité de muriate sur-oxigéné n'est point assez grande; il faut l'augmenter non-seulement jusqu'à ce que ce résidu soit blanc, mais outre-passer ce point, de manière à rendre, comme on vient de le dire, l'excès d'oxygène très-prépondérant. Pour en être plus certain, on peut, si l'on veut décomposer dans l'appareil une partie du mélange dont on croit les proportions bonnes, recueillir les gaz et les analyser approximativement en les traitant par la potasse. Nous avons pris cette précaution au commencement de notre travail; mais elle ne nous a plus été nécessaire au bout de quelque temps. Lorsqu'on la prend, on peut se contenter d'opérer sur un gramme de mélange, et dans ce cas, on doit toujours mettre le mélange en boulettes, afin de ne pas gâter le robinet.

(1) Le muriate suroxigéné qu'on emploie doit être privé exactement de muriate oxygéné; on recommande de le fondre non-seulement pour le dessécher, mais aussi pour décomposer la petite quantité de ce sel qu'il pourroit encore contenir quoique bien cristallisé. On recommande aussi d'opérer sur une masse assez considérable de muriate suroxigéné afin de pouvoir faire un

que toutes les parties en soient homogènes ; 3°. en prendre au moins 5 grammes , et les introduire dans une petite cornue de verre bien sèche , de manière qu'il n'en reste pas sur les parois du col ; 4°. peser cette cornue avec des balances très-sensibles avant et après y avoir mis le sel , afin d'en connoître le poids à un demi-milligramme près ; 5°. y adapter un tube qui puisse s'engager sous une cloche pleine d'eau , et s'élever jusqu'à la partie supérieure de cette cloche ; 6°. procéder à la décomposition du sel , en portant peu à peu la cornue au rouge-cerise , pour qu'aucune portion de matière saline ne soit emportée ; 7°. recueillir l'air des vaisseaux avec le gaz oxygène , et tenir compte de cet air en faisant refroidir la cornue et laissant le tube qui y est adapté plonger dans les gaz jusqu'à ce qu'elle soit à la même température que l'atmosphère ;

---

grand nombre d'analyses sans être obligé d'en changer. On peut en préparer 5 hectogrammes à la fois , qu'on conserve dans un flacon bien sec et bouché à l'émeri. La fusion s'en fait dans un creuset de Hesse , et la pulvérisation dans un mortier de laiton bien propre et chaud : cette pulvérisation est grossière ; mais suffit pour s'assurer que la masse saline est parfaitement homogène.

8°. enfin répéter cette analyse plusieurs fois, pour n'avoir aucun doute sur son exactitude.

425. Tout cela étant bien conçu, il sera facile d'entendre comment on peut faire l'analyse d'une substance végétale avec le muriate suroxigéné. On broie cette substance sur un porphyre avec le plus grand soin; on y broie également le muriate suroxigéné; on pèse avec une balance très-sensible des quantités de l'une et de l'autre, desséchées au degré de l'eau bouillante; on les mêle intimement; on les humecte; on les moule en cylindres; on partage ces cylindres en petites portions, et on arrondit avec les doigts chacune d'elles, en forme de petites boules, qu'on expose pendant un temps suffisant à la température de l'eau bouillante, pour les ramener au même point de dessiccation que les matières primitives. Si la substance à analyser est un acide végétal, on la combine avec la chaux ou la barite, avant de la mêler avec le muriate suroxigéné: on analyse le sel qui en résulte, et on tient compte de l'acide carbonique qui reste uni à la base après l'expérience. Enfin, si la substance à analy-

ser contient quelques corps étrangers à sa nature, on en tient également compte.

Ces diverses opérations se font facilement. 1°. On broye la substance végétale et le sel, et on les réduit en poudre impalpable, en les triturant d'abord avec la molette, et ensuite avec un couteau flexible de fer, semblable à celui dont les peintres font usage.

2°. On les dessèche au degré de l'eau bouillante au moyen d'un appareil particulier. Cet appareil se compose de deux boîtes cylindriques, dont le fond de l'une s'adapte avec les bords supérieurs de l'autre : dans la boîte inférieure on met, par un conduit latéral surmonté d'un entonnoir, de l'eau que l'on porte au degré de l'ébullition ; et dans la boîte supérieure, qu'on couvre en partie, on place les matières que l'on veut dessécher, et que l'on met à cet effet en couches minces dans des carrés de papier dont les bords sont relevés. On peut, quand on a beaucoup de matières à dessécher, conduire la vapeur aqueuse de ce premier appareil dans un second, et même un troisième, au lieu de la laisser dégager direc-

tement dans l'air ; mais alors , il faut avoir le soin d'entretenir toujours bien bouillante l'eau du premier appareil , pour que tous soient également chauds : autrement , on ne pourroit que commencer la dessiccation dans les deux derniers. On voit un appareil de ce genre , pl. 6 , fig. 6 ; AA' , est la première boîte , ou celle qui contient l'eau ; BB' , la seconde ; CC' , le fourneau sur lequel elles sont placées ; DD' , l'entonnoir par lequel on verse de l'eau dans la boîte inférieure ; EE' , le tuyau qui porte la vapeur d'eau dans un second appareil , etc.

3°. Une petite capsule de verre est commode pour peser les matières. D'abord , on prend le poids de cette capsule , puis on y ajoute la substance végétale pulvérisée et desséchée , et on en prend le poids une seconde fois , etc. Il vaut mieux peser , en dernier lieu , le muriate suroxigéné , que la substance végétale , parce que le muriate étant en très-grande quantité par rapport à celle-ci , il est toujours facile d'en ôter de la capsule , si on y en a mis trop.

4°. Pour mêler exactement la substance végétale et le sel , une fois pesés , on les mets sur le

porphyre, et on les retourne en tous sens avec la lame flexible du couteau dont on a parlé précédemment; s'il s'en perd après cette opération, la perte du sel et de la substance étant proportionnelle à leur quantité respective, n'a aucune influence sur l'exactitude des résultats.

Ensuite on prend successivement de petites portions du mélange, et on les mêle aussi intimement que possible; enfin on les réunit toutes, et on les triture encore pendant quelque temps.

5°. On parvient à humecter convenablement le mélange en y ajoutant peu à peu de l'eau, et le remuant avec la lame d'un couteau. Il faut que la pâte en soit ferme et se moule facilement.

6°. On moule cette pâte dans un petit cylindre creux de laiton; ce cylindre doit avoir au plus 0<sup>m</sup>.0025 de diamètre intérieur, et peut être plus ou moins long: il doit être tranchant d'un côté. Quand on veut s'en servir, on le tient verticalement, et on en applique le tranchant avec un peu de force sur la pâte qu'on a aplatie avec le couteau: cette pâte passe dans le cylindre, et lors-

qu'il en contient assez pour faire trois boulettes, on l'en fait sortir avec une tige du même diamètre que le trou cylindrique. Si la pâte devient trop ferme, on la ramollit; et si le cylindre creux s'engorge, on le nettoie avec la tige et de l'eau. (Voyez pl. 6, fig. 3, ce cylindre et cette tige. A représente la tige seule; et B représente la tige enfoncée dans le cylindre.)

7°. A mesure que la pâte est moulée, on doit la couper avec une lame de couteau très-fine, en autant de portions susceptibles de faire des boulettes de grosseur convenable; et tout aussitôt, on doit arrondir chacune de ces portions en les roulant tant soit peu entre les doigts. Sans cette précaution, elles ne sortiroient quelquefois que difficilement de la cavité pratiquée dans la clef du robinet.

8°. Toutes les boulettes étant faites, on commence à les dessécher dans une capsule de verre, et on en achève la dessiccation à la vapeur de l'eau bouillante, en les plaçant dans un carré de papier, comme il a été dit (425). Par ce moyen on en volatilise toute l'eau qu'on y avoit mise, et on est

certain d'être arrivé à ce point, lorsque les pesant deux fois à demi-heure de distance, la deuxième pesée est la même que la première : alors on les introduit toutes dans un petit flacon bien sec, et on les y tient bien bouchées jusqu'à ce qu'on les analyse.

9°. Pour analyser un sel qui résulte de la combinaison d'un acide végétal avec la barite ou la chaux, on l'expose à la vapeur de l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il ne perde plus d'humidité, et on le traite par l'acide sulfurique s'il est à base de barite, ou on le calcine s'il est à base de chaux.

10°. Enfin on détermine combien la substance qu'on veut analyser contient de corps étrangers, en en incinérant une quantité donnée; mais cette incinération exige quelques précautions qu'il est bon d'indiquer. On doit la faire dans un creuset de platine plutôt que dans un creuset d'argent, parce qu'on ne craint point de le fondre, et qu'elle est d'autant plus prompte que la température est plus élevée. Il faut que les cendres du fourneau ne puissent point se mêler avec celles de la matière. A cet effet on doit couvrir le fourneau avec un têt, au centre

duquel on a percé un trou circulaire capable seulement de laisser passer le creuset; on soutient celui-ci d'une manière quelconque, soit par les bords supérieurs avec un peu de terre, soit par-dessous avec un fromage, et dans tous les cas le tirage du fourneau doit être établi latéralement au moyen d'un conduit en tôle ou en terre.

Lorsque le creuset est rouge, on y projette peu à peu la substance végétale; elle brûle et se charbonne; de temps en temps on la remue avec une spatule: l'incinération étant achevée, on pèse le creuset, on en retire la cendre en le lavant, puis on le fait sécher; on le pèse de nouveau, et en défalquant le second poids du premier, on a pour reste la quantité de matières étrangères à la substance végétale.

426. Lorsque ces diverses opérations sont faites, il ne s'agit plus pour terminer l'analyse, que de décomposer une certaine quantité de muriate suroxigéné et de substance végétale, en boulettes, dans l'appareil que l'on a décrit précédemment; de recueillir tous les gaz provenant de cette décomposition; de les mesurer, et de les séparer les uns des

autres : c'est à quoi l'on parvient comme on va le dire.

1°. On commence par graisser la clef du robinet afin qu'il ne fuie pas ; on se sert à cet effet d'un mélange de suif et d'huile, on le fait fondre, et on en met seulement quelques gouttes sur la clef ; ensuite on la tourne dans la douille, et on enlève tout ce qui peut être au fond de la cavité ou même dedans.

2°. On fait un trou au milieu d'une brique L, et on y enfonce le tube de verre AA', jusqu'au petit tube latéral BB' ; ensuite, d'une part, on pose les deux extrémités de cette brique sur deux petits murs parallèles élevés sur une table auprès de la cuve à mercure, hauts à peu près comme cette cuve, et distans l'un de l'autre d'environ 0<sup>m</sup>.15, et, d'une autre part on appuie l'extrémité inférieure du tube AA' sur une grille de fer G, qu'on soutient en la faisant pénétrer dans les murs mêmes.

3°. On fait plonger le petit tube latéral BB' dans la cuve à mercure, et on place une ardoise entre la brique et ce tube pour qu'il ne s'échauffe pas, après avoir toute-

fois assujéti le tube AA' dans la brique avec du lut de terre infusible.

4°. On met peu à peu des charbons rouges sur la grille, et autour de l'extrémité inférieure du tube AA'; on met en même temps de la glace dans la petite capsule de laiton FF' pour empêcher que la graisse du robinet ne fonde et qu'il ne fuie; ensuite on met sous la grille G, et au-dessous du tube AA', une lampe à esprit-de-vin HH': bientôt la partie inférieure de ce tube approche de la chaleur rouge-obscur; alors, on engage l'extrémité du tube recourbé BB' sous une très-petite éprouvette pleine de mercure, et on fait tomber successivement dans le tube AA', au moyen du robinet, un certain nombre de boulettes qu'il est inutile de peser. Chaque boulette s'enflamme presque aussitôt qu'elle est tombée, et donne lieu à un dégagement subit et assez considérable de gaz. Par ce moyen on chasse tout l'air de l'appareil, et on le remplace par un gaz absolument identique avec celui qui doit rester à la fin de l'expérience, de sorte qu'il y a exacte compensation, et qu'on n'a pas besoin de recueillir celui-ci.

5°. Lorsqu'on a décomposé de cette manière une vingtaine de boulettes dans le tube AA', on incline la brique de manière à enfoncer davantage le tube recourbé dans le mercure ; on enlève l'éprouvette où on a reçu en partie le gaz provenant de ces vingt boulettes , et on y substitue un flacon plein de mercure et bien jaugé. On soutient ce flacon sur une planche qui doit être percée d'un trou oblong ; autrement on risqueroit de casser le tube en voulant l'introduire dans le flacon , d'autant plus que pour ne point perdre de gaz , il est nécessaire qu'il s'élève jusqu'au-dessus du goulot du flacon.

6°. L'appareil étant ainsi disposé , on pèse , à un demi-milligramme près , le petit flacon dans lequel on a mis les boulettes qu'il s'agit de décomposer ( 425 , art. 8°. ) , si toutefois , pour ne point perdre de temps , on n'a pas eu le soin d'en prendre le poids d'avance. On verse plus ou moins de ces boulettes dans une sorte de main en laiton , pl. 6 , fig. 4 , et on les fait tomber avec une petite tige courbe l'une après l'autre dans le tube AA' , jusqu'à ce que le flacon soit plein de gaz. ( Voyez cette tige , pl. 6 , fig. 5 ; elle

est vue de face en A , et de côté en B: ) A cette époque , on dégage le tube de ce flacon ; on l'engage sous un autre ; on pèse de nouveau le petit flacon et toutes les boulettes restantes , et on recommence l'opération , etc. Si tous les flacons dans lesquels on recueille les gaz ont la même capacité , ils seront remplis de gaz par des poids égaux de mélange , et si on examine ces gaz , on les trouvera parfaitement identiques : dans tous les cas , on note avec grand soin le thermomètre et le baromètre.

7°. On doit tenir le tube , pendant toute l'opération , au plus haut degré de chaleur qu'il peut supporter sans se fondre , afin que les gaz ne contiennent point ou contiennent le moins possible de gaz hydrogène oxi-carburé. Dans tous les cas , on doit en faire l'analyse sur le mercure ; c'est une épreuve à laquelle il est indispensable de les soumettre. On opère sur deux cents parties de gaz obtenu , on y ajoute environ 40 parties de gaz hydrogène , on fait passer ce mélange dans un eudiomètre à mercure , et on y porte une étincelle électrique. Le gaz hydrogène qu'on a ajouté brûle au moyen

de l'oxygène qui est en excès dans le gaz qu'on a recueilli, et il est évident que si ce gaz contenoit quelques portions d'hydrogène oxi-carburé, elles brûleroient aussi. Après que la combustion a eu lieu, on mesure le résidu, et on voit de cette manière si les gaz contenoient de l'hydrogène oxi-carburé : en effet, supposons qu'ils n'en contiennent pas, l'absorption sera d'une fois et demie le volume du gaz hydrogène employé ; elle sera au contraire plus forte s'ils en contiennent, et d'autant plus forte qu'ils en contiendront davantage. Dans tous les cas, on absorbe l'acide carbonique par la potasse et l'eau, et on s'assure si le gaz qui n'est point absorbé n'est que de l'oxygène pur, ou combien il en contient : on conclut de là, d'une manière précise, le rapport du gaz acide carbonique, de l'oxygène et de l'azote s'il y en a, dont est composé le gaz recueilli.

427. On a donc ainsi toutes les données nécessaires pour connoître la proportion des principes de la substance végétale ; on sait combien on a brûlé de cette substance, puisqu'on en a le poids à un demi-milli-

gramme près ; on sait combien il a fallu d'oxygène pour la transformer en eau et en acide carbonique , puisque la quantité en est donnée par la différence qui existe entre celle qui est contenue dans le muriate sur-oxigéné , et celle qui est contenue dans les gaz ; enfin , on sait combien il s'est formé d'acide carbonique ; et on calcule combien il a dû se former d'eau.

428. La manière dont nous procédons à l'analyse des substances végétales et animales étant exactement connue , nous pouvons dire quelle est la quantité que nous en décomposons , sans craindre d'affoiblir la confiance qu'on doit avoir en nos résultats : cette quantité s'élève tout au plus à six décigrammes. D'ailleurs, si on élevoit le moindre doute sur l'extrême exactitude de ces résultats, nous le dissipierions en rappelant que nous remplissons successivement de gaz, deux et quelquefois trois flacons de même capacité ; que ces gaz sont identiques, et proviennent toujours d'un même poids de matière.

429. Nous pourrions ajouter que l'exactitude d'une analyse consiste bien plus dans la précision des instrumens et des méthodes

qu'on emploie, que dans la quantité de matière sur laquelle on opère. L'analyse de l'air est plus exacte qu'aucune analyse de sels, et cependant elle se fait sur 2 à 300 fois moins de matière que celle-ci. C'est que dans la première, où on juge des poids par les volumes qui sont très-considérables, les erreurs que l'on peut commettre sont peut-être 1000 ou 1200 fois moins sensibles que dans la seconde où on est privé de cette ressource. Or, comme nous transformons en gaz les substances que nous analysons, nous ramenons nos analyses non pas seulement à la certitude des analyses minérales ordinaires, mais à celle des analyses minérales les plus exactes, d'autant plus que nous recueillons au moins un litre de gaz, et que nous trouvons, dans notre manière même de procéder, la preuve d'une extrême exactitude.

430. Déjà nous avons fait par la méthode, et avec les soins que nous venons d'indiquer, l'analyse de 15 substances végétales; savoir des acides oxalique, tartareux, muqueux, citrique et acétique; de la résine de térebinthine, de la copale, de la cire et de l'huile

d'olive; du sucre, de la gomme, de l'amidon, du sucre de lait, et des bois de hêtre et de chêne. Nous allons rapporter successivement les résultats de ces quinze analyses.

## I.

*Analyse du sucre.*

431. Le sucre qu'on a analysé étoit du sucre candi bien blanc et bien cristallisé. 10 grammes, exposés pendant plusieurs heures à la vapeur de l'eau bouillante, n'ont perdu que 8 centigrammes; 32 grammes se sont réduits, par la calcination, à 0<sup>gr.</sup>,045: ainsi, ce sucre ne contenoit que  $\frac{1}{7\frac{1}{1}}$  de matière étrangère autre que l'eau; on en a tenu compte. Il n'a exigé que très-peu d'eau pour faire pâte avec le muriate suroxigéné.

Sucre employé, toute correction

faite. . . . . 0,300  
Muriate suroxigéné employé, 7 fois  
le poids du sucre.

Oxigène du muriate suroxigéné.. 0,627

Oxig. de l'acide carbonique obtenu. 0,322

Oxig. retrouvé. . . . . 0,303

---

0,625

Carbone de l'acide carbonique.... 0,1274

Donc 100 parties de sucre sont composées de :

Carbone .....	42,47
Oxigène.....	50,65
Hydrogène.....	6,90
	<hr/>
	100,00

Ou autrement :

Carbone .....	42,47.
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire de l'eau .....	57,55
	<hr/>
	100,00

## II.

### *Analyse de la gomme arabique.*

432. La gomme arabique qu'on a analysée étoit en belles larmes. Dix grammes bien pulvérisés, et exposés pendant plusieurs heures à la chaleur de l'eau bouillante, ont perdu 1<sup>er</sup>,345 ; trente-deux grammes incinérés dans un creuset, se sont réduits à 0<sup>er</sup>,77, dont on a tenu compte.

Comme employée, toutes correc-	
tions faites.....	0,277
Muriate suroxigéné employé, 7 fois	
le poids de la gomme.	
Oxigène du muriate suroxigéné. . .	0,679
Oxig. de l'acide carbonique obtenu. . .	0,300
Oxigène retrouvé.....	0,365
	<hr/>
	0,665

Carbone de l'acide carbonique..... 0,117.

Donc 100 parties de gomme arabique sont composées de :

Carbone.....	42,23
Oxigène.....	50,84
Hydrogène.....	6,93
	<hr/>
	100,00

Ou autrement :

Carbone.....	42,23
Oxigène et hydrogène dans les pro-	
portions nécessaires pour faire	
de l'eau.....	57,77
	<hr/>
	100,00

## III.

*Analyse de l'amidon.*

433. L'amidon qu'on a analysé étoit de l'amidon qu'on avoit acheté chez un amiedonnier ; il étoit très-blanc et ne contenoit aucune partie soluble dans l'eau. Dix grammes bien pulvérisés, et exposés pendant plusieurs heures à la chaleur de l'eau bouillante, ont perdu 1<sup>er</sup>,345 ; trente-deux grammes se sont réduits, par la calcination, à 0<sup>er</sup>,07, dont on a tenu compte.

Amidon employé, toutes corrections

faites..... 0,2514

Muriate suroxigéné employé, 7 fois  
le poids de l'amidon.

Oxigène du muriat<sup>e</sup> suroxigéné... 0,611

Oxig. de l'acide carbonique obtenu. 0,282

Oxigène retrouvé ..... 0,322

0,604

Carbone de l'acide carbonique... 0,109

Done 100 parties d'amidon pur sont composées de :

Carbone.....	43,55
Oxigène.....	49,68
Hydrogène.....	6,77
	100,00

Ou autrement :

Carbone.....	43,55
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire de l'eau.....	56,45
	100,00

#### IV.

##### *Sucre de lait.*

434. Le sucre de lait qu'on a analysé a été pris dans le commerce. Il étoit très-blanc, bien cristallisé, entièrement soluble dans l'eau, et ne contenoit aucune partie soluble dans l'alcool. Dix grammes pulvérisés, et desséchés autant que possible à la chaleur de l'eau bouillante, n'ont perdu que 0<sup>gr</sup>,018;

trente-deux grammes calcinés n'ont offert aucun résidu appréciable.

Sucre de lait décomposé. .... 0,3357  
 Muriate suroxigéné employé, 7 fois  
 le poids du sucre de lait.

Oxigène du muriate.....	0,7063
Oxigène de l'acide carbonique..	0,3352
Oxigène retrouvé.....	0,3604
	<hr/>
	0,6956

Carbone de l'acide carbonique.. 0,13034  
 Donc 100 parties de sucre de lait  
 sont composées de :

Carbone .....	38,825
Oxigène.....	53,834
Hydrogène.....	7,341
	<hr/>
	100,000

Ou autrement :

Carbone .....	38,825
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire l'eau.....	61,175
	<hr/>
	100,000

## V.

*Analyse du chêne.*

435. Le chêne qu'on a analysé a été pris au centre d'une bûche de ce bois; on l'a réduit en poussière avec une râpe, et on a tamisé cette poussière pour en avoir de très-fine. L'eau et l'alcool n'en ont presque rien dissous. Dix grammes desséchés autant que possible à la chaleur de l'eau bouillante, ont perdu 1<sup>er</sup>,027; trente-deux grammes ont donné, par la calcination, un résidu de 7 centigrammes, dont on a tenu compte.

Chêne employé, toutes corrections faites.....	0,249
Muriate suroxigéné employé, 8 fois le poids du chêne.	
Oxigène du muriate suroxigéné..	0,642
Oxig. de l'acide carbonique obtenu.	0,336
Oxigène retrouvé.....	0,308
	0,644

Carbone de l'acide carbonique.... 0,131  
 Donc 100 parties de chêne sont composées de :

Carbone.....	52,53
Oxigène.....	41,78
Hydrogène.....	5,69
	_____
	100,00

Où autrement :

Carbone.....	52,53
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire de l'eau.....	47,47
	_____
	100,00

## V L

### *Analyse du hêtre.*

436. Le hêtre qu'on a analysé a été pris presqu'au centre d'une bûche de ce bois ; on l'a réduit en poussière avec une râpe, et on a tamisé cette poussière pour en avoir de très-fine. Traitée successivement par l'eau et par

l'alcool, il ne s'en est presque rien dissous. Dix grammes desséchés autant que possible à la chaleur de l'eau bouillante, ont perdu 1<sup>gr</sup>,068; trente-deux grammes ont donné, par la calcination, un résidu de 0<sup>gr</sup>,142, dont on a tenu compte.

Hêtre employé.....	0,241
Muriate suroxigéné employé, 8 fois le poids du chêne.	
Oxigène du muriate suroxigéné...	0,613
Oxig. de l'acide carbonique obtenu.	0,319
Oxigène retrouvé.....	0,296
	0,615

Carbone de l'acide carbonique.... 0,124  
Donc 100 parties de hêtre sont com-  
posées de :

Carbone.....	51,45
Oxigène.....	42,73
Hydrogène .....	5,82
	100,00

Ou autrement :

Carbone.....	51,45
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire de l'eau. ....	48,55
	100,00

## VII.

### *Analyse de l'acide muqueux.*

437. L'acide muqueux qu'on a analysé avoit été préparé, comme il va être dit, en traitant le sucre de lait bien pur par trois fois son poids d'acide nitrique à environ 30 degrés de l'aréomètre de Baumé. On a mis l'acide nitrique et le sucre de lait dans une cornue adaptée à un récipient; on a chauffé, et presqu'aussitôt qu'on a vu la liqueur se troubler, on l'a laissé refroidir: par le refroidissement il s'en est précipité beaucoup d'acide muqueux qu'on a lavé un grand nombre de fois, et jusqu'à ce qu'il ne contînt plus d'acide nitrique. Cet acide étoit pulvérulent, ne donnoit aucun résidu par

la calcination , et jouissoit de toutes les propriétés qui caractérisent l'acide muqueux pur.

Acide muqueux décomposé..... 0,486  
 Muriate suroxigéné employé , 4 fois  
 le poids de l'acide.

Oxigène du muriate suroxigéné... 0,608

Oxig. de l'acide carbonique obtenu. 0,421

Oxigène retrouvé ..... 0,363

---

0,784

Oxigène excédant..... 0,176

Carbone de l'acide carbonique... 0,164

Donc 100 parties d'acide muqueux  
 sont composées de :

Carbone ..... 53,69

Oxigène..... 62,69

Hydrogène..... 3,62

---

100,00

Ou autrement :

Carbone..... 53,69

---

33,69

<i>Ci-contre.....</i>	33,69
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire de l'eau.....	30,16
Oxigène excédant.....	36,15
	100,00

## VIII.

*Analyse de l'acide oxalique.*

438. Cet acide a été fait avec le sucre et l'acide nitrique. On a eu soin de le faire cristalliser plusieurs fois pour qu'il ne retînt point d'acide nitrique. On ne l'a point mêlé directement avec le muriate suroxigéné pour en faire l'analyse, parce qu'on auroit craint qu'il ne décomposât en partie ce sel, et n'en dégagéât du gaz acide: pour éviter cet inconvénient, on l'a combiné avec la chaux, en le saturant d'abord avec l'ammoniaque et en versant ensuite un excès de muriate calcaire dans l'oxalate d'ammoniaque. L'oxalate de chaux ainsi obtenu a été lavé à grande eau, puis desséché autant que possible à la chaleur de l'eau bouillante,

et analysé en en calcinant un poids bien déterminé dans un creuset de platine. D'après cette analyse, 100 parties d'oxalate de chaux desséché à la chaleur de l'eau bouillante contiennent:

Acide oxalique.....	61,345
Chaux.....	38,655
	<hr/> 100,000 <hr/>

D'ailleurs, on l'a mis en boulettes comme toutes les substances précédentes, avec le muriate suroxigéné et de l'eau, etc. et on a décomposé ces boulettes dans le tube à la manière ordinaire. Cependant on a été obligé de faire une opération de plus pour cette analyse que pour toutes celles dont on a parlé jusqu'ici. En effet, le muriate suroxigéné en se décomposant a transformé l'acide oxalique en eau et en gaz acide carbonique; mais une portion de celui-ci ayant été retenu par la chaux, il a fallu l'en dégager. Pour cela, la décomposition des boulettes étant faite, on a cassé le tube; on a rassemblé avec soin et facilement toute la matière qui y étoit contenue et qui

n'étoit qu'un mélange de muriate de potasse et de carbonate de chaux avec excès de chaux ; on l'a introduite dans une éprouvette pleine de mercure , après l'avoir enveloppée dans un peu de papier joseph , et on l'a décomposée par une quantité convenable d'acide muriatique étendu d'eau. Enfin , on a mesuré le gaz dégagé , et on a tenu compte de celui que la liqueur pouvoit retenir , en déterminant ce qu'une liqueur entièrement semblable étoit susceptible d'en dissoudre.

Oxalate de chaux décomposé...	1,054
Donc , acide oxalique décomposé...	0,647
Muriate suroxigéné employé , une fois et demie le poids de l'oxalate.	.
Oxigène du muriate.....	0,567
Oxigène de l'acide carbonique...	0,442
Oxigène retrouvé.....	0,452
	<hr/>
	0,894
Oxigène excédant.....	0,327
Carbone de l'acide carbonique...	0,172
Donc , 100 parties d'acide oxalique sont composées de :	

Carbone.....	26,566
Oxigène.....	70,689
Hydrogène.....	2,746
	<hr/>
	100,000

Ou autrement:

Carbone.....	26,566
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire de l'eau.....	22,872
Oxigène excédant.....	50,562
	<hr/>
	100,000

## I X.

### *Analyse de l'acide tartareux.*

439. L'acide tartareux qu'on a analysé avoit été extrait du tartrite de chaux par l'acide sulfurique: mais comme il contennoit encore une portion de cet acide, même après avoir été cristallisé plusieurs fois, on l'a purifié en le dissolvant dans l'eau, faisant chauffer la liqueur, y ajoutant de petites quantités de litharge bien pulvérisée,

jusqu'à ce qu'elle ne précipitât plus le nitrate de barite, y faisant passer un courant de gaz hydrogène sulfuré pour en séparer l'oxide de plomb qu'elle tenoit en dissolution, l'exposant à une douce chaleur pour rassembler le précipité, la filtrant et la faisant évaporer à siccité. Cet acide ainsi obtenu étoit très-pur. On a essayé vainement de le mettre en boulettes avec le muriate suroxigéné de potasse ; aussitôt qu'il étoit exposé à l'air, il en attiroit l'humidité et devenoit visqueux : le mélange le devenoit bien plus encore pour peu qu'on l'humectât, et ne pouvoit pas se mouler. Alors, et craignant d'ailleurs que l'acide tartrave ne décomposât peu à peu le muriate suroxigéné, on l'a combiné avec la chaux en le saturant d'abord d'ammoniaque et le précipitant ensuite par le muriate de chaux. Après avoir bien lavé le tartrite de chaux, on l'a desséché autant que possible à la chaleur de l'eau bouillante, et on l'a analysé en en prenant une quantité bien déterminée et la calcinant dans un creuset de platine. D'après cette analyse qui a été répétée deux fois, 100 parties de tartrite de

chaux, desséchées à la chaleur de l'eau bouillante, sont formées de :

Acide tartareux.....	77,577
Chaux.....	22,425
	100,000

La décomposition du tartrite de chaux par le muriate suroxigéné, étant faite, on a tenu compte de l'acide carbonique absorbé par la chaux, comme dans l'analyse de l'acide oxalique.

Tartrite de chaux décomposé...	1,627
Donc, acide tartareux décomposé..	0,631
Muriate suroxigéné, deux fois le poids du tartrite de chaux.	
Oxigène du muriate.....	0,584
Oxigène de l'acide carbonique...	0,390
Oxigène retrouvé.....	0,324
	0,714

Oxigène excédant..... 0,150  
 Carbone de l'acide carbonique... 0,152  
 Donc 100 parties d'acide ~~oxalique~~ tartareux  
 sont composées de :

Carbone.....	24,050
Oxigène.....	69,321
Hydrogène.....	6,629
	_____
	100,000
	_____

Ou autrement :

Carbone.....	24,050
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire de l'eau.....	55,240
Oxigène excédant.....	20,710
	_____
	100,000
	_____

## X.

### *Analyse de l'acide citrique.*

440. L'acide citrique qu'on a analysé avoit été extrait du citrate calcaire par l'acide sulfurique. Comme il précipitoit légèrement le nitrate de barite, on l'a purifié de la même manière que l'acide tartareux. On a fait sur cet acide les mêmes observations que sur celui-ci ; desséché et exposé à l'air, il en attiroit l'humidité et devenoit

visqueux sur-le-champ; mêlé avec le muriate suroxigéné, il le devenoit bien plus encore pour peu qu'on l'humectât, et ne pouvoit pas être moulé. Par cette raison, et aussi dans la crainte qu'il ne décomposât avec le temps le muriate suroxigéné, on l'a combiné avec la chaux en le sur-saturant d'ammoniaque et le précipitant par le muriate de chaux (1). Le citrate alcalin obtenu a été lavé à grande eau pour enlever tous les sels étrangers; on l'a desséché autant que possible à la chaleur de l'eau bouillante, et on l'a analysé en en calcinant une quantité déterminée dans un creuset de platine.

Ce sel contenoit :

Acide citrique.....	68,830
Chaux.....	31,170
	100,000

(1) Le citrate de chaux ne s'est pas précipité aussitôt que le muriate de chaux a été versé dans le citrate d'ammoniaque alcalin; plus d'un quart-d'heure après, le précipité n'étoit encore que très-foible; il ne s'est opéré abondamment qu'à l'aide de la chaleur.

Après que la décomposition en a été faite par le muriate suroxigéné, on a dégagé l'acide carbonique retenu par la chaux, comme dans les analyses des acides tartareux et oxalique :

Citrate de chaux décomposé . . . . .	0,892
Donc, acide citriq. décomposé . . .	0,614
Muriate suroxigéné, deux fois autant que de sel.	
Oxigène du muriate . . . . .	0,640
Oxigène de l'acide carbonique . . .	0,534
Oxigène retrouvé . . . . .	0,189
	0,723
Oxigène excédant . . . . .	0,083
Carbone de l'acide carbonique . .	0,208
Donc, 100 parties d'acide citrique sont composées de :	
Carbone . . . . .	33,811
Oxigène . . . . .	59,859
Hydrogène . . . . .	6,330
	100,000

Ou autrement:

Carbone . . . . .	33,811
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire l'eau . . . . .	52,749
Oxigène excédant. . . . .	13,440
	100,000

## X I.

### *Analyse de l'acide acétique.*

441. L'acide acétique dont on s'est servi, provenoit de l'acétate de potasse; on l'en avoit extrait en traitant ce sel, à froid, dans une cornue de verre tubulée, par l'acide sulfurique concentré. Il avoit une très-forte odeur de vinaigre radical, et ne contenoit ni acide sulfureux, ni acide sulfurique. Pour en faire l'analyse, on l'a saturé de bârite, en l'étendant d'eau et le faisant chauffer avec un excès de carbonate de cette base jusqu'à ce que la liqueur ne rougit plus le papier de tournesol. Alors, on a filtré cette liqueur, on l'a évaporée, et on a desséché l'acétate autant que possible à la chaleur.

de l'eau bouillante. Ainsi obtenu et desséché, on l'a analysé non pas en le calcinant, parce qu'on n'auroit pas pu chasser par la chaleur tout l'acide carbonique formé, mais en décomposant un poids donné par le sulfate d'ammoniaque. On a opéré sur trente grammes; on les a dissous dans l'eau et précipités par du sulfate d'ammoniaque; ensuite la liqueur surnageante a été décantée, et le précipité encore très-humide et contenant un peu d'acétate et de sulfate d'ammoniaque, a été versé dans un creuset de platine, puis chauffé doucement, et enfin calciné au rouge et pesé: son poids étoit de 25<sup>gr.</sup>,445. Par ce moyen, on n'a rien pu perdre, et on peut regarder comme certain, en admettant dans 100 parties de sulfate de barite 67 de barite et 33 d'acide sulfurique, que 100 parties d'acétate de cette base contiennent:

Acide acétique.....	45,17
Barite.....	56,85
	<hr/>
	100,00

Après que la décomposition de cet

acétate a été faite par le muriate sur-oxigéné, on a dégagé l'acide carbonique retenu par la barite, comme on l'a dégagé de la chaux dans les analyses des acides oxalique, tartareux et citrique, avec cette seule différence que dans ce cas, on a cru devoir pulvériser le mélange de muriate de potasse et de sous-carbonate de barite, parce qu'il étoit à demi fondu et que la cohésion qui unissoit toutes les parties auroit nui à l'effet de l'acide muriatique.

Acétate de barite décomposé.....	1,164
Donc, acide acétique décomposé..	0,5025
Muriate suroxigéné, deux fois autant que de sel.	
Oxigène du muriate.....	0,821
Oxigène de l'acide carbonique...	0,649
Oxigène retrouvé.....	0,186
	0,835
Oxigène excédant.....	0,014
Carbone de l'acide carbonique...	0,252
Donc, 100 parties d'acide acétique sont composées de :	

Carbone.....	50,224
Oxigène.....	44,147
Hydrogène.....	5,629
	<hr/>
	100,000
	<hr/>

Ou autrement:

Carbone.....	50,224
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire l'eau.....	46,911
Oxigène excédant.....	2,865
	<hr/>
	100,000
	<hr/>

## XII.

### *Analyse de la résine de térébenthine.*

442. La résine de térébenthine qu'on a analysée, est celle qu'on trouve dans le commerce; elle étoit très-solide, légèrement brune, très-cassante et absolument sans odeur. On n'a pu la mettre que difficilement en poudre; pour peu qu'elle éprouvât de frottement, elle s'agglutinoit. Mêlée avec le muriate suroxigéné de potasse, elle a

perdu en grande partie cette propriété; en sorte que par ce moyen on a pu en opérer la trituration et la division. Ainsi, on a pesé des quantités convenables de muriate suroxigéné parfaitement réduit en poudre, et de résine pulvérisée autant que possible; on les a versés sur le porphire, et on les a triturés avec une lame flexible de fer jusqu'à ce que le mélange fût parfait. Puis, on les a mis en boulettes et décomposés à la manière ordinaire. Il a fallu une assez grande quantité d'eau pour en faire une pâte; elle s'est bien moulée, et facilement desséchée. Pendant toute l'opération, le tube a été entretenu à une chaleur voisine du rouge-obscur; toutes les boulettes y ont brûlé avec un dégagement extraordinaire de lumière et de chaleur, et sans produire, pour ainsi dire, de gaz hydrogène oxi-carburé. Au bout de quelque temps, on a vu l'eau se rassembler dans le petit tube latéral; elle n'étoit ni acide, ni alcaline: il n'est absolument resté que du muriate de potasse dans le grand tube.

Résine employée.....	0,1112
Muriate suroxigéné, 12 fois au- tant que de résine.	
Oxigène du muriate.....	0,400
Oxigène de l'acide carbonique...	0,217
Oxigène retrouvé.....	0,110
	0,327

Oxigène manquant.....	0,073
Carbone de l'acide carbonique...	0,084
Donc 100 parties de résine sont composées de :	
Carbone .....	75,944
Oxigène.....	13,337
Hydrogène.....	10,719
	100,000

Ou autrement :

Carbone.....	75,944
Oxig. et hydrog. dans les propor- tions nécessaires pour faire l'eau.	15,156
Hydrogène excédant.....	8,900
	100,000

## XIII.

*Analyse de la résine copal.*

443. Le copal qu'on a analysé provenoit de beaux échantillons choisis dans le commerce ; il étoit presque sans couleur et parfaitement transparent. On a éprouvé, pour le mettre en poudre, presque les mêmes difficultés que pour y mettre la résine de térébenthine ; en sorte qu'on s'y est pris de la même manière pour le mêler intimement avec le muriate suroxigéné de potasse. (Voyez 442.) D'ailleurs, on a fait sur ce mélange absolument les mêmes observations que sur celui de résine de térébenthine et de muriate suroxigéné, relativement à sa transformation en pâte, à sa dessication et à la combustion des boulettes en provenant.

Résine employée.....	0,2608
Muriate suroxigéné, 12 fois autant que de résine.	
Oxigène du muriate.....	0,940

Oxigène de l'acide carbonique...	0,515
Oxigène retrouvé .....	0,212
	<hr/>
	0,727
	<hr/>

Oxigène manquant..... 0,213

Carbone de l'acide carbonique... 0,200

Donc 100 parties de copal sont  
composées de :

Carbone.....	76,811
Oxigène.....	10,606
Hydrogène .....	12,583
	<hr/>
	100,000
	<hr/>

Ou autrement :

Carbone.....	76,811
Oxig. et hydrog. dans les propor- tions nécessaires pour faire l'eau. 12,052	
Hydrogène excédant. ....	11,137
	<hr/>
	100,000
	<hr/>

## XIV.

*Analysē de la cire.*

444. La cire qu'on a analysée étoit très-blanche, cassante et pure. Comme il étoit impossible de la pulvériser, on n'a pu la mêler, de même que le sucre, la gomme, etc. avec le muriate suroxigéné de potasse; mais on y est parvenu assez facilement à l'aide d'une douce chaleur. A cet effet, après avoir pesé des quantités convenables de ces deux substances, on les a mises sur un obturateur de verre bien poli que l'on a chauffé de temps en temps; et dès que la cire a commencé à se ramollir, on l'a imprégnée de muriate suroxigéné avec une lame flexible de fer. Bientôt, par ce moyen, la cire a été assez divisée pour pouvoir être triturée, surtout en ayant soin de couper les parties du mélange qui s'agglutinoient. Au bout de deux heures environ, le mélange étant achevé, on en a fait avec de l'eau une pâte que l'on a moulée, mise en boulettes, desséchée et décomposée à la manière ordinaire: on a

observé dans la décomposition de ces boulettes, par le feu, les mêmes phénomènes que dans la décomposition de celles qui sont formées de résine et de muriate sur-oxigéné. ( *Voyez 442.* )

Cire employée. .... 0,1409

Muriate suroxigéné employé, 12  
fois le poids de la cire.

Oxigène du muriate. .... 0,5081

Oxigène de l'acide carbonique. . . . 0,2963

Oxigène retrouvé. .... 0,0886

---

0,5849

---

Oxigène manquant. .... 0,1252

Carbone de l'acide carbonique. . . . 0,1152

Donc 100 parties de cire sont composées de :

Carbone. .... 81,784

Oxigène. .... 5,544

Hydrogène. .... 12,672

---

100,000

---

Ou autrement :

Carbone .....	81,784
Oxig. et hydrog. dans les proportions nécessaires pour faire l'eau.	6,500
Hydrogène excédant.....	11,916
	100,000

*Autre analyse de la cire.*

On a mêlé la cire avec le muriate sur-oxigéné comme dans la première analyse qu'on en a faite ; mais au lieu de mettre le mélange en pâte avec de l'eau, on n'y en a point ajouté, et on l'a moulé en le comprimant fortement, et ne faisant à la fois qu'un petit cylindre capable de tenir dans la cavité de la clef du robinet. Ces petits cylindres n'ont point été arrondis avec les doigts, de crainte d'en enlever de la cire ; on les a portés et décomposés dans le tube, à la manière des boulettes, sans les exposer préalablement à la chaleur de l'eau bouillante. Les résultats qu'on a obtenus sont sensiblement les mêmes que ceux de la première analyse.

## X V.

*Analyse de l'huile d'olive.*

445. L'huile d'olive qu'on a analysée avoit été tirée directement de Provence, et étoit très-pure. D'abord, on a pesé, dans une capsule de verre, le muriate suroxigéné de potasse avec lequel cette huile devoit être mêlée; ensuite on l'a fait tomber goutte à goutte sur ce sel, et de cette manière on a pu s'en procurer facilement une quantité bien déterminée, sans qu'il s'en attachât aux parois de la capsule. Ces diverses pesées étant faites, on a porté le muriate suroxigéné et l'huile sur le porphyre où on les a intimement mêlés avec une lame flexible de fer; enfin, on a moulé le mélange en petits cylindres sans eau, comme on l'a fait pour l'une des analyses de la cire. (*Voyez 444.*) On a introduit et décomposé ces cylindres dans le tube AA', à la manière des boulettes; on a observé, dans cette décomposition, les mêmes phénomènes que dans celle de la résine et de la cire.

Huile employée .....	0,1404
Muriate suroxigéné employé , 13 fois le poids de l'huile.	
Oxigène du muriate .....	0,5157
Oxigène de l'acide carbonique...	0,2788
Oxigène retrouvé .....	0,1126
	0,3914

Oxigène manquant..... 0,1243  
Donc 100 parties d'huiles sont com-  
posées de :

Carbone.....	77,215
Oxigène.....	9,427
Hydrogène .....	13,360
	100,000

Ou autrement :

Carbone.....	77,215
Oxig. et hydrog. dans les propor- tions nécessaires pour faire l'eau.	10,712
Hydrogène excédant, .....	12,075
	100,000

446. Il suit de toutes ces analyses que la composition végétale semble être soumise à trois loix très-remarquables, qu'on peut exprimer ainsi :

#### PREMIÈRE LOI.

Une substance végétale est toujours acide, toutes les fois que dans cette substance l'oxygène est à l'hydrogène dans un rapport plus grand que dans l'eau.

#### DEUXIÈME LOI.

Une substance végétale est toujours résineuse ou huileuse, ou alcoolique, etc. toutes les fois que, dans cette substance, l'oxygène est à l'hydrogène dans un rapport plus petit que dans l'eau.

#### TROISIÈME LOI.

Enfin, une substance végétale n'est ni acide, ni résineuse, et est analogue au sucre, à la gomme, à l'amidon, au sucre de lait, à la fibre ligneuse, toutes les fois que,

dans cette substance, l'oxygène est à l'hydrogène dans le même rapport que dans l'eau.

Ainsi, en supposant, pour un instant, que l'hydrogène et l'oxygène soient à l'état d'eau dans les substances végétales, ce que nous sommes loin de regarder comme vrai, les acides végétaux seront formés de carbone, d'eau et d'oxygène dans des proportions diverses.

Les résines, les huiles fixes et volatiles, l'alcool et l'éther, le seront de carbone, d'eau et d'hydrogène, aussi dans des proportions diverses.

Enfin, le sucre, la gomme, l'amidon, le sucre de lait, la fibre ligneuse, seront seulement formés de carbone et d'eau, et ne différeront encore que par les quantités plus ou moins grandes qu'ils en contiendront.

447. Après avoir ainsi analysé les principales substances végétales, nous devions naturellement essayer l'analyse des substances animales; mais comme celles-ci contiennent de l'azote, il étoit possible que notre méthode d'analyse ne pût pas s'y

appliquer immédiatement : c'est, en effet, ce qui a eu lieu. Toutes les fois que les substances animales sont mêlées avec un excès de muriate suroxigéné de potasse et qu'on chauffe le mélange, il se forme toujours plus ou moins de gaz acide nitreux : il s'en forme d'autant plus que la température est moins élevée, et voilà pourquoi l'acide urique, qui ne contient que peu de principes combustibles, en produit tant qu'il apparoît sous la forme de vapeur rouge ; tandis que la fibrine et l'albumine qui sont très-combustibles et qui, par cette raison, dégagent beaucoup de chaleur, n'en produisent qu'une très-petite quantité (1).

---

(1) Cette observation nous a donné un instant l'espérance de perfectionner les nitrières artificielles, ou plutôt d'en faire sur de nouvelles bases. Sans entrer dans de longs détails à cet égard, il nous suffira de dire pour être compris, qu'on pourroit peut-être produire avec de l'oxide noir de manganèse et les matières animales des effets analogues à ceux qu'on produit avec le muriate suroxigéné, en facilitant la formation de l'acide par la présence d'une base : ce point de vue, quoiqu'éloigné, mérite de fixer l'attention, et nous ne l'abandonnerons qu'après l'avoir bien observé. Il est facile de se rendre

On conçoit d'après cela que si dans l'analyse des substances animales et en général de toutes les substances qui contiennent de l'azote, on employoit un excès de muriate suroxygéné, il en résulteroit de grandes erreurs; mais on conçoit aussi qu'on peut en employer une quantité telle, que ce sel ne soit point en excès, et pourtant en quantité capable de transformer complètement en gaz toute la substance animale. Alors il est évident, qu'il ne se formera ni acide nitreux, ni ammoniaque, et qu'on n'obtiendra que de l'eau, de l'azote, du gaz acide carbonique et du gaz hydrogène oxi-carburé, dont on pourra opérer la séparation: on arrivera même

---

compte de la formation de l'acide nitrique dans ces circonstances; elle tient d'une part à la condensation des élémens qui le constituent, et de l'autre à la présence de l'eau. Cette dernière cause moins puissante que la première, doit néanmoins produire des effets très-réels. On peut en citer pour preuve ce qui se passe dans la re-composition de l'eau: lorsqu'on se sert pour la faire d'un oxygène impur, ou qui contient de l'azote, il y a formation d'acide nitrique, ce qui n'auroit pas lieu s'il ne se formoit pas en même temps de l'eau, ou si les principes de l'acide nitrique n'étoient point en contact avec un corps qui tendit à les réunir.

facilement à des proportions telles qu'on n'obtienne que très-peu de gaz hydrogène oxi-carburé et qu'on obtienne au contraire beaucoup de gaz acide carbonique (1).

---

(1) Pour éviter toutes difficultés, on va indiquer comment on a analysé le gaz provenant de la décomposition des matières animales, par le muriate suroxigéné de potasse.

1°. On a rempli le tube gradué T de mercure et on y a fait passer 180 à 200 parties de ce gaz.

2°. Comme ce gaz ne contenoit que très-peu d'hydrogène oxi-carburé, et que mêlé avec l'oxygène, il n'auroit point détoné par l'étincelle électrique, on y a ajouté tout-à-la-fois environ 80 parties d'oxygène et 40 parties d'hydrogène, pour en rendre la détonation facile et la combustion complète.

3°. On a introduit ce mélange de gaz dont les proportions étoient parfaiteme<sup>t</sup> connues, dans l'eudiomètre à mercure, et on a fait passer une étincelle à travers; il en est résulté que tout le gaz hydrogène et gaz hydrogène oxi-carburé ont été brûlés et transformés en eau et en acide carbonique.

4°. Après avoir mesuré sur le mercure et dans le tube gradué T le résidu gazeux qui étoit un mélange de gaz acide carbonique, de gaz azote et de gaz oxygène, on l'a traité par la potasse caustique pour en déterminer la quantité de gaz acide carbonique; ensuite ayant mêlé le nouveau résidu avec un excès d'hydrogène et l'ayant fait détoner dans un petit eudiomètre à eau, on a eu celle d'azote qui s'y trouvoit contenu. Mais afin de ne point avoir de doute à cet égard, on a cru devoir s'en

Ces proportions se détermineront aisément par des essais préliminaires, au moyen de petites cloches portées à une chaleur voisine du rouge-obscur (1).

---

assurer par une sorte de contre-preuve. En effet, il auroit pu se faire que dans la première détonation, le gaz hydrogène oxi-carburé n'eût point été brûlé tout entier; dès-lors, la portion de ce gaz échappé à la combustion se seroit retrouvée en dernier lieu avec tout l'azote et l'excès de gaz oxygène, et il est évident que dans ce cas, on en auroit conclu une trop grande quantité d'azote, etc. Supposons qu'il en soit ainsi, il sera facile de s'en apercevoir; car, si on recherche à la fin de l'analyse quelle est la quantité d'hydrogène avec laquelle l'azote reste mêlé, on verra qu'elle est plus grande qu'elle ne doit être. Ce sera une preuve que l'analyse ne vaut rien, et doit être répétée en mêlant avec les gaz provenant des matières animales plus de gaz oxygène qu'on n'y en a mis d'abord.

(1) On pèse deux à trois décigrammes de substance animale pulvérisée; on les mêle intimement sur un porphyre, avec trois fois leur poids de muriate suroxigéné de potasse; et on en projette une portion dans une petite cloche portée à une chaleur rouge-obscur. Si le résidu est noir, on en conclut que le mélange ne contient point assez de muriate suroxigéné et on en fait une autre avec une portion de substance animale et quatre parties de sel. Si, en chauffant subitement ce nouveau mélange comme le premier, on obtient un résidu blanc, on en conclut qu'il contient peut-être une trop grande quantité de muriate. Alors on en fait un troisième avec

Cette analyse n'est donc pas plus difficile à faire que celle des substances végétales; on y procède absolument de la même manière, et nous n'avons aucune observation à faire à cet égard, si ce n'est sur la réduction en poudre de la substance animale et sur son mélange avec le sel. Il faut la dessécher au degré de l'eau bouillante pendant long-temps, la broyer, puis la dessécher de nouveau et la broyer encore, et ainsi de suite jusqu'à trois et quatre fois: alors, après avoir pesé une certaine quantité de cette substance et de muriate suroxigéné, on les triture sur le porphyre pendant une heure au moins avec une lame flexible de fer; on

---

une partie de substance animale et quatre parties moins un quart de muriate suroxigéné. Si le résidu provenant de celui-ci est légèrement gris, on pourra composer le mélange qu'on analysera, avec une partie de substance animale et tout près de quatre parties de muriate suroxigéné; à coup sûr ce mélange ne produira ni acide nitrique ni ammoniaque: d'ailleurs, on a soin comme on l'a déjà recommandé pour les substances végétales de maintenir toujours le fond du tube à un degré de chaleur, voisin du rouge-obscur. On pourra même s'en convaincre d'avance en projetant successivement plusieurs portions du mélange dans ce tube, et en exposant, à la vapeur du produit, des papiers mouillés bleus et rouges.

humecte le mélange, on le moule, on le met en boulettes, etc. etc. (*Voyez ce qu'on a dit à cet égard 425.*)

C'est ainsi que nous nous y sommes pris pour analyser les quatre matières animales les plus communes dans les animaux, et celles qui par conséquent y jouent le plus grand rôle. Ces quatre matières sont : la fibrine, l'albumine, la gélatine et la matière caséeuse. Voici le résultat de ces analyses avec quelques observations sur chacune d'elles.

## I.

### *Analyse de la fibrine.*

448. La fibrine qu'on a analysée provient du sang de bœuf encore chaud ; on l'en avoit extraite en le battant avec des branches de bouleau, et en lavant à grande eau toutes les fibres qui s'étoient bientôt attachées à ces branches. Cette fibrine étoit parfaitement blanche ; en la desséchant, elle a beaucoup perdu de son poids et de son volume, et s'est légèrement colorée sans néanmoins se décomposer. En en calcinant

seize grammes, dans un creuset de platine, on n'a obtenu qu'un résidu de deux déci-grammes dont on a tenu compte. Les boulettes qu'on en a faites avec le muriate suroxigéné de potasse , ont pris peu de cohérence et se sont enflammées vivement à une assez basse température. La flamme provenant de cette combustion sembloit si vive , qu'on étoit tenté de la comparér à celle d'un mélange de résine et de muriate suroxigéné : en même temps qu'elle avoit lieu , il se dégageoit beaucoup de gaz , des vapeurs abondantes , et l'on voyoit se condenser , dans le tube latéral BB' , planche 6 , fig. 1 , de l'eau à peine colorée. Enfin , après que toutes les boulettes étoient décomposées , on trouvoit dans le tube une masse saline qui étoit fondue et blanche; qui , jetée sur les charbons , n'en activoit nullement la combustion , et qui n'étoit autre chose que du muriate de potasse.

Fibrine décomposée ..... 0,3832  
Muriate suroxigéné employé , 4  
fois le poids de la fibrine.

Oxigène de muriate.....	0,5570
Oxigène ajouté.....	0,0906
	<hr/>
	0,6476
	<hr/>

Oxigène de l'acide carbonique...	0,5258
Oxigène manquant.....	0,1218
Carbone de l'acide carbonique..	0,2045
Azote obtenu.....	0,0764
Donc 100 parties de fibrine sont composées de :	
Carbone.....	53,360
Oxigène .....	19,685
Hydrogène.....	7,021
Azote.....	19,934
	<hr/>
	100,000
	<hr/>

Ou autrement :

Carbone.....	53,360
Oxig. et hydrog. dans les propor- tions nécessaires pour faire l'eau.	22,369
Hydrogène excédant.....	4,337
Azote.....	19,934
	<hr/>
	100,000
	<hr/>

## II.

*Analyse de l'albumine.*

449. L'albumine qu'on a analysée n'étoit autre chose que le blanc d'œuf desséché autant que possible à la chaleur de l'eau bouillante. Ainsi desséchée, on en a calciné seize grammes, et on a obtenu un résidu de 0<sup>gr.</sup>,976, dont on a tenu compte. Mise en boulettes avec le muriate suroxigéné de potasse, ~~et~~ décomposée comme on l'a dit précédemment, elle a offert absolument les mêmes phénomènes que la fibrine.

Albumine décomposée..... 0,4021  
 Muriate suroxigéné employé,  $3\frac{1}{2}$   
 fois le poids de l'albumine.

Oxigène du muriate.....	0,5354
Oxigène ajouté.....	0,1002
	—————
	0,6356

Oxigène de l'acide carbonique...	0,5468
Oxigène manquant.....	0,0888
Carbone de l'acide carbonique...	0,2126

Azote obtenu..... 0,0631

Donc 100 parties d'albumine sont  
composées de :

Carbone .....	52,883
Oxigène.....	23,872
Hydrogène.....	7,540
Azote.....	15,705
	100,000

Ou autrement :

Carbone.....	52,883
Oxig. et hydrog. dans les propor- tions nécessaires pour faire l'eau.	27,127
Hydrogène excédant. ....	4,285
Azote. ....	15,705
	100,000

### III.

#### *Analyse de la matière caséeuse.*

450. La matière caséeuse que l'on a ana-  
lysée provenoit de lait coagulé naturelle-

ment, et avoit été lavée à grande eau. La dessiccation et la réduction en poudre en ont été longues et difficiles. (*Voyez* 446 comment on dessèche et pulvérise les matières animales.) Seize grammes de cette matière se sont réduits, par la calcination, à 0<sup>gr.</sup>,704, dont on a tenu compte. Mise en boulettes avec le muriate suroxigéné de potasse, et décomposée, elle a offert les mêmes phénomènes que la fibrine et l'albumine.

Matière caséeuse décomposée. . . . . 0,3480

Muriate suroxigéné employé, 4  
fois le poids de la matière ca-  
séeuse.

Oxigène du muriate. . . . . 0,5225

Oxigène ajouté. . . . . 0,1624

---

0,6849

---

Oxigène de l'acide carbonique. . . . . 0,5349

Oxigène manquant. . . . . 0,1500

Carbone de l'acide carbonique. . . . . 0,2080

Azote obtenu. . . . . 0,0744

Donc 100 parties de matière cā-  
séeuse sont composées de :

Carbone. . . . .	59,781
Oxigène. . . . .	11,409
Hydrogène. . . . .	7,429
Azote. . . . .	21,381
	<hr/>
	100,000

Ou autrement :

Carbone . . . . .	59,781
Oxig. et hydrog. dans les propor- tions nécessaires pour faire l'eau.	12,964
Hydrogène excédant . . . . .	5,874
Azote. . . . .	21,381
	<hr/>
	100,000

#### IV.

##### *Analyse de la gélatine.*

451. La gélatine que l'on a analysée pro-  
venoit de la colle de poisson ; on a fait dis-  
soudre à chaud cette colle , on l'a filtrée ,  
évaporée à siccité , et desséchée autant que  
possible à la chaleur de l'eau bouillante ;

ensuite on l'a triturée dans un mortier de laiton bien propre, et tamisée : la poudre qui a passé à travers le tamis, ayant été desséchée de nouveau, on en a pesé une certaine quantité ; on a pesé en même temps une quantité convenable de muriate suroxigéné ; on a essayé d'opérer le mélange de ces deux substances sur le porphyre ; mais voyant qu'on ne pouvoit le faire que très-imparfaitement, on les a mises dans une petite capsule de verre, avec un peu d'eau ; on les y a chauffées et agitées pendant long-temps ; puis on les a amenées, par la chaleur, à un degré de consistance telle qu'on a pu les mettre en boulettes, en en roulant de petites portions entre les doigts. Ces boulettes une fois faites ont été desséchées à la chaleur de l'eau bouillante, et décomposées dans le tube AA', pl. 6, fig. 1, à la manière ordinaire. On a observé dans cette décomposition, les mêmes phénomènes que dans celle de la fibrine par le muriate suroxigéné.

Gélatine décomposée. . . . . 0,4616  
 Muriate suroxigéné empl., 4 fois  
 le poids de la gélatine.

Oxigène du muriate. . . . .	0,6626
Oxigène ajouté. . . . .	0,0480
	<hr/>
	0,7106

Oxigène de l'acide carbonique . .	0,5683
Oxigène manquant. . . . .	0,1425
Carbone de l'acide carbonique . .	0,2210
Azote obtenu. . . . .	0,0894
<b>Donc 100 parties de gélatine sont</b>	
<b>composées de:</b>	

Carbone. . . . .	47,881
Oxigène. . . . .	27,207
Hydrogène. . . . .	7,914
Azote. . . . .	16,998
	<hr/>
	100,000

Ou autrement:

Carbone. . . . .	47,881
Oxig. et hydrog. dans les propor-	
tions nécessaires pour faire l'eau. .	30,917
Hydrogène excédant. . . . .	4,204
Azote. . . . .	16,998
	<hr/>
	100,000

452. Lorsqu'on examine avec quelque attention ces résultats, on voit d'abord que ces substances animales sont toutes très-charbonnées, et plus que ne le sont le sucre, la gomme; que l'hydrogène est en excès dans toutes par rapport à l'oxygène; enfin, que plus il y a d'hydrogène en excès, par rapport à l'oxygène, et plus elles contiennent d'azote. On voit même que ces deux corps, savoir: l'excès d'hydrogène et l'azote, ne s'éloignent que très-peu des proportions qui constituent l'ammoniaque. Or, si on fait attention, d'une part, que l'on trouve en général un peu plus d'hydrogène qu'il n'en faut pour constituer cet alcali; et que d'autre part, toutes les petites erreurs dont est susceptible l'expérience, tendent à augmenter la quantité d'hydrogène, il sera permis de soupçonner que ce rapport existe.

En l'admettant, les matières animales, telles que la fibrine, l'albumine, la gélatine, la matière caséuse et autres semblables, seroient composées de charbon, d'une certaine quantité d'oxygène et d'hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire

l'eau, et d'une certaine quantité d'hydrogène et d'azote dans les proportions nécessaires pour faire l'ammoniaque. Ces substances correspondroient donc, pour le rang qu'elles tiendroient parmi les substances animales, au rang qu'occupent le sucre, la gomme, le bois, etc. parmi les substances végétales. Car de même que les principes gazeux de celles-ci, savoir : l'hydrogène et l'oxygène, seroient en telle quantité qu'ils pourroient se saturer et former de l'eau ; de même, les principes gazeux de celles-là, savoir : l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, pourroient aussi se saturer et former de l'eau et de l'ammoniaque, de manière que dans les unes et les autres, le carbone, seul principe fixe qu'elles contiendroient, ne jouiroit d'aucune propriété relative à cette saturation. Si nous nous laissons guider par l'analogie, qui est ici trop frappante pour ne pas l'apercevoir, nous comparerons sous ce point de vue les acides animaux aux acides végétaux, et les graisses animales, s'il en est qui contiennent de l'azote, aux résines, huiles végétales, etc. : par conséquent, les acides animaux, tels que l'acide urique,

devront être formés de charbon, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote, dans des rapports tels que l'oxygène et l'azote soient en excès par rapport à l'hydrogène, et les graisses animales seront dans un cas contraire; c'est-à-dire qu'elles contiendront plus d'hydrogène qu'il n'en faut pour convertir leur oxygène et leur azote en eau et en ammoniaque. Quoique nous n'ayons point fait d'expériences précises à cet égard, nous sommes convaincus qu'il en est ainsi, et que par conséquent les substances animales peuvent être comme les substances végétales, partagées en trois grands ordres, relativement aux quantités d'hydrogène, d'oxygène et d'azote qu'elles contiennent.

453. Maintenant, présentons dans un tableau tous les résultats analytiques que nous avons obtenus, et ensuite cherchons à en tirer les conséquences qui en découlent évidemment.

## PREMIER TABLEAU

*Contenant la proportion des principes de quinze substances végétales.*

Substance analysée.	Carbone contenu dans cette substance.	Origène contenu dans cette substance.	Hydrog. contenu dans cette substance.	Oxig. excéd.		
				Carbone.	Eau.	Ou en supposant que l'oxigène et l'hydrog. soient à l'état d'eau dans les substances végétales.
Sucre.....	42,47	50,63	6,90	42,47	57,53	0
Gomme arabiq.	42,25	50,84	6,93	42,23	57,77	0
Amidon.....	43,55	49,68	6,77	43,55	56,45	0
Sucre de lait.....	.....	.....	.....	.....	.....	0
Chêne.....	52,53	41,78	5,69	52,53	47,47	0
Hêtre.....	51,45	42,73	5,82	51,45	48,55	0
Acid. muqueux.	33,69	62,67	3,62	33,69	30,16	36,15
Acid. oxalique..	26,57	70,69	2,74	33,57	22,87	50,56
Acid. tartareux.	24,05	69,32	6,63	24,05	55,24	20,71
Acid. citrique. .	33,81	59,86	6,33	33,81	52,75	13,44
Acid. acétique. .	50,22	44,15	5,63	50,22	46,91	2,87
					Hydrog. excéd.	
Résine de téréb.	75,04	13,34	10,72	75,94	15,16	8,90
Copale.....	76,81	10,61	12,58	76,81	12,05	11,14
Cire.....	81,79	5,54	12,67	81,79	6,30	11,91
Huile d'olives. .	77,21	9,43	13,36	77,21	10,71	12,08

## DEUXIÈME TABLEAU

*Contenant la proportion des principes des quatre substances animales les plus communes.*

Substance analysée.	Carbo. contenu dans cette substance.	Orig. contenue dans cette substance.	Hydrogén. cont. dans cette substance.	Azote contenu dans cette substance.	Ou bien en supposant que l'oxygène et l'hydrogène soient à l'état d'eau, et l'hydrogène et l'azote à l'état d'ammoniaque dans les substances animales.			Azote excédant ou manquant.
					Carbone.	Eau.	Ammoniaq.	
Fibrine.....	53,360	19,865	7,021	19,934	53,360	22,369	23,463	+0,808
Albumine.....	52,883	23,872	7,540	15,705	52,883	27,127	23,182	-3,191
Casséum.....	59,781	11,409	7,429	21,381	59,781	12,964	31,778	-4,623
Gélatine.....	47,881	27,207	7,914	16,998	47,881	30,917	22,743	-1,541

454. Les conséquences qu'on peut tirer de ces divers résultats sont très-nOMBREUSES; nous ne citerons que les plus évidentes.

1°. Depuis long-temps on agite la question de savoir si l'eau ou ses principes tout entiers sont fixés dans l'acte de la végétation. Déjà Théodore de Saussure l'a conclu de ses expériences. (*Recherches chimiques sur la végétation*, page 225.) (1) On ne peut plus en douter, puisque les matières qui composent principalement la masse d'un végétal contiennent du charbon, plus de l'oxygène et de l'hydrogène dans le rapport où ils sont dans l'eau; ainsi, l'eau portée dans les végétaux se combine d'une manière quelconque avec le charbon qu'elle y rencontre, et en constitue presque toutes les couches. Si donc il nous étoit donné de pouvoir unir ces deux corps en

---

(1) Sennebier et Ingenhoutz ont aussi fait des expériences qui portent à croire que l'eau ou ses principes tout entiers sont fixés dans l'acte de la végétation. Elles sont antérieures à celles de Saussure, mais elles sont beaucoup moins concluantes. (Voyez *Phys. végétale* de Sennebier, et *Recherches chimiques sur la végétation*, par Saussure.)

toute proportion , et d'en rapprocher convenablement les molécules , nous ferions à coup sûr toutes les substances végétales , telles que le sucre , la fibre végétale , la gomme , etc. qui tiennent le milieu entre les acides et les résines.

Mais puisque le bois , le sucre , etc. contiennent des quantités d'hydrogène et d'oxygène , dans le même rapport que l'eau , il se présente une question dont la solution seroit tout à la fois très-curieuse et très-utile. C'est de rechercher si le degré de condensation de l'hydrogène et de l'oxygène ne seroit pas le même dans ces substances que dans l'eau ; et par conséquent , si toute la chaleur qu'elles donnent en brûlant , ne provient pas uniquement du charbon qu'elles contiennent. On parviendroit à résoudre cette question en brûlant dans le calorimètre un poids donné de ces substances comparativement à un poids donné de charbon. Cette expérience seroit surtout très-intéressante en la faisant sur les diverses espèces de bois , d'autant plus que les résultats qu'on obtiendroit auroient tout à la fois un degré d'utilité réelle pour la théorie et

pour les arts. Nous espérons être bientôt dans le cas de présenter un travail de ce genre à la classe (1).

2°. On a admis jusqu'à présent, comme une vérité démontrée, qu'en traitant le sucre par l'acide nitrique, on ne lui enlevoit que de l'hydrogène et du carbone, et

---

(1) Ce travail vient d'être fait et de nous être communiqué par deux de nos amis, MM. Clément et Desormes. On trouve dans le tableau suivant les résultats auxquels ils sont parvenus.

Espèce de combustible employée.	Quantité de combust. empl.	Quantité de glace fondue.
Charbon de bois...	1 kil.	93 kil. 50.
Charbon de terre de diverses qualités.	1	61,33 à 74,66.
Tourbe de diverses qualités .....	1	16,00 à 22,66.
Bois .....	1	30,00.

Il suit de-là que le bois ne produit pas tout-à-fait les deux tiers de la chaleur que le charbon qu'il contient est susceptible de produire; car cent parties de bois contiennent entre 51 et 52 de charbon, c'est-à-dire, une quantité de charbon capable de faire fondre une quantité de glace équivalente à près de 48 fois la quantité de bois, employée.

qu'à une certaine époque de l'opération, tout son oxygène se trouvoit combiné avec une telle quantité de ces deux corps combustibles qu'il en résultoit de l'acide oxalique. Examinons si cela est bien certain. Cent parties de sucre contiennent 42,47 de charbon, 50,63 d'oxygène, et 6,90 d'hydrogène; cent parties d'acide oxalique contiennent 26,57 de carbone, 70,69 d'oxygène, 2,74 d'hydrogène: donc il y a autant d'oxygène dans cent parties de sucre que dans 71,62 d'acide oxalique sec. Mais il est probable qu'en traitant cent parties de sucre par l'acide nitrique, on n'obtient pas 71,62 d'acide oxalique sec: par conséquent, s'il en ainsi, un certain nombre de parties d'oxygène de ces cent parties de sucre, sont employées à toute autre chose qu'à faire de l'acide oxalique: quelques-unes entrent dans la composition d'un peu d'acide acétique qui se forme dans l'opération; et d'autres, peut-être, se combinent avec l'hydrogène du sucre même, et forment de l'eau. On peut faire de semblables observations sur toutes les autres substances végétales qu'on traitera par l'acide nitrique, et toujours il sera fa-

cile de se rendre compte de tout ce qui aura lieu dans toutes ces opérations, si on en rassemble avec soin les produits, et si on examine dans le tableau ci-joint (452) la proportion des principes qui les constituent.

3°. Le sucre, le sucre de lait, la gomme, l'amidon, le bois, etc. étant formés de carbone, d'oxygène et d'hydrogène, et contenant ces deux derniers principes dans le même rapport que les contient l'eau elle-même, il est extrêmement probable qu'en les traitant à froid par l'acide sulfurique concentré, il en résulte seulement de l'eau et du carbone, qui peut-être retient encore un peu d'hydrogène et d'oxygène; cette probabilité tient à ce que l'acide sulfurique concentré détermine certainement dans ce cas une formation d'eau. Il doit nécessairement se former d'autres produits que ceux-ci, lorsqu'au lieu de sucre, on expose à l'action de l'acide sulfurique concentré, une substance végétale oxygénée ou hydrogénée, c'est-à-dire, acide ou huileuse: car en supposant qu'il se fasse de l'eau, il y a dans le premier cas un excès d'oxygène, et dans le second un excès d'hydrogène. Il

seroit facile , en réunissant les produits , de déterminer ce qui se passe.

4°. Des cinq acides végétaux que nous avons examinés , et probablement de tous ceux qui existent , l'acide oxalique est celui qui contient le plus d'oxygène , l'acide acétique est au contraire celui qui en contient le moins. On savoit depuis long-temps que l'acide oxalique étoit très-oxygéné , mais on croyoit aussi , et il passoit pour certain , que l'acide acétique l'étoit également beaucoup et même plus que l'acide oxalique ; enfin on regardoit la formation de l'acide acétique comme le dernier terme de l'acidification végétale , en sorte que cet acide n'auroit dû exiger que quelques parties d'oxygène pour être transformé en eau et en acide carbonique. Cependant en considérant les différentes circonstances dans lesquelles il se forme , on auroit dû s'en faire une idée tout opposée. C'est l'acide dans lequel se transforment le plus facilement toutes les matières végétales et même toutes les substances animales ; soit qu'on les distille , soit qu'on leur fasse éprouver la fermentation putride , il se produit beaucoup d'acide acétique ; il

en est de même lorsqu'on les traite par les acides, et surtout par les acides nitrique et sulfurique; et il est probable que le même résultat a lieu lorsqu'on les traite par les alcalis. C'est encore cet acide qui se forme à la suite des mauvaises digestions, et tout le monde sait que le meilleur moyen pour l'obtenir est de mettre en contact avec l'air, à une température convenable, les sucs auxquels on a fait subir la fermentation spiritueuse. Comment toutes ces transformations, et surtout celle du vin en vinaigre, auroient-elles lieu, sans qu'il en résultât d'acide intermédiaire, si l'acide acétique étoit le plus oxigéné. Il faut avouer qu'on ne le concevroit que difficilement: au lieu qu'étant au contraire le moins oxigéné, c'est celui qui doit se faire d'abord; et par conséquent il est naturel qu'il s'en produise toutes les fois qu'on trouble l'équilibre qui existe entre les principes constituans d'une substance végétale non acide.

Ce qui rend cette formation plus évidente et plus facile à concevoir encore, c'est que l'acide acétique qui ne contient que quelques centièmes d'oxigène en excès, par rapport

à l'hydrogène, renferme beaucoup de charbon, d'où il suit qu'en enlevant un peu d'hydrogène à la plupart des substances végétales et animales, on doit former beaucoup d'acide acétique : de là vient évidemment que ces substances passent en partie si facilement à cet acide, par le contact de l'air, et que probablement on obtiendroit le même résultat en les traitant par de petites quantités d'acide nitrique.

5°. La fibrine, l'albumine, la gélatine, la matière caséeuse, et toutes les matières animales analogues, etc. passeroient à l'état de résine ou de matière grasse, si on en séparoit l'azote; on s'en convaincra facilement en prenant, pour exemple, la matière caséeuse. Cette matière contient sur cent : carbone 59,781; oxygène 11,409; hydrogène 7,429; azote 21,381. Or, qu'on retranche cette quantité d'azote, et qu'on admette que les trois autres principes restent unis, il en résultera une substance qui sera sensiblement formée de 76 de carbone, 14,5 d'oxygène, et de 9,5 d'hydrogène; et qui, par conséquent, différera à peine de la résine de téribenthine, puisque celle-ci

est formée de 75,94 de carbone, 13,34 d'oxygène, et de 10,72 d'hydrogène.

6°. Enfin, lorsque l'analyse de toutes les substances végétales et animales sera faite, on pourra suivre et expliquer toutes les transformations qu'elles éprouveront, soit naturellement, soit artificiellement, ou connaître la nature et la quantité des principes qu'elles cèdent et absorbent dans ces transformations; ce qui doit nécessairement avoir une grande influence sur les progrès de la chimie, et peut-être même de la physiologie, végétales et animales.

---

## R A P P O R T

*Fait à la classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut, par M. Berthollet, au nom d'une commission composée de MM. Laplace, Monge, Chaptal, Haüy et Berthollet.*

---

Les recherches physico-chimiques dont nous allons entretenir la classe par ses ordres, ont pour objet des substances, des propriétés, des phénomènes nouveaux qui semblent constituer une science particulière, élevée sur l'ancienne physique et l'ancienne chimie.

Cet élan de la science partit des observations de MM. Hisinger et Berzelius, qui firent voir que lorsque l'électricité voltaïque passe à travers un liquide, les principes de ce liquide et ceux des substances qui peuvent

y être dissoutes, se séparent, de manière que quelques-uns viennent se réunir autour du pôle positif et les autres autour du pôle négatif, et que les corps inflammables, les alcalis et les terres se portent au pôle négatif, pendant que l'oxygène, les acides et les corps oxidés passent au pôle positif.

M. Davy saisit ce fil, approfondit les effets de la pile voltaïque sur les substances composées que l'on expose à son action, en agrandit les effets et parvint par ce moyen à des résultats brillans et inattendus.

L'éclat de ses découvertes excita la curiosité et le zèle de tous les physiciens ; mais à cette époque, on ne se flattoit de parvenir à d'autres effets remarquables que par l'action d'une pile de grandes dimensions et par conséquent très-dispendieuse : la munificence de sa Majesté procura à l'école polytechnique les moyens de construire cet instrument, qui fut confié à MM. Gay-Lussac et Thénard.

Ils réunissent dans l'ouvrage dont nous nous occupons, les découvertes qu'ils ont successivement communiquées à l'Institut : ils ont lié ces parties éparses et y ont ajouté

des observations et des discussions. Le vif intérêt qu'a inspiré chaque partie isolée rendroit inutile le soin que nous aimeraions à prendre, de faire ressortir les différens mérites d'un ouvrage si fécond en découvertes intéressantes ; mais nous avons cru qu'il seroit avantageux d'en tracer un précis, qui pût donner à ceux qui ne s'occupent pas particulièrement de la chimie et qui ne sont pas familiarisés avec ses procédés, une connoissance suffisante des résultats qu'il renferme.

Une grande partie des expériences de MM. Gay-Lussac et Thénard avoit un objet commun avec les recherches que M. Davy poursuivoit avec autant d'ardeur que de sagacité, et il a dû souvent arriver que les mêmes observations se sont présentées à M. Davy et à ses concurrens : la certitude des faits gagne alors par un double témoignage, et les différences qui se trouvent dans les observations donnent lieu à des discussions utiles ; mais la propriété du génie ne peut souffrir aucune atteinte, d'autant plus que les dates des découvertes respectives ont été consignées devant la Société royale et de-

vant l'Institut, et qu'elles sont rappelées avec soin dans l'ouvrage de MM. Gay-Lussac et Thénard. Si nous omettons de rappeler sur chaque objet ce qui est dû à M. Davy, notre intention n'est point d'atténuer le mérite de ses découvertes, et sans doute lui-même ne le supposera pas.

L'ouvrage est divisé en quatre parties qui forment deux volumes.

Les auteurs décrivent d'abord la construction des piles dont ils se sont servis, et particulièrement de la plus grande qui étoit composée de 600 paires formant une surface de 600 mètres carrés: ils font connoître les manipulations qu'elles exigent; ils passent ensuite aux expériences qu'ils ont faites pour déterminer les causes qui font varier l'énergie de la batterie, dans le dessein de reconnoître les circonstances favorables ou désavantageuses aux expériences qu'ils devoient tenter; d'ailleurs, ce genre de recherches ne leur promettoit pas des résultats importans par eux-mêmes, parce que M. Davy et d'autres physiciens l'avoient presque épuisé.

Ils distinguent l'énergie électrique d'une

pile, qui se mesure par la tension, de l'énergie chimique, dont les effets paroissent dépendre en grande partie de la conductibilité plus ou moins grande des liquides. C'est cette énergie dont il leur importoit de déterminer les causes : ils ont pris pour mesure comparative des effets, la quantité de gaz qui se dégage de l'eau dans chaque circonstance, et ils ont trouvé que cette quantité qui est presque nulle, lorsque le liquide est de l'eau pure et récemment bouillie, augmente selon les mélanges que l'on fait non-seulement dans le liquide que l'on introduit dans les auges, mais aussi dans le récipient où l'on réunit les fils de platine qui partent des deux extrémités de la pile.

Ils ont donc observé que l'effet étoit accru, non-seulement par la nature du liquide employé dans les auges, mais aussi par celui que contenoit le récipient, qu'il devoit y avoir un rapport entre ces deux liquides pour obtenir le plus grand effet, et que les acides et quelques sels neutres produisent séparément un effet beaucoup moins considérable, que lorsqu'on les réunit dans le liquide. La longueur de la partie des fils

métalliques conducteurs qui étoient plongés dans le liquide où le circuit étoit établi, a aussi contribué à l'effet. La force de la pile mesurée par la quantité de gaz que l'on obtient est bien éloignée de croître dans le même rapport que le nombre des paires de disques ; d'où il suit que dans plusieurs cas il est préférable, pour produire une décomposition chimique, de n'employer que de petites piles séparées, au lieu d'en enchaîner l'action ; cependant on doit employer des piles composées d'un grand nombre de disques, lorsqu'il s'agit de séparer des éléments qui ne peuvent céder qu'à une force répulsive considérable ou lorsque le corps qu'on doit dégager se détruit facilement par le contact de l'air, et exige par là que l'opération soit prompte.

Il étoit surtout important de reconnoître l'influence de la surface des disques métalliques : la comparaison de deux piles égales par le nombre des disques, mais différentes par leur surface, a fait voir que les effets sont à peu près proportionnels à ces surfaces.

M. Vilkinson s'étoit occupé de mesurer

les effets de la pile; mais au lieu de les comparer par la quantité de gaz qu'elle dégage d'un liquide dans lequel plongent les deux fils conducteurs , il les avoit estimés par la longueur de fil d'acier qu'elle peut brûler à chaque contact , en faisant varier la surface seule des disques , ou leur nombre et leur surface : ses expériences donnent pour résultat que la longueur des fils qui peuvent être brûlés par deux piles formées de disques égaux en nombre et différens en surface , est comme le cube de ces surfaces.

Les auteurs remarquent que leur procédé a l'avantage de rendre sensible l'action de la pile , lorsque celui de M. Vilkinson ne donne aucune indication ; car une pile foible peut dégager du gaz, pendant qu'elle ne produit pas de combustion dans un fil d'acier ; mais ils n'expliquent pas d'où vient la grande différence qui se trouve entre leurs résultats et ceux de M. Vilkinson.

Ils terminent leurs recherches sur l'action même de la pile par la comparaison entre les effets chimiques et la tension électrique d'une pile montée avec divers liquides , et ils concluent de leurs expé-

riences, que l'énergie chimique d'une pile, dépend de sa tension, de la conductibilité des liquides avec lesquels on la charge et de leur facile décomposition.

Après ces recherches préliminaires sur l'énergie de la pile, les auteurs passent à la description des effets qu'ils ont obtenus en exposant divers corps à l'action de leur grande batterie composée de 600 paires de disques, et chargée avec de l'eau qui tenoit en dissolution neuf à dix centièmes de muriate de soude et  $\frac{1}{7}$  d'acide sulfurique concentré. Mais ils avouent qu'ils n'ont pu recueillir de l'action de cette grande batterie qu'un petit nombre d'observations, parce que les piles à petits disques produisent les mêmes effets que les piles à grands disques.

Néanmoins ils remarquent que la commotion que donne leur grande batterie est insupportable pour celui qui la reçoit, mais qu'elle n'est pas sensible au milieu d'une chaîne formée de quatre à cinq personnes, ce qui la distingue d'une commotion produite par une bouteille de Leyde. Une autre singularité, c'est que la commotion produite par une pile composée d'un

nombre égal de disques, mais d'une surface beaucoup plus petite, ne laisse pas apercevoir de différence marquée avec celle de la pile composée de disques à grande surface. Malgré la puissance de la grande pile, il ne se dégage qu'une quantité de gaz à peine appréciable, de l'eau où se réunissent les fils conducteurs, si elle est bien pure; mais il s'en dégage de grandes quantités pour peu qu'elle contienne d'acide.

La potasse et la soude exposées à la grande batterie se décomposent avec rapidité, mais la substance qui en résulte brûle à mesure, et vingt minutes après que la batterie a été chargée, on n'obtient plus de décomposition des alcalis, quoique les commotions qu'elle donne soient excessivement fortes, et que sa tension n'ait pas changé; cependant on opère facilement cette décomposition avec une pile récemment chargée de quatre-vingts paires, vingt fois plus petites que celles de la grande batterie.

La baryte fondue donne des étincelles qui s'élancent de sa surface vers le fil négatif, et qui disparaissent en formant une fumée très-âcre et très-dangereuse à respirer. Si l'on

établit, au moyen du mercure, une communication entre la baryte et le fil négatif, on obtient promptement un amalgame qui décompose l'eau avec effervescence et la rend alcaline; mais une pile de cent paires, de sept à huit centimètres de côté, est suffisante pour cette décomposition.

La strontiane et la chaux n'ont donné que des signes douteux de décomposition, mais elles ont formé des amalgames au moyen du mercure; la magnésie, plus rebelle, n'a pas même formé d'amalgame, et n'a montré que de faibles indices de décomposition.

Nous abandonnons les effets particuliers d'une pile à grandes dimensions, pour observer ceux que peuvent produire des piles ordinaires.

Les expériences que MM. Gay-Lussac et Thénard ont faites sur la production d'un amalgame, par l'ammoniaque et les sels ammoniacaux, méritent une attention particulière, parce qu'elles les conduisent sur la nature de cet amalgame, à des conclusions différentes de celles de M. Davy. Cet amalgame singulier s'obtient par deux procédés; dans l'un, on soumet à l'action de la pile,

le carbonate ou tout autre sel ammoniacal en contact avec un peu de mercure, de manière que le fil métallique qui communique avec le pôle négatif soit en contact avec le mercure, et le pôle positif avec le sel. A peine l'action voltaïque commence-t-elle, que l'on voit le mercure augmenter considérablement de volume, et s'épaissir bien-tôt au point de former un solide mou qui ressemble à l'amalgame mou de zinc. Dans l'autre procédé, qui est dû à M. Davy, on verse une combinaison liquide de mercure et de *potassium* dans une petite coupelle de sel ammoniac, légèrement humectée; l'amalgame se forme, s'épaissit, et prend un volume six à sept fois plus considérable que celui qu'il avoit. Ces deux amalgames ont cependant quelques différences; le premier commence à se décomposer, dès qu'il est soustrait à l'action électrique; le second n'a pas exactement les mêmes proportions, et il est plus permanent.

Cette combinaison a conduit MM. Berzelius, Pontin et Davy à une opinion qui a droit de surprendre. L'analogie de cet amalgame, avec celui que l'on fait avec le *potas-*

*sium* et le *sodium*, a suffi pour leur faire conclure qu'il est pareillement une combinaison de mercure et d'un métal particulier, base de l'ammoniaque, auquel on donne le nom d'*ammonium*, en regardant l'ammoniaque comme un oxyde métallique. Cependant les nombreuses tentatives que M. Davy a faites, n'ont pu lui faire apercevoir l'aminonium; il n'a retiré de la décomposition de l'amalgame ammoniacal, que du mercure, de l'hydrogène et de l'ammoniaque. Il est obligé de supposer que dans tous les procédés de décomposition, il se trouve un peu d'eau qui d'une part donne l'hydrogène, et d'un autre côté rend l'oxygène nécessaire à l'ammonium pour rétablir l'ammoniaque. MM. Gay-Lussac et Thénard pensent au contraire, que l'amalgame d'ammoniaque est une combinaison de mercure, d'hydrogène et d'ammoniaque; ils expliquent par la foible condensation de l'hydrogène, l'expansion que l'on observe dans l'amalgame, ainsi que sa facile et prompte décomposition.

Pour établir leur opinion, ils observent d'abord ce qui se passe lorsqu'on prépare

l'amalgame ammoniacal par le moyen du muriate d'ammoniaque en contact avec le mercure ; il se dégage du côté du pôle positif, tant d'acide muriatique oxigéné, qu'il est difficile d'en respirer l'exhalaison ; on aperçoit, au contraire, à peine quelques signes d'effervescence au pôle négatif ; mais si on ôte le mercure, il y en a une très-vive, d'où l'on peut déjà conclure que le gaz qui se dégage dans ce cas, se combine avec le métal dans le premier.

Ils confirment ce résultat par une analyse rigoureuse des élémens qui proviennent de la décomposition de l'amalgame d'ammoniaque ; ils prennent pour éviter l'eau, dont l'intervention est nécessaire dans l'explication de M. Davy, des soins qui ne laissent aucun doute, en sorte qu'on est obligé d'admettre avec eux que l'hydrogène est un des élémens de l'amalgame, qui est par conséquent une combinaison de mercure, d'hydrogène et d'ammoniaque toute formée : ils déterminent les proportions de ces élémens dans les deux espèces d'amalgame d'ammoniaque.

La seconde partie de l'ouvrage de MM. Gay-

Lussac et Thénard , a pour objet la préparation du *potassium* et du *sodium* , et les phénomènes qu'ils présentent avec les divers corps de la nature.

On se rappelle l'impression que firent les belles expériences de M. Davy, lorsqu'après avoir analysé les effets généraux de la pile sur les substances qui sont soumises à son action , il parvint à produire le *potassium* et le *sodium* , dont il fit connoître les principales propriétés.

D'abord il parut réservé à la puissance de l'électricité , de produire les phénomènes nouveaux ; mais bientôt MM. Gay-Lussac et Thénard firent voir que l'action mutuelle des corps , qui est le principe des autres phénomènes chimiques , peut aussi produire les nouvelles substances métalloïdes , et le procédé qu'ils donnèrent , a l'avantage de pouvoir fournir avec facilité des quantités considérables de ces substances qui sont devenues un moyen très-puissant d'analyse.

Ce procédé si important consiste à faire couler peu à peu , par le moyen de la chaleur , la potasse et la soude bien pures à travers la tournure de fer dont on a rempli un

canon de fusil, et que l'on a élevée à une haute chaleur : les nouvelles substances volatilisées se réunissent, et se solidifient dans l'extrémité refroidie de l'appareil : les auteurs entrent dans tous les détails nécessaires pour faire disparaître les difficultés qu'ont éprouvées plusieurs de ceux qui ont voulu répéter leurs expériences. Ils insistent particulièrement sur la nécessité d'employer la potasse bien privée de soude, pour obtenir le *potassium* et la soude bien privée de potasse pour se procurer le *sodium*, dans la vue de constater les propriétés qui appartiennent à chacune de ces substances.

Ce qui rend ce soin nécessaire, c'est qu'un petit mélange de l'une de ces substances avec l'autre, produit un alliage qui a des propriétés physiques assez différentes de celles des substances pures.

L'alliage où le *sodium* est prédominant, est toujours plus fusible que le *sodium*, mais il l'est d'autant moins que la proportion du *sodium* est plus grande; le contraire a lieu, lorsque c'est le *potassium* qui prédomine.

Les auteurs expliquent, par un mélange de cette espèce, les différences qui se trou-

vent entre leurs résultats et ceux de M. Davy, relativement à la pesanteur spécifique, et à la fusibilité du *potassium* et du *sodium*.

Selon M. Davy, la pesanteur spécifique du *potassium* est 0,600, celle de l'eau étant 1,000, et d'après leurs observations elle est 0,865. M. Davy fixe sa parfaite liquéfaction à  $30\frac{2}{3}$  degrés du thermomètre; ils ne l'ont observée qu'à 58 degrés. M. Davy attribue au *sodium* une pesanteur spécifique de 0,9348, et il fixe sa liquéfaction à 65 degrés; selon les auteurs, sa pesanteur spécifique est de 0,9348, et il se liquéfie à 90 degrés. Néanmoins il seroit à desirer qu'ils eussent confirmé leur explication, en comparant le *potassium* et le *sodium* qui auraient été produits des mêmes alcalis, par le moyen de l'opération électrique et par le moyen de l'action chimique.

Après avoir déterminé les propriétés physiques du *potassium* et du *sodium*, les auteurs passent à leur action chimique sur les autres substances et sur les changemens qu'ils éprouvent eux-mêmes par cette action, en s'appuyant toujours sur l'hypothèse que ces substances sont des métaux.

Ils décrivent les phénomènes curieux que présentent ces métaux lorsqu'on les met dans l'eau, et ils déterminent, par la quantité d'hydrogène qui s'en dégage, celle de l'oxygène qui a dû se combiner avec eux pour les réduire en oxyde, état dans lequel ils forment la potasse et la soude ordinaire. Leur évaluation à laquelle ils ont cherché à donner la plus grande exactitude, diffère très-peu de celle qu'avoit établie M. Davy sur des expériences analogues. Il résulte de leurs observations, que cent parties de potasse sont formées de 83,371 de *potassium*, et de 16,629 d'oxygène; et la soude, de 77,7 de *sodium*, et de 22,5 d'oxygène.

Mais le *potassium* et le *sodium* ne sont pas limités à un degré d'oxidation; les auteurs en ont reconnu trois, et les expériences qu'ils ont faites pour constater les quantités d'oxygène propres à ces divers degrés d'oxidation, les circonstances qui les déterminent, et les principales propriétés des oxydes, conduisent à des résultats aussi intéressans que nouveaux. On obtient l'oxyde de *potassium*, au minimum, par une combustion du *potassium* mis en contact, à

froid, avec de l'air dont le renouvellement est lent et successif; cet oxyde est d'un gris-bleuâtre, très-cassant, fusible à une légère chaleur. Il conserve de l'inflammabilité, quoiqu'à un degré plus foible que le *potassium*.

Le second degré d'oxidation est celui qui appartient au *potassium* que l'on a mis en contact avec l'eau.

Enfin on obtient un excès d'oxidation en brûlant, dans le gaz oxygène, ou même dans l'air atmosphérique, à une température élevée, le *potassium* placé surtout sur l'argent; le *potassium* a pris par-là deux et jusqu'à trois fois autant d'oxygène qu'il en exige pour passer à l'état de potasse: il abandonne avec l'eau, l'oxygène qui passe la proportion du second degré d'oxidation. L'action de cet oxyde sur les corps combustibles est très-grande, à l'aide de la chaleur; tous, ou presque tous le ramènent à l'état de potasse, et un grand nombre même le décompose avec une vive lumière, en sorte que le *potassium* produit les phénomènes de la combustion, par l'oxygène qu'il enlève aux autres substances, ensuite il

devient incombustible dans l'état de potasse, et il redevient capable de produire la combustion et l'inflammation, par un excès d'oxygène qu'il cède aux autres corps.

L'oxyde de *sodium* au minimum est gris-blanc, sans aucun éclat métallique ; il est susceptible de donner beaucoup d'hydrogène avec l'eau, mais moins que le *potassium*. L'état moyen d'oxidation constitue la soude : le *sodium* passe plus difficilement à l'excès d'oxidation que le *potassium*, il ne s'en forme point à froid ; mais on l'obtient facilement dans le gaz oxygène au moyen de la chaleur : le *sodium* peut prendre, par-là, une fois et demie plus d'oxygène qu'il n'en exige pour passer à l'état de soude. Il est fusible à l'aide de la chaleur, mais moins que l'oxyde de *potassium* ; son action sur les autres corps est analogue à celle du *potassium* très-oxidé.

On peut obtenir les suroxides de *potassium* et de *sodium* en traitant ces substances par certains oxydes métalliques, et surtout par ceux qui ne tiennent pas beaucoup à l'oxygène, et on les obtient encore en traitant le *potassium* par le gaz nitreux.

et par le gaz oxide d'azote, et le *sodium* par le gaz oxide d'azote seulement; mais il arrive, si les gaz sont en assez grande quantité, et qu'on les fasse agir assez long-temps sur le *potassium* et le *sodium*, qu'il se forme bientôt des nitrites de potasse et de soude.

Enfin on parvient à former le suroxide de *potassium* et de *sodium*, sans employer les substances métalloïdes, mais en tenant au rouge, et avec le contact de l'air, de la potasse ou de la soude ordinaire dans un creuset d'argent, de platine ou de terre; le creuset d'argent est préférable, parce qu'il n'est pas attaqué; en les traitant ensuite par l'eau, on en dégage aussitôt de l'oxygène. L'analogie a conduit les auteurs à tenter la suroxidation des terres; jusqu'ici ils n'ont reconnu la propriété de se combiner avec l'oxygène, que dans la barite qui la possède à un degré très-remarquable; mais il faut employer celle qui est privée d'eau.

Ils passent à l'action des corps combustibles non métalliques, sur le *potassium* et le *sodium*.

Le gaz hydrogène ne se combine avec le

*potassium*, ni à la température ordinaire, ni à une chaleur rouge, mais entre ces deux points il en est un où ces deux substances s'unissent facilement; la température bornée où cette combinaison est possible, explique comment elle a échappé à l'habileté de M. Davy.

L'hydrure de *potassium* est gris, sans apparence métallique; il ne s'enflamme ni dans l'air, ni dans l'oxygène, à la température ordinaire; il y brûle vivement à une température élevée; il produit, avec l'eau, un quart de plus d'hydrogène que le *potassium*, et un peu au-delà, ce qui prouve qu'il avoit reçu dans sa combinaison cette quantité excédante d'hydrogène.

Le gaz azote n'a montré aucune action sur le *potassium* à toute espèce de température; le charbon a paru se combiner avec lui.

Le phosphore se combine facilement avec le *potassium* et le *sodium*; les phosphures qui en résultent ressemblent au phosphure de chaux.

Le soufre forme aussi des sulfures de *potassium* et de *sodium* qui varient en cou-

leur selon le degré de feu auquel ils ont été exposés.

Le gaz hydrogène phosphuré et le sulfuré exercent une action vive sur le *potassium* et sur le *sodium*, qui s'emparent du phosphore et du soufre, se changent par là en phosphures et en sulfures, et ne laissent que le gaz hydrogène.

M. Davy avoit conclu des expériences qu'il avoit faites, en faisant agir le *potassium* sur l'hydrogène sulfuré, que ce gaz contient de l'oxigène, parce que la quantité de gaz hydrogène sulfuré qu'on reproduit par le moyen d'un acide par lequel on décompose le sulfure qui s'est formé, est inférieure, selon lui, à la quantité de l'hydrogène sulfuré qui a été employé dans l'expérience. Il faudroit donc que le *potassium* eût trouvé un supplément d'oxigène dans l'hydrogène sulfuré pour être réduit en potasse.

MM. Gay-Lussac et Thénard ont d'abord cherché le moyen le plus propre à obtenir le gaz hydrogène sulfuré sans mélange de gaz hydrogène; ils ont ensuite déterminé la quantité d'hydrogène qui s'y trouve com-

biné ; ce qu'ils ont fait en le décomposant par le moyen de l'étain ; ils ont trouvé par là qu'un volume de gaz hydrogène sulfuré contient précisément un volume égal de gaz hydrogène. Ayant ensuite pris exactement la pesanteur spécifique du gaz hydrogène sulfuré, ils ont déterminé avec précision les quantités des deux élémens qui forment le gaz, dans la supposition qu'eux seuls le composent. Cette supposition, ils l'ont réalisée par les produits qu'ils ont obtenus de la décomposition de l'hydrogène sulfuré par le *potassium* ; car dans un grand nombre d'expériences, dont les résultats s'accordent parfaitement, ils ont reconnu que le gaz hydrogène qui résulte de l'action du *potassium* sur l'hydrogène sulfuré, est en même quantité que celui que le *potassium* auroit donné par l'action de l'eau, et ensuite, que le sulfure qui s'est formé, étant décomposé par un acide, donne un volume de gaz hydrogène sulfuré égal à celui qu'avoit le gaz sulfuré mis en expérience.

Ils combattent encore, par des expériences analogues, l'opinion de M. Davy, que le phosphore et le gaz hydrogène phosphuré

contiennent de l'oxygène ; ils font voir que le gaz hydrogène phosphuré diffère du sulfuré dans la proportion de l'hydrogène qui s'y trouve condensé, en sorte qu'il occupe-roit dans l'état isolé un volume une fois et demie aussi grand. L'hydrogène phosphuré diffère encore du sulfuré, en ce qu'il aban-donne au *potassium* le phosphore pur, pen-dant qu'une partie de l'hydrogène sulfuré se combine sans décomposition avec le *po-tassium*, ainsi qu'avec le *sodium*.

Le *potassium* et le *sodium* forment, avec les métaux, des alliages qui sont très-fusi-bles, mais qui varient par les qualités du métal qui entre dans l'alliage et par les pro-portions des deux élémens. Ces alliages se décomposent promptement à l'air et par le contact de l'eau ; le *potassium* se réduit en potasse, et il se dégage la quantité d'hydro-gène qui accompagne cette réduction ; ce-pendant l'alliage avec l'arsenic présente une anomalie apparente ; l'hydrogène indiqué par l'analyse de l'hydrogène arseniqué qui remplace le gaz hydrogène, ne repré-sente qu'une partie de l'hydrogène qui se dégage dans les autres ; les auteurs font voir que

cette différence dépend d'un hydrure d'arsenic qui se forme, et qui soustrait une partie de l'hydrogène.

De là, les auteurs examinent l'action que le *potassium* et le *sodium* exercent sur les oxides, à la tête desquels ils placent l'oxide de carbone et deux oxides de phosphore.

L'oxide de carbone est décomposé à l'aide de la chaleur, le carbone en est précipité; le *potassium* et le *sodium* sont ramenés à l'état de potasse et de soude; les oxides de phosphore sont aussi décomposés; tous les oxides métalliques le sont également, et ils présentent dans cette décomposition des phénomènes différens selon les proportions employées, selon la force avec laquelle les oxides retiennent l'oxygène, et selon la quantité qu'ils en contiennent. S'il y a un excès de *potassium* ou de *sodium*, cet excès se combine avec le métal réduit; si au contraire il y a un excès d'oxide à un degré d'oxidation élevé, cet oxide est simplement ramené à un degré inférieur.

L'action puissante du *potassium* et du *sodium* sur les acides qui avoient résisté à tous les moyens d'analyse employés jusqu'ici

a donné les résultats les plus importans.

L'acide boracique qu'on soumet à cette action doit être bien pur, et les auteurs font connoître les moyens de l'obtenir dans cet état; après l'avoir vitrifié et réduit en poudre, on le stratifie avec le *potassium*, et on l'expose à l'action de la chaleur; bien-tôt le mélange rougit avec une grande production de chaleur: on trouve après cela que ce mélange contient du borate de potasse régénérée, et une substance particulière qui, dégagée des autres substances, est brune-verdâtre.

Cette substance est la base de l'acide boracique, dont une partie a été entièrement décomposée en cédant l'oxygène au *potassium*: les auteurs la désignent par le nom de bore.

Le bore est solide, insipide, sans action sur la teinture de tournesol et sur le sirop de violettes: il ne se fond ni ne se volatilise à un haut degré de chaleur: il est tout-à-fait insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther et dans les huiles, soit à froid soit à chaud: mais il brûle dans le gaz oxygène à une chaleur capable de donner une cou-

leur rouge cérise au vase qui le contient : par cette combustion, le bore absorbe l'oxygène et reprend l'état d'acide boracique, en sorte que la synthèse confirme pleinement les résultats de l'analyse.

Les auteurs ayant désigné cette base de l'acide boracique par le nom de bore, ils proposent de donner le nom d'acide borique à l'acide boracique, selon les règles convenues de la nomenclature ; mais si l'on donnoit avec M. Davy le nom de boracium à cette base, on éviteroit un changement dans la nomenclature admise.

Le bore agit avec une grande énergie sur les acides nitrique et nitreux ; il disparaît et passe à l'état d'acide borique, en dégagant une grande quantité de gaz nitreux et peut-être de gaz oxyde d'azote et de l'azote. Il produit sur la plupart des sels qui contiennent de l'oxygène, les mêmes effets que les autres corps inflammables : il décompose même à une haute température le carbonate de soude, en dégagant le charbon : il réduit la plupart des oxydes métalliques.

Il étoit intéressant de déterminer la pro-

portion d'oxygène qui entre dans l'acide borique : la combustion directe n'a pu servir à cette détermination, parce qu'elle exige plusieurs opérations successives ; les auteurs se sont donc servis de la réduction du bore en acide borique par le moyen de l'acide nitrique, et ils concluent d'une expérience dont ils annoncent cependant l'insuffisance, que l'acide borique contient un tiers de son poids d'oxygène.

Le gaz acide carbonique est décomposé par le *potassium* ; il en résulte du charbon mis à nu, et de la potasse combinée avec une partie de l'acide carbonique ; le gaz acide sulfureux l'est aussi et laisse un sulfure de potasse régénérée, avec une portion de sulfure de *potassium*. Le gaz acide nitreux et le gaz muriatique oxygéné sont aussi décomposés.

Le *potassium* agit fortement sur le gaz muriatique, il se forme du muriate de potasse et il se dégage du gaz hydrogène.

L'acide phosphorique vitreux laisse par sa décomposition du phosphure rouge de potasse.

Les auteurs ont encore observé la décom-

position de l'acide arsenique, de l'acide molybdique et de l'acide chrômique : ils décrivent avec soin les circonstances plus ou moins favorables à ces décompositions, les produits, qu'on en obtient et les différences que présente le *sodium* qui en général agit avec moins d'énergie que le *potassium*.

Ils décrivent ensuite avec le même soin les phénomènes que présentent le *potassium* et le *sodium* mis en contact avec l'air et les acides dissous dans l'eau, à la température de l'atmosphère.

Après les nombreuses expériences qu'ils ont faites sur les oxydes, les auteurs passent à l'action du *potassium* et du *sodium* sur les substances alcalines.

Le *potassium* qu'on a fait volatiliser à travers les différens alcalis bien secs s'est combiné en plus ou moins grande partie avec eux : beaucoup de gaz hydrogène s'est dégagé dans son action sur la potasse, et le mélange qui en est résulté s'est trouvé analogue à l'oxyde de potasse au *minimum* et faisoit une vive effervescence avec l'eau : mais il s'est dégagé peu d'hydrogène dans

l'expérience faite avec la barite, la strontiane, la chaux, la magnésie, la zircone et la silice, et ces différentes bases n'ont ensuite produit qu'une effervescence très-légère avec l'eau.

Le *potassium* a présenté avec le gaz ammoniac des phénomènes qui demandent beaucoup d'attention, parce qu'ils servent à une discussion intéressante sur la composition de l'ammoniaque et sur la nature même du *potassium* et du *sodium*, dont on s'occupe dans la suite de l'ouvrage.

Lorsqu'on fait fondre le *potassium* dans le gaz ammoniac, il disparaît peu à peu et se transforme en une matière verte-olivâtre très-fusible: le gaz ammoniac lui-même disparaît et se trouve remplacé en partie par un volume de gaz hydrogène.

Cette opération se fait à une légère chaleur; aussitôt que la transformation est opérée, on doit cesser de chauffer; si on ne le fait pas, ou si dans le cours de l'expérience, on emploie différens degrés de chaleur, les produits diffèrent comme l'indique un tableau qui présente les résultats de dix expériences et par lequel on

voit que la quantité de gaz ammoniac absorbé par le *potassium* est variable en raison du degré de chaleur auquel on l'expose ; mais que, quelle que soit la quantité d'ammoniaque absorbée, il en résulte toujours une quantité de gaz hydrogène qui est la même et qui est précisément égale à celle que le *potassium* produit avec l'eau.

Selon qu'on échauffe plus ou moins la matière verte, on en retire une plus ou moins grande quantité de gaz ammoniac ou de ses principes ; mais on ne peut en retirer qu'environ les trois cinquièmes de ce que le *potassium* en a absorbé : le premier cinquième s'en dégage à une douce chaleur et sans se décomposer : le deuxième cinquième ne se dégage qu'à une chaleur plus élevée et en se décomposant en partie ; et enfin le troisième exige plus de chaleur encore et se décompose en entier ; mais le gaz qui en résulte représente les principes de l'ammoniaque dans leurs justes proportions.

En traitant la matière verte-olivâtre par une petite quantité d'eau chaude, on n'en retire que de la potasse et du gaz ammoniac, et la quantité de ce gaz est précisément égale

à celle que le *potassium* a fait disparaître pour se changer en matière verte , pourvu qu'un excès d'eau n'en retienne pas en dissolution.

Le *sodium* présente avec le gaz ammoniac des phénomènes parfaitement analogues ; la quantité de gaz ammoniac absorbé varie en raison de la température ; mais la quantité de gaz hydrogène dégagé est constante et toujours égale à celle que le *sodium* donne avec l'eau.

Les sels alcalins , terreux et métalliques ont la plupart été soumis à l'action du *potassium* : au moyen de différens degrés de chaleur , il a enlevé l'oxygène à tous ceux de ces sels qu'on sait en contenir , et il a été converti le plus souvent en potasse et rarement en oxyde au *minimum* et au *maximum*. Le *sodium* a produit des phénomènes analogues , mais il a exigé un peu plus de chaleur.

Un grand nombre d'expériences dont les produits sont présentés en tableau , fait voir que le *potassium* et le *sodium* ont la propriété de décomposer à l'aide de la chaleur toutes les substances végétales et ani-

males ; mais la confusion des produits qui en résultent a enlevé aux auteurs l'espérance de pouvoir par cette méthode , déterminer la proportion des principes qui constituent ces substances ; cependant elle les a conduits à un autre procédé , dont nous verrons les heureuses applications dans le second volume.

La troisième partie de l'ouvrage commence le second volume par les expériences que les auteurs ont faites sur l'acide fluorique.

Ils les ont tellement multipliées et conduites si heureusement , qu'ils ont dû retracer l'histoire presque complète de cet acide. Au moyen des précautions qu'ils décrivent et surtout en opérant sur du fluate de chaux parfaitement privé de silice , ils sont parvenus à obtenir l'acide fluorique dans un degré inconnu de pureté et de concentration.

Il faut conserver cet acide à l'abri du contact de l'air , dans lequel il s'évapore abondamment en se combinant à l'eau hygrométrique : il exerce sur l'eau une action beaucoup plus vive que l'acide sulfu-

rique le plus concentré : il charbonne les substances végétales et animales , il désorganise la peau par le simple contact , d'une manière beaucoup plus énergique et plus dangereuse que les autres acides : il détruit le verre très - promptement , se combine avec la silice qu'il en extrait , et prend par là une plus grande disposition gazeuse. De là vient que si le fluate de chaux contient de la silice , on ne peut l'obtenir dans l'état liquide qu'en saturant l'eau du gaz fluorique silicé , et par conséquent dans un état de concentration beaucoup plus foible que celui dont il est question.

Le *potassium* produit une vive détonation avec l'acide fluorique , et ce n'est qu'en faisant parvenir peu à peu cet acide sur le *potassium* que les auteurs ont pu recueillir les produits de son action. Ils en ont retiré beaucoup de gaz hydrogène et du fluate acide de potasse dans l'état liquide : ce qui prouve que l'acide fluorique préparé avec un acide sulfurique très-concentré , contient une proportion considérable d'eau , mais cet acide ne peut être décomposé par ce procédé.

C'est presque uniquement à Scheele que l'on doit, avec la découverte de l'acide fluorique, la connaissance des fluates à base alcaline et à base métallique, ainsi que celle des sels triples dans lesquels la silice entre comme partie constituante : les auteurs donnent une description nouvelle, plus étendue et plus exacte de ces combinaisons ; ils y ont joint celles qui se forment avec les terres inconnues au temps de Scheele. Nous nous bornerons à quelques-unes de leurs observations.

Pour préparer le fluate de glucine, ils ont mêlé du fluate un peu acide de potasse et du muriate très-sensiblement acide de glucine ; le fluate de glucine s'est précipité en se formant, mais la liqueur est devenue alcaline : le sel qui s'étoit précipité ayant été dissous dans l'eau au moyen de l'ébullition, n'a donné aucun indice d'acidité : l'yttria et la zircône ont présenté des phénomènes semblables. Voilà donc des combinaisons qui diffèrent de tous les autres sels, dans lesquels l'état de neutralisation reste constant après l'échange des bases.

L'action de l'acide borique sur le fluate

de chaux a surtout donné lieu à des observations intéressantes.

Desirant d'obtenir l'acide fluorique sans eau, MM. Gay-Lussac et Thénard ont fait, dans un canon de fusil, un mélange d'une partie d'acide borique pur et vitrifié et de deux parties de fluate de chaux très-pur : on se sert d'un fourneau à réverbère ; on chauffe peu à peu. Aussitôt que l'appareil commence à rougir, il s'en dégage des vapeurs épaisses qu'on reçoit sur le mercure : c'est un gaz composé d'acide fluorique et d'acide borique, que les auteurs désignent par le nom d'acide fluo-borique.

Ce gaz a une odeur qui ressemble à celle du gaz fluorique ; il se saisit, comme lui, de l'eau hygrométrique ; il rougit, comme lui, les couleurs bleues végétales ; mais il n'attaque pas le verre : il charbonne les substances végétales et animales ; mais on peut le toucher sans être brûlé. Il transforme l'alcool en un véritable éther : il s'absorbe abondamment dans l'eau ; en sorte qu'il en faut une grande quantité pour la saturer, et alors c'est un acide très-fumant et très-énergique.

L'acide fluo-borique se combine avec les diverses bases, soit alcalines, soit métalliques: il forme probablement avec elles des sels triples dont les auteurs n'ont pas encore eu le loisir d'examiner les propriétés; mais en poussant au feu le fluo-borate d'ammoniaque, ils en ont chassé l'acide fluorique, et ils ont eu pour résidu l'acide borique; ce qui leur a fait connoître la composition de cet acide.

Le *potassium* et le *sodium* brûlent avec vivacité dans le gaz fluo-borique; il résulte de cette combustion un corps solide composé de fluate de potasse ou de soude qui se dissout dans l'eau et qui laisse du bore: quelques apparences ont fait conjecturer que ce bore étoit mêlé avec une petite quantité du radical de l'acide fluorique.

Poursuivant leurs recherches sur les moyens de décomposer l'acide fluorique, les auteurs se sont convaincus que l'on ne pouvoit le séparer de sa base sans lui présenter un corps avec lequel il puisse entrer en combinaisons, et tel que l'eau, l'acide borique ou la silice; mais celui qui contient de l'eau ne peut servir aux expérien-

ces dans lesquelles on se propose de le décomposer, et celui qui est combiné avec la silice sous forme de gaz a mieux rempli leurs vues que le gaz fluo-borique.

Le *potassium* n'est pas attaqué à froid par le gaz fluorique silicé, mais si on le met en fusion au milieu de ce gaz, il brûle avec vivacité : il ne se dégage presque point de gaz hydrogène, mais on obtient une matière solide, de couleur brune.

Cette matière étant mise dans l'eau, il s'en dégage très-lentement une quantité de gaz hydrogène qui est à peu près égale à celle qu'auroit donnée rapidement le *potassium*. Si on la met très-chaude en contact avec l'air, elle y brûle avec vivacité. Les auteurs l'ont soumise à diverses expériences, desquelles ils concluent qu'elle est composée de fluate acide de potasse et de silice et d'une combinaison du radical de l'acide fluorique avec la potasse et la silice; mais ils n'ont pu lever tous les doutes sur l'existence de ce radical, et constater ses propriétés, parce qu'ils n'ont pu l'obtenir dans un état d'isolement.

Le *sodium* a présenté des phénomènes

analogues ; mais la substance solide qui résulte de son action dégage avec l'eau beaucoup plus d'hydrogène que la précédente.

Les auteurs nous conduisent à d'autres considérations non moins intéressantes ; et d'abord ils s'occupent de la question de savoir quels sont les gaz qui peuvent contenir de l'eau en combinaison , et s'il y en a qui soient nécessairement privés de l'eau hygrométrique.

Ils se sont servis pour reconnoître l'eau hygrométrique, de la propriété qu'ils avoient trouvée dans le gaz fluo-borique de s'emparer de l'eau hygrométrique des gaz , en formant une vapeur épaisse qui se précipite.

En effet , le gaz fluo-borique a conservé toute sa transparence dans les gaz desséchés par des moyens efficaces ; mais il suffit d'y introduire un cinquantième d'un gaz humide , pour qu'il se forme immédiatement un nuage sensible.

Ils ont mis successivement en contact sur le mercure chaque gaz avec les différentes substances qui absorbent l'humidité , et quelque temps après ils y ont fait passer du gaz fluo-borique : ils ont reconnu par-

là les substances qui possèdent la propriété d'enlever toute l'eau hygrométrique ; mais il y a des gaz dans lesquels, sans dessiccation préliminaire, l'acide fluo-borique ne laisse apercevoir aucune eau hygrométrique : ce sont ceux qui sont extrêmement solubles dans l'eau. Ils remarquent que ces gaz ne peuvent en contenir la plus petite quantité, parce qu'aussitôt qu'ils sont en contact avec l'eau, celle-ci les absorbe ; tels sont sur-tout le gaz muriatique et le gaz fluo-borique.

Le gaz acide muriatique même, extrait de l'eau qui le tenoit en dissolution et recueilli dans une cloche sur le mercure, n'a pas produit le plus léger nuage avec le gaz fluo-borique.

Extrait du muriate de soude par l'acide sulfurique, et conduit dans un petit flacon auquel étoit adapté un tube recourbé plongé dans un mélange réfrigerant, ce gaz n'a point déposé d'eau dans le tube, quoiqu'il y en ait passé une grande quantité.

On a rempli plusieurs flacons de gaz acide muriatique, préparé de manière qu'il devoit être privé d'eau ; on a mis dans chaque flacon une seule goutte d'eau ; mais ,

loin de s'évaporer , elle s'est accrue , parce qu'elle a condensé du gaz acide.

Des expériences analogues ont donné les mêmes résultats avec le gaz fluo-borique.

Les auteurs examinent ensuite s'il est quelque gaz qui contienne de l'eau combinée. Ils ont soumis à leur examen le gaz hydrogène sulfuré , le gaz acide carbonique , le sulfureux , le nitreux , le gaz oxyde d'azote , le fluo-borique , le fluorique silicé , le muriatique et le muriatique oxigéné ; et ils prouvent , par les circonstances de leur formation et de leur décomposition , et par les produits de l'action d'autres corps dont la nature est bien déterminée , qu'il n'y a , parmi tous ces gaz , que le gaz muriatique dans lequel on puisse admettre de l'eau combinée. Ils ont rendu sensible l'existence de cette eau , en combinant le gaz muriatique avec l'oxyde vitreux de plomb ; car il en est résulté du muriate de plomb et de l'acide muriatique contenant beaucoup d'eau.

Plusieurs expériences établissent ensuite que cette eau est essentielle au gaz muriatique , en sorte qu'on ne peut le dégager

d'une combinaison, à moins qu'on ne lui rende l'eau dont il étoit privé dans cette combinaison, ou qu'il ne puisse s'en former dans le procédé. Nous nous arrêterons à ces expériences, aussi curieuses par leurs résultats immédiats que par leurs conséquences.

Un mélange de parties égales de muriate d'argent et d'acide borique vitreux exposé à un grand feu, ne laisse point dégager de gaz muriatique; mais, si l'on fait passer de la vapeur d'eau à travers ce mélange, il s'en dégage une grande quantité à une chaleur beaucoup plus foible.

Un mélange de charbon, qui avoit été fortement poussé au feu de forge et de muriate d'argent, a d'abord donné un peu de gaz muriatique; celui-ci a bientôt cessé de se dégager, quoique le feu ait été violent; mais, si on ajoute de l'eau au mélange, le muriate d'argent est promptement décomposé. Si l'on fait l'expérience dans un tube de porcelaine, on ne retire point de gaz muriatique; mais, si l'on y introduit de la vapeur d'eau, il s'en dégage aussitôt une grande quantité.

La petite quantité de gaz muriatique qu'on obtient dans le commencement de l'expérience, en employant le charbon le plus fortement calciné, fait voir que ce charbon contient encore un peu d'hydrogène, qui forme de l'eau avec l'oxygène de l'oxyde d'argent; et, comme le carbure de fer ou plombagine, substitué au charbon fait dégager du gaz muriatique, les auteurs ont dû en conclure qu'il contient aussi de l'hydrogène; ce qui le confirme, c'est que si l'on se sert d'un charbon hydrogéné, on obtient facilement le gaz muriatique, et le muriate d'argent est réduit.

Puisque le gaz muriatique doit recevoir de l'eau dans sa constitution, voyons ce qui arrive lorsque le gaz muriatique oxygéné passe à l'état d'acide muriatique.

Les auteurs prouvent que les substances qui paroissent exercer l'action la plus forte sur l'oxygène, ne peuvent décomposer le gaz muriatique oxygéné bien sec, à moins qu'elles ne puissent lui donner de l'eau ou lui fournir de l'hydrogène, qui formera de l'eau; ainsi, en faisant passer le gaz muriatique oxygéné sec à travers de la poudre de

charbon fortement poussée au feu, il n'y a eu qu'une petite partie de gaz muriatique oxigéné qui ait été changée en gaz muriatique au commencement de l'opération; mais, lorsque l'hydrogène, que retient le charbon, a été épuisé, le gaz muriatique oxigéné n'a plus souffert d'altération, quoique la température fût très élevée; au contraire, le charbon hydrogéné le décompose facilement.

Cette propriété de l'acide muriatique étant reconnue, il est facile de prévoir les cas où l'acide muriatique peut être dégagé de ses combinaisons, et ceux où il y restera fixé.

Cette puissance de l'eau sur l'acide muriatique est même si grande, que les muriates terreux et secs qui ne peuvent point être décomposés à la plus haute température, par l'acide borique ou le phosphate acide de chaux vitrifié, le sont par l'eau seule au-dessous du rouge cerise.

Cette action de l'eau, dans les cas où elle ne suffiroit pas pour opérer la décomposition d'un muriate, peut être secondée par l'action d'une autre substance sur la base.

Les auteurs ont fait à ce sujet une observation qui pourra avoir des applications utiles. Ils ont éprouvé que la vapeur d'eau dégage beaucoup de gaz muriatique d'un mélange de deux parties de sable très-fin, et d'une partie de muriate de soude. L'alumine, la glucine, et en général toutes les bases qui ont de l'affinité pour la soude, agissent de même. Le muriate d'argent, qu'on expose à une chaleur rouge dans un tube de porcelaine, abandonne beaucoup de gaz muriatique, lorsque l'on y fait passer de la vapeur d'eau, non parce que l'eau le dégage par sa seule action, mais parce que l'oxyde d'argent se vitrifie en même temps avec le tube de porcelaine.

Les muriates de mercure ont présenté, avec le charbon calciné, avec le charbon hydrogéné, et avec l'acide borique, des phénomènes parfaitement analogues à ceux qui avoient été obtenus du muriate d'argent.

Il ne suffisoit pas d'avoir établi que l'on doit admettre dans le gaz muriatique une certaine quantité d'eau, ou de ses principes constituans; mais il étoit intéressant de re-

connoître encore la proportion de cette eau.

Pour remplir cet objet, les auteurs ont commencé par déterminer, avec un grand soin, la proportion d'oxygène qui se trouve dans l'oxyde d'argent. Ils la fixent à 7,6 d'oxygène, contre 100 d'argent.

Ils ont ensuite reçu dans un flacon, dans lequel ils avaient placé un poids déterminé d'oxyde d'argent et d'eau, une certaine quantité de gaz muriatique. La différence du poids de ce gaz, avec le poids d'acide qui s'est fixé sans eau avec l'oxyde d'argent, est due à l'eau, abandonnée par l'acide muriatique. Le résultat de l'expérience est que le gaz muriatique contient à peu près un quart de son poids d'eau.

Ce résultat a été confirmé par les produits de la décomposition du gaz muriatique oxygéné, par le gaz hydrogène; mais, pour constater ces produits, il a fallu parvenir, par des moyens très-délicats, à déterminer la pesanteur spécifique du gaz muriatique oxygéné, qui est de 2,470; la proportion d'oxygène qu'il contient, qui est la moitié de son volume; la quantité

d'hydrogène nécessaire pour le changer en gaz muriatique , et cette quantité est un volume égal. Par cette décomposition , on obtient un volume de gaz muriatique égal à celui des deux gaz dont il provient , sans qu'il se dépose de l'eau : ce qui s'accorde avec les pesanteurs spécifiques de ces différentes substances. Il s'ensuit que l'acide muriatique oxigéné tient précisément la quantité d'oxigène qui doit être changée en eau pour former le gaz muriatique.

Puisque l'acide muriatique ne peut exister à l'état de gaz sans eau , et que , quand il n'en contient pas , il fait toujours partie de quelque combinaison , le gaz muriatique oxigéné ne doit être décomposé que par les corps qui , comme les métaux et le soufre , peuvent absorber ses deux principes , ou par ceux qui peuvent se combiner avec l'acide muriatique sec , ou enfin par ceux qui contiennent de l'eau ou de l'hydrogène , qui peut former de l'eau avec l'oxygène de l'acide muriatique oxigéné.

On sait en effet que les métaux absorbent le gaz muriatique oxigéné , et qu'ils sont changés par-là en muriates métalliques;

d'où l'on doit conclure qu'il contient exactement la quantité d'oxygène propre à convertir les métaux en muriates.

Le soufre forme, en se combinant avec le gaz muriatique oxygéné, une liqueur composée de soufre, d'oxygène et d'acide muriatique, qui a été découverte par Thomson ; et les auteurs font voir que c'est cette même combinaison qui se forme plus ou moins rapidement, lorsqu'on projette des sulfures métalliques dans le gaz muriatique oxygéné.

Le phosphore et les phosphures produisent des phénomènes et une liqueur analogues, dont les auteurs décrivent les propriétés dans la suite de l'ouvrage.

La décomposition de l'acide muriatique oxygéné, par les corps qui peuvent se combiner avec l'acide muriatique sec, a donné lieu à des phénomènes remarquables. Lorsqu'on fait passer ce gaz à travers la chaux, dans un tube de porcelaine, et lorsqu'on amène ce tube à l'état rouge, il se dégage une grande quantité de gaz oxygène ; il n'y a qu'une petite partie du gaz muriatique oxygéné qui échappe à la décomposition,

sans doute parce qu'elle ne s'est pas trouvée en contact avec la chaux. Après l'expérience, on trouve du muriate de chaux sec. La magnésie bien sèche a aussi décomposé le gaz muriatique oxigéné ; et d'autres terres et quelques oxides métalliques, qui peuvent se combiner avec l'acide muriatique sans eau, doivent avoir la même propriété.

Nous arrivons à la décomposition de l'acide muriatique oxigéné, qui a lieu par l'action de l'eau et des substances hydrogénées.

Si l'on fait passer en même temps de l'eau en vapeur, et du gaz muriatique oxigéné dans un tube rouge, il en résulte de l'acide muriatique liquide, et un dégagement de gaz oxigène.

Lorsqu'on met le gaz muriatique oxigéné en contact avec des substances hydrogénées, il est décomposé, comme on l'a vu, pour le gaz hydrogène et le charbon hydrogéné ; c'est ainsi qu'il est décomposé par les gaz hydrogènes sulfuré, phosphuré, carburé, arseniqué, et avec toutes les substances végétales et animales.

Les gaz sulfureux, oxide de carbone, oxide nitreux, oxide d'azote, bien desséchés par le moyen de la chaux, et mêlés avec le gaz muriatique oxigéné, n'ont point subi d'altération par l'action de la lumière; mais, en y ajoutant un peu d'eau, le gaz muriatique oxigéné s'est promptement décomposé; il en a été de même avec le bore et les sulfites de chaux et de barite.

Après avoir examiné les effets de l'action du gaz muriatique oxigéné, dans les différentes circonstances, les auteurs font des observations sur la nature même de ce gaz.

Quand ils eurent observé que le gaz muriatique oxigéné n'étoit pas décomposé par le charbon privé d'hydrogène, ils conclurent de ce fait, et de quelques autres, que l'on peut supposer que ce gaz est un corps simple, et que les phénomènes qu'il présente s'expliquent assez bien dans cette hypothèse. *Nous ne chercherons cependant point à la défendre, dirent-ils, parce qu'il nous semble qu'ils s'expliquent encore mieux en regardant l'acide muriatique oxigéné comme un corps composé.* Cette idée, qu'ils présentèrent en février 1809, a depuis été

et soutenue, notamment par M. Davy. Ils rappellent sommairement tous les faits établis par l'observation sur l'action du gaz muriatique oxigéné. Ils font voir comment on peut les expliquer, et particulièrement ceux qui appartiennent à M. Davy, en se servant de l'une et de l'autre hypothèse, et après avoir balancé la double explication, ils persistent à croire que ces faits s'expliquent mieux en regardant le gaz acide muriatique oxigéné, comme un corps composé.

En effet, pour considérer le gaz muriatique oxigéné comme un être simple, il faut supposer que l'acide muriatique ordinaire est une combinaison d'hydrogène et d'acide muriatique oxigéné, que les muriates métalliques sont d'une nature entièrement différente, non-seulement des autres sels métalliques, mais de ces muriates mêmes, lorsqu'ils sont dissous dans l'eau. Il faut supposer que la chaux et la magnésie cèdent l'oxigène, que quelques expériences y font admettre, selon une autre hypothèse, pour se combiner dans l'état métallique avec le gaz muriatique oxigéné, et que ce gaz se combine avec l'oxigène

que lui cède l'eau, pour passer à l'état sur-oxigéné, et ces suppositions ne suffisent pas à toutes les explications.

Dans l'autre hypothèse, c'est-à-dire, en admettant que l'oxygène peut se combiner avec l'acide muriatique, comme il se combine avec les métaux et avec toutes les substances combustibles, toutes les explications sont naturelles et parfaitement analogues à celles que reçoivent les autres faits dans lesquels il se fait un transport d'oxygène d'une substance dans une autre. Seulement les observations nouvelles font voir que, pour que le gaz muriatique oxygéné soit changé en gaz muriatique, il faut que celui-ci puisse recevoir une proportion d'eau nécessaire à sa constitution; ce qui s'accorde avec la puissance de combinaison, qui est très-grande dans l'acide muriatique.

Il n'est pas inutile de remarquer que, lorsqu'il s'agit de la nature des corps, du mode de leurs combinaisons, et des changemens qui peuvent se faire dans les éléments qui viennent les composer, ou dans ceux qui résultent de leur décomposition,

il est facile de multiplier les hypothèses ; mais celles qui s'appuient le plus sur l'analogie , et qui exigent le plus petit nombre de suppositions pour enchaîner les faits , de manière que l'esprit en saisisse facilement les rapports , doivent être maintenues , sans confondre toutefois leurs applications avec les faits eux-mêmes , constatés par la balance et la mesure , et avec les inductions qui en dérivent immédiatement.

Après ces observations , les auteurs décrivent les propriétés d'une liqueur qu'ils ont formée , par la combinaison du phosphore , de l'acide muriatique et de l'oxygène , et qui est analogue à celle que Thomson avoit produite par la combinaison du soufre avec l'oxygène et l'acide muriatique.

Ils s'occupent ensuite de l'action de l'eau dans la décomposition de plusieurs corps , et notamment des sels.

On a vu que l'acide muriatique ne pouvoit être séparé des bases qui le retiennent sans eau , que par des moyens propres à fournir l'eau nécessaire au gaz muriatique , en sorte que l'eau agit dans la décomposition des muriates , par sa tendance à se

combiner avec l'acide muriatique. D'autres acides, tels que l'acide nitrique, l'acide sulfurique et l'acide fluorique, exigent aussi de l'eau pour exister dans l'état liquide. On ne pourra donc les séparer des bases qui les retiennent, sans eau, à moins qu'on ne leur en fournisse; mais il est d'autres sels dont l'acide n'a pas besoin d'eau, et dont la décomposition exige cependant l'action de l'eau ou du moins se fait beaucoup plus facilement par son influence; tels sont les carbonates. Les auteurs font voir qu'alors c'est à la tendance à se combiner avec les bases mêmes, que l'eau doit son efficacité.

Dép<sup>s</sup>is long-temps l'intervention de la lumière, dans les phénomènes chimiques, avoit fixé l'attention; M. de Rumford avoit prouvé, par la réduction de l'or et de l'argent, mis en contact avec le charbon, l'éther et les huiles, que la lumière solaire produisoit un effet semblable à celui d'une chaleur de 100 degrés; mais la décomposition de l'acide muriatique oxigéné, qui a lieu par l'action de la lumière, et non par celle d'une foible chaleur, sembloit s'opposer, ainsi que la décomposition de l'acide

nitrique , à une application générale du principe établi par M. de Rumfort.

MM. Gay-Lussac et Thénard ont fait disparaître cette difficulté; ils prouvent que le mélange du gaz muriatique oxygéné et du gaz hydrogène ne reçoit point d'altération dans l'obscurité ; mais que le gaz muriatique oxygéné se décompose lentement à la lumière diffuse ; qu'il y a une détonation instantanée , lorsque le mélange est exposé à la lumière vive du soleil , et qu'un corps échauffé à 125 ou 150 degrés du thermomètre produit le même effet. Les gaz hydrogènes composés se sont comportés de même , en déposant une quantité plus ou moins grande de charbon.

Le gaz muriatique oxygéné qu'on fait passer , avec de la vapeur d'eau , dans un tube échauffé à un degré un peu plus élevé , est aussi décomposé ; d'où l'on doit conclure que , lorsque la lumière décompose l'acide muriatique oxygéné , elle agit de même. L'acide nitrique concentré se décompose à une chaleur même inférieure. Sa décomposition par la lumière doit donc recevoir la même explication. Les auteurs

font voir qu'elle doit également s'appliquer aux changemens qu'éprouvent quelques oxides métalliques, lorsqu'on les expose à la lumière.

Enfin, ils font voir que la chaleur produit, sur les couleurs végétales et animales, les mêmes altérations que la lumière, d'où il résulte, qu'en exposant pendant une heure ou deux, à une chaleur de 150 à 200 degrés, une étoffe teinte, on peut prévoir, par l'altération qu'elle éprouve, la manière dont elle résistera dans l'usage, à l'action de la lumière; mais la décomposition des parties colorantes est accélérée par la vapeur de l'eau.

Ayant besoin de connoître, pour différentes déterminations, la proportion d'eau retenue dans la potasse et la soude, préparées par le moyen de l'alcool, les auteurs se sont servis de trois moyens pour y parvenir; de la saturation de ces bases alcalines par l'acide carbonique, qui en chasse l'eau; de leur combinaison avec la silice, et de la combinaison avec l'acide sulfurique, d'un poids donné de *potassium* et de *sodium*, réduits en potasse et en soude par le gaz

oxigène. Ils adoptent, pour résultat, que la potasse retient un cinquième de son poids d'eau, et la soude un quart. Cependant, les différens moyens qu'ils ont employés ne donnent pas des résultats assez rapprochés, pour qu'on puisse regarder cette détermination comme rigoureuse.

Ils terminent le genre de recherches dont ils se sont occupés jusqu'ici, par une discussion sur la nature du *potassium* et du *sodium*, et cette discussion doit inspirer dans ce moment un grand intérêt.

Lorsque M. Davy découvrit le *potassium* et le *sodium*, il les regarda comme des métaux, et il fonda sur cette supposition, que nous appellerons hypothèse des métaux, toutes les explications des phénomènes qu'ils lui présentèrent.

Il s'éleva une autre opinion, dans laquelle on considère le *potassium* et le *sodium*, comme des hydrures; nous la désignerons par l'hypothèse des hydrures. Les auteurs la regardèrent d'abord comme la plus probable; mais la suite de leurs expériences les a décidés pour la première.

On suppose dans la première hypothèse

que, lorsque la potasse est exposée à l'action de l'électricité voltaïque, l'oxygène qui la réduisait en oxyde se sépare, et est transporté au pôle positif, pendant qu'un métal pur reste sous l'influence du pôle négatif.

Dans la seconde, on pense que l'oxygène de l'eau qui se trouve unie à la potasse est porté au pôle positif, pendant que son hydrogène se combine avec la potasse privée d'eau, comme il se combine effectivement avec le tellure, l'arsenic et l'azote qui étant tenu en dissolution dans l'eau forme, par l'action de l'électricité voltaïque, de l'ammoniaque, qui est un véritable hydrure.

On peut encore donner, pour exemple, l'amalgame d'ammoniaque, de mercure et d'hydrogène, qui a beaucoup de rapport avec le *potassium* et le *sodium*, par l'apparence métallique et par la légèreté.

Les auteurs exposent ici les motifs qui paraissent appuyer chacune des deux hypothèses, et ce n'est qu'après les avoir contrebalancées, qu'ils restent attachés à celle des métaux. Nous croyons seconder leurs vues, en soumettant à quelques con-

sidérations l'hypothèse qu'ils ont cru devoir adopter.

Ce n'est pas que nous mettions une grande importance dans le choix de l'une des deux hypothèses, puisque l'une et l'autre donnent des explications satisfaisantes des mêmes faits, et que parmi ces faits il n'y en a pas qui puissent décider entièrement la question; mais il est utile de prévenir les conséquences outrées que quelques personnes pourroient tirer de l'une ou l'autre hypothèse, admise comme une vérité physique.

Une expérience qui nous paroît très-imposante en faveur de l'hypothèse des métaux, est celle par laquelle en combinant une quantité d'oxygène avec le *potassium*, on forme une quantité de potasse dont le poids équivalent à celui du *potassium* et de l'oxygène absorbé, produit, par exemple avec le gaz acide sulfureux qui ne contient pas d'eau, un sulfite dans lequel l'expérience n'en fait pas découvrir. Les auteurs se sont principalement servis pour prouver ce fait, de la potasse qu'ils regardent comme étant au troisième degré d'oxydation.

Il est naturel de regarder d'abord, comme une conséquence immédiate de l'expérience, que le *potassium*, substance simple, plus l'oxygène, forment la potasse ; et c'est sur des résultats pareils que repose toute la théorie chimique moderne ; mais le *potassium* a des propriétés qui peuvent peut-être se concilier difficilement avec cette hypothèse, et qui s'expliquent plus naturellement en lui supposant une composition telle qu'on en connaît plusieurs analogues, et qui se forment dans des circonstances pareilles. Nous reviendrons sur le fait dont il est question.

Parmi les principaux motifs favorables à l'hypothèse des hydrures, les auteurs placent :

1°. La densité du *potassium* et du *sodium* moindre que celle de l'eau, et à plus forte raison que celle de la potasse et de la soude ; mais ils observent que l'on ne peut par aucune preuve rigoureuse, faire voir que les alcalis secs ont une plus grande densité que l'eau, qu'il n'est pas de l'essence des métaux d'avoir une grande pesanteur spécifique, et que, quoique l'oxygène diminue

la pesanteur spécifique des métaux qui en ont beaucoup, il peut au contraire, augmenter celle des métaux alcalins qui en ont peu.

Il n'existe dans la nature que des métaux isolés; les idées générales que nous nous formons sur leurs propriétés ne sont qu'un résumé des observations que nous avons faites sur chacun d'eux: nous ne pouvons effectivement prétendre qu'il ne peut exister des substances simples qui avec une grande légèreté spécifique méritent par leurs autres propriétés d'être classées parmi les métaux; mais lorsqu'il s'agit de juger si on doit regarder comme simple et de nature métallique, une substance qui fait un saut brusque dans une propriété inhérente à tous les métaux connus jusqu'à présent, cette dissemblance a quelque poids.

• La légèreté spécifique du *potassium* que nous prenons surtout pour objet de nos réflexions, présente une difficulté bien plus grave.

On ne peut à la vérité montrer rigoureusement quelle est la pesanteur spécifique de la potasse pure, lorsqu'on suppose

qu'on ne la connoît que dans un état de combinaison : cependant il est très-probable qu'elle est fort supérieure à celle de l'eau. On a trouvé que celle du carbonate de potasse étoit à celle de l'eau, comme 2,3 : 1 ; mais on ne peut pas supposer que l'acide carbonique prenne en se condensant une pesanteur spécifique qui s'éloigne beaucoup de celle de l'eau, d'autant plus qu'une moitié de cet acide adhère fort peu à la base du carbonate : pareillement on ne peut pas supposer, que les  $\frac{17}{100}$  d'oxygène qui doivent s'être combinés avec le *potassium*, s'éloignent assez de la pesanteur spécifique de l'eau pour produire un effet sensible : il résulteroit de ces données, que la pesanteur spécifique du *potassium*, tel qu'on le suppose dans la combinaison qui forme le carbonate de potasse, devroit approcher de celle même de ce sel, c'est-à-dire de 2,3 : 1 : or dans l'état où nous le connaissons, il a à peine le tiers de cette pesanteur spécifique. On n'a point d'exemple d'une telle augmentation de pesanteur spécifique dans un corps solide, qui entre en combinaison.

Si on suppose que le *potassium* ait reçu une certaine proportion d'hydrogène, on a une explication naturelle de sa légèreté, et l'expérience fait voir que l'amalgame de mercure et d'ammoniaque doit sa grande légèreté à l'hydrogène que les auteurs ont prouvé exister dans sa combinaison. L'hydrogène expliquerait encore la grande volatilité dont jouit le *potassium*, pendant que la potasse paroît absolument fixe, ou n'avoir que cette volatilité qui dépend des gaz avec lesquels les corps solides se trouvent en contact.

2°. La propriété qu'ont le *potassium* et le *sodium* de donner avec le gaz ammoniacal et avec le gaz hydrogène sulfuré précisément la même quantité de gaz hydrogène qu'avec l'eau.

Pour expliquer ce second fait, M. Davy avoit prétendu que tous les corps ayant entre eux des rapports constants de saturation, c'est une conséquence nécessaire que le *potassium* dégage la même quantité d'hydrogène avec l'eau, le gaz ammoniac et l'hydrogène sulfuré. Les auteurs font voir que cette explication ne s'accorde pas avec

d'autres faits, ils n'en substituent point d'autre; toutefois ils concluent: *qu'une objection qui n'a pour elle que la singularité d'un fait nouveau qui s'écarte d'un fait connu, ne repose pas sur une base assez solide.*

Cette réflexion ne fait pas disparaître la difficulté qui naît pour l'hypothèse des métaux, de la quantité précisément égale de gaz hydrogène qui se dégage dans l'action du *potassium* sur l'eau, sur le gaz hydrogène sulfuré et sur le gaz ammoniac. Cette coïncidence de produits dans trois cas si différens nous paroît avoir un grand poids dans l'évaluation des probabilités de chacune des deux hypothèses.

3°. La propriété qu'ont le *potassium* et le *sodium* d'absorber le gaz hydrogène à une température un peu élevée et de n'absorber le gaz azote à aucune température.

On a vu que dans l'action du *potassium* sur le gaz ammoniac, il se forme une substance d'une couleur olive. Lorsqu'on soumet cette substance à la chaleur, il se dégage trois cinquièmes de l'ammoniaque

ou dé ses élémens. Dans l'hypothèse des hydrures, on suppose que deux cinquièmes de l'ammoniaque restent alors combinés avec le *potassium*, privé de son hydrogène; et dans celle des métaux, on suppose que tout l'hydrogène de l'ammoniaque a été chassé, et qu'il n'est resté que de l'azote en combinaison avec le *potassium*. Il s'agit d'examiner s'il est probable que l'azote puisse former une combinaison assez puissante avec le *potassium*, pour chasser tout l'hydrogène et rester seul.

Nous avons d'une part, à considérer la puissance de combinaison de l'hydrogène, et d'autre part celle de l'azote. De toutes les substances connues, c'est l'hydrogène qui montre la plus puissante affinité: il suffit pour s'en convaincre, de considérer sa force réfringente, le pouvoir qu'il exerce sur l'oxygène, dont il fait disparaître les propriétés caractéristiques, par une petite proportion, et les combinaisons nombreuses qu'il forme, dès que les circonstances sont favorables; et, pour ne pas s'écartez des métaux, on connoît des combinaisons qu'il forme avec eux. Bien plus, les auteurs ont

fait voir que dans l'état élastique même, il pouvoit, dans une certaine étendue de l'échelle thermométrique, former une combinaison avec le *potassium* et le *sodium*.

L'azote, au contraire, n'entre que dans un petit nombre de combinaisons peu stables, et jusqu'ici on n'a pu en former aucune combinaison avec les métaux, soit dans l'état de gaz, soit dans l'état naissant. Les auteurs, eux-mêmes, ont en vain tenté de le combiner avec le *potassium* et le *sodium*.

Il nous paroît donc plus naturel de faire intervenir dans la combinaison qui se forme dans cette circonstance, l'action de l'hydrogène ou de l'ammoniaque, que celle de l'azote seul.

Après avoir discuté les motifs que l'on peut alléguer en faveur de l'hypothèse des hydrures, les auteurs exposent ceux qui ont décidé leur préférence.

Nous ne pouvons même indiquer toutes les raisons dont ils se servent pour appuyer l'hypothèse de la nature métallique du *potassium* et du *sodium*. Il est juste que ceux qui voudront porter un juge-

ment sur cette question, ayant recours à l'ouvrage. Nous nous bornerons aux considérations qui paroissent avoir le plus de poids.

1°. L'éclat métallique, l'opacité et la propriété conductrice du *potassium* et du *sodium*; mais ces caractères avoient paru peu importans aux auteurs eux-mêmes, puisque, d'abord, ils n'empêchèrent pas la préférence qu'ils donnèrent à l'hypothèse des hydrures. En effet, il y a tant d'autres substances qui présentent un éclat qu'on peut appeler métallique. Le charbon, par exemple, qui se dépose, lorsqu'on fait passer les produits des substances végétales à travers un tube incandescent, a cet éclat à un haut degré. Il possède aussi l'opacité; de plus le charbon est un conducteur d'électricité.

2°. Leur préparation au moyen des carbonates alcalins parfaitement secs; et à ce chef se rapportent plusieurs observations sur l'état sec des combinaisons alcalines.

Il est certain que, pour adopter l'hypothèse des hydrures, il faut nécessairement admettre que les alcalis purs contiennent

une certaine quantité d'eau, comme le gaz muriatique; et que, lorsqu'ils entrent en combinaison, ils retiennent une portion de cette eau que l'action des acides, aidée de celle de la chaleur, ne peut en chasser; mais, dans l'hypothèse des métaux, ne faut-il pas admettre que le *potassium* et le *sodium* retiennent dans les mêmes circonstances la quantité d'oxygène qui les réduit au second état d'oxidation? Et ces deux quantités ne diffèrent entre elles que de la petite proportion d'hydrogène que l'on suppose combinée avec le *potassium* et le *sodium*.

Si l'on considère d'un autre côté que les alcalis purs exercent une grande action sur l'eau, en sorte qu'on ne peut leur faire abandonner celle qui s'y trouve incontestablement, que par le moyen d'une combinaison; qu'ils l'enlèvent à l'air et deviennent déliquescents, pendant que ce n'est que dans quelques circonstances qu'ils peuvent attirer l'oxygène, et qu'alors ils le retiennent si faiblement, que le seul contact de l'eau chasse tout ce qui constitue le dernier degré d'oxidation, il ne paroîtra pas invrai-

semblable que les alcalis puissent retenir une portion d'eau, lorsqu'ils se combinent avec les acides qui eux-mêmes exercent une action puissante sur l'eau.

3°. La grande analogie qu'il y a entre les alcalis et les oxides métalliques.

L'ammoniaque, que les auteurs eux-mêmes ne regardent que comme un composé d'hydrogène et d'azote, affoiblit bien cette analogie, si elle ne la fait pas disparaître. Les propriétés chimiques de l'oxide d'arsenic et de l'oxide d'antimoine paroissent assez éloignées de celles de la potasse. Plusieurs oxides métalliques forment avec les alcalis des combinaisons qui ont assez de stabilité, et qui même cristallisent régulièrement, et on ne connoît point de pareilles combinaisons entre les alcalis, à moins qu'on ne confonde l'alumine et la silice avec les alcalis.

Quoi qu'il en soit, nous passons aux découvertes des auteurs, qui composent la quatrième partie de leur ouvrage.

Cette dernière partie est consacrée à un objet qui n'a pas un rapport immédiat avec les recherches précédentes, mais qui n'offre

pas moins d'intérêt. C'est une nouvelle analyse des substances végétales et animales, ou une détermination des premiers principes qui entrent dans leur composition.

On doit se rappeler que Lavoisier chercha à faire l'application de son importante théorie de la combustion, à la composition des substances végétales et animales; il considéra ces substances comme des oxides dont les uns ont pour base l'hydrogène et le carbone, et les autres, l'hydrogène, le carbone et l'azote. Il vit, qu'en brûlant ces substances dans une quantité donnée de gaz oxygène, on pouvoit, par l'eau et l'acide carbonique qui se forment, déterminer les principes constituans de la substance soumise à la combustion. Il fit ainsi quelques analyses; et si ces analyses n'ont pas l'exactitude à laquelle on est parvenu, on ne peut douter que sa méthode n'y puisse conduire.

Depuis lors, cette espèce d'analyse a été trop négligée; cependant on peut citer celles des éthers et de l'alcool, qui ont été portées à une grande précision par une méthode analogue.

Mais il y a plusieurs substances auxquelles

la méthode de Lavoisier ne pourroit être appliquée : les auteurs en ont imaginé une qui est aussi ingénieuse que générale; il s'agit aussi dans leur procédé de reconnoître les principes d'une substance, en la brûlant par le gaz oxygène et en déterminant la quantité d'oxygène qui a servi à la combustion, la quantité d'acide carbonique et d'eau qui s'est formée, les substances gazeuses qui peuvent s'être dégagées, et les principes fixes qui se trouvent dans le résidu solide.

On obtient tous ces résultats en brûlant la substance qu'on examine, par le muriate oxygéné de potasse, dans un appareil qui donne issue aux gaz qui se dégagent par un tube qui plonge sous le mercure.

On fait donc un mélange d'un poids très-exact de la substance et de muriate suroxygéné très-sec: on l'introduit dans l'appareil par le moyen d'un robinet qui porte une cavité dans laquelle on a placé ce mélange auquel on fait subir une chaleur suffisante; le gaz qui se dégage est conduit sous le mercure. On mesure ce gaz, on reconnoît la proportion d'acide carbonique qu'il contient et

celle d'azote qui a pu se dégager avec lui. On sait d'autre part combien la quantité de muriate suroxigéné employé a dû fournir d'oxygène ; on conclut donc de toutes ces valeurs, la quantité de carbone, d'oxygène et d'azote que contenoit la substance soumise à l'expérience ; mais le muriate suroxigéné a laissé un poids déterminé de muriate de potasse. Si donc la substance renfermoit quelque principe fixe, on le trouve avec le muriate de potasse et on l'en sépare, ou l'on fait une opération particulière par laquelle on détermine les principes fixes.

Nous ne pouvons indiquer l'appareil et le procédé des auteurs ; ils en donnent la description avec beaucoup de soin, et ils ne négligent aucune des circonstances qui peuvent influer sur l'exactitude de chaque expérience.

Ils ont déjà analysé par ce moyen quinze substances végétales : savoir, les acides oxalique, tartareux, muqueux, citrique et acétique, la résine de térébenthine, le copal, la cire et l'huile d'olive, le sucre, la gomme, l'amidon, le sucre de lait, les bois

de hêtre et de chêne. Chaque analyse est exposée dans un tableau où sont présentés les quantités de la substance employée, celle des produits et enfin le résultat du calcul.

Les substances animales soumises au même procédé ont présenté une difficulté à cause de l'azote qui en est une partie constitutive; s'il se trouve excès d'oxygène dans l'opération, il se forme du gaz acide nitreux, dont il seroit difficile de déterminer la quantité, il faut d'un autre côté éviter qu'il se forme de l'ammoniaque. L'artifice par lequel on prévient ces inconvénients, consiste à employer une proportion de muriate suroxigéné, telle que ce sel ne soit point en excès, et qu'il soit cependant en quantité capable de transformer complètement en gaz toute la substance animale. On détermine très-aisément cette proportion par des essais préliminaires. Ils ont fait ainsi l'analyse de la fibrine desséchée, de l'albumine, de la gélatine et de la matière caséeuse.

Un résultat très-remarquable de toutes ces analyses termine cet ouvrage si fécond

en beaux résultats; c'est que dans le sucre, l'amidon, la gomme et les bois, la proportion d'hydrogène et d'oxygène est la même que celle qui constitue l'eau, pendant que dans les substances animales, un excès d'hydrogène se trouve avec l'azote dans les proportions qui constituent, à très-peu de chose près, l'ammoniaque.

FIN DU SECOND ET DERNIER VOLUME.

---

# TABLE DES ARTICLES

## CONTENUS DANS CE VOLUME

---

### TROISIÈME PARTIE.

	pages numéros
<b>D E L'ACIDE FLUORIQUE .....</b>	<b>1</b>
Préparation de l'acide fluorique dans une cornue de plomb..	2 266
Préparation de l'acide fluorique dans un tube de plomb .....	3 267
Propriétés physiques de l'acide fluorique. Manière de le con- server.....	5 268
Action de l'acide fluorique sur l'air et sur l'eau. Chaleur très- forte que cet acide produit avec l'eau. ....	6 269
Action de l'acide fluorique con- centré sur le verre ; phénomè- nes remarquables qui l'accomp- agnent .....	7 270
Nécessité d'employer du fluate de chaux exempt des plus petites portions de silice pour la pré-	

	pages	numéros
paration de l'acide fluorique..	8	271
Action de l'acide fluorique plus ou moins étendu d'eau sur le verre .....	9	272
Moyen de graver facilement sur le verre .....	9	273
Action extraordinaire de l'acide fluorique concentré , sur la peau.....	10	274
L'acide fluorique concentré mis en contact avec le <i>potassium</i> , produit quelquefois une détonation, et donne constamment naissance à du gaz hydrogène et à du fluate de potasse , d'où on conclut que cet acide contient de l'eau.....	13	275
Réflexions qui prouvent que jusqu'à présent on n'avoit eu qu'une idée très-imparfaite de l'acide fluorique.....	16	276
Etat dans lequel on a employé l'acide fluorique pour le combiner avec les bases salifiables et les oxides. Phénomènes qu'il présente dans cet état.....	17	277
Combinaison de l'acide fluorique pur et de la potasse pure. Propriétés du fluate de potasse		

	pages	numéros
ainsi obtenu.....	18	278
Action de la potasse sur le fluate acide de silice. Fluate acidule de potasse et de silice qui en résulte. Propriétés de ce sel..	19	279
Combinaison de l'acide fluorique pur et de la soude pure. Propriétés du fluate de soude ainsi obtenu.....	21	280
Action de la soude sur le fluate acide de silice; formation de fluate de soude, et précipita- tion de silice.....	21	281
Combinaison de l'acide fluorique pur et de l'ammoniaque pure. Propriétés du sel qui en ré- sulte.....	23	282
Action de l'ammoniaque sur le fluate acide de silice. Forma- tion de fluate d'ammoniaque et de silice, et précipitation de silice.....	23	283
Action de l'acide fluorique pur sur la barite. Action du fluate acide de silice sur le nitrate et le muriate de barite. Nature et propriétés des sels qui en ré- sultent.....	24	284
Action de l'acide fluorique sur la		

strontiane et la chaux. Propriétés des sels qui en résultent. Existence probable dans la nature d'un fluate triple de chaux et de silice .....	25	285
Des fluates de magnésie, d'alumine, de glucine, d'yttria et de zircône. Propriétés très-remarquables que présentent plusieurs de ces sels.....	26	286—289
De l'action de l'acide fluorique sur le zinc; du fluate de zinc et de ses propriétés.....	29	290
De l'action de l'acide fluorique sur le fer; du fluate de fer, et de ses propriétés.....	30	291
Du fluate de manganèse et de ses propriétés .....	31	292
De l'action de l'acide fluorique sur l'étain et sur l'oxide d'étain; du fluate d'étain et de ses propriétés .....	31	293
De l'action de l'acide fluorique sur le cuivre et l'oxide de cuivre; du fluate de cuivre et de ses propriétés.....	32	294
De l'action de l'acide fluorique sur l'oxide de cobalt; du fluate de cobalt et de ses propriétés.	33	295

pages numéros

De l'action de l'acide fluorique sur l'oxide d'argent; du fluate d'argent et de ses propriétés.....	33	296
De l'action de l'acide fluorique sur le plomb et sur l'oxide de plomb; du fluate de plomb et de ses propriétés.....	34	297
De l'action de l'acide fluorique sur le mercure et l'oxide de mercure; du fluate de mercure et de ses propriétés....	35	298
<i>De l'action de l'acide borique sur le fluate de chaux .....</i>	37	
Du gaz acide fluo-borique.....	37	299
<i>Préparation du gaz acide fluo-borique.....</i>	38	300
Des propriétés physiques du gaz fluo-borique; de l'action puissante de ce gaz sur l'eau hygrométrique de l'air, et sur les matières végétales et animales.....	39	301
De la grande solubilité du gaz fluo-borique dans l'eau; manière de l'opérer; propriétés dont jouit cette dissolution..	39	302
De l'action de l'acide fluo-borique sur les bases salifiables et		

particulièrement sur l'ammoniaque ; propriétés qu'a le fluoborate d'ammoniaque de donner de l'acide borique par la calcination.....	42	303—304
De l'action de l'acide fluo-borique , soit à l'état de gaz , soit en dissolution dans l'eau , sur les métaux les plus oxidables.	44	305
Combustion vive du <i>potassium</i> dans le gaz fluo-borique; produits qui en résultent.....	45	306—308
Combustion vive du <i>sodium</i> dans le gaz acide fluo-borique ; produits qui en résultent .....	50	309
Le phosphate acide de chaux vitreux ne décompose point à la plus haute température le fluate de chaux pur, et décompose au contraire le fluate de chaux siliceux , à la chaleur rouge obscure .....	51	310
Tentatives faites pour combiner l'acide fluorique avec l'oxygène , et avec les bases terreuses autres que la silice ...	52	311
Etat sous lequel on doit employer l'acide fluorique , lorsqu'on veut en étudier l'action sur		

les divers corps : nécessité où l'on est de l'employer combiné avec la silice pour en tenter la décomposition.....	53 312
Combustion du <i>potassium</i> dans le gaz acide fluorique silicé ; produits qui en résultent.....	55 313—320
Combustion du <i>sodium</i> dans le gaz acide fluorique silicé ; produits qui en résultent.....	63 321—523
Note sur les recherches qui ont été faites dans la vue de décomposer l'acide fluorique.....	65
<b>DE L'EXISTENCE DE L'EAU DANS LES GAZ.....</b>	<b>73</b>
De la propriété qu'a le gaz fluorique de démontrer sûrement la présence de l'eau hygrométrique dans les gaz....	73 324
Des substances qui peuvent enlever l'eau hygrométrique aux gaz.....	76 324
Expériences qui prouvent que tous les gaz peuvent contenir de l'eau hygrométrique, excepté le gaz muriatique et le gaz fluorique, probablement le gaz fluorique silicé et peut-être le	

gaz ammoniac , et qu'aucun ne peut contenir d'eau en combinaison intime , excepté le gaz acide muriatique.....	77	325—327
<b>DE LA NATURE ET DES PROPRIÉTÉS DE L'ACIDE MURIATIQUE ET DE L'ACIDE MURIATIQUE OXIGÉNÉ.....</b>	93	
<i>Expériences faites pour savoir si l'eau est essentielle à la nature de l'acide muriatique.....</i>	94	
L'acide borique fondu ne décompose point le muriate d'argent sans l'intermédiaire de l'eau , et le décompose au contraire au moyen de l'eau.....	94	329
Le charbon fortement calciné ne décompose point le muriate d'argent sans l'intermédiaire de l'eau , et le décompose au contraire au moyen de l'eau....	95	330—331
Le phosphore réduit le muriate de mercure sans qu'il y ait dégagement de gaz acide muriatique.....	98	332
De la propriété qu'a le gaz muriatique oxigéné de ne point être décomposé par le charbon		

	pages numéros
fortement calciné et de l'être au contraire par le charbon ordinaire .....	98 333
Conséquences qu'on tire des ex- périences précédentes.....	101 334
De la propriété qu'ont l'acide bo- rique et le phosphate acide de chaux vitreux de ne pouvoir décomposer les muriates de barite, de strontiane, de sou- de, et de chaux sans eau, et de les décomposer de suite au moyen de l'eau.....	103 335—338
Expériences qui prouvent que le sable ne décompose point le sel marin à la plus haute tem- pérature, sans la vapeur d'eau, et qu'il le décompose à la cha- leur rouge au moyen de l'eau. Avantages que présente cette décomposition .....	108 341
L'alumine et la glucine agissent sur le sel marin comme le sable.....	111 342
Plusieurs oxides métalliques sont probablement susceptibles de décomposer le sel marin.....	112 343
Les muriates de potasse, de ba- rite, de strontiane, de chaux, II.	28

d'argent, peuvent aussi être décomposés par la silice et l'alumine, à l'aide de l'eau..	112 344
Les muriates de mercure ne sont point décomposés par le charbon fortement calciné, non plus que par l'acide borique, sans la vapeur d'eau ; ils le sont au contraire par ces deux substances à l'aide de cette vapeur ; ils le sont encore par le charbon hydrogéné seul.....	114 345—349
<i>Expériences propres à déterminer la quantité d'eau que le gaz acide muriatique peut contenir.....</i>	118
De la perte qu'on obtient en combinant le gaz acide muriatique avec l'oxyde d'argent. De l'analyse de l'oxyde d'argent...	118 351—352
De l'action du gaz hydrogène sur le gaz acide muriatique oxygéné. Il en résulte du gaz acide muriatique sans qu'il se dépose d'eau. Méthode dont on s'est servi pour prendre la pesanteur spécifique, et faire l'analyse du gaz acide muriatique oxygéné, et pour mettre ce gaz acide en contact avec le	

gaz hydrogène. Conséquences qu'on tire de ces expériences	123	353—357
Expériences qui prouvent que le gaz acide muriatique contient de l'acide muriatique réel et de l'oxygène dans la proportion nécessaire pour transformer les métaux en muriate. Conséquences qu'on tire de ces expériences.....	129	358—359
Expériences qui prouvent que le gaz acide muriatique ne peut pas contenir plus du quart de son poids d'eau ou de ses principes.....	133	360
Procédé pour évaluer, jusqu'à un certain point, la quantité d'hydrogène que peuvent contenir les différents charbons calcinés, ainsi que la plombagine.	135	361
<i>De l'action du gaz acide muriatique oxygéné sec, sur divers corps.....</i>	137	
De l'action du gaz acide muriatique oxygéné sur les métaux, sur le soufre et les sulfures, sur le phosphore et les phosphures, etc. Produits qui en		

	pages	numéros
résultent.....	137	362
<b>Le gaz acide muriatique oxigéné</b> est décomposé par la chaux , la magnésie , etc. à une haute température; il se dégage beau- coup d'oxigène , et il se forme des muriates. Propriétés re- marquables de ces muriates..	140	363—364
<b>De l'action présumée de l'acide</b> muriatique oxigéné sur les oxides métalliques.....	145	365
<b>De la décomposition du gaz aci-</b> de muriatique oxigéné , par l'eau , à l'aide de la chaleur ; manière de la produire.....	144	366
<b>De la décomposition du gaz acide</b> muriatique oxigéné , sur les substances contenant l'hydro- gène.....	146	367
<b>Impossibilité où l'on est , jus-</b> qu'à présent , d'enlever l'oxi- gène à l'acide muriatique oxi- géné , et d'obtenir l'acide mu- riatique isolé.....	149	368
<b>Expériences qui prouvent que</b> l'acide muriatique oxigéné n'a aucune action sur les corps combustibles , qui ne contien- nent ni hydrogène ni eau ,		

pages numéros

pourvu qu'ils n'ayent point la propriété de se combiner avec l'acide muriatique.....	149	369
Notes relatives aux recherches faites par M. Davy et par les auteurs, sur les acides muriatique et muriatique oxigéné..	153	
<i>Observations sur la nature du gaz acide muriatique oxigène.....</i>	155	
Expériences tendantes à faire croire que cet acide est un corps simple ; époque à laquelle cette hypothèse a été faite , et par qui elle a été faite ; discussion de cette hypothèse , et de l'hypothèse contraire; conséquences qu'on tire de cette discussion ; réflexions sur la nature du gaz acide muriatique.....	155	370—377
DE LA COMBINAISON DU PHOSPHORE AVEC L'OXIGÈNE ET L'ACIDE MURIATIQUE.....	176	
Procédé pour obtenir cette combinaison , et propriétés dont elle jouit.....	176	378
DE L'ACTION DE L'EAU DANS LA		

pages numéros

DÉCOMPOSITION DE PLUSIEURS CORPS, ET NOTAMMENT DES CARBONATES ET DES NITRATES.....	180	379
CONSIDÉRATIONS SUR LA MANIÈRE DONT LA LUMIÈRE AGIT DANS LES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES.....	186	
Expériences faites à cet égard par MM. Rumford et Berthollet.....	186	380
De l'action du gaz hydrogène et du gaz acide muriatique oxygéné, mêlés et exposés comparativement à la lumière solaire plus ou moins forte, à la lumière diffuse, à l'obscurité, et à une chaleur plus ou moins élevée.....	189	381—586
De l'action comparative qu'exercent la lumière et la chaleur sur le gaz acide muriatique oxygéné sans l'eau, et à l'aide de l'eau .....	193	387
De l'action comparative de la lumière et de la chaleur, sur l'acide nitrique et les oxides métalliques .....	194	388 — 389

De l'action comparative de la chaleur et de la lumière , sans l'eau , et à l'aide de l'eau , sur la couleur rose du Carthame , la couleur violette du Cam-pêche , la couleur rouge du Brésil , les couleurs jaunes du Curcuma et de la Gaude..... 196 390—391

Résumé de toutes les expériences relatives à l'action de la lumière dans les phénomènes chimiques ; conséquences qu'on tire de ces expériences. 201 392—393

DE LA QUANTITÉ D'EAU CONTENUE DANS LA POTASSE ET LA SOUDE PRÉPARÉES À L'ALCOOL , ET POUSSÉES AU ROUGE..... 206

Quantité d'eau admise dans ces alcalis , par MM. Darcet , Berthollet , Davy..... 206 394

Expériences qui prouvent que la potasse et la soude , purifiées par l'alcool , et exposées à une chaleur rouge , contiennent , la 1<sup>ere</sup> , 20 pour 100 d'eau ; et la 2<sup>o</sup> , 25..... 207 395—398

DISCUSSION SUR LA NATURE DU

	pages numéros
POTASSIUM ET DU SODIUM...	215
Exposé de l'hypothèse dans laquelle on regarde le <i>potassium</i> et le <i>sodium</i> comme des hydrures, et de celle dans laquelle on les regarde comme des corps simples. Motifs qui doivent faire examiner comparativement ces deux hypothèses .....	215 399—401
<i>Discussion de l'hypothèse des hydrures</i> .....	218
Faits qu'on peut citer en faveur de l'hypothèse des hydrures ; examen de ces faits .....	218 402—410
<i>Discussion de l'hypothèse où l'on considère le potassium et le sodium comme des corps simples</i> . ....	237
Faits qu'on peut citer en faveur de cette hypothèse ; examen de ces faits .....	237 411—419
TABLEAU DES FAITS ADMIS PAR NOUS, ET CONTESTÉS PAR M. DAVY.....	258 420

## QUATRIÈME PARTIE.

*Méthode pour déterminer la proportion des principes qui constituent les substances végétales et animales, et application de cette méthode à l'analyse d'un grand nombre de ces substances.*

	pages	numéros
Aperçu de la méthode que l'on a employée jusqu'à présent pour tenter ces sortes d'analyses.....	265	421
Description détaillée de la nouvelle méthode, à l'aide de laquelle on peut faire toutes ces analyses exactement; appareil et précautions qu'il est nécessaire d'employer à cet effet..	267	422—429
Analyse du sucre.....	288	431
Analyse de la gomme arabique..	289	432
Analyse de l'amidon.....	291	433
Analyse du sucre de lait.....	292	434
Analyse du chêne.....	294	435
Analyse du hêtre.....	295	436
Analyse de l'acide muqueux...	297	437
Analyse de l'acide oxalique....	299	438
Analyse de l'acide tartareux....	302	439
Analyse de l'acide citrique.....	305	440

	pages	numéros
Analyse de l'acide acétique....	308	441
Analyse de la résine de térébenthine.....	311	442
Analyse du copal.....	314	443
Analyse de la cire.....	316	444
Analyse de l'huile d'olive.....	319	445
Loix auxquelles la composition végétale est soumise .....	321	446
Précautions que l'on doit prendre pour éviter la formation de l'acide nitrique , et ne commettre aucune erreur dans l'analyse des matières animales .....	322	447
Analyse de la fibrine.....	328	448
Analyse de l'albumine.....	331	449
Analyse de la matière caséuse..	332	450
Analyse de la gélatine.....	334	451
Lois auxquelles il est probable que la composition animale est soumise.....	337	452
Tableau contenant la proportion des principes de quinze substances végétales , et des quatre substances animales les plus communes.....	339	453
Conséquences qui résultent des analyses végétales et animales précédentes.....	342	454

*Rapport fait à la classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut, par M. Berthollet, au nom de la commission composée de MM. Laplace, Monge, Chaptal, Haüy et Berthollet. 351*

FIN DE LA TABLE DU SECOND VOLUME.

---

## ERRATA.

*Page* 8 ligne 6 silice, *lisez* silicé.

- 10 11 et d'y faire, *lisez* et y faire.  
25 14 et qui calcinés seuls, *supprim.* seuls.  
39 10 ammoniaque, *lisez* ammoniac.  
41 17 bouchon, *lisez* flacon.  
56 4 acide fluor. absorbé 78, *lisez* 84.  
*ib.* 9 acide fluor. absorbé 80, *lisez* 85,5.  
79 9 commerce étendu, *lisez* commerce,  
étendu.  
98 16 *au lieu de* (278), *lisez* (378).  
105 18 *au lieu de* (278), *lisez* (378).  
147 9 *au lieu de* (347), *lisez* (357).  
157 4 *au lieu de* (237), *lisez* (327).  
176 15 avons, *lisez* avons eu.

