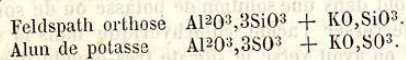


53,33 d'oxygène.  
et 46,67 de silicium.

100,00

La détermination de la formule de l'acide silicique et par suite de l'équivalent du silicium présente de sérieuses difficultés; on ne peut en effet se servir de la considération de neutralité de certains silicates pour décider la question: la plupart des silicates sont en effet insolubles, les silicates alcalins seuls sont solubles, mais à la condition de contenir un grand excès d'alcali, et par suite d'être basiques.

Berzelius avait admis pour la silice la formule  $\text{SiO}^3$ , afin que les feldspaths, minéraux d'une grande importance, aient une composition analogue à celle des aluns; on a en effet:



Mais en adoptant pour la formule de la silice  $\text{SiO}^3$ , il en résulte que le chlorure de silicium sera représenté par  $\text{SiCl}^3$ , qui correspond à 3 volumes de vapeur, composition tout à fait anormale.

Il n'en est plus de même, si le chlorure de silicium est représenté par la formule  $\text{SiCl}^2$ , car elle correspond à 2 vol. de vapeur. A ce point de vue, la formule  $\text{SiO}^2$  est donc plus probable. C'est encore à la même conclusion que l'on est conduit, si l'on considère que les fluosilicates sont isomorphes avec les fluostannates. En effet ces derniers ont pour formule  $\text{MFl}, \text{SnFl}^2$ , il convient donc de représenter les fluosilicates de cette façon:  $\text{MFl}, \text{SiFl}^2$ .

Enfin lorsqu'on traite le silicium par l'acide chlorhydrique, on obtient un composé  $\text{Si}^2\text{HCl}^3$  tout à fait analogue au chloroforme  $\text{C}^2\text{HCl}^3$ ; l'acide silicique doit donc avoir une formule analogue à celle de l'acide carbonique  $\text{CO}^2$ .

La valeur de l'équivalent du silicium résultera nécessairement de la formule que l'on adoptera pour la silice. Quand on admettait pour cet acide la formule  $\text{SiO}^3$ , on avait pour l'équivalent du silicium:

$$\frac{x}{24} = \frac{46,67}{53,33} \quad x = 21.$$

Mais en adoptant pour la formule de la silice  $\text{SiO}^2$ , on a pour cet équivalent:

$$\frac{x}{16} = \frac{46,67}{53,33} \quad x = 14.$$

**Usages.** — La silice joue un rôle important dans la nature. Elle existe en dissolution dans la plupart des eaux naturelles, probablement à la faveur de l'acide carbonique, et peut ainsi être absorbée

par les racines des végétaux, aux tiges desquels elle communique une certaine rigidité. On trouve en effet de la silice dans les cendres laissées par l'incinération de presque toutes les plantes.

La silice entre dans la composition des différents verres et dans celle des pâtes pour porcelaines et poteries.

Le silicium forme avec l'oxygène deux autres combinaisons, beaucoup moins importantes que la première: un sesquioxyde et un protoxyde.

**Sesquioxyde de silicium.**  $\text{Si}^2\text{HO}^3$  ou  $\text{Si}^2\text{O}^3, \text{HO}$ .

C'est un corps solide blanc, se décomposant par la chaleur avec incandescence en silice et hydrogène.

On l'obtient en décomposant par l'eau à 0° le sesquichlorure ou mieux le sesquiodure de silicium,  $\text{Si}^2\text{I}^3$ .

**Protoxyde de silicium.**  $\text{Si}^2\text{HO}^3$  ou  $\text{Si}^2\text{O}^2, \text{HO}$ .

Ce corps, blanc et amorphe, chauffé dans l'oxygène, brûle avec dégagement de chaleur et de lumière. Chauffé à l'abri de l'air, il se décompose en silice et siliciure d'hydrogène, accompagnés d'un peu de silicium et d'hydrogène libre, provenant de la décomposition d'une partie du siliciure d'hydrogène.

Il est un peu soluble dans l'eau, qui le décompose lentement; la décomposition est très-rapide en présence des alcalis.

On le prépare en décomposant par l'eau à 0° le sous-chlorure de silicium  $\text{Si}^2\text{HCl}^3$ , dont nous avons donné plus haut le mode de formation:



#### COMBINAISON DU SILICIUM AVEC L'HYDROGÈNE.

**Siliciure d'hydrogène.**  $\text{Si}^2\text{H}^2$ .

Le siliciure d'hydrogène a été découvert en 1858 par MM. Wöhler et Buff, qui l'obtenaient en décomposant par l'acide chlorhydrique le siliciure de magnésium.

Ainsi préparé, c'est un gaz spontanément inflammable; mais cette propriété provient de ce qu'il renferme toujours une proportion assez forte d'hydrogène, comme l'ont montré MM. Friedel et Ladenburg, qui se sont procuré l'hydrogène silicié pur par l'action du sodium sur l'éther siliciformique.

Pur, le siliciure d'hydrogène ne s'enflamme qu'à la température de 100°, mais il devient spontanément inflammable à la température ordinaire lorsqu'on diminue sa pression ou lorsqu'on le mélange avec un autre gaz, comme l'hydrogène.

Quand il brûle à l'air, ce gaz produit des fumées abondantes de silice. La chaleur le décompose en silicium et en hydrogène. Les solutions alcalines le décomposent en donnant de l'hydrogène et

un silicate alcalin. Il réduit les solutions de sels d'argent et de cuivre. Il détone en présence du chlore.

**Chlorure de silicium.  $\text{SiCl}_2$ .**

Équiv. en poids = 85. Équiv. en vol. = 2 vol.

Le chlorure de silicium est liquide; il bout à  $59^\circ$ ; il est plus lourd que l'eau, sa densité est 1,52; la densité de sa vapeur est 5,940; il fume à l'air humide; l'eau le décompose et le transforme en acides silicique et chlorhydrique :



On utilise cette décomposition pour faire l'analyse de ce composé. Le chlorure de silicium contient :

|               |        |
|---------------|--------|
| Silicium..... | 16,47  |
| Chlore.....   | 83,53  |
|               | 100,00 |

L'oxygène agit à une température élevée sur le chlorure de silicium; il se dégage du chlore et il se produit une série d'oxychlorures de silicium.

On obtient le chlorure de silicium en soumettant un mélange de

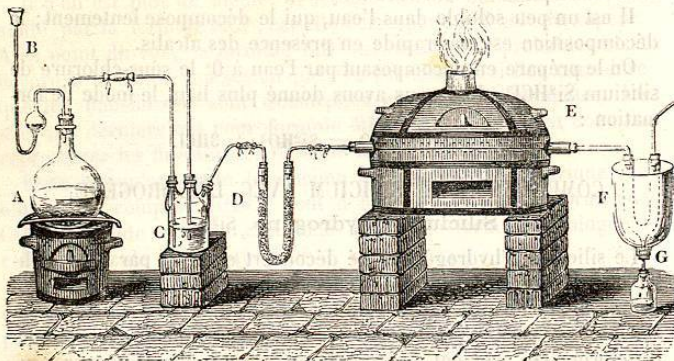
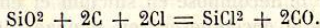


Fig. 115.

silice et de charbon très-divisé à l'action du chlore sec (fig. 115). A est le ballon dans lequel se produit le chlore, B le tube qui sert à verser l'acide chlorhydrique, C est un flacon laveur, D est un tube à dessécher, E représente le tube dans lequel on a introduit le mélange de silice et de charbon, F est le tube condensateur qui est entouré d'un mélange de glace et de sel, G est le petit flacon dans lequel vient se rendre le chlorure de silicium :



On emploie pour cette préparation de la silice gélatineuse lavée et séchée; on la mêle avec  $\frac{3}{4}$  de son poids de noir de fumée et une quantité d'huile suffisante pour en faire une pâte. Cette pâte, calcinée au rouge sombre dans un creuset, est introduite en fragments dans le tube E.

Le chlorure de silicium est devenu un corps intéressant depuis qu'Ebellen l'a employé pour produire l'éther silicique.

On connaît un autre composé de chlore et de silicium, un sesquichlorure,  $\text{Si}^2\text{Cl}^3$ .

C'est un liquide incolore, très-mobile, se solidifiant à  $-14^\circ$  en grandes lames cristallines. Il bout vers  $146^\circ$ . La densité de sa vapeur est 9,7.

On l'obtient en faisant agir le bichlorure de silicium, dont nous venons de parler, sur du silicium fondu, à la température d'environ  $1200^\circ$ .

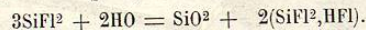
**Fluorure de silicium.  $\text{SiF}_2$ .**

Équiv. en poids = 52. Équiv. en vol. = 2 vol.

Le gaz, découvert par Priestley, n'est bien connu que depuis les travaux de Gay-Lussac et Thenard.

**Propriétés.** — Le fluorure de silicium est incolore, d'une odeur suffocante, d'une densité de 3,6. Il fume à l'air, mais moins que le fluorure de bore. Il éteint les corps en combustion, et n'attaque pas le verre. Soumis à l'influence d'un froid de  $105^\circ$  et d'une pression de 9 atmosphères, le fluorure de silicium se liquéfie. On l'a même obtenu à l'état solide en le soumettant au froid intense qu'on produit en évaporant dans le vide un mélange de protoxyde d'azote liquide et de sulfure de carbone (M. Natterer).

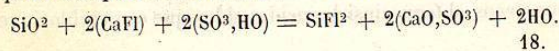
Son action sur l'eau constitue le point le plus important de son histoire. Lorsqu'on le met en contact avec ce liquide, il est absorbé sur-le-champ en proportion considérable: il se forme un précipité de silice gélatineuse, et il se produit une quantité correspondante d'acide fluorhydrique, qui, en s'unissant à une partie du fluorure de silicium non décomposé, constitue l'acide hydrofluosilicique :



Ac. hydrofluosilicique.

Cette réaction permet de préparer de la silice très-pure; et sert en outre à caractériser cette substance et à reconnaître sa présence dans une matière inorganique.

**Préparation.** — On obtient le fluorure de silicium en chauffant dans un ballon de verre un mélange intime de 1 partie de sable et de 1 partie de spath fluor avec 6 parties d'acide sulfurique concentré :



Le gaz se dégage bientôt en abondance, et lorsque l'air de l'appareil a été expulsé, on reçoit le fluorure de silicium dans des éprouvettes remplies de mercure.

**Acide hydrofluosilicique.**  $\text{SiFl}^2$ , HFl.

Équiv. = 72.

Ce corps a été obtenu par Scheele.

**Propriétés.** — L'acide hydrofluosilicique possède une saveur franchement acide; il est incristallisable. Lorsqu'on veut le concentrer, il arrive un moment où il se décompose en fluorure de silicium et en acide fluorhydrique. Chauffé avec de la silice, il donne de l'eau et du fluorure de silicium; c'est la réaction inverse de celle qui a servi à le préparer.

Son caractère le plus saillant est de former dans les sels de potasse un précipité gélatineux d'hydrofluosilicate qui est à peine soluble dans l'eau : on l'emploie souvent pour caractériser les sels de potasse, ou pour décomposer un sel de potasse dont on se pro-

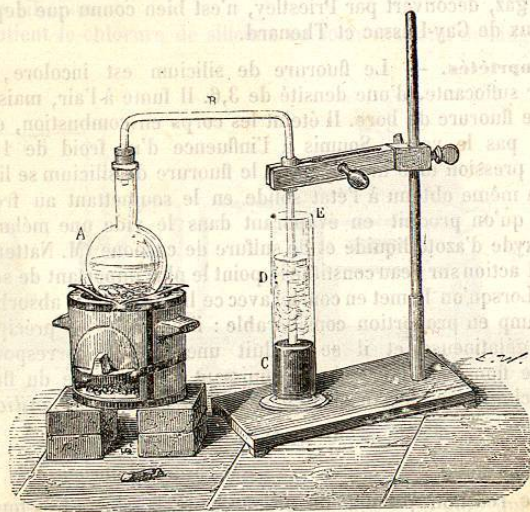


Fig. 116.

pose d'isoler l'acide; en effet, l'acide hydrofluosilicique forme avec la base alcaline un composé très-peu soluble, que l'on peut séparer par la filtration, tandis que l'acide du sel décomposé reste dans la liqueur à l'état de liberté.

Nous avons obtenu ainsi les acides chlorique et perchlorique.

L'acide hydrofluosilicique sert aussi à distinguer les sels de baryte des sels de strontiane : les sels de baryte produisent avec cet acide un sel à peine soluble dans l'eau, tandis que les sels de strontiane ne sont pas précipités.

Enfin on a proposé d'utiliser l'acide hydrofluosilicique pour durcir les pierres calcaires et le plâtre.

**Préparation.** — L'acide hydrofluosilicique s'obtient en faisant passer un courant de fluorure de silicium dans une éprouvette qui contient de l'eau distillée (fig. 116).

Pour éviter que la silice gélatineuse n'obstrue le tube à dégagement, on met au fond de l'éprouvette une colonne de 6 à 7 centimètres de mercure C, dans laquelle plonge le tube B, dont l'extrémité ne se trouve plus alors en contact direct avec l'eau.

Quand l'opération a été prolongée pendant quelque temps, l'eau se prend en masse et tient en suspension une grande quantité de silice, que l'on sépare de la liqueur acide par la pression dans un linge ou la filtration. La dissolution est ensuite soumise à l'évaporation. On doit arrêter la concentration de l'acide hydrofluosilicique au moment où la liqueur répand des fumées blanches, pour éviter que cet acide ne se décompose en produisant de l'acide fluorhydrique qui attaquerait le verre.

**Composition.** — On déduit la composition de l'acide hydrofluosilicique de la composition de ses sels, en admettant que l'hydrogène y remplace le métal à équivalents égaux.

Hydrofluosilicates, ou fluorures doubles de silicium et de métal :  
 $\text{SiFl}^2$ , MFl.

Acide hydrofluosilicique, ou fluorure double de silicium et d'hydrogène :  
 $\text{SiFl}^2$ , HFl.

Sulfure de silicium.  $\text{SiS}^2$ .

Équivalent = 46.

Le silicium, de même que le bore, se combine directement avec le soufre; mais on obtient plus facilement le sulfure de silicium par l'action du sulfure de carbone sur un mélange de silice et de charbon. Ce corps est solide, volatil au rouge, et se présente en longues aiguilles incolores et brillantes.

Le sulfure de silicium est décomposé par l'eau à la température ordinaire :  $\text{SiS}^2 + 2\text{HO} = \text{SiO}^2 + 2\text{HS}$ .

La silice ainsi formée reste en dissolution dans l'eau. Cette réaction permet d'expliquer la présence de la silice et de l'hydrogène sulfuré dans certaines eaux naturelles (Fremy).

## CLASSIFICATION DES MÉTALLOÏDES

EN FAMILLES NATURELLES.

M. Dumas a groupé les métalloïdes en quatre familles naturelles, en se fondant sur les propriétés et la constitution des composés que ces corps forment avec l'hydrogène. Cette classification permet de mettre en lumière les analogies que présentent plusieurs d'entre eux, analogies telles que l'étude de l'un des corps de chaque groupe étant faite, on peut prévoir les principales réactions que fourniront les autres substances de la même famille.

La première famille comprend : le *chlore*, le *brome*, l'*iode* et le *fluor*.

La seconde, l'*oxygène*, le *soufre*, le *sélénium* et le *tellure*.

La troisième, l'*azote*, le *phosphore* et l'*arsenic*.

La quatrième, le *carbone*, le *bore* et le *silicium*.

**Hydrogène.** — L'hydrogène, comme on le voit, est le seul des corps simples étudiés jusqu'ici qui ne figure pas dans cette classification. C'est que ce gaz n'a ni les caractères physiques, ni les propriétés chimiques des métalloïdes, c'est un véritable métal.

En effet l'hydrogène possède un pouvoir conducteur pour la chaleur bien plus considérable que tous les autres gaz. Si l'on fait rougir un fil de platine, en le faisant traverser par un courant électrique suffisamment énergique, ce fil reste rouge lorsqu'il est plongé dans l'air, ou dans tout gaz autre que l'hydrogène, mais il cesse d'être lumineux lorsqu'on l'introduit dans ce dernier gaz.

Au point de vue chimique, les ressemblances entre l'hydrogène et les métaux ne sont pas moins frappantes. De même qu'en s'unissant à l'oxygène les métaux donnent naissance à des oxydes basiques, de même l'hydrogène forme l'eau, qui joue le rôle de base vis-à-vis des différents acides; nous avons déjà appelé l'attention sur les fonctions de base que remplit l'eau dans les phosphates.

Lorsqu'elle s'unit aux bases, l'eau, il est vrai, peut être considérée comme un acide; mais nous verrons que certains oxydes métalliques partagent cette propriété avec elle; tels sont l'alumine, l'oxyde de zinc, qui sont des bases vis-à-vis des acides et des acides vis-à-vis des bases puissantes.

En parlant des lois de Richter, nous avons dit que certains métaux pouvaient se déplacer de leurs dissolutions salines; ainsi le zinc, le fer, précipitent le cuivre du sulfate de cuivre; de même le zinc, le fer, déplacent l'hydrogène d'un hydrate d'acide sulfurique. De même encore l'hydrogène pourra déplacer les métaux: on peut en effet réduire le sulfate d'argent au moyen du gaz hydrogène comprimé.

Enfin lorsqu'on décompose l'eau dans un voltamètre dont l'élec-

trode négative est formée par une lame de palladium, ce métal absorbe jusqu'à 936 fois son volume d'hydrogène (Graham). Le corps, qui a pris ainsi naissance, est blanc et tenace; ce que l'on n'observe pas généralement quand un métalloïde s'unit à un métal, car celui-ci devient cassant. Au moyen de l'expérience précédente, on obtient donc un véritable alliage, dans lequel MM. Troost et Hautefeuille ont mis récemment en évidence un composé défini répondant à la formule  $\text{Pa}^2\text{H}$ . Ce sont encore des formules analogues,  $\text{Na}^2\text{H}$ ,  $\text{K}^2\text{H}$ , qui représentent, d'après ces chimistes, les hydrures alcalins. Or, en prenant la densité de ces hydrures, on pourra en déduire la densité de l'hydrogène ainsi combiné aux métaux. L'expérience a conduit au nombre 0,62, densité un peu supérieure à celle du lithium, et qui tend à rapprocher l'hydrogène des métaux alcalins.

## PREMIÈRE FAMILLE.

CHLORE. — BROME. — IODE. — FLUOR.

Les corps de cette famille forment avec l'hydrogène des acides puissants. 2 volumes de ces corps s'unissent à 2 volumes d'hydrogène, sans condensation, pour donner 4 volumes d'un hydracide, gazeux à la température ordinaire, fumant à l'air, très-soluble dans l'eau, formant avec elle des hydrates définis, et attaquant la plupart des métaux avec dégagement d'hydrogène.

Le chlore, le brome et l'iode ont une odeur forte et pénétrante; ils exercent une action irritante sur les organes de la respiration.

Les composés, que ces métalloïdes forment avec un même métal, sont généralement isomorphes; tels sont les chlorure, bromure et iodure de potassium. Les mêmes analogies se constatent dans la plupart de leurs propriétés: ainsi, les chlorure, bromure, iodure de plomb, sont tous trois peu solubles dans l'eau froide; les chlorure, bromure, iodure d'argent, sont insolubles dans l'eau et les acides, sont altérés par la lumière, et se dissolvent dans le même réactif, l'hyposulfite de soude.

Les métalloïdes de cette famille se combinent difficilement avec l'oxygène et donnent des acides peu stables; toutefois cette stabilité faible pour les composés oxygénés du chlore, est plus grande pour ceux du brome et plus grande encore pour les acides iodique et périodique.

La stabilité des hydracides présente un ordre inverse: ainsi le chlore décompose les acides bromhydrique et iodhydrique, et ce dernier acide est également décomposé par le brome.

L'acide fluorhydrique se rapprochant par la plupart de ses propriétés de l'acide chlorhydrique, on a rangé dans cette famille le radical des fluorures, bien que les propriétés de certains de ses composés tendent à lui faire occuper une place un peu à part.

Nous citerons comme exemples le fluorure de calcium, qui est insoluble, tandis que le chlorure, le bromure et l'iode de calcium sont déliquescents, et inversement le fluorure d'argent, qui est soluble, tandis que le chlorure, le bromure et l'iode correspondants sont insolubles.

Néanmoins, comme la stabilité de l'acide fluorhydrique est très-grande; comme, d'autre part, le fluor n'a pu être combiné à l'oxygène, on a adopté l'ordre suivant, *fluor, chlore, brome et iode*, pour représenter celui de leur affinité, décroissante pour l'hydrogène, croissante pour l'oxygène.

Le tableau suivant montre que l'équivalent, la densité, le point de fusion et le point d'ébullition de ces corps croissent suivant le même ordre :

|                              | Fl       | Cl                  | Br              | I                     |
|------------------------------|----------|---------------------|-----------------|-----------------------|
| Équivalent en volume..       | 2 v (?)  | 2 v.                | 2 v.            | 2 v.                  |
| Équivalent en poids....      | 19       | 35,5                | 80              | 127                   |
| Densité à l'état ordinaire.. | Inconnue | 1,33                | 3               | 5                     |
| Densité de vapeur.....       | »        | 2,4                 | 5,4             | 8,7                   |
| Point d'ébullition.....      | »        | — 50°               | 63°             | 175°                  |
| État physique.....           | »        | Gaz jaune verdâtre. | Liquide, rouge. | Solide, gris d'acier. |

## DEUXIÈME FAMILLE.

OXYGÈNE. — SOUFRE. — SÉLÉNIUM. — TELLURE.

1 volume de vapeur de l'un de ces métalloïdes s'unit à 2 volumes d'hydrogène pour former 2 volumes de vapeur d'un composé faiblement acide, ou tout au moins pouvant, comme l'eau, jouer le rôle d'acide faible.

Ces quatre substances ont une forte affinité pour l'hydrogène et pour les métaux. Cette affinité est cependant moindre que celle du corps de la famille précédente; elle va en décroissant du premier au dernier.

Les analogies du soufre, du sélénium et du tellure sont très-étroites; les sulfures, les séléniures et les tellurures sont isomorphes et se trouvent presque toujours associés dans la nature.

Les acides sulfhydrique, sélénhydrique et tellurhydrique sont des gaz peu solubles dans l'eau, vénéneux, d'une odeur repoussante. Leurs dissolutions se décomposent au contact de l'air avec formation d'eau et mise en liberté du métalloïde. Ces corps forment, en brûlant dans l'oxygène ou dans l'air, les acides sulfureux, sélénieux et tellureux, composés d'un volume de vapeur du corps et de 2 volumes d'oxygène, condensés en 2 volumes. Ces acides se transforment, en présence des oxydants, en acides sulfurique, séléinique et tellurique, qui donnent des sels isomorphes.

L'oxygène présente des propriétés spéciales dépendant du rôle particulier et important qu'il joue dans la nature; mais au point de vue chimique, nous avons déjà signalé les analogies qui rapprochent ce gaz du soufre. Le charbon et les métaux brûlent dans la vapeur de soufre comme dans l'oxygène, et forment des composés analogues: le charbon donne du sulfure de carbone, analogue à l'acide carbonique; les métaux donnent des sulfures correspondant aux oxydes. L'oxygène s'extrait du bioxyde de manganèse, comme le soufre du bisulfure de fer.

Le tableau suivant résume les principales propriétés physiques des corps de cette famille; il montre que leur équivalent augmente avec leur fixité :

|                           | O             | S              | Se            | Te                       |
|---------------------------|---------------|----------------|---------------|--------------------------|
| Équivalent en volume..    | 1 v.          | 1 v.           | 1 v.          | 1 v.                     |
| Équivalent en poids....   | 8             | 16             | 39,75         | 64,50                    |
| Densité à l'état solide.. | Inconnue      | 2,00           | 4,80          | 6,25                     |
| Densité de vapeur.....    | 1,105         | 2,22           | 5,60          | 8,90                     |
| Point de fusion.....      | Inconnu       | 110°           | 217°          | 350°                     |
| Point d'ébullition.....   | Id.           | 440°           | 700°          | Rouge vif.               |
| État physique.....        | Gaz incolore. | Solide, jaune. | Solide, brun. | Solide, gris métallique. |

## TROISIÈME FAMILLE.

AZOTE. — PHOSPHORE. — ARSÉNIC.

2 volumes d'azote ou 1 volume de vapeur des autres corps s'unissent à 6 volumes d'hydrogène pour former 4 volumes d'un

composé basique. Ces corps s'unissent aux métalloïdes plus facilement qu'aux métaux; c'est l'inverse que nous avons constaté pour les corps des deux premières familles.

L'ammoniaque est une base forte; l'hydrogène phosphoré est une base très-faible, se combinant cependant avec les acides bromhydrique et iodhydrique. Quant à l'hydrogène arsénié, il est sensiblement neutre. Cependant ces trois composés doivent être considérés comme des produits très-analogues, quand surtout on constate l'identité de composition et de propriétés des bases organiques azotées, phosphorées et arséniées, comme nous le verrons en chimie organique.

Le phosphore et l'arsenic ont de très-nombreux points de ressemblance : les phosphates et les arsénates sont isomorphes et se trouvent constamment associés dans la nature.

L'azote par plusieurs de ses propriétés s'écarte un peu des autres corps du même groupe. Ainsi il ne se combine avec l'oxygène que sous l'influence de l'électricité, tandis que le phosphore et l'arsenic brûlent avec énergie dans ce gaz.

En outre, l'équivalent de l'azote représente deux volumes de vapeur, tandis que les équivalents du phosphore et de l'arsenic représentent un seul volume. Pour expliquer cette anomalie, M. H. Deville a pensé que l'azote pourrait doubler de volume en sortant de ses combinaisons; ce qui ferait comprendre la puissance projective considérable des composés détonants de l'azote, tels que le chlorure, l'iodure d'azote, les ammoniures d'or, d'argent, etc.

Le tableau suivant résume les propriétés physiques de ces trois corps :

|                           | Az            | Ph                | As                      |
|---------------------------|---------------|-------------------|-------------------------|
| Équivalent en volume..    | 2 v.          | 1 v.              | 1 v.                    |
| Équivalent en poids....   | 14            | 31                | 75                      |
| Densité à l'état solide.. | Inconnue.     | 1,83              | 5,75                    |
| Densité de vapeur .....   | 0,972         | 4,32              | 10,3                    |
| Point de fusion.....      | »             | 44°               | Au rouge.               |
| Point d'ébullition.....   | »             | 290°              | Id.                     |
| État physique.....        | Gaz incolore. | Solide, incolore. | Solide, gris métallique |

## QUATRIÈME FAMILLE

CARBONE. — BORE. — SILICIUM.

Ces trois corps sont solides, peu fusibles et fixes à toutes les températures de nos fourneaux. Le silicium seul a pu être fondu. Tous trois, ils se présentent à l'état amorphe et à l'état cristallin. Lorsqu'ils sont amorphes, ils sont facilement attaqués par les réactifs, mais ils sont presque inattaquables à l'état cristallin.

Le diamant est la plus dure de ces trois substances, le bore vient ensuite, puis le silicium.

Le carbone, le bore et le silicium n'ont qu'une seule espèce de dissolvants, ce sont les métaux fondus; le carbone se dissout dans la fonte de fer, les deux autres se dissolvent dans plusieurs métaux, notamment dans l'aluminium.

De tous les métalloïdes, ce sont ceux dont l'affinité pour l'azote est la plus grande; le bore amorphe s'unit directement à ce gaz, en dégageant de la chaleur et de la lumière. Le cyanogène ne se décompose qu'à une température très-élevée; les azotures de bore et de silicium sont indécomposables.

Le bore et le silicium ont entre eux de grandes analogies : les acides borique et silicique sont fixes, fusibles à haute température, et donnent avec les alcalis des sels vitrifiables. Le fluor donne avec le bore et le silicium des composés fumant à l'air, décomposables par l'eau et formant avec les fluorures alcalins des fluorures doubles.

Quant au carbone, il se distingue des deux autres corps de cette famille, en ce que les composés qu'il forme avec l'oxygène sont gazeux, et de plus qu'il ne s'unit pas au fluor.

Le tableau suivant montre que, contrairement à ce que nous avons constaté pour les familles précédentes, la densité de ces corps diminue à mesure qu'augmente leur équivalent.

|                                  | C    | Bo   | Si   |
|----------------------------------|------|------|------|
| Équivalent.....                  | 6    | 11   | 14   |
| Densité à l'état cristallin..... | 3,55 | 2,68 | 2,49 |

Remarque. — Nous avons constaté que le premier corps de

chaque famille, le fluor, l'oxygène, l'azote et le carbone présentait certains caractères spéciaux qui le distinguaient des autres corps du même groupe.

Il est à remarquer que ces quatre corps, joints à l'hydrogène, sont ceux qui paraissent jouer dans la nature le rôle le plus important. On pense, en effet, que les métaux des filons se sont infiltrés dans les crevasses du sol à l'état de fluorures. D'autre part, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote et le carbone constituent à eux seuls l'eau, l'air, l'acide carbonique, l'acide nitrique et l'ammoniaque ainsi que toutes les matières organisées.

## FIN DU TOME PREMIER.

| Équivalents | Bo  | Cl  |
|-------------|-----|-----|
| 1           | 1   | 1   |
| 2           | 2   | 2   |
| 3           | 3   | 3   |
| 4           | 4   | 4   |
| 5           | 5   | 5   |
| 6           | 6   | 6   |
| 7           | 7   | 7   |
| 8           | 8   | 8   |
| 9           | 9   | 9   |
| 10          | 10  | 10  |
| 11          | 11  | 11  |
| 12          | 12  | 12  |
| 13          | 13  | 13  |
| 14          | 14  | 14  |
| 15          | 15  | 15  |
| 16          | 16  | 16  |
| 17          | 17  | 17  |
| 18          | 18  | 18  |
| 19          | 19  | 19  |
| 20          | 20  | 20  |
| 21          | 21  | 21  |
| 22          | 22  | 22  |
| 23          | 23  | 23  |
| 24          | 24  | 24  |
| 25          | 25  | 25  |
| 26          | 26  | 26  |
| 27          | 27  | 27  |
| 28          | 28  | 28  |
| 29          | 29  | 29  |
| 30          | 30  | 30  |
| 31          | 31  | 31  |
| 32          | 32  | 32  |
| 33          | 33  | 33  |
| 34          | 34  | 34  |
| 35          | 35  | 35  |
| 36          | 36  | 36  |
| 37          | 37  | 37  |
| 38          | 38  | 38  |
| 39          | 39  | 39  |
| 40          | 40  | 40  |
| 41          | 41  | 41  |
| 42          | 42  | 42  |
| 43          | 43  | 43  |
| 44          | 44  | 44  |
| 45          | 45  | 45  |
| 46          | 46  | 46  |
| 47          | 47  | 47  |
| 48          | 48  | 48  |
| 49          | 49  | 49  |
| 50          | 50  | 50  |
| 51          | 51  | 51  |
| 52          | 52  | 52  |
| 53          | 53  | 53  |
| 54          | 54  | 54  |
| 55          | 55  | 55  |
| 56          | 56  | 56  |
| 57          | 57  | 57  |
| 58          | 58  | 58  |
| 59          | 59  | 59  |
| 60          | 60  | 60  |
| 61          | 61  | 61  |
| 62          | 62  | 62  |
| 63          | 63  | 63  |
| 64          | 64  | 64  |
| 65          | 65  | 65  |
| 66          | 66  | 66  |
| 67          | 67  | 67  |
| 68          | 68  | 68  |
| 69          | 69  | 69  |
| 70          | 70  | 70  |
| 71          | 71  | 71  |
| 72          | 72  | 72  |
| 73          | 73  | 73  |
| 74          | 74  | 74  |
| 75          | 75  | 75  |
| 76          | 76  | 76  |
| 77          | 77  | 77  |
| 78          | 78  | 78  |
| 79          | 79  | 79  |
| 80          | 80  | 80  |
| 81          | 81  | 81  |
| 82          | 82  | 82  |
| 83          | 83  | 83  |
| 84          | 84  | 84  |
| 85          | 85  | 85  |
| 86          | 86  | 86  |
| 87          | 87  | 87  |
| 88          | 88  | 88  |
| 89          | 89  | 89  |
| 90          | 90  | 90  |
| 91          | 91  | 91  |
| 92          | 92  | 92  |
| 93          | 93  | 93  |
| 94          | 94  | 94  |
| 95          | 95  | 95  |
| 96          | 96  | 96  |
| 97          | 97  | 97  |
| 98          | 98  | 98  |
| 99          | 99  | 99  |
| 100         | 100 | 100 |

## TABLE DES MATIÈRES

## DU TOME PREMIER

|                                 | Pages | Pages                               |    |
|---------------------------------|-------|-------------------------------------|----|
| NOTIONS PRÉLIMINAIRES...        | 1     | CRISTALLISATION DES CORPS           | 30 |
| Phénomènes physiques.....       | 1     | Crystallisation par fusion.....     | 31 |
| Phénomènes chimiques.....       | 1     | Crystallisation par volatilisation. | 31 |
| Corps simples et composés...    | 2     | Crystallisation par dissolution     | 31 |
| Diverses propriétés des corps.  | 3     | (voie humide).....                  | 31 |
| Constitution des corps.....     | 3     | Crystallisation par dissolution     | 33 |
| Différents états des corps....  | 4     | (voie sèche).....                   | 34 |
| Cohésion, affinité.....         | 4     | Systèmes cristallins.....           | 35 |
| Combinaison, mélange.....       | 5     | MÉTALLOÏDES.....                    | 35 |
| Loi de Berthollet.....          | 6     | OXYGÈNE.....                        | 35 |
| Inaltérabilité de la matière et | 6     | Historique.....                     | 35 |
| de la force.....                | 6     | État naturel.....                   | 35 |
| NOMENCLATURE.....               | 8     | Propriétés.....                     | 35 |
| Nomenclature des corps simples. | 8     | Préparation de l'oxygène.....       | 37 |
| Nomenclature des corps com-     | 8     | Extraction de l'oxygène de l'air.   | 41 |
| posés.....                      | 9     | ozone.....                          | 43 |
| Composés oxygénés.....          | 9     | Historique.....                     | 43 |
| Acides.....                     | 9     | Propriétés.....                     | 43 |
| Bases.....                      | 10    | Préparation de l'ozone.....         | 44 |
| Corps neutres.....              | 10    | Présence de l'ozone dans l'air.     | 45 |
| Sels.....                       | 10    | HYDROGÈNE.....                      | 45 |
| Composés binaires dont l'oxy-   | 13    | Historique.....                     | 45 |
| gène n'est pas un des élé-      | 13    | État naturel.....                   | 45 |
| ments.....                      | 13    | Propriétés physiques.....           | 46 |
| Hydracides.....                 | 13    | Action de l'hydrog. sur l'oxyg.     | 47 |
| Composés binaires non acides.   | 13    | Préparation de l'hydrogène...       | 50 |
| Sulfacides, chloracides.....    | 14    | Usages de l'hydrogène.....          | 53 |
| Alliages.....                   | 15    | COMBINAISONS DE L'HYDRO-            | 53 |
| Notation chimique.....          | 15    | G NE AVEC L'OXYGÈNE...              | 53 |
| THÉORIE DES ÉQUIVALENTS.        | 15    | EAU.....                            | 53 |
| — LOIS DES COMBINAI-            | 17    | Analyse et synthèse de l'eau..      | 54 |
| SONS.....                       | 17    | Eau solide.....                     | 58 |
| Loi de Wenzel.....              | 17    | Eau liquide.....                    | 59 |
| Loi de Richter.....             | 19    | Eau à l'état de vapeur.....         | 59 |
| Loi de Berzelius.....           | 21    | Propriétés chimiques de l'eau.      | 60 |
| Loi de Dalton.....              | 22    | État de l'eau dans la nature..      | 62 |
| Expériences de Wollaston....    | 22    | Stalactites, incrustations et dé-   | 64 |
| Loi de Gay-Lussac.....          | 23    | pôts dans les chaudières...         | 64 |
| Loi de l'isomorphisme.....      | 23    | Air dissous dans l'eau.....         | 65 |
| Équivalents en volumes.....     | 25    | Lois de la solubilité des gaz..     | 65 |
| Tableau des équivalents ou      | 25    | Distillation de l'eau.....          | 67 |
| nombre proportionnels.....      | 29    | Appareils distillatoires.....       | 67 |