
JOURNAL DES MINES.

N^o. 175. JUILLET 1811.

AVERTISSEMENT.

Toutes les personnes qui ont participé jusqu'à présent, ou qui voudraient participer par la suite, au *Journal des Mines*, soit par leur correspondance, soit par l'envoi de Mémoires et Ouvrages relatifs à la Minéralogie et aux diverses Sciences qui se rapportent à l'Art des Mines et qui tendent à son perfectionnement, sont invitées à faire parvenir leurs Lettres et Mémoires, sous le couvert de M. le Conseiller d'Etat Directeur-général des Mines, à M. Gillet-Laumont, Inspecteur-général des Mines. Cet Inspecteur est particulièrement chargé, avec M. Tremery, Ingénieur des Mines, du travail à présenter à M. le Directeur-général, sur le choix des Mémoires, soit scientifiques, soit administratifs, qui doivent entrer dans la composition du *Journal des Mines*; et sur tout ce qui concerne la publication de cet Ouvrage.

RECHERCHES PHYSICO-CHIMIQUES,

*Faites à l'occasion de la grande Batterie
voltaïque donnée par S. M. I. et R. à
l'Ecole Polytechnique;*

Par MM. GAY-LUSSAC et THÉNARD, Membre de
l'Institut, etc. (1).

Nos Lecteurs nous sauront sans doute gré d'avoir inséré en entier, dans ce Recueil, le Rapport suivant qui renferme la meilleure analyse qu'il soit possible de faire

(1) Deux vol. in-8°. avec six planches en taille-douce. Prix 15 fr. A Paris, chez *Deterville*, Libraire, rue Haute-Feuille, n^o. 8. — 1811.

de l'ouvrage que nous annonçons. Dire que dans cet ouvrage on trouvera réunies les brillantes découvertes dont MM. Gay-Lussac et Thénard ont, dans ces derniers tems, enrichi la chimie et la physique, c'est assez faire entendre qu'il sera recherché par tous les savans, et lu avec le plus grand intérêt.

Rapport 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; sur un ouvrage de MM. Gay-Lussac et Thénard, ayant pour 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 oxygéné; — Sur l'action chimique de la lumière; — Sur l'analyse végétale et animale, etc. etc.

Objet de l'ouvrage.

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 inflam-

mables, les alkalis et les terres se portent au pôle négatif, tandis que l'oxygène, les acides et les corps oxydés passent au pôle positif.

M. Davy saisit ce fil, approfondit les effets de la pile voltaïque sur des 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 ces découvertes excita la curiosité et le zèle de tous les physiciens; mais à cette époque, on ne se flattait 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, rendrait inutile le soin que nous aimerions à prendre de faire ressortir les différens mérites d'un ouvrage si fécond en découvertes intéressantes; mais nous avons cru qu'il serait 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 connaissance suffisante des résultats qu'il renferme.

Une grande partie des expériences de MM. Gay-Lussac et Thénard avait un objet com-

Grande pile voltaïque donnée par S. M. l'Empereur à l'École Polytechnique.

mun avec les recherches que M. Davy poursuivait avec autant d'ardeur que de sagacité, et il a dû arriver souvent 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 devant 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 proposera 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 était composée de 600 paires, formant une surface de 54 mètres carrées. Ils font connaître 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 reconnaître les circonstances favorables ou désavantageuses aux expériences qu'ils devaient tenter ; d'ailleurs, ce genre de recherches ne leur promettait pas des résultats importans par eux-mêmes, parce que M. Davy et d'autres physiciens l'avaient presque épuisé.

Division
de l'ouvrage
en quatre
parties.
1^{re} partie.
Description
de la gran-
de pile vol-
taïque.

Ils distinguent l'énergie électrique d'une pile, qui se mesure par la tension, de l'énergie chimique, dont les effets paraissent dépendre en grande partie de la conductibilité plus ou moins grande des liquides. C'est cette énergie dont il leur importait 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 était accru, non-seulement par la nature du liquide employé dans les auges, mais aussi par celui que contenait le récipient ; qu'il devait 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 étaient plongés dans le liquide où le circuit était établi, a aussi contribué à l'effet. La force de la pile mesurée par la quantité de gaz qu'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 em-

Distinction entre l'énergie électrique d'une pile et l'énergie chimique.

ployer des piles composées d'un grand nombre de disques, lorsqu'il s'agit de séparer des élémens 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 était surtout important de reconnaître l'influence de la surface des disques métalliques : la comparaison de deux piles égales par le nombre des disques, mais différentes par leurs surfaces, a fait voir que les effets sont à peu près proportionnels à ces surfaces.

M. Vilkinson s'était 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 du 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 faible 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 expériences, 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 tenait 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

Des effets de la grande batterie voltaïque.

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 alkalis, 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 alkaline; 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.

Des effets
que peu-
vent pro-
duire des
piles ordi-
naires.

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 bientôt 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 avait. 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 *potassium* et le *sodium*, a suffi pour leur faire conclure qu'il est pareillement une combinaison du mercure et d'un métal particulier, base de l'ammoniaque,

auquel on a donné 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'ammonium; 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 faible 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'interven-

tion 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 parvient à produire le *potassium* et le *sodium*, dont il fit connaître 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-puisant 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 tour-

2^e. partie.
Recherches
sur le *potassium*
et le *sodium*.

nure de fer dont on a rempli un canon de fusil, et que l'on a élevé 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 lorsqu'il est le *potassium* qui prédomine.

Les auteurs expliquent par un mélange de cette espèce, les différences qui se trouvent 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 de 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 $\frac{1}{2}$ degrés du thermomètre; ils ne l'ont observée qu'à 58 degrés. M. Davy attribue au *sodium*

dium une pesanteur spécifique de 0,9348, et il fixe sa liquéfaction à 65 degrés; selon les auteurs, sa pesanteur spécifique est 0,97223, et il se liquéfie à 90 degrés. Néanmoins il serait à désirer qu'ils eussent confirmé leur explication, en comparant le *potassium* et le *sodium* qui auraient été produits des mêmes alkalis 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 oxydes, état dans lequel ils forment la potasse et la soude ordinaires. Leur évaluation, à laquelle ils ont cherché à donner la plus grande exactitude, diffère très-peu de celle que M. Davy avait établie 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 22,3 d'oxygène.

Mais le *potassium* et le *sodium* ne sont pas limités à un degré d'oxydation; les auteurs en ont reconnu trois, et les expériences qu'ils ont faites pour constater les quantités d'oxygène

Volume 30.

B

Action chimique du *potassium* et du *sodium*.

propres à ces divers degrés d'oxydation, 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 faible que le *potassium*.

Le second degré d'oxydation est celui qui appartient au *potassium* que l'on a mis en contact avec l'eau.

Enfin, on obtient un excès d'oxydation 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'oxydation. 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 se décomposent 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'oxydation constitue la soude. Le *sodium* passe plus difficilement à l'excès d'oxydation 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-oxydé.

On peut obtenir les suroxydes 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 oxyde d'azote, et le *sodium* par le gaz oxyde d'azote seulement; mais il arrive, si les gaz sont en assez grande quantité, et qu'on les fasse agir assez long-tems sur le *potassium* et le *sodium*, qu'il se forme bientôt des nitrites de potasse et de soude.

Enfin, on parvient à former le suroxyde 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 suroxydation des terres ; jusqu'ici ils n'ont reconnu la propriété de se combiner avec l'oxygène, que dans la baryte 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 avait reçu dans sa combinaison cette quantité excédente 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 couleur selon le degré de feu auquel ils ont été exposés.

Le gaz hydrogène phosphuré et le sulfuré

Action des corps combustibles non métalliques, sur le *potassium* et le *sodium*.

exercent une action vive sur le *potassium* et 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 avait conclu des expériences qu'il avait faites, en faisant agir le *potassium* sur l'hydrogène sulfuré, que ce gaz contient de l'oxygène, 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 faudrait donc que le *potassium* eût trouvé un supplément d'oxygène 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 du gaz hydrogène sulfuré sans mélange de gaz hydrogène ; ils ont ensuite déterminé la quantité d'hydrogène qui s'y trouve combiné ; 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 éléments 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* aurait 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'avait 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 occuperait dans l'état isolé un volume une fois et demie aussi grand. L'hydrogène phosphuré diffère encore du sulfuré, en ce qu'il abandonne au *potassium* le phosphore pur, pendant qu'une partie de l'hydrogène sulfuré se combine sans décomposition avec le *potassium*, ainsi qu'avec le *sodium*.

Le *potassium* et le *sodium* forment, avec les métaux, des alliages qui sont très-fusibles, mais qui varient par les qualités du métal qui entre dans l'alliage, et par les proportions des deux éléments. 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'hydrogène qui accompagne cette réduction; cependant 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 représente qu'une partie de l'hydrogène qui se dégage dans les autres;

Des alliages que forment le *potassium* et le *sodium*.

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 oxydes, à la tête desquels ils placent l'oxyde de carbone et deux oxydes de phosphore.

L'oxyde 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 oxydes de phosphore sont aussi décomposés; tous les oxydes métalliques le sont également, et ils présentent dans cette décomposition des phénomènes différens selon les proportions employées, selon la force avec laquelle les oxydes 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'oxyde à un degré d'oxydation élevé, cet oxyde est simplement ramené à un degré inférieur.

L'action puissante du *potassium* et du *sodium* sur les acides qui avaient 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 connaître 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; bientôt le mélange rougit avec une grande production de chaleur; on trouve après cela que ce mélange contient du borate de potasse régénéré, et

Action du *potassium* et du *sodium* sur les oxydes.

Action du *potassium* et du *sodium* sur certains acides.

une substance particulière qui, dégagée des autres substances, est brune-verdâtre.

Bore : base de l'acide boracique.

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'alkohol, 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 couleur rouge cendre 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 de borique à l'acide boracique, selon les règles convenues de la nomenclature ; mais si l'on donnait, avec M. Davy, le nom de *boracium* à cette base, on éviterait 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 boracique, en dégageant 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 en dé-

gageant le charbon : il réduit la plupart des oxydes métalliques.

Il était intéressant de déterminer la proportion d'oxygène qui entre dans l'acide boracique : 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 carbone 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 phosphore rouge de potasse.

Les auteurs ont encore observé la décomposition de l'acide arsenique, de l'acide molybdique et de l'acide chrômique : ils décrivent avec soin les circonstances plus ou moins favorables de 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.

Action du
potassium et
du *sodium*.
sur les subs-
tances alkali-
nes.

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 alkalis 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 faisait une vive effervescence avec l'eau ; mais il s'est dégagé peu d'hydrogène dans l'expérience faite avec la baryte, 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'ammoniac, 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 différens comme l'indique un tableau qui présente les résultats de dix expériences, et par lequel on voit que la quantité du gaz ammoniac absorbé par le *potassium*, est variable en raison du degré de chaleur auquel on l'expose ; mais quelle que soit la quantité d'ammoniac 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 chauffe 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'ammoniac 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 alkalis, 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 animales ; 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 d'une manière si heureuse, 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 fluat de chaux parfaitement privé de silice, ils sont parvenus à

3e. partie.
Recherches
sur l'acide
fluorique.

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 sulfurique 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 fluat 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 faible 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 fluat 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 connoissance des fluates à base alkaline et à base métallique, ainsi que celle des sels triples

osf 555A
enpied

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 tems de Scheele. Nous nous bornerons à quelques-unes de leurs observations.

Pour préparer le fluaté de glucine, ils ont mêlé du fluaté un peu acide de potasse et du muriate très-sensiblement acide de glucine; le fluaté de glucine s'est précipité en se formant, mais la liqueur est devenue alcaline: le sel qui s'était précipité ayant été dissous dans l'eau au moyen de l'ébullition, n'a donné aucune indice d'acidité: l'yttria et la zircone 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 boriqué sur le fluaté de chaux, a surtout donné lieu à des observations intéressantes.

Désirant 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 fluaté 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 sous le nom d'*acide fluo-borique*.

Ce gaz a une odeur qui ressemble à celle du

Acide fluo-borique.

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 connaître 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 fluaté de potasse ou de soude qui se dissout dans l'eau et qui laisse du bore: quelques apparences ont fait conjecturer que ce bore était 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 pouvait 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 expériences 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'aurait 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 fluatide 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 reconnaître l'eau hygrométrique, de la propriété qu'ils avaient trouvée

Sur l'eau qui peut exister dans les gaz à l'état hygrométrique ou à celui de combinaison.

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 cinquième 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 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 surtout l'acide muriatique et le gaz fluo-borique.

Le gaz acide muriatique même, extrait de l'eau qui le tenait 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 était adapté un tube recourbé plongé dans un mélange réfrigérant, ce gaz n'a point déposé d'eau dans le tube, quoiqu'il y en ait passé une grande quantité.

Volume 30.

C

On a rempli plusieurs flacons de gaz acide muriatique, préparé de manière qu'il devait 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 oxygéné; 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 était privé dans cette combinaison, ou qu'il ne puisse s'en former dans le procédé. Nous nous arrêtons 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 faible.

Un mélange de charbon, qui avait 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 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 plumbagine, 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

Ce qui arrive lorsque le gaz muriatique oxygéné passe à l'état d'acide muriatique.

paraissent 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 la poudre de charbon fortement poussée au feu, il n'y a eu qu'une petite partie de gaz muriatique oxygéné 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 oxygéné 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 le cas où l'acide muriatique peut être dégagé de ses combinaisons, et ceux où il 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 le cas où elle ne suffirait 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 tems 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 avaient été obtenus du muriate d'argent.

Il ne suffisait 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 était intéressant de reconnaître 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-déliés, 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 oxygéné tient précisément la quantité d'oxygène 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 oxygéné 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 oxygéné.

On sait, en effet, que les métaux absorbent le gaz muriatique oxygéné, et qu'ils sont changés, par-là, en muriates métalliques ; d'où l'on doit conclure qu'ils contiennent 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 de 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 oxygéné ; et d'autres terres, et quelques oxydes 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 oxygéné, qui a lieu par l'action de l'eau et des substances hydrogénées.

Si l'on fait passer en même tems de l'eau en vapeur, et du gaz muriatique oxygéné dans un tube rouge, il en résulte de l'acide mu-

Sur la production d'une liqueur particulière.

Décomposition du gaz muriatique oxygéné.

riatique liquide, et un dégagement de gaz oxygène.

Lorsqu'on met le gaz muriatique oxygéné 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, oxyde de carbone, oxyde nitreux, oxyde d'azote, bien desséchés par le moyen de la chaux, et mêlés avec le gaz muriatique oxygéné, n'ont point subi d'altération par l'action de la lumière; mais, en y ajoutant un peu d'eau, le gaz muriatique oxygéné s'est promptement décomposé; il en a été de même avec le bore, et les sulfites de chaux et de baryte.

Après avoir examiné les effets de l'action du gaz muriatique oxygéné, dans les différentes circonstances, les auteurs font des observations sur la nature même de ce gaz.

Quand ils eurent observé que le gaz muriatique oxygéné n'était 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 le gaz acide muriatique oxygéné comme un corps composé.* Cette idée, qu'ils présentèrent en février 1809, a depuis été produite et soutenue, notamment

Observations sur la nature du gaz muriatique oxygéné.

par M. Davy. Ils rappellent sommairement tous les faits établis par l'observation sur l'action du gaz muriatique oxygéné. 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 oxygéné, comme un corps composé.

En effet, pour considérer le gaz acide muriatique oxygéné comme un être simple, il faut supposer que l'acide muriatique ordinaire est une combinaison d'hydrogène et d'acide muriatique oxygéné, 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'oxygène, que quelques expériences y font admettre, selon une autre hypothèse, pour se combiner dans l'état métallique avec le gaz muriatique oxygéné, et que ce gaz se combine avec l'oxygène que lui cède l'eau, pour passer à l'état suroxygéné, 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 élémens 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 avait 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 pouvait être séparé des bases qui le retiennent sans eau, que par des moyens propres à fournir l'eau

De l'action de l'eau dans la décomposition.

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.

Depuis long-tems l'intervention de la lumière dans les phénomènes chimiques avait fixé l'attention; M. de Rumford avait 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 produisait un effet semblable à celui d'une chaleur de 100 degrés; mais la décomposition de l'acide muriatique oxygéné, qui a lieu par l'action de la lumière, et non par celle d'une faible chaleur, semblait s'opposer, ainsi que la décomposition de l'acide nitrique, à une application générale du principe établi par M. de Rumford.

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;

tion de plusieurs corps, et notamment des sels.

Sur la manière dont la lumière agit dans les phénomènes chimiques.

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 oxydes 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 connaître, pour différentes déterminations, la proportion d'eau retenue dans la potasse et la soude, préparées par le moyen de l'alkohol, les auteurs se sont servis de trois moyens pour y parvenir; de la saturation de ces bases alkales par l'acide carbonique,

De la quantité d'eau contenue dans la potasse et la soude.

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 oxygène. 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 *hypothèses des métaux*, toutes les explications 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

Discussion sur la nature du *potassium* et du *sodium*.

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 sont restés attachés à celle des métaux. Nous croyons seconder leurs vues, en soumettant à quelques considérations l'hypothèse qu'ils ont cru devoir adopter.

Ce n'est pas que nous mettions une grande importance dans le choix d'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 pourraient tirer de l'une ou l'autre hypothèse, admise comme une vérité physique.

Une expérience qui nous paraît très-importante 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 alkalis 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 alkalis 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 si 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 connaît 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 était 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 $\frac{17}{16}$ 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 résulterait de ces données , que la pesanteur spécifique du *potassium* ,

sium , tel qu'on le suppose dans la combinaison qui forme le carbonate de potasse , devrait approcher de celle même de ce sel , c'est-à-dire de 2,3 à 1. Or , dans l'état où nous le connoissons , 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 paraît 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 avait prétendu que tous les corps ayant entre eux des rapports constans 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'autres ; 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 paraît 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 de couleur olive. Lorsqu'on soumet cette substance à la chaleur, il se dégage trois cinquièmes de l'ammoniaque, ou de ses élémens. Dans l'hypothèse des hydrures, on suppose que deux cinquièmes de l'ammoniaque restent combinés alors 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'écarter des métaux, on connaît des combinaisons qu'il forme avec eux. Bien plus, les auteurs ont fait voir que dans l'état élastique même, il pouvait, 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 paraît 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 jugement sur cette question, aient recours à l'ouvrage. Nous nous bornerons aux considérations qui paraissent avoir le plus de poids.

1°. L'éclat métallique, l'opacité et la propriété conductrice du *potassium* et du *sodium*; mais ces caractères avaient paru peu importants 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 de l'électricité.

2°. Leur préparation au moyen des carbonates alkalis parfaitement secs; et à ce chef se rapportent plusieurs observations sur l'état sec des combinaisons alkales.

Il est certain que, pour adopter l'hypothèse des hydrures, il faut nécessairement admettre que les alkalis 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'oxydation? 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 alkalis purs exercent une grande action sur l'eau, en sorte qu'on ne peut leur faire aban-

donner celle qui s'y trouve incontestablement, que par le moyen d'une combinaison; qu'ils l'enlèvent à l'air et deviennent déliquescens, 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'oxydation, il ne paraîtra pas invraisemblable que les alkalis 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 alkalis et les oxydes métalliques.

L'ammoniaque, que les auteurs ne regardent eux-mêmes que comme une combinaison d'hydrogène et d'azote, affoiblit bien cette analogie, si elle ne la fait pas disparaître. Les propriétés chimiques de l'oxyde d'arsenic, et de l'oxyde d'antimoine paraissent assez éloignées de celles de la potasse. Plusieurs oxydes métalliques forment avec les alkalis des combinaisons qui ont assez de stabilité, et qui même cristallisent régulièrement, et on ne connaît point de pareilles combinaisons entre les alkalis, à moins qu'on ne confonde la silice et l'alumine avec les alkalis.

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 dé-

4^e. partie.
Son objet.

termination 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 oxydes 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 pouvait, 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'alkohol, qui ont été portées à une grande précision par une méthode analogue.

Mais il y a plusieurs substances auxquelles la méthode de Lavoisier ne pourrait être appliquée. Les auteurs en ont imaginé une qui est aussi ingénieuse que générale. Il s'agit aussi, dans leur procédé, de reconnaître 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 sur-oxygéné 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 reconnaît 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 suroxygéné employée a dû fournir d'oxygène; on conclut donc de toutes ces valeurs, la quantité de carbone, d'oxygène et d'azote que contenait la substance soumise à l'expérience; mais le muriate sur-oxygéné a laissé un poids déterminé de muriate de potasse. Si donc la substance renfermait 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 présentées les quantités de la substance employée, celles 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 constituante; s'il se trouve excès d'oxygène dans l'opération, il se forme du gaz acide nitreux, dont il serait 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 suroxygéné, 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 l'analyse de la fibrine desséchée, de l'albumine, de la gélatine et de la matière caséuse.

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.

EXPLOITATIONS DES MINES DE FER

Du département de Sambre-et-Meuse, sur les Produits de ces mines, et sur les Usines métallurgiques du même département;

Par M. BOÛESNEL, Ingénieur au Corps impérial des Mines.

§. 1^{er}.

Notice sur les exploitations des mines de fer du département de Sambre-et-Meuse.

DANS un Mémoire sur le gisement des minerais de ce département (1), j'ai fait connaître que les mines de fer s'y rencontraient sous deux dispositions différentes, celle de filons et celle de couches; le minerai des filons est jaune et connu dans le pays sous le nom de *mine de fer fort*, tandis que le minerai des couches est rouge ou violacé, et s'appelle *mine de fertendre*. L'état joint à cette notice (2) indique les produits de ces mines, et les communes où elles s'exploitent: quoique j'aie spécifié le nombre des mines pour chaque commune, on doit sous-entendre que les mêmes gîtes passent le plus

(1) Voyez le *Journal des Mines*, tom. 29, n^o. 171, pag. 207.

(2) Voyez la note des Rédacteurs, pag. 66.