

poule au pot que le roi Henri IV souhaitait à tous les laboureurs du royaume pour leur souper du dimanche.



L'ÉCORCE DE COTO ET LA COTOÏNE

Le *coto*, originaire de la Bolivie, fut importé, pour la première fois en Europe, en 1873, sous le nom de *china-coto*, nom impropre, puisque cette écorce ne présente aucune analogie avec celle du quinquina. Dans le pays d'origine, on l'avait employé dans la goutte, le rhumatisme et surtout dans les diarrhées; von Gielt (de Munich), qui expérimenta le premier, en Europe, le *coto* sous forme de poudre à la dose de 50 centigrammes, ou de teinture à la dose de 10 gouttes toutes les deux heures, reconnut cette dernière action thérapeutique. Mais bientôt, Burkart (de Stuttgart), tout en confirmant les observations précédentes, déclara que cette substance avait quelques inconvénients, puisqu'elle provoquait, à la longue, une véritable répugnance de la part du malade, des douleurs gastriques et des vomissements, dus à la présence d'une résine âcre et d'huiles essentielles. La découverte de J. Jobst, qui parvint, en 1875, à isoler le principe actif, la cotoïne, du *coto verum*, et la paracotoïne d'une espèce voisine, le paracoto, fit entrer ce produit dans le domaine de la pratique.

La cotoïne (C²²H¹⁸O⁶) cristallise en aiguilles quadratiques jaunes, ressemblant à l'acide gallique du commerce,



LE FLUOR

Le chimiste ne se borne pas à étudier les propriétés des substances qui existent à la surface du globe, il les décompose, il les analyse et sait en extraire des corps qui ne se rencontrent pas isolés dans la nature. L'or, l'argent, le cuivre, le soufre, se trouvent bien à l'état natif dans certains terrains géologiques, mais l'aluminium, le sodium, l'iode, le chlore et la plupart des corps simples, ont été isolés par l'art du chimiste; ils ne se rencontrent sur notre globe que dissimulés à l'état de combinaisons avec d'autres substances.

Unissant entre eux les corps ainsi isolés, le chimiste arrive à fabriquer de toutes pièces un grand nombre de produits absolument artificiels. En outre, la classification des corps, obtenue par les analogies que présentent leurs combinaisons, lui permettent de prévoir l'existence de composés qui doivent occuper une place déterminée dans des séries.

L'une de ces séries ou familles de corps simples les plus intéressantes parmi les métalloïdes, est celle du chlore qui comprend avec ce dernier corps l'iode, le brome et le fluor. Le fluor était placé dans cette

famille, quoique son existence ait été jusqu'ici absolument hypothétique. On ne connaissait pas le fluor, on ne l'avait jamais isolé. Il était rangé par supposition dans cette famille parce que l'on connaissait l'acide fluorhydrique, corps très volatil, offrant des analogies considérables avec l'acide chlorhydrique, l'acide bromhydrique et l'acide iodhydrique. Ces trois derniers acides sont formés d'un atome d'hydrogène, uni à un atome de chlore, de brome et d'iode. L'acide fluorhydrique paraissait devoir être formé de même d'hydrogène et d'un corps simple encore inconnu, le fluor.

Un de nos chimistes les plus distingués, M. H. Moissan, est arrivé récemment, pour la première fois, à décomposer cet acide fluorhydrique, et à isoler en ses éléments constitu-

is : l'hydrogène et le fluor.

La découverte du fluor est un fait d'une grande importance, puisque, tout en dotant la science d'un corps nouveau, elle offre une haute portée théorique.

M. Moissan, dont nous allons analyser les communications à l'Académie des sciences, est arrivé à décomposer l'acide fluorhydrique par un courant électrique fourni par des piles Bunsen. La figure 1 donne la disposition de l'appareil. L'acide fluorhydrique convenablement préparé est introduit dans un petit tube en U en platine, dont les deux branches sont bouchées au moyen d'un bouchon de fluorine. Les bouchons, dont le détail est donné figure 2, sont traversés par une tige de platine qui conduit le courant jusque dans le liquide à décomposer; la fluorine est garnie extérieurement d'une vis de platine : le tout est scellé pendant l'opération avec de la gomme laque. L'acide fluorhydrique attaque le verre et toutes les substances connues, sauf la fluorine (fluorure de calcium naturel)

et le platine. Il fallait donc prendre des dispositions toutes particulières pour le soumettre à l'action du courant électrique.

Quand l'acide fluorhydrique est placé dans le tube de platine ainsi bouché, on y fait passer un courant électrique; on obtient au pôle positif un corps gazeux comburant, ayant des propriétés nouvelles que M. Moissan a reconnu pour être le fluor, et au pôle négatif un gaz combustible qui est de l'hydrogène.

La préparation de l'acide fluorhydrique sur lequel on doit opérer offre des difficultés; nous indiquerons ici son mode de préparation, d'après M. Moissan.

« Pour obtenir l'acide fluorhydrique pur et anhydre, on commence par préparer le fluorhydrate de fluorure de potassium, en prenant toutes les précautions

indiquées par M. Fremy¹. Lorsqu'on a obtenu ce sel pur, on le dessèche au bain-marie, à 100°, et la capsule de platine qui le contient est placée ensuite sous le vide, en présence d'acide sulfurique concentré et de deux ou trois bâtons de potasse fondue au creuset d'argent. L'acide et la potasse sont remplacés tous les matins, pendant quinze jours, et le vide est toujours maintenu dans les cloches à 2 centimètres de mercure environ. Il faut avoir soin, pendant cette dessiccation, de pulvériser le sel chaque jour dans un mortier de fer, afin de renouveler les surfaces; lorsque le fluorhydrate ne contient plus d'eau, il tombe en poussière, et peut alors servir à préparer l'acide fluorhydrique. Il est à remarquer que le fluorhydrate de fluorure de potassium bien préparé est

beaucoup moins déliquescent que le fluorure.

« Lorsque le fluorhydrate est bien sec, il est introduit rapidement dans un alambic en platine que l'on a séché en le portant au rouge peu de temps auparavant. On le maintient à une douce température pendant une heure

¹ *Annales de chimie et de physique*, 5^e série, t. XLVII, page 5.

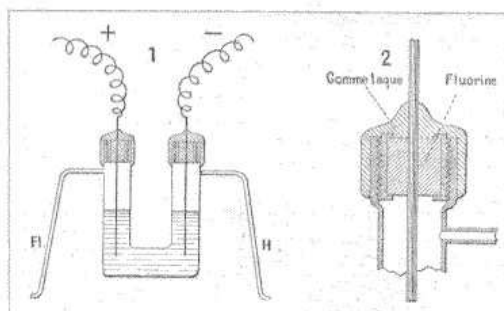


Fig. 1 et 2. — Coupe du tube de platine pour la décomposition de l'acide fluorhydrique et détail du bouchon de fluorine.

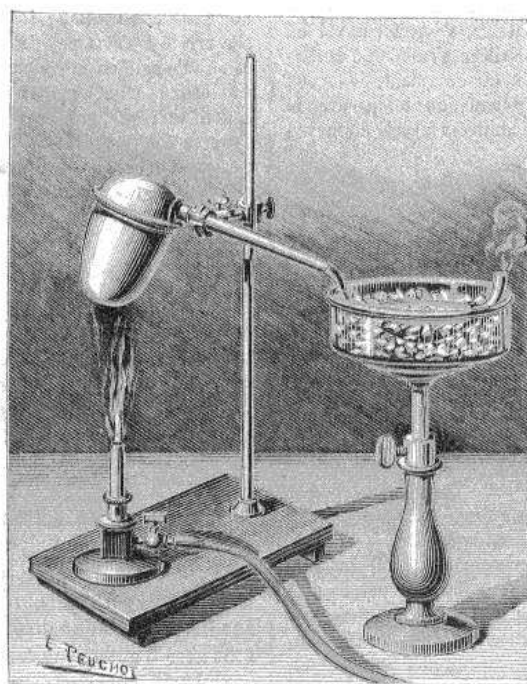


Fig. 3. — Disposition de la cornue de platine employée pour la préparation de l'acide fluorhydrique anhydre.

ou une heure et demie, de façon que la décomposition commence très lentement; on perd cette première portion d'acide fluorhydrique formé, qui entraîne avec elle les petites traces d'eau pouvant rester dans le sel. On adapte alors le récipient de platine et l'on chauffe plus fortement, tout en conduisant la décomposition du fluorhydrate avec une certaine lenteur. On entoure ensuite le récipient d'un mélange de glace et de sel (fig. 5), et, à partir de ce moment, tout l'acide fluorhydrique est condensé et fournit alors un liquide limpide, bouillant à $19^{\circ},5$, très hygroscopique et fournissant, comme l'on sait, d'abondantes fumées en présence de l'humidité de l'air. »

La décomposition de l'acide fluorhydrique dans le tube de platine nécessite aussi de grandes précautions. Il faut, en outre,

opérer à une basse température en plaçant le tube dans un réfrigérant. Voici comment M. Moissan rend compte de cette partie de l'expérience et comment il décrit les propriétés du nouveau corps.

« Pendant que l'on prépare l'acide fluorhydrique, le tube en U en platine, desséché avec le plus grand soin, a été fixé au moyen d'un bouchon dans un vase de verre cylindrique et entouré de chlorure de méthyle (fig. 4). Jusqu'au moment de l'introduction de l'acide fluorhydrique, les tubes abducteurs sont reliés à des éprouvettes desséchantes contenant de la potasse fondue. Pour faire pénétrer l'acide fluorhydrique dans ce petit appareil, on peut l'absorber par l'un des tubes latéraux dans le récipient même où il s'est condensé.

« Dans quelques expériences nous avons condensé directement l'acide fluorhydrique dans le tube en U entouré de chlorure de méthyle; mais, dans ce cas, on doit veiller avec soin à ce que les tubes ne s'obstruent pas par de petites quantités de fluorhydrate entraîné, ce qui amène infailliblement une explosion ou des projections toujours très dangereuses avec un liquide aussi corrosif.

« Lorsque l'on a fait pénétrer, à l'avance, un volume déterminé d'acide fluorhydrique liquide dans le petit appareil en platine, refroidi par le chlorure de méthyle en ébullition tranquille, à la température de -23° , on fait passer, dans les électrodes, le courant produit par 20 électrodes Bunsen, grand modèle, montés en série. Un ampère-mètre placé dans le circuit permet de se rendre compte de l'intensité du courant.

« Si l'acide fluorhydrique renferme une petite quantité d'eau, soit par manque de soin, soit qu'on l'ait ajoutée

avec intention, il se dégage tout d'abord au pôle positif de l'ozone qui n'exerce aucune action sur le silicium cristallisé. Au fur et à mesure que l'eau contenue dans l'acide est ainsi décomposée, on remarque, grâce à l'ampère-mètre, que la conductibilité du liquide décroît rapidement. Avec de l'acide fluorhydrique absolument anhydre, le courant ne passe plus. Dans plusieurs de nos expériences, nous sommes arrivés à obtenir un acide anhydre tel qu'un courant de 25 ampères était totalement arrêté.

« Afin de rendre ce liquide conducteur, nous y avons alors ajouté, avant l'expérience, une petite quantité de fluorhydrate de fluorure de potassium séché et fondu¹. Dans ce cas, la décomposition se produit d'une façon continue; on obtient, au pôle négatif, de l'hydrogène et, au pôle positif, un dégagement régulier d'un gaz incolore dans lequel le silicium cristallisé, froid,

brûle avec beaucoup d'éclat, en se transformant en fluorure de silicium. Ce dernier gaz a été recueilli sur le mercure et nettement caractérisé.

« Le bore adamantin de Deville brûle également, mais avec plus de difficulté, en se transformant en fluorure de bore. La petite quantité de carbone et d'aluminium qu'il renferme entrave la combinaison. L'arsenic et l'antimoine en poudre se combinent à ce corps gazeux avec incandescence. Le soufre s'y enflamme, et l'iode s'y combine avec une flamme pâle en perdant sa couleur. Ce gaz décompose l'eau à froid en produisant de l'oxygène et de l'acide fluorhydrique; cet oxygène est ozonisé, ainsi que cela se produit dans toutes les préparations d'oxygène qui se font à froid.

« Le tétrachlorure de carbone est décomposé par le fluor; aussitôt que ce dernier arrive en contact du liquide, il se produit du chlore d'après la loi des substitutions de Dumas. D'une façon continue, le chlorure de carbone absorbe le fluor et dégage alors du chlore. Le sulfure de carbone prend feu en présence du fluor.

« Les métaux sont attaqués avec beaucoup moins d'énergie; cela tient, pensons-nous, à ce que la petite quantité de fluorure métallique formé empêche l'attaque d'être plus profonde. Le fer et le manganèse en poudre, légèrement chauffés, brûlent en fournissant des étincelles. Le potassium et le sodium deviennent incandescents au contact du fluor, en fournissant des fluorures dont la forme cristalline est caractéristique. Le mercure absorbe entiè-

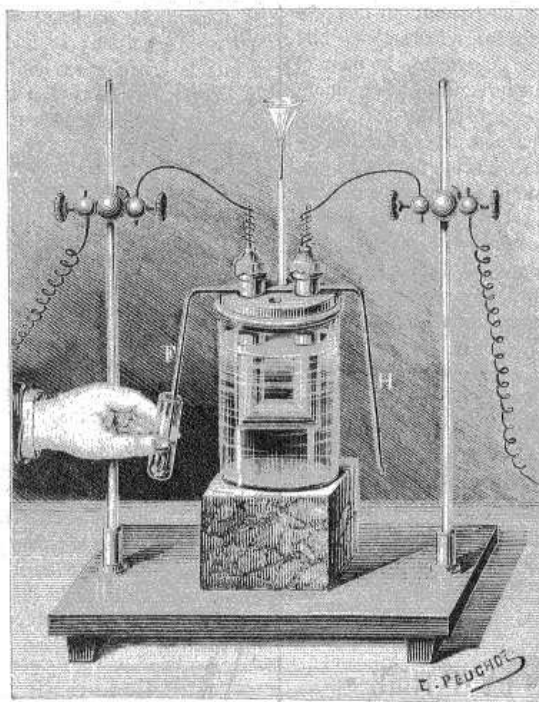


Fig. 4. — Appareil pour la décomposition de l'acide fluorhydrique et la production du fluor.

¹ Nous rappelons que les analyses de ce composé, faites par Berzélius, par M. Fremy et par d'autres savants, conduisent exactement à la formule KFl, HFl .



ment le corps gazeux en fournissant du fluorure de mercure de couleur jaune clair.

« Les corps organiques sont violemment attaqués. Un morceau de liège, placé auprès de l'extrémité du tube de platine par lequel le gaz se dégage, se carbonise aussitôt et s'enflamme. L'alcool, l'éther, la benzine, l'essence de térébenthine, le pétrole, le sulfure de carbone, prennent feu à son contact.

« Le gaz produit au pôle négatif est de l'hydrogène brûlant avec une flamme pâle et ne produisant aucune de ces réactions.

« Lorsque l'expérience a duré plusieurs heures et que la quantité d'acide fluorhydrique liquide restant au fond du tube n'est plus suffisante pour séparer les deux gaz, ils se recombinaient à froid dans l'appareil avec une violente détonation.

« Cette détonation se produit d'ailleurs chaque fois que l'on intervertit le courant et, par conséquent, que l'on produit du fluor dans une atmosphère d'hydrogène. Elle semble démontrer que, même à l'obscurité, le fluor et l'hydrogène se combinent pour reproduire l'acide fluorhydrique.

« Nous nous sommes assuré par des expériences directes, faites au moyen d'ozone saturé d'acide fluorhydrique, qu'un semblable mélange ne produit aucune des réactions décrites précédemment. Il en est de même de l'acide fluorhydrique, gazeux. Enfin nous ajouterons que l'acide fluorhydrique employé ainsi que les fluorhydrates de fluorure étaient absolument exempts de chlore. Le gaz obtenu dans nos expériences est donc ou le fluor ou un perfluorure d'hydrogène. »

Dans une dernière note présentée à l'Académie, M. H. Moissan a démontré que le gaz obtenu au pôle positif dans l'électrolyse de l'acide fluorhydrique était absolument exempt d'hydrogène; ce nouveau corps est par conséquent le fluor.

C'est là une belle et importante découverte que les chimistes ont à enregistrer. GASTON TISSANDIER.



haye a présenté son sujet, sous une forme excellente, avec une grande clarté. L'ouvrage ne comprend pas moins de 141 figures avec 9 planches hors texte.



NÉCROLOGIE

Ernest Desjardins. — L'Institut vient de perdre un de ses membres les plus distingués. M. Ernest Desjardins, de l'Académie des inscriptions et belles-lettres, professeur au Collège de France. Il était né en 1825. Ses études avaient été dirigées principalement vers les problèmes de la géographie comparée; aussi les missions successives qu'il accomplit en Égypte, en Italie et dans la vallée du Danube lui fournirent-elles des éléments nouveaux de recherche et l'occasion de se signaler par des découvertes intéressantes. Sa *Topographie du Latium* et sa *Géographie ancienne de l'Italie* sont de véritables œuvres d'érudition; sa *Géographie de l'ancienne Gaule* a mis le sceau à sa légitime réputation. Depuis 1861, M. Ernest Desjardins était chargé du cours de géographie à l'École normale supérieure.

Jules Bouis. — L'un de nos chimistes les plus éminents, M. Jules Bouis, membre de l'Académie de médecine, et professeur à l'École de pharmacie, est mort le 21 octobre dernier. Né à Perpignan en 1822, Bouis commença ses études scientifiques à Montpellier; puis il vint à Paris, où son illustre compatriote Arago demanda à Dumas de l'admettre dans son laboratoire particulier. De nombreux et intéressants travaux justifiaient bientôt cette faveur, alors si enviée de tous les jeunes chimistes. Les travaux du laboratoire n'absorbaient pas tous les instants de Bouis; depuis longtemps déjà il appartenait au haut enseignement: répétiteur, puis professeur à l'École centrale, il avait été nommé, au concours, agrégé de chimie à l'École supérieure de pharmacie et appelé en 1868 à la chaire de toxicologie de cette école; ses élèves n'oublieront pas ses leçons si riches en faits nouveaux et brillamment exposés. En 1878, il entra à l'Académie de médecine auprès de laquelle il remplissait, depuis longtemps déjà, les délicates fonctions de chef des travaux chimiques.

LE FLUOR

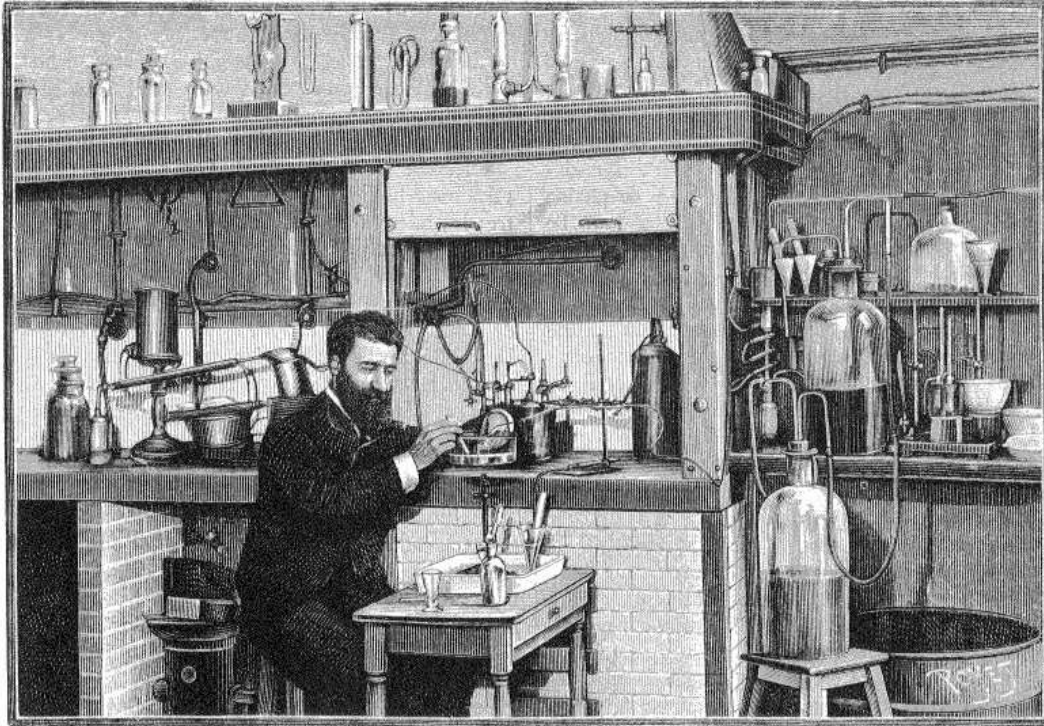


Fig. 1. — M. Moissan préparant du fluor dans son laboratoire de l'École de pharmacie, à Paris.
Fac-similé d'une photographie instantanée à la poudre-éclair.

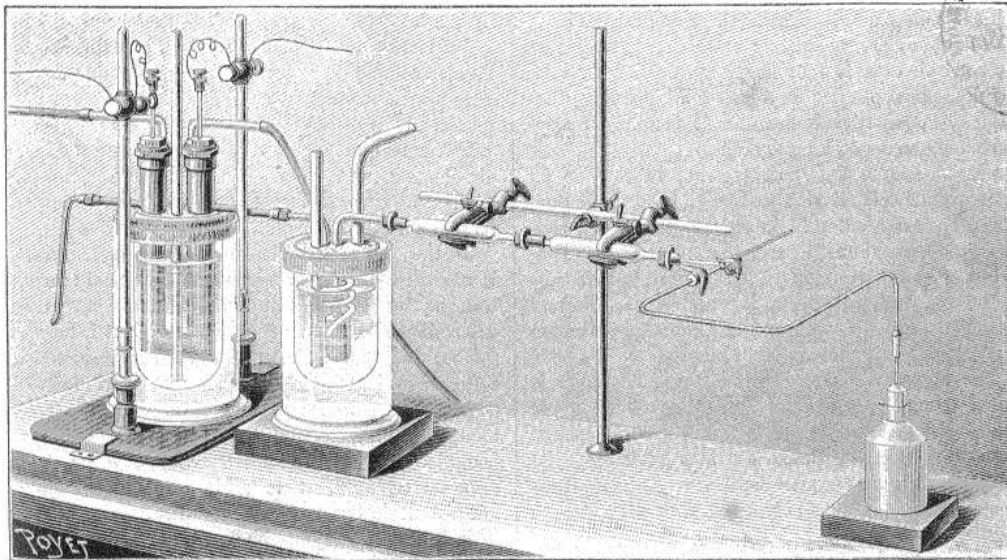


Fig. 2. — Appareil pour la production du fluor. — A gauche tube à électrolyse; à droite flacon à densité.

Nous avons déjà rendu compte, dans *La Nature*, des expériences de M. Moissan qui lui ont permis d'isoler le fluor, ce corps simple cherché depuis si longtemps¹. Dans ses premières expériences, M. Moissan avait réussi à dédoubler l'acide fluorhydrique

¹ Voy. n° 701, du 6 novembre 1886, p. 303.

en hydrogène et en fluor. Ayant repris cette étude, il a pu déterminer les principales constantes physiques de ce nouveau corps simple gazeux.

M. Moissan a étudié d'abord dans quelles conditions le platine était attaqué par le gaz fluor; il a vu qu'à la température ordinaire on pouvait conserver indéfiniment le fluor dans des appareils en platine, sans craindre aucune attaque de ce métal. De plus, à la température de 500 à 600 degrés, il a démontré qu'il se forme un bifluorure de platine analogue au chlorure de platine déjà connu. Ce nouveau composé est important, car il possède la curieuse propriété de se dédoubler par la chaleur en platine et en fluor. Il est vraisemblable que, le jour où l'on saura préparer le fluorure de platine par une voie détournée, en partant de l'acide fluorhydrique, par exemple, on aura un procédé chimique pour obtenir le gaz fluor en notable quantité.

Après ces essais préliminaires, M. Moissan a pris la densité du fluor. Pour avoir ce gaz en abondance, il a modifié son premier appareil, en lui donnant une capacité beaucoup plus grande (fig. 2). A la suite du tube à électrolyse, il a disposé un petit serpent en platine, destiné à condenser les vapeurs d'acide fluorhydrique entraînées, et enfin deux tubes de platine remplis de fluorure de sodium. Ce composé retient en effet les dernières traces d'acide fluorhydrique. Le gaz pur, ainsi préparé, est conduit dans le flacon, dont on voit l'aspect sur notre gravure, au moyen de petits tubes flexibles de platine. Ce flacon à densité a été pesé rempli d'air, on le pèse rempli de fluor; connaissant son volume, il est facile d'en conclure la densité du fluor. M. Moissan est arrivé au chiffre 1,26, tandis que la densité théorique est de 1,51. La faible différence existant entre ces deux chiffres montre bien que le fluor pur a une densité normale. Il n'y a donc pas lieu de s'arrêter à l'idée qui pourrait faire regarder le gaz obtenu comme un corps condensé analogue à l'ozone.

M. Moissan a déterminé ensuite la couleur du fluor. Pour cela, il s'est servi d'un tube de platine, fermé par des lames de fluorine tout à fait transparentes. Deux ajutages en platine permettaient l'arrivée et le départ du gaz. On s'assurait que le tube était bien rempli de fluor, lorsque le gaz, sortant par l'un des petits ajutages, enflammait le silicium cristallisé à la température ordinaire.

Si l'on regarde alors le gaz à travers les lames de fluorine sur une épaisseur d'un mètre ou même de 50 centimètres, on reconnaît qu'il est coloré en jaune verdâtre, et que sa couleur est plus faible que celle du chlore vu sous la même épaisseur. La teinte d'ailleurs diffère de celle du chlore en ce qu'elle approche davantage du jaune.

Le spectre du fluor a pu aussi être étudié avec détail. Il n'y avait de publié sur ce sujet qu'un important travail de M. Salet qui avait comparé les spectres du chlorure et du fluorure de silicium. M. Moissan a fait éclater une étincelle d'induction très forte entre des tiges d'or ou de platine dans un

petit appareil rempli du fluor. Inutile d'ajouter que cet appareil était lui-même en platine et que l'on pouvait voir l'étincelle au moyen de fluorine transparente.

En comparant les résultats obtenus par cette nouvelle méthode, avec ceux fournis par l'acide fluorhydrique, par le fluorure de silicium, par le trifluorure de phosphore et par le fluorure de carbone, M. Moissan a pu démontrer l'existence de treize raies nouvelles, placées dans la partie rouge du spectre; les raies se trouvent même en majeure partie dans la portion du rouge comprise entre la deuxième raie du potassium et la raie du lithium, c'est-à-dire dans une partie où aucun corps simple n'avait donné de raies jusqu'ici. Enfin, M. Moissan ajoute qu'avec l'acide fluorhydrique, il a obtenu plusieurs bandes dans le jaune et dans le violet; mais ces bandes peu nettes et très larges n'ont pas permis d'en déterminer exactement la position.

Si l'on rapproche de ces recherches celles entreprises par M. Moissan et par M. Meslans sur les éthers fluorés de la série grasse, on voit que le fluor se place nettement en tête de la famille du chlore. Il est coloré comme tous les corps de cette famille, mais beaucoup moins que le chlore; sa densité est normale et les éthers fluorés ont un point d'ébullition inférieur de 50 degrés environ aux éthers chlorés correspondants.

Ce qui rend ces nouvelles recherches très curieuses, ce n'est pas seulement l'intérêt qui peut s'attacher à l'isolement de ce nouveau corps simple, obstinément cherché depuis un siècle; mais ce gaz fluor, isolé par M. Moissan, est le corps le plus actif que les chimistes possèdent. En effet:

1° Il enflamme à froid le silicium cristallisé, que l'acide azotique bouillant n'attaque pas et que l'oxygène pur ne brûle qu'avec difficulté à haute température.

2° Tandis que le chlore ne peut pas se combiner directement au carbone, le fluor peut s'y unir en formant un corps gazeux, le fluorure de carbone que M. Moissan décrira bientôt.

3° Une autre expérience indiquée récemment vient encore démontrer l'activité chimique du fluor. Lorsque dans le tube rempli de fluor, qui a servi à déterminer la couleur de ce gaz, on vient à laisser tomber une goutte d'eau, il y a décomposition de cette eau, et il se forme de l'acide fluorhydrique avec dégagement d'ozone; cet ozone se produit avec la teinte bleue caractéristique que MM. Hautefeuille et Chapuis ont démontré appartenir à l'oxygène, très riche en ozone. C'est la seule réaction chimique fournissant de l'ozone aussi concentré.

4° Enfin, nous ajouterons que le fluor et l'hydrogène se combinent à froid et à l'obscurité. C'est là le premier exemple de deux corps simples, gazeux, s'unissant directement sans exiger l'intervention d'une énergie étrangère. En effet, le chlore et l'hydrogène ont besoin de la lumière; l'oxygène et l'hydrogène ont besoin de l'étincelle ou d'une flamme;

l'hydrogène et le fluor se combinent directement.

D'ailleurs cette activité chimique a été très nettement mise en évidence par MM. Berthelot et Moissan. Les savants expérimentateurs ont déterminé, en effet, la chaleur de combinaison de l'hydrogène et du fluor, et ils ont vu qu'elle était de 37 calories,6, c'est-à-dire bien supérieure à celle des autres hydrides formés par l'iode, le brome et le chlore.

En résumé, le fluor est le corps le plus actif que l'on connaisse jusqu'ici, et, à cause même de cette propriété, il est certain qu'il est appelé à fournir aux chimistes les plus intéressantes réactions.

GASTON TISSANDIER.



Il a donc fallu combiner des moteurs à courants alternatifs sur des principes absolument nouveaux pour lesquels le synchronisme ne constitue pas une condition essentielle de fonctionnement, et dont les inducteurs n'exigent pas une excitation spéciale, ce qui, dans bien des cas, constituerait une sujétion absolument prohibitive de l'emploi des moteurs à courants alternatifs.

Nous ne saurions décrire ici les dispositions ingénieuses qui ont été imaginées pour résoudre ce problème; nous devons renvoyer nos lecteurs qui seraient curieux d'en connaître le fonctionnement et le détail aux publications techniques spéciales. Nous nous contenterons de dire que l'on construit actuellement des moteurs à courants alternatifs de toutes puissances, depuis quelques kilogrammètres par seconde, jusqu'à 10 chevaux, et davantage. Ces moteurs trouvent un emploi direct dans les mines