

dissociation sensible, de sorte qu'en faisant le vide dans le tube qui le contient on peut lui enlever la moitié de son oxygène et le ramener à l'état de baryte capable de réabsorber de nouveau l'oxygène de l'air.

Si on chauffe le bioxyde de baryum au rouge vif, il dégage la moitié de son oxygène sans qu'on ait besoin de faire le vide, parce qu'à cette température, la tension de dissociation du composé est supérieure à la pression atmosphérique. Il suffit de laisser ensuite l'appareil revenir à la température du rouge sombre, pour que l'absorption de l'oxygène puisse recommencer. Mais la baryte qui a été chauffée un certain nombre de fois au rouge vif, perd peu à peu la propriété d'absorber l'oxygène par suite d'une contraction à cette température élevée. La baryte qui n'a été portée qu'au rouge sombre, pendant l'absorption ou l'extraction du gaz oxygène conserve toute sa propriété absorbante.

Ces faits, établis par M. Boussingault, fournissent un moyen de préparer en grand l'oxygène emprunté à l'air.

5° Procédé de H. Sainte-Claire Deville et H. Debray. — H. Sainte-Claire Deville et M. Debray ont prouvé qu'on peut extraire l'oxygène de l'acide sulfurique, dont tout l'oxygène est, en définitive, emprunté à l'air. Dans l'appareil employé (fig. 56), l'acide coule goutte à goutte

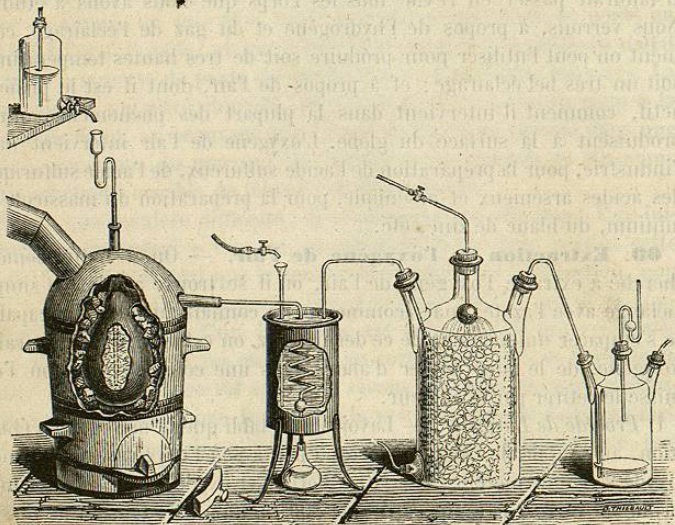
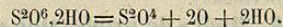


Fig. 56. — Préparation de l'oxygène par la décomposition de l'acide sulfurique.

dans un tube de platine, qui pénètre dans la tubulure supérieure d'une cornue de grès, remplie de rognures de platine ou de fragments de brique, destinés à rendre la température bien égale en tous les points.

Il se produit là un dédoublement de l'acide sulfurique en acide sulfureux et en oxygène. On peut le représenter par la formule :



Les deux gaz et la vapeur d'eau s'échappent, avec un peu d'acide non décomposé, par le col de la cornue, pour aller dans un serpentin où l'acide sulfurique entraîné se condense, tandis que l'acide sulfureux, mêlé à l'oxygène, va se dissoudre dans un grand flacon plein de pierre ponce constamment arrosée d'eau; l'oxygène se dégage pur.

4° Procédé de Tessié du Motay et Maréchal. — Tessié du Motay et Maréchal faisaient passer de l'air sur un mélange de bioxyde de manganèse et de soude chauffé dans une cornue cylindrique de terre; la matière absorbait de l'oxygène et se transformait en manganate. En faisant ensuite passer, à une température un peu plus élevée, un courant de vapeur d'eau, on déterminait le dégagement de l'oxygène absorbé dans la première opération, et la matière se trouvait ramenée à l'état de bioxyde de manganèse et de soude prêt à absorber de nouveau de l'oxygène. Le mélange avait besoin d'être revivifié au bout d'un certain temps, parce que la soude, absorbant l'acide carbonique de l'air, se changeait peu à peu en carbonate, et que d'ailleurs elle coulait lentement vers la base de la cornue, se séparant ainsi du bioxyde de manganèse.

OZONE

61. Ozone. — En 1840, M. Schönbein constata que l'oxygène dégagé dans la décomposition de l'eau par la pile possède une odeur particulière et un pouvoir oxydant plus énergique que l'oxygène ordinaire. Il appela *ozone* (ὄζω, je sens) l'oxygène ainsi modifié. Déjà, en 1785, van Marum avait remarqué que l'oxygène renfermé dans un tube de verre soumis à l'action d'une série d'étincelles électriques, acquiert une odeur particulière et possède la propriété de se combiner avec le mercure à la température ordinaire. Cette expérience était complètement oubliée, lorsque M. Schönbein a fait connaître les propriétés curieuses de l'ozone, et appelé l'attention sur le rôle qu'il peut jouer dans l'atmosphère.

62. Nature de l'ozone. — La nature de l'ozone a été pendant quelque temps l'objet de discussions entre les chimistes. MM. Becquerel et Fremy ont montré que l'ozone est une *modification allotropique de l'oxygène*, en ozonisant, par une série d'étincelles électriques, de l'oxygène pur contenu dans un tube de verre scellé à la lampe. M. de Marignac est arrivé à la même conclusion.

MM. Andrews et Tait, M. de Babo et M. Soret ont constaté que l'ozone est de l'oxygène condensé, en effet, quand on fait passer une série d'étincelles électriques dans l'oxygène (fig. 57), le volume du gaz diminue au fur et à mesure que la quantité d'ozone formé augmente, et il redevient ce qu'il était d'abord quand on détermine la destruction de l'ozone par la chaleur ou par un corps non susceptible de l'absorber.

L'ozone est formé de 5 volumes d'oxygène condensé en 2 vol. (M. Soret). Il y a absorption de 14^c,8 pour 24 gr. ou un équiv. d'ozone (M. Berthelot).



Fig. 57. — Diminution de volume de l'oxygène sous l'influence des étincelles électriques.

De plus, si par un tube de petit diamètre, logé dans le

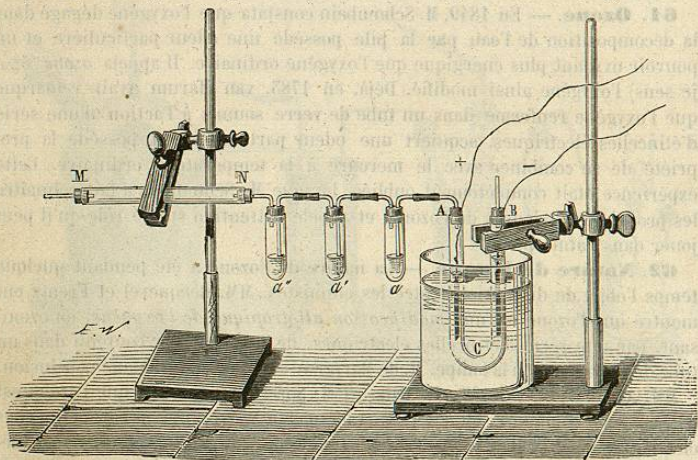


Fig. 58. — Production de l'ozone par la décomposition de l'eau. tube froid, on extrayait l'oxygène ozonisé par l'action de la chaleur, et un re-

63. Modes de production de l'ozone. — L'ozone étant un corps formé avec absorption de chaleur, ne se produit directement qu'avec l'intervention d'une énergie étrangère (chaleur ou électricité). Il prend également naissance dans les conditions où se produit simultanément une réaction dégageant de la chaleur :

1^o *Par les oxydations lentes.* — L'oxydation lente du phosphore au contact de l'air humide ($\text{Ph} + \text{O}^3 + 5\text{H}^0 = \text{PhO}^3,5\text{H}^0$) dégage 125^c ; aussi cette oxydation est toujours accompagnée de la production d'une certaine quantité d'ozone.

2^o *Par le bioxyde de baryum.* — L'action de l'acide sulfurique sur la baryte dégageant de la chaleur (environ 53^c), on obtiendra de l'oxygène ozonisé, ainsi que l'a constaté M. Houzeau, en faisant réagir l'acide sulfurique sur le bioxyde de baryum à une température inférieure à 75^o. Il se produit en même temps un peu d'eau oxygénée.

L'ozone se forme par combinaison directe sous l'influence de la chaleur ou de l'électricité :

1^o *Par la chaleur.* — MM. Troost et Hautefeuille ont produit de l'ozone en faisant passer de l'oxygène dans un tube de porcelaine chauffé à une température voisine de 1400^o. Ce tube de porcelaine était traversé suivant son axe par un tube d'argent maintenu froid au moyen d'un courant d'eau ; la surface de ce tube froid se recouvrait d'un enduit de peroxyde d'argent. De plus, si par un tube de petit diamètre, logé dans le

froidissement brusque, on pouvait produire la décoloration de l'indigo et les autres réactions de l'ozone.

2^o *Par la pile.* — La décomposition de l'eau par la pile donne de l'oxygène contenant un peu d'ozone, à la condition que l'électrode positive soit formée d'un métal inoxydable, et que l'eau ne contienne aucun corps susceptible d'absorber l'oxygène. Les électrodes sont ordinairement formées par des lames d'or ou de platine. Le plomb peut aussi être employé avec avantage. L'eau acidulée, contenant un peu d'acide chromique, paraît donner plus d'ozone que l'eau acidulée ordinaire. La quantité d'ozone obtenue est d'ailleurs d'autant plus grande que la température est plus basse : aussi on entoure d'eau froide le tube C où se produit la décomposition (fig. 58) ; l'oxygène ozonisé qui se

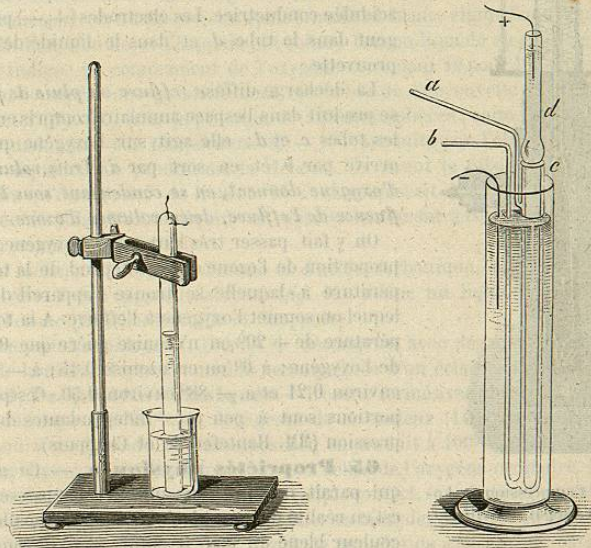


Fig. 59. — Production de l'ozone par une série d'étincelles.

Fig. 40. — Appareil de M. Berthelot pour la préparation de l'ozone par l'effluve.

dégage, se lave en passant dans plusieurs petits tubes *a, a', a''*, contenant de l'eau.

3^o *Par les étincelles électriques.* — Nous avons vu (62) que l'on produit de l'ozone quand on fait passer une série d'étincelles à travers de l'oxygène contenu dans un tube où l'on a soudé deux fils de platine ; si on répète l'expérience à l'aide d'un tube (fig. 59), qui plonge dans une dissolution d'iode de potassium, il se forme de l'ozone qui est lentement absorbé : on peut ainsi ozoniser la presque totalité de l'oxygène.

64. Préparation de l'ozone par l'effluve. — MM. Andrews et Tait, et M. de Babo, ont reconnu que pour avoir le maximum d'effet dans la transformation allotropique de l'oxygène, il fallait non pas des étincelles brillantes, mais un courant d'électricité diffuse visible dans l'obscurité, sous forme de

leurs, de couleur et d'aspect variables avec la nature et la résistance du milieu traversé par l'électricité (effluve ou mieux pluie de feu¹).

L'appareil le plus commode à employer pour la préparation de l'ozone est dû à M. Berthelot; il est formé d'un tube large *c* (fig. 40), auquel sont soudés deux tubes à dégagement *a, b*. Dans le tube *c* plonge un tube *d* de moindre diamètre et plein d'eau rendue conductrice par de l'acide sulfurique. Ce tube renflé en *c*, est rodé à l'émeri sur le premier, de manière à former en ce point une fermeture hermétique. Le tout est plongé dans une éprouvette *E*, également remplie d'eau acidulée conductrice. Les électrodes (+, —) plongent dans le tube *d* et dans le liquide de l'éprouvette.

La décharge diffuse (effluve ou pluie de feu) se produit dans l'espace annulaire compris entre les tubes *c* et *d*; elle agit sur l'oxygène qui y arrive par *b* et en sort par *a*. Trois volumes d'oxygène donnent, en se condensant sous l'influence de l'effluve, deux volumes d'ozone.

On y fait passer très lentement l'oxygène. La proportion de l'ozone obtenu dépend de la température à laquelle se trouve l'appareil dans lequel on soumet l'oxygène à l'effluve. A la température de + 20° on n'ozonise guère que 0,10 de l'oxygène; à 0° on en ozonise 0,15; à - 25° environ 0,21 et à - 88° environ 0,50. Ces proportions sont à peu près indépendantes de la pression (MM. Hautefeuille et Chappuis).

65. Propriétés physiques. — Ce gaz, qui paraît incolore sous une petite épaisseur, est en réalité d'une couleur bleue qui rappelle la couleur bleue du ciel. Il suffit, pour la rendre manifeste, d'interposer, entre l'œil et une surface blanche, un tube de 2 mètres

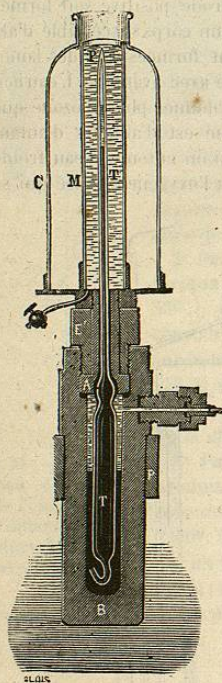


Fig. 42. — Compression de l'ozone dans l'appareil Cailletet.

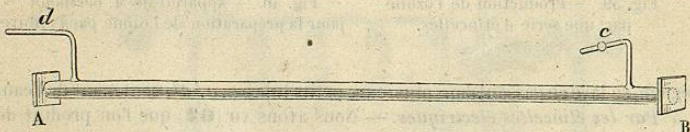


Fig. 41. — Tube de 2 mètres rempli d'oxygène ozonisé pour constater la couleur bleue, de long (fig. 41), traversé par un courant très lent d'oxygène sortant de l'appareil à effluves de M. Berthelot (MM. Hautefeuille et Chappuis).

1. Les résultats obtenus par l'influence de l'électricité varient en général avec sa tension. En effet : en passant dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène, l'effluve n'en détermine pas la combinaison, tandis que la pluie de feu en détermine la combinaison lente, et que l'étincelle électrique en détermine la combinaison avec explosion (M. Berthelot, MM. Dehérain et Maquenne).

Ce gaz a une odeur forte et pénétrante; respiré même en faible proportion, il provoque une inflammation des muqueuses. Sa densité, d'après les expériences de diffusion et de décomposition de M. Soret, est 1,656, c'est-à-dire 1 fois 1/2 celle de l'oxygène. Il est soluble dans l'eau.

Un tube de 2 mètres, plein d'oxygène ozonisé, et placé entre une flamme et un spectroscope, présente, dans la partie visible du spectre, onze bandes obscures bien nettes dont quelques-unes coïncident avec les bandes d'absorption dues à l'atmosphère, et différentes de celles dues à la vapeur d'eau (M. Chappuis).

Quand on le comprime lentement à 0° dans l'éprouvette *T* de l'appareil Cailletet (fig. 42), le gaz refoulé dans le tube capillaire devient bleu d'azur, et cette coloration s'accroît au fur et à mesure qu'on réduit le volume du gaz; elle devient bientôt bleu indigo. Si on détend brusquement le gaz comprimé à 75 atmosphères, on observe un épais brouillard blanc, signe d'une liquéfaction.

MM. Hautefeuille et Chappuis ont obtenu l'ozone liquéfié en gouttelettes d'un bleu indigo; ils compriment de l'oxygène contenant 10 pour 100 d'ozone, dans la partie supérieure préalablement recourbée de l'éprouvette *T* de l'appareil Cailletet (fig. 42), sous la pression de 125 atmosphères; cette partie recourbée était maintenue à la température de - 105° produite par l'ébullition de l'éthylène liquéfié. En produisant la détente, ils virent le tube devenir incolore, tandis qu'une goutte de liquide bleu se réunissait à la partie inférieure et effilée du tube. L'ozone liquide se vaporise lentement à cette température sous la pression atmosphérique.

Un mélange d'oxygène, d'ozone et d'acide carbonique, comprimé dans l'éprouvette *T* de l'appareil Cailletet (fig. 42), donne un liquide coloré en bleu par l'ozone (MM. Hautefeuille et Chappuis).

Comprimé rapidement, l'ozone se décompose avec dégagement de chaleur et de lumière: forte détonation accompagnée d'un éclair jaunâtre.

66. Propriétés chimiques. — L'ozone formé avec absorption de chaleur se décompose à 250° en dégageant de la chaleur (14°) quand il est sec. Quand il est humide, sa décomposition se produit à 100°. L'ozone possède des propriétés oxydantes bien supérieures à celles de l'oxygène ordinaire. Plusieurs corps décomposent l'ozone par leur simple contact, sans subir d'altération: tels sont le charbon en poudre, l'argent sec et les bioxydes de cuivre ou de manganèse.

L'ozone, au contact de l'eau oxygénée en solution concentrée, passe à l'état d'oxygène ordinaire, en décomposant une quantité de bioxyde d'hydrogène capable de dégager un volume d'oxygène égal à celui de l'ozone. Il en résulte que, dans les circonstances où ces deux corps peuvent prendre naissance simultanément, on ne rencontre que des traces de chacun d'eux.

L'ozone sec oxyde l'iode. L'ozone humide oxyde à froid, non seulement les métaux facilement oxydables, comme le fer, l'étain et le plomb, mais encore le mercure, l'argent, en les faisant passer au maximum d'oxydation. Avec l'argent il donne un oxyde noir hydraté, $\text{Ag}^2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Il transforme l'acide sulfureux et l'acide sulhydrique en acide sulfurique, les sels de protoxyde de fer en sels de sesquioxyde et l'acide arsénieux en acide arsénique. Une goutte d'ammoniaque versée dans un flacon d'oxygène ozonisé y produit des fumées blanches d'azote d'ammoniaque. Au contact de l'iodure de potassium, l'ozone se décompose en oxygène libre dont le volume est égal à celui de l'ozone, et en oxygène absorbable qui disparaît; il n'y a donc pas de changement de volume.

Il oxyde l'alcool et l'éther: en oxydant l'éther anhydre, il donne un liquide sirupeux (peroxyde d'éthyle) qui, au contact de l'eau, se décompose en produisant de l'alcool et de l'eau oxygénée. En oxydant l'éther hydraté, il donne immédiatement de l'eau oxygénée (M. Berthelot); l'ozone altère rapidement le caoutchouc; il décolore l'indigo.

L'ozone est absorbé en entier par l'essence de térébenthine; la *diminution de volume* que subit l'oxygène contenant de l'ozone est, dans ce cas, *double de l'augmentation de volume* qu'y aurait produite la destruction de l'ozone par la chaleur (M. Soret).

L'ozone détruit les germes des ferments qui existent dans l'air; il contribue par suite à débarrasser l'atmosphère d'un grand nombre de germes qui détermineraient des fermentations ou diverses maladies, entre autres des maladies épidémiques, dont les germes paraissent se transporter par l'atmosphère.

67. Réactifs de l'ozone. — L'ozone brunit le papier imprégné d'oxyde de thallium en le faisant passer à l'état de peroxyde. L'ozone décompose l'iodure de potassium en présence de l'eau; il s'unit au potassium pour fournir de la potasse et mettre l'iode en liberté $KI + HO + O = KO, HO + I$.

Cette réaction a été utilisée pour reconnaître la présence de l'ozone: un papier amidonné, imprégné d'iodure de potassium, bleuit dans l'oxygène contenant de l'ozone. Une dissolution d'iodure de potassium, contenant de l'amidon, se colore en bleu au contact de simples traces d'ozone. Si l'action de l'ozone se prolonge, la coloration bleue peut disparaître, par suite de l'oxydation de l'iode et de la formation d'*iodate de potasse* ($KI + 6O = KO, IO^3$).

Le papier amidonné et ioduré a l'inconvénient de se colorer, ainsi que l'a montré Cloëz, sous d'autres influences que l'ozone: ainsi il bleuit sous l'influence des vapeurs nitreuses qui oxydent le potassium; il bleuit sous l'influence des huiles essentielles exhalées par certaines plantes, et aussi sous l'influence d'une vive insolation.

M. Houzeau a proposé l'emploi du papier de tournesol, coloré en rouge vineux et dont une moitié seulement est imprégnée d'iodure de potassium; cette partie passe au bleu sous l'influence de l'ozone, qui, décomposant l'iodure, donne de la potasse. La moitié rouge n'est pas altérée. Ce papier résiste, il est vrai, à l'action de la lumière, mais il bleuit comme le premier en présence des vapeurs nitreuses (Cloëz); il n'est donc pas d'une certitude absolue, quand il s'agit de démontrer l'existence de l'ozone dans l'atmosphère. Cependant l'ozone existe dans l'atmosphère, car, loin des villes, l'air agit sur le papier ioduré. Il perd cette propriété quand il a été chauffé à 200°, tandis que l'air chargé de vapeurs nitreuses continuerait à agir, après avoir été chauffé.

On dose l'ozone à l'aide d'une solution d'acide arsénieux, titrée de manière que 1^{re} absorbe 1^{re} d'oxygène. On ajoute d'abord un excès de cette liqueur, et on détermine ensuite, par le permanganate de potasse, la quantité d'acide arsénieux qui n'a pas été oxydée.

AZOTE

Équivalent Az = 14. — 2 vol. Poids atomique Az = 14.

68. État naturel. — Préparation. — Les propriétés de l'azote ont été découvertes en 1772 par Rutherford. Ce gaz existe à l'état de

simple mélange avec l'oxygène dans l'air atmosphérique, dont il forme les $\frac{4}{5}$ en volume. Il se trouve à l'état de combinaison dans un grand nombre de substances animales ou végétales, et dans quelques matières minérales.

C'est de l'air qu'on retire ordinairement l'azote, en utilisant l'affinité des corps combustibles pour l'oxygène. Les principales méthodes employées sont les suivantes :

1° PAR LE PHOSPHORE. — Dans une petite coupelle de terre placée sur un large bouchon de liège, flottant à la surface d'une cuve à eau (fig. 43), on met un morceau de phosphore, on l'enflamme, et on couvre le tout d'une cloche. Le phosphore brûle aux dépens de l'oxygène de l'air, en produisant des poussières blanches d'acide phosphorique anhydre, qui se dissolvent peu à peu dans l'eau. Au bout de quelques instants, le phosphore s'éteint, l'atmosphère s'éclaircit, et l'eau monte dans la cloche au fur et à mesure que le gaz se refroidit.

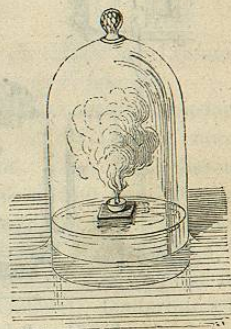


Fig. 43. — Préparation de l'azote par le phosphore.

Remarque. — Dans le premier moment, par suite de la dilatation qui résulte de la chaleur produite par la combustion, une partie du gaz sort de la cloche, si on n'a pas la précaution de l'enfoncer dans l'eau.

L'azote, ainsi préparé, n'est pas complètement pur; il contient encore une petite quantité d'oxygène et de l'acide carbonique. Pour le purifier, il faut introduire dans la cloche des bâtons de phosphore, et les y laisser séjourner pendant plusieurs heures. On se débarrasse ensuite des vapeurs de phosphore par quelques bulles de chlore, qui forment du chlorure de phosphore absorbable par l'eau. En agitant enfin le gaz avec une dissolution de potasse, on enlève l'excès de chlore et l'acide carbonique.

2° PAR LE CUIVRE AU ROUGE. — Un procédé qui donne plus facilement de l'azote pur, consiste à faire passer dans un tube de verre, rempli de planure de cuivre et chauffé au rouge, de l'air préalablement dépouillé de son acide carbonique; le cuivre s'empare de l'oxygène, et l'azote se dégage pur. Pour faire l'expérience, on emploie la disposition indiquée dans la figure 44. L'air, contenu dans un flacon A à deux tubulures, en est chassé par l'eau qui arrive par un tube droit à entonnoir. Avant de pénétrer dans le tube CD rempli de cuivre, il passe dans un tube à potasse B, qui retient l'acide carbonique. L'azote est recueilli dans une cloche F.

3° PAR LE CUIVRE ET L'AMMONIAQUE A FROID. — On remplit aux trois quarts de tournure de cuivre en longs copeaux deux grands flacons à tubulure

inférieure et communiquant par un tube de caoutchouc (fig. 57); puis

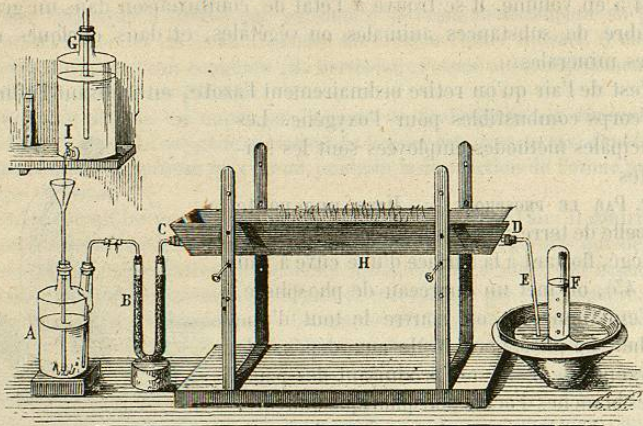


Fig. 44. — Préparation de l'azote par le cuivre au rouge.

maintenant l'un des flacons bouchés par un bouchon muni d'un robinet, on remplit l'autre d'une dissolution concentrée d'ammoniaque. Une partie de cette dissolution passe dans le bas du second flacon, on l'y agite de manière à bien mouiller le cuivre et on laisse reposer pendant 24 heures; au bout de ce temps tout l'oxygène de l'air contenu dans le flacon a été absorbé en donnant de l'azotite de cuivre et d'ammoniaque. En ouvrant

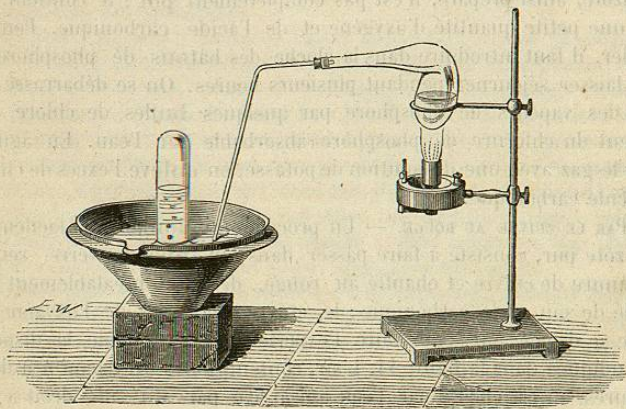
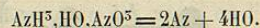


Fig. 45. — Préparation de l'azote par l'azotite d'ammoniaque.

le robinet, on recueillera de l'azote déplacé peu à peu par la solution ammoniacale de l'autre flacon.

4° EMPLOI DE L'AZOTITE D'AMMONIAQUE. — Au lieu de retirer l'azote de l'air,

on peut l'extraire de l'azotite d'ammoniaque, en chauffant une dissolution concentrée de ce sel dans une petite cornue de verre (fig. 45). L'oxygène et l'hydrogène, abandonnant l'azote, se combinent et forment de l'eau; l'azote est mis en liberté¹. La réaction peut se représenter par la formule suivante :



Nous verrons bientôt, en parlant de l'action du chlore sur l'ammoniaque, une autre réaction qui permet d'obtenir de l'azote pur.

69. Propriétés physiques. — L'azote est un gaz incolore, inodore et sans saveur. Sa densité par rapport à l'air est 0,9715; par suite, 1 litre d'azote pèse $1^{\text{er}}, 295 \times 0,9715 = 1^{\text{er}}, 256$. L'eau n'en dissout que $\frac{1}{5}$ de son volume à 0°; 1 litre de ce liquide dissout donc 20 centimètres cubes d'azote, et le coefficient de solubilité à 0° de ce gaz est 0,020. L'azote comprimé sous la pression de 200 atmosphères à la température de 15°, puis subitement détendu, se condense en un brouillard formé de gouttelettes liquides (M. Cailletet). Comprimé à la pression de 450 atmosphères, à la température de -136° (obtenu par l'évaporation rapide de l'éthylène dans le vide), il se liquéfie en un liquide incolore, lorsqu'on diminue la pression en restant au-dessus de 50 atmosphères (MM. Wroblewski et Olszewki). L'azote liquéfié, s'évaporant dans le vide, sous la pression de 60 millimètres, se solidifie en masse neigeuse à -204° .

70. Propriétés chimiques. — L'azote éteint les corps en combustion. Il partage cette propriété avec l'acide carbonique; aussi l'a-t-on souvent confondu avec ce gaz; il s'en distingue en ce qu'il ne trouble pas l'eau de chaux. De ce qu'il n'entretient pas la combustion, on peut conclure qu'il n'entretiendra pas la respiration; en effet, les animaux plongés dans une atmosphère d'azote périssent asphyxiés, faute d'oxygène.

A la température ordinaire, l'azote libre ne se combine directement avec d'autres corps que sous l'influence d'une énergie étrangère (chaleur, électricité); il ne peut entrer en combinaison qu'en absorbant de la chaleur. — A une température convenablement élevée, l'azote se combine, comme l'a montré H. Sainte-Claire Deville, avec le bore et avec plusieurs métaux, tels que le titane et le magnésium. Il se produit de petites quantités de composés oxygénés de l'azote, qui se forment avec absorption de chaleur, dans les combustions vives (combustion vive de l'hydrogène, du phosphore ou du magnésium dans l'air, par exemple) et dans un certain nombre de combustions lentes. — Sous l'in-

1. Au lieu d'azotite d'ammoniaque difficile à conserver, on peut employer un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et d'azotite de potasse. Ce dernier composé s'obtient facilement, en faisant passer dans une dissolution de potasse l'acide azoteux qui résulte de l'action de l'acide azotique sur l'amidon, sous l'influence de la chaleur.

fluence d'une série d'étincelles électriques passant dans un tube (fig. 46), il s'unit, soit avec l'oxygène, pour former l'acide hypoazotique, soit

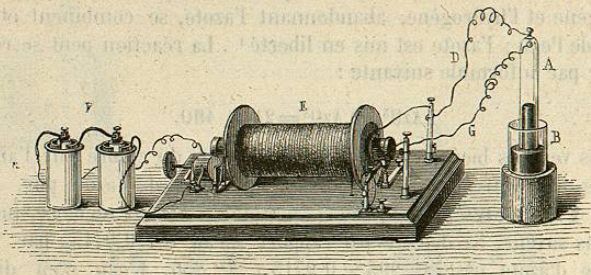


Fig. 46. — Combinaison de l'oxygène et de l'azote par une série d'étincelles électriques.

avec l'hydrogène, pour former l'ammoniaque. Ces réactions sont limitées par la réaction inverse. L'azote s'unit dans les mêmes conditions avec l'acétylène à volumes égaux pour former de l'acide cyanhydrique (149) (M. Berthelot).

Sous l'influence de l'effluve, un mélange sec d'oxygène avec au moins 1/7 d'azote donne de l'acide perazotique gazeux AzO^6 (144) (MM. Hautefeuille et Chappuis).

L'azote et l'oxygène se combinent de même sous l'influence des éclairs et de la foudre, en présence de la vapeur d'eau, et donnent de l'acide azotique; celui-ci s'unit à l'ammoniaque, dont l'origine sera indiquée plus tard (153); de là l'existence de l'azotate d'ammoniaque dans les pluies d'orage. Sous l'influence de l'effluve à haute tension, il s'unit à la vapeur d'eau pour former l'azotite d'ammoniaque.

L'azote est absorbé, sous l'influence prolongée des effluves électriques, par la benzine, l'essence de térébenthine, le gaz des marais, l'acétylène et beaucoup d'autres matières organiques, telles que la cellulose, le papier, la dextrine. La matière est introduite dans l'espace annulaire de l'appareil à effluves de la figure 47; on remplit cet espace de gaz azote et on ferme à la lampe à leurs extrémités les tubes latéraux; on fait ensuite passer l'effluve. Les produits ainsi obtenus dégagent de l'ammoniaque quand on les chauffe. Ces expériences, dues à M. Berthelot et qu'il a reproduites par l'électricité à très faible tension, et spécialement par l'électricité atmosphérique à basse tension,

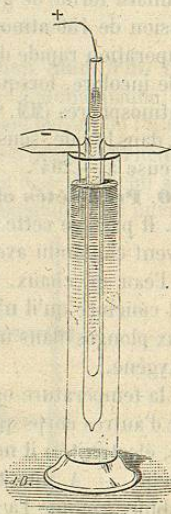


Fig. 47. — Absorption de l'azote par les matières organiques sous l'influence de l'effluve.

mettent en lumière l'influence d'une cause naturelle à peine soupçonnée jusqu'alors, et cependant des plus considérables sur la végétation; elle fonctionne incessamment, sous le ciel le plus pur, et détermine la fixation directe de l'azote sur les principes végétaux.

71. Applications. — Dans les laboratoires, l'azote est constamment employé pour remplacer l'air des vases où l'on veut conserver des substances organiques à l'abri du contact de l'oxygène, qui les altérerait.

Le rôle de l'azote dans l'air a longtemps paru, analogue à celui de l'eau que l'on ajoute au vin pour tempérer son action enivrante; il semblait uniquement destiné à modérer l'action comburante de l'oxygène dans la respiration, ainsi que dans tous les phénomènes d'oxydation; mais les expériences, que nous venons de citer, de M. Berthelot sur la fixation de l'azote sur les matières organiques, montrent qu'il intervient en réalité d'une manière beaucoup plus active. Il constitue un des éléments essentiels d'un certain nombre de matières minérales ou végétales, et de la plupart des matières animales. Les carnivores empruntent à la chair des herbivores l'azote qui leur est nécessaire; quand on les nourrit avec des aliments dépourvus d'azote, ils s'affaiblissent rapidement et ne tardent pas à mourir. Si la chair des herbivores est azotée, c'est que les plantes dont ces derniers se nourrissent ont emprunté de l'azote à l'atmosphère, soit directement, soit par l'intermédiaire de composés azotés, formés aux dépens de l'air.

AIR

72. Propriétés physiques. — L'air est incolore sous une petite épaisseur, et bleuâtre sous une épaisseur très grande; il est inodore et sans saveur. La densité, rapportée à celle de l'eau, est $\frac{1}{773}$; c'est à la densité de l'air, prise pour unité, que l'on compare celle des différents gaz.

1 litre d'air sec à 0°, sous la pression de 0^m,760, pèse 1^{gr},295. — A la température t et sous la pression H , son poids est

$$1^{\text{gr}},295 \frac{1}{1 + 0,00367 t} + \frac{H}{760}$$

73. Composition. — La composition de l'air n'est connue que depuis la fin du siècle dernier. Les anciens le regardaient comme un élément, et le croyaient dénué de pesanteur; en 1640, Galilée démontra que l'air est pesant, en prouvant que, lorsqu'on comprime de l'air dans un récipient, celui-ci augmente de poids; en 1669, un chimiste anglais, J. Mayow, soupçonna la présence dans l'air d'un principe plus spécialement propre à entretenir la combustion; mais il n'en put donner la démonstration. C'est seulement un siècle plus tard, en 1775, que Lavoisier démontra que l'air est formé de deux gaz différents par l'expérience célèbre que nous allons décrire.