

partie supérieure. Si toutes les couches de charbon sont incandescentes, le gaz oxyde de carbone brûle avec une flamme bleue, en arrivant au contact de l'air, et reproduit de l'acide carbonique; si, au con-

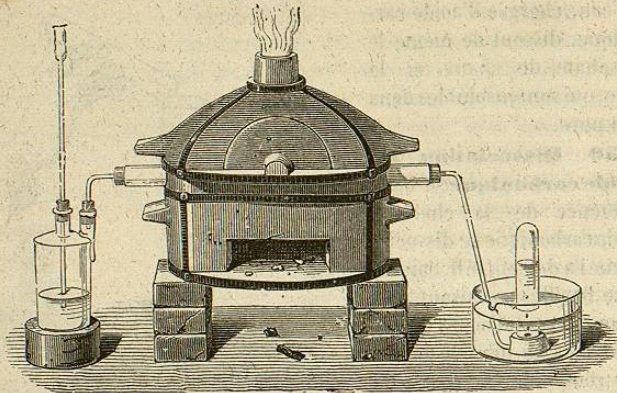


Fig. 224. — Décomposition de l'acide carbonique par le charbon.

traire, le gaz s'est suffisamment refroidi en traversant une couche épaisse de charbon noir, l'oxyde de carbone se répand dans l'atmosphère.

ACTION DU POTASSIUM. — Si l'on chauffe rapidement un fragment de potassium dans un tube de verre traversé par un courant de gaz acide carbonique sec, on voit le métal brûler avec une vive lumière, et il se forme un dépôt de charbon $4K + C^2O^2 = C^2 + 4KO : + 4 \times 48c,6 - 97c$.

ACTION PHYSIOLOGIQUE. — L'acide carbonique est impropre à la respiration : un chien, plongé dans une atmosphère qui contient 10 pour 100 d'acide carbonique, est d'abord violemment surexcité, et, si l'action se prolonge, il présente des phénomènes d'insensibilité; il succombe très vite, si la proportion atteint 50 pour 100. L'asphyxie se produit alors, même quand l'atmosphère contiendrait plus d'oxygène que l'air ordinaire.

L'action de l'acide carbonique paraît tenir à ce que le sang ne peut plus, en arrivant dans les poumons, perdre l'acide carbonique qu'il contient; ce n'est pas le défaut d'oxygène, c'est la surabondance d'acide carbonique qui détermine l'asphyxie.

L'acide carbonique peut pénétrer dans le sang, non seulement par les poumons, mais encore par la peau; en effet, un animal dont le corps est plongé dans une atmosphère d'acide carbonique (la tête restant dans l'air ordinaire) ne tarde pas à présenter tous les symptômes de l'asphyxie.

Il est bien évident, d'après cela, que l'on doit éviter de séjourner dans les endroits où l'acide carbonique peut se produire ou s'accumuler, comme dans les caves, dans le voisinage des fours à chaux, près des cuves en fermentation, etc. — Pour reconnaître si l'air d'une cave est vicié par l'acide carbonique, on y fait pénétrer une bougie allumée;

si elle y brûle, on peut être rassuré, car une bougie s'éteint dans une atmosphère contenant une proportion d'acide carbonique bien inférieure à celle qui est nécessaire pour être dangereuse. Si la bougie s'éteint, il sera prudent d'assainir l'air, soit en neutralisant l'acide carbonique avec un peu d'ammoniaque, soit en renouvelant l'atmosphère de la cave. Pour renouveler l'air, on pourra se servir d'un ventilateur allant puiser l'air près du sol; ou d'un fourneau bien enflammé placé à l'extérieur, et dont la combustion sera entretenue par de l'air appelé du fond de la cave, par un tuyau aboutissant sous la grille.

432. Composition de l'acide carbonique. — La composition de l'acide carbonique a été établie pour la première fois par Lavoisier, à l'aide de la combustion du carbone dans l'oxygène.

Pour faire l'expérience, on prend un ballon à trois tubulures; par l'une d'elles, on peut d'abord faire le vide, puis introduire l'oxygène pur. Les deux autres tubulures sont traversées par des fils de platine, dont l'un est terminé par une petite coupelle contenant le charbon pur ou le diamant sur lequel on veut opérer. En faisant communiquer les deux extrémités des fils avec une pile puissante, on voit le charbon brûler et disparaître, et on reconnaît que le volume n'a pas sensiblement changé. Il serait rigoureusement le même, si le gaz acide carbonique obéissait à la loi de Mariotte. L'acide carbonique contient donc un volume d'oxygène égal au sien; on achève l'analyse par la considération des densités :

Si de la densité de l'acide carbonique.	1,529
On retranche la densité de l'oxygène.	1,106
Il reste.	0,425

Ce qui donne pour la composition de l'acide carbonique en centièmes :

Carbone.	27,6
Oxygène.	72,4
	100,0

Il faut, pour que l'expérience réussisse, arrêter la combustion avant que l'oxygène ait entièrement disparu; sans quoi il pourrait se former, vers la fin de l'expérience, de l'oxyde de carbone par l'action du charbon sur l'acide carbonique (431), et le volume du gaz deviendrait supérieur au volume de l'oxygène employé.

433. Synthèse par MM. Dumas et Stas. — La composition de l'acide carbonique présente un grand intérêt; elle sert de base, ainsi que nous le verrons plus tard, à l'analyse des matières organiques. Or, l'expérience de Lavoisier, où l'on mesure approximativement le volume d'un gaz qui ne suit pas la loi de Mariotte, ne pouvait résoudre la question d'une manière rigoureuse; de nouvelles expériences étaient nécessaires: elles ont été faites, en 1840, par Dumas et Stas, qui ont

fixé définitivement la composition, en poids, du gaz acide carbonique.

Leur méthode consiste à faire passer un courant d'oxygène sortant d'un flacon B (fig. 225), et débarrassé de toute trace d'acide carbonique par son passage à travers un tube C, D, E à ponce imbibée de potasse, puis desséché par un tube à ponce sulfurique F, sur du diamant ou du graphite pur; ce carbone est placé dans un tube de porcelaine G, H, chauffé au rouge dans un fourneau à réverbère. L'acide carbonique est absorbé par des tubes à potasse N, O, P, tarés d'avance; leur augmentation de poids donne la quantité d'acide carbonique formé. Le carbone contenu dans la nacelle a été pesé avant et après. On connaît donc le poids du carbone, qui donne un poids déterminé d'acide carbonique; on trouve ainsi :

Carbone	27,27	}	ce qui revient à	{	12
Oxygène	72,73				32
	100,00				44

L'acide carbonique contient donc 12 grammes de carbone pour 32 grammes d'oxygène.

Dans ces expériences, Dumas et Stas ont brûlé 5^{gr},454 de diamant qui ont fourni environ 20 grammes, soit 10 litres de gaz acide carbonique.

Comme, dans la combustion du carbone, il peut se former une petite quantité d'oxyde de carbone qui ne serait pas absorbable par la potasse, on a disposé à la suite du tube G, H, qui contient le charbon, un tube I, K, renfermant de l'oxyde de cuivre, pour transformer l'oxyde de carbone en acide carbonique. On doit enfin mettre, avant les tubes à potasse N, un tube L, contenant de la ponce imbibée d'acide sulfurique. Cet acide retient l'eau qui se forme, dans le cas où le charbon renferme (ce qui arrive quelquefois) un peu de carbure d'hydrogène.

434. Origine de l'acide carbonique de l'atmosphère. — Un grand nombre de volcans déversent sans cesse de l'acide carbonique dans l'air; certaines eaux minérales, très chargées d'acide carbonique, en abandonnent constamment; telles sont celles de Seltz, de Pougues, etc. Enfin, ce gaz se dégage, dans certaines contrées, des fissures du sol, comme dans la grotte du *Chien*, près de Pouzzoles. Cette grotte doit son nom à ce que l'acide carbonique, sortant du sol, s'y accumule et forme une couche d'environ 50 centimètres de hauteur, dans laquelle un chien, ou tout autre animal de petite taille, présente bientôt tous les symptômes de l'asphyxie, tandis qu'un homme peut y séjourner quelque temps sans être sensiblement incommodé.

A l'acide carbonique qui se dégage du sol, vient se joindre celui qui résulte de toutes les combustions constituant nos moyens de chauffage ou d'éclairage, de toutes les décompositions de matières organiques, et de la plupart des fermentations.

La respiration des animaux est encore une source très active de gaz

acide carbonique; on le constate en faisant passer les gaz qui sortent des poumons dans un tube de verre a (fig. 226) plongeant dans de l'eau de chaux; on voit la dissolution se troubler rapidement. La quantité d'acide carbonique produite dans la respiration d'un homme est d'environ 44 gr. par heure, ce qui donne à peu près 22 litres, c'est-à-dire que l'homme dégage plus de 500 litres d'acide carbonique par jour. M. Bous-singault, en calculant approximativement la quantité d'acide carbonique qui se produisait en 1840 dans l'ancien Paris, tant par la respiration des hommes et des animaux que par les combustions servant au chauffage ou à l'éclairage, est arrivé à l'énorme chiffre de 5 millions de mètres cubes par 24 heures.

435. Purification de l'air.

Rôle du bicarbonate de chaux.

Rôle des végétaux. — Malgré les nombreuses causes qui tendent à augmenter la quantité d'acide carbonique de l'atmosphère, nous avons cependant vu, à propos de l'air, que la proportion y reste sensiblement constante et à peu près de 5 dix-millièmes en volumes. Plusieurs causes influent pour déterminer cette constance de la proportion d'acide carbonique dans l'air. La solubilité de l'acide carbonique dans l'eau, et la formation de bicarbonate de chaux, ayant une tension sensible de dissociation à la température ordinaire, paraissent avoir une influence prépondérante. Quand la tension de l'acide carbonique dans l'atmosphère tend à augmenter, l'eau de la mer (qui occupe les trois quarts de la surface du globe) dissout une nouvelle quantité d'acide carbonique qui passe à l'état de bicarbonate de chaux. Quand, au contraire, la

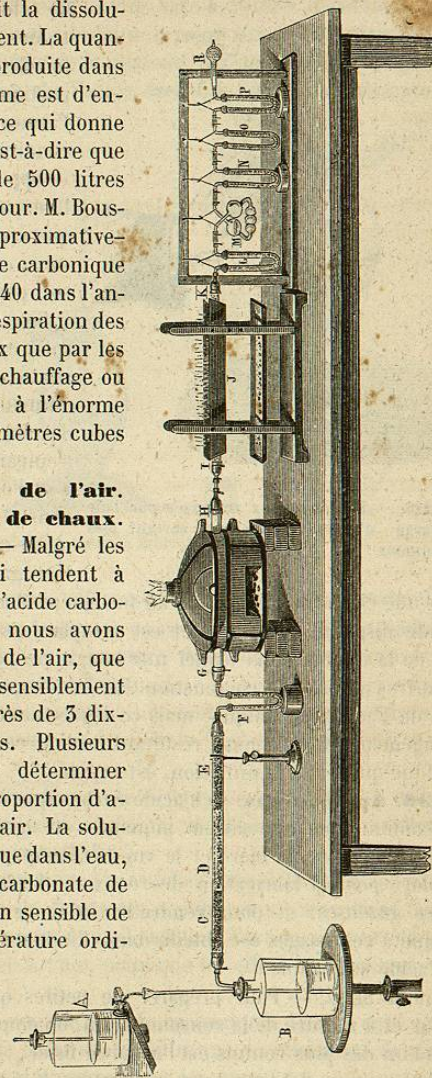


Fig. 225. — Synthèse de l'acide carbonique (MM. Dumas et Stas).

tension de l'acide carbonique diminue dans l'air, l'eau de la mer en abandonne: il y a dissociation d'une certaine quantité de bicarbonate de chaux, et l'équilibre se trouve rétabli. L'océan joue donc le rôle de régulateur de la proportion d'acide carbonique de l'atmosphère, et maintient les conditions nécessaires au développement des êtres animés. Une partie de l'acide carbonique répandu dans l'air y est dissous, et ramené à la surface du sol, par l'eau de pluie.



Fig. 226. — Eau de chaux traversée par l'air chargé d'acide carbonique, sortant des poumons.

Sous l'influence de la lumière solaire, les plantes, en se *nourrissant*, agissent à l'inverse des animaux: leurs parties vertes décomposent l'acide carbonique, s'emparent du carbone et mettent l'oxygène en liberté. On le constate en exposant à la lumière solaire directe une plante bien garnie de feuilles vertes, sous une cloche contenant de l'air fortement chargé d'acide carbonique; l'acide disparaît peu à peu et est remplacé par de l'oxygène: aussi le gaz de la cloche, dans lequel une bougie ne pouvait pas brûler, redevient très propre à la combustion. Par leur *respiration*, les plantes exhalent de l'acide carbonique; mais ce dégagement est lent, tandis que le dégagement d'oxygène, résultant de la décomposition de l'acide carbonique qui sert à la nutrition, est rapide.

436. Applications. — L'acide carbonique dissous dans un liquide, lui communique une saveur piquante et agréable; c'est lui qui fait mousser le cidre, la bière et le vin de Champagne: il est constamment employé pour la fabrication des eaux de Seltz artificielles, des limonades gazeuses, et pour rendre le vin mousseux. L'acide carbonique destiné à ces usages est obtenu dans l'industrie à l'aide de la craie et de l'acide sulfurique.

EAU DE SELTZ. — Pour préparer de petites quantités d'eau de Seltz, au fur et à mesure de la consommation, on emploie différents appareils dont l'un des plus connus est l'appareil Briet.

Il se compose de deux vases en verre *a, b* (fig. 227); dans la capacité inférieure *a* on place un mélange d'acide tartrique et de bicarbonate de soude sec (18 gr. d'acide tartrique et 21 gr. de bicarbonate de soude pour saturer un litre d'eau). On ferme ce vase avec un cylindre creux

f en étain, traversé par un tube *gg* de même métal, terminé inférieurement par une espèce de pomme d'arrosoir. On renverse ensuite le vase *a* ainsi fermé et on le visse sur le vase *b*, rempli d'eau; enfin, on retourne l'appareil de façon à le faire reposer sur sa base. Aussitôt, la partie supérieure du liquide de *b*, descend par le tube dans le vase *a*, et détermine la réaction de l'acide tartrique sur le bicarbonate de

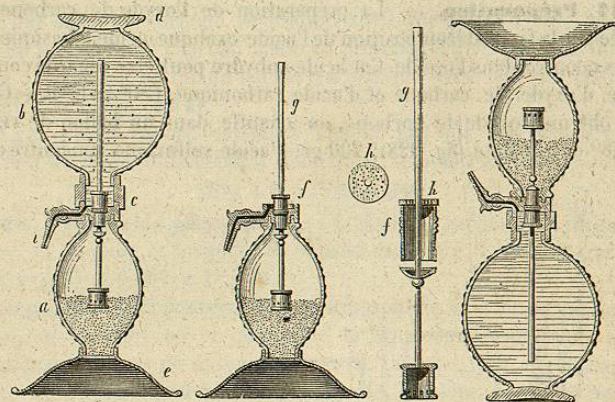


Fig. 227. — Appareil Briet pour la fabrication de l'eau de Seltz.

soude. Il se produit une vive effervescence: le gaz acide carbonique traverse de très petits trous percés dans le disque *h*, qui termine le cylindre creux *f*, et vient se dissoudre dans de l'eau du vase *b*; on facilite la dissolution en agitant l'appareil. — Si l'eau de la carafe *b* contenait des sirops, on aurait ainsi une limonade gazeuse. Pour faire couler l'eau de Seltz ou la limonade, il suffit de tourner le robinet à vis du tube latéral *i*.

L'acide carbonique qui se dégage de certaines eaux naturelles est employé en médecine; administré en bains, il produit une surexcitation avantageuse dans quelques maladies.

Il est susceptible de produire l'anesthésie: ainsi, le chien qu'on fait pénétrer dans la grotte de Pouzzoles tombe sans mouvement, après s'être débattu quelque temps; mais il suffit, si l'action n'a pas été trop prolongée, de le ramener à l'air, pour que les effets de l'asphyxie disparaissent peu à peu.

Dans la nature, l'eau chargée d'acide carbonique dissout dans le sol divers composés, tels que de la silice, ainsi que du phosphate de chaux et du carbonate de chaux qui servent, sur les continents, à la nutrition des végétaux et des animaux, ou qui, transportés dans l'Océan, fournissent aux mollusques et aux animaux inférieurs les matériaux nécessaires à la sécrétion de leur enveloppe solide.

OXYDE DE CARBONE.

Équivalent $C^2O^2 = 28$. — 4 vol. Poids atomique $CO = 28$.

HISTORIQUE. — L'oxyde de carbone a été découvert par Priestley : ses propriétés principales et sa composition ont été déterminées par Cruikshank en 1802.

437. Préparation. — La préparation de l'oxyde de carbone est fondée sur la facile décomposition de l'acide oxalique, acide bibasique que l'on rencontre dans l'oseille. Cet acide anhydre peut être regardé comme formé d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, $C^4O^6 = C^2O^2 + C^2O^4$. Pour obtenir l'oxyde de carbone, on chauffe dans un ballon de verre, de 250^{cc} de capacité (fig. 228), 200 gr. d'acide sulfurique concentré avec

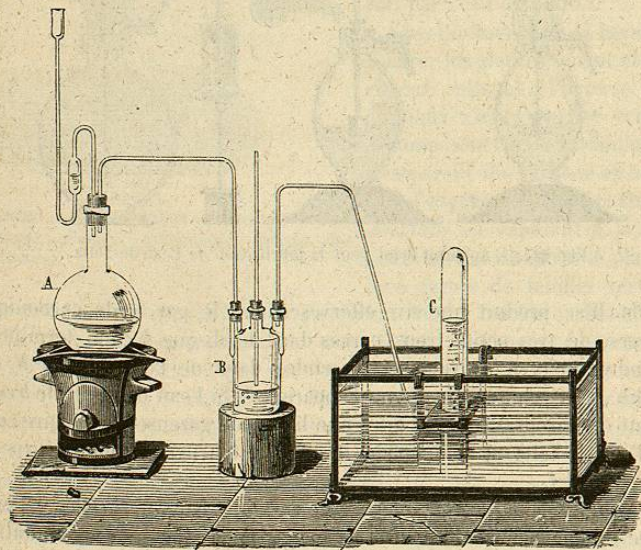
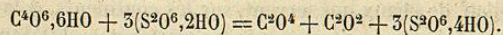


Fig. 228. — Préparation de l'oxyde de carbone.

50 gr. d'acide oxalique cristallisé $C^4O^6, 2HO + 4HO$, qui, outre deux équivalents d'eau basique, contient quatre équivalents d'eau de cristallisation. L'acide sulfurique, très avide d'eau, s'empare de celle de l'acide oxalique, et, comme ce composé ne peut exister anhydre, il se dédouble en volumes égaux d'acide carbonique et d'oxyde de carbone.

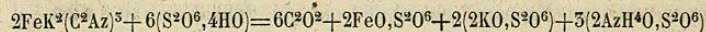
La réaction s'exprime par la formule suivante.



Le gaz, au sortir du ballon, passe dans un flacon laveur B, contenant de la potasse, qui retient presque tout l'acide carbonique; l'oxyde de

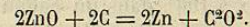
carbone se rend dans des éprouvettes sur la cuve à eau. Si on veut le débarrasser de la petite quantité d'acide carbonique qu'il a entraînée, il faut l'agiter quelques instants avec une dissolution de potasse.

On le prépare encore en chauffant du cyanure jaune (cyanure double de fer et de potassium) avec de l'acide sulfurique¹ :



Le gaz oxyde de carbone se produit, ainsi que nous l'avons constaté, chaque fois que du charbon brûle en présence d'une quantité insuffisante d'oxygène², ou quand l'acide carbonique passe sur des charbons chauffés au rouge (431).

Ce gaz prend encore naissance chaque fois que l'on réduit par le charbon un oxyde difficilement réductible, comme l'oxyde de zinc :



438. Propriétés physiques. — L'oxyde de carbone est un gaz incolore, et inodore et insipide. Sa densité est 0,967; 1 litre de gaz pèse donc $1^{\text{er}}, 293 \times 0,967 = 1^{\text{er}}, 250$.

Comprimé sous la pression de 500 atmosphères à -29° , le gaz se condense, au moment où on supprime brusquement la pression, en un brouillard résultant de sa liquéfaction. (M. Cailletet.) MM. Wroblewski et Olszewski l'ont obtenu à l'état de liquide, incolore, à -136° par une détente du gaz comprimé, en maintenant toutefois la pression au-dessus de 50 atmosphères. M. Olszewski l'a obtenu liquide à $-159,5$ sous $57^{\text{atm}}, 5$; à -150° sous $20^{\text{atm}}, 4$; à -190° sous 1^{atm} .

A -200° sous la pression de 100^{mm} , il se solidifie en masse neigeuse.

Il est très peu soluble dans l'eau, 1 litre d'eau dissout 35 c. c. de ce gaz à 0° , et seulement 25 c. c. à la température de 15° . Il se dissout dans les solutions du protochlorure de cuivre obtenues à l'aide de l'ammoniaque, ou de l'acide chlorhydrique ou des chlorure alcalins.

439. Propriétés chimiques. — L'oxyde de carbone est un corps neutre; il n'a aucune action sur la teinture de tournesol; il ne trouble pas l'eau de chaux. Par ces premières propriétés, l'oxyde de carbone

1. On peut admettre que dans cette action de l'acide sulfurique sur le cyanure jaune, il s'est formé d'abord de l'acide cyanhydrique (504) qui, fixant les éléments de l'eau, en présence de l'acide sulfurique, s'est décomposé en oxyde de carbone et ammoniaque $C^2AzH + 2HO = C^2O^2 + AzH^3$.

2. Les poêles que l'on charge de coke par leur partie supérieure pour une durée de 12 heures, tels que les poêles dits *poêles mobiles*, produisent de grandes quantités d'oxyde de carbone. Leur emploi devient dangereux dès que le tirage est insuffisant.

H. Sainte-Claire Deville et L. Troost ont constaté, par de nombreuses expériences, que les poêles en fonte laissent diffuser à travers leurs parois portées au rouge vif, ou même seulement au rouge sombre, de l'oxyde de carbone, gaz délétère se répandant dans l'atmosphère ambiante. Pour éviter ce danger, on peut doubler intérieurement la fonte d'un revêtement en briques réfractaires qui empêchera la fonte d'être portée au rouge sombre. On peut aussi revêtir le poêle extérieurement d'une enveloppe complète en tôle, qui laisse, entre elle et la fonte, un espace libre communiquant avec le tuyau de fumée; de cette manière, l'oxyde de carbone ne peut se répandre dans les salles.

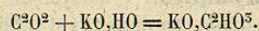
ressemble à l'azote, mais il s'en distingue en ce qu'il est combustible.

Ce gaz se dissocie à une très haute température en charbon et en oxygène qui, s'unissant, dans les parties moins chaudes du tube, avec une autre portion d'oxyde de carbone, donne de l'acide carbonique $2C^2O^2 = C^2O^4 + 2C$. C'est ce qu'a démontré H. Saint-Claire Deville en faisant passer l'oxyde de carbone dans l'appareil chaud et froid (fig. 229) décrit au § 232 : il se dépose du charbon sur la partie inférieure du tube froid, et il se dégage un peu d'acide carbonique avec l'oxyde non décomposé.

Il est également décomposé par une série d'étincelles électriques.

Il se combine à volume égal avec le chlore sous l'influence des rayons solaires, pour former le gaz oxychlorure de carbone (490).

Maintenu longtemps en contact avec une dissolution concentrée de potasse à froid ou mieux à 100°, dans un ballon scellé, il se combine avec les éléments de l'eau et donne de l'acide formique (M. Berthelot) :



Sa propriété chimique *caractéristique* est son action sur l'oxygène aux températures élevées. Au contact de l'air et d'une bougie allumée, il brûle avec une flamme bleue très chaude ($C^2O^2 + O^2 = C^2O^4$: + 68c,2) en donnant de l'acide carbonique, qui trouble l'eau de chaux. La couleur bleue de cette flamme, et le trouble produit dans l'eau de chaux par le gaz

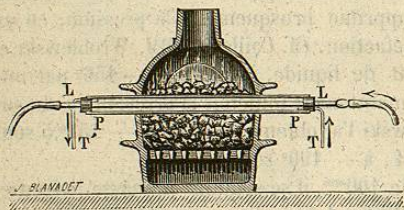
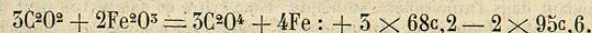


Fig. 229. — Dissociation de l'oxyde de carbone.

qui résulte de cette combustion, suffisent pour caractériser l'oxyde de carbone. Un mélange de 2 vol. d'oxyde de carbone avec 1 vol. d'oxygène détone à 650°; la combinaison lente commence déjà à 480°. (MM. Mallard et Lechatelier.)

L'oxyde de carbone, dégageant une grande quantité de chaleur en se combinant avec l'oxygène, décompose la vapeur d'eau : $C^2O^2 + H^2O^2$ gaz = $C^2O^4 + H^2$: + 68c,2 — 59c. Il réduit la plupart des oxydes, au rouge, et les ramène à l'état métallique, en passant lui-même à l'état d'acide carbonique : $C^2O^2 + 2CuO = C^2O^4 + 2Cu$: + 68c,2 — 2 × 19c,2.

Cette propriété réductrice est constamment utilisée dans la métallurgie ; c'est par l'action de l'oxyde de carbone que le minerai de fer (oxyde de fer) est réduit dans les *hauts fourneaux*.



440. Action physiologique. — ASPHYXIE PAR LA VAPEUR DE CHARBON. — Le gaz oxyde de carbone est un gaz éminemment délétère : un centième d'oxyde de carbone dans l'air suffit pour tuer un oiseau. Ce gaz est

d'autant plus redoutable qu'il ne trahit sa présence par aucune odeur. En général, on reconnaît la présence de l'oxyde de carbone par les maux de tête et les vertiges qu'il occasionne presque instantanément : le meilleur remède est alors une ventilation rapide, déterminée par l'ouverture des portes et des fenêtres.

L'action délétère de l'oxyde de carbone ne peut nullement être comparée à l'effet de l'acide carbonique ; ce dernier n'agit qu'en surchargeant le sang, et en diminuant l'action de l'oxygène. Un chien périt plus rapidement dans une atmosphère contenant 5 pour 100 d'oxyde de carbone que dans une enceinte renfermant 50 pour 100 d'acide carbonique.

On a longtemps attribué à l'acide carbonique les propriétés toxiques des gaz qui se dégagent du charbon brûlant dans l'air confiné (*vapeur de charbon*) ; mais F. Leblanc a démontré que l'oxyde de carbone est, dans ce cas, la cause principale de la mort. En effet, dans une chambre où l'on allume de la braise, un chien périt bien avant qu'une bougie cesse de brûler : or, une bougie s'éteint dans une atmosphère qui ne contient qu'une proportion d'acide carbonique insuffisante pour asphyxier.

Lorsque le sang arrive aux poumons dans les conditions ordinaires, il contient de l'acide carbonique combiné à l'un des principes essentiels des globules du sang, l'hémoglobine ; cet acide carbonique y est déplacé et remplacé par de l'oxygène, qui forme avec l'hémoglobine un composé rouge peu stable. C'est cette combinaison qui, pénétrant dans tout l'organisme, y joue le rôle de corps comburant. Mais quand les poumons contiennent de l'oxyde de carbone, ce gaz se combinant avec l'hémoglobine, forme un corps très stable qui n'est pas décomposé par l'oxygène ; ce dernier gaz ne peut donc plus pénétrer dans le sang, toute combustion s'arrête, les globules du sang sont asphyxiés.

Ces propriétés toxiques de l'oxyde de carbone expliquent le danger auquel on s'expose quand on emploie des foyers, poêles, fourneaux, etc., dont le tirage est insuffisant, ou quand, sous prétexte de conserver mieux la chaleur, on ferme la clef d'un poêle contenant encore de la braise allumée. On doit également prendre de grandes

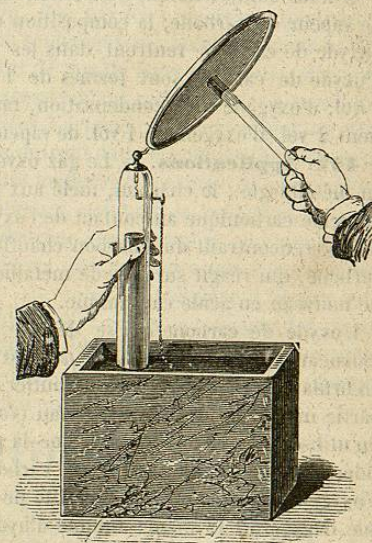


Fig. 250. — Analyse de l'oxyde de carbone.

précautions quand on veut éteindre du charbon avec de l'eau, car il se produit de l'oxyde de carbone (402) en même temps que de l'hydrogène et de l'acide carbonique.

441. Composition. — Pour déterminer la composition de l'oxyde de carbone, on introduit dans l'eudiomètre à mercure (*fig.* 250) 2 vol. d'oxyde de carbone et 2 vol. d'oxygène; après le passage de l'étincelle, le gaz se trouve réduit à 3 vol. Si l'on introduit alors une dissolution de potasse dans l'éprouvette, elle absorbe 2 vol. d'acide carbonique et laisse 1 vol. d'un gaz que l'on reconnaît être de l'oxygène. Nous en devons conclure que 2 vol. d'oxyde de carbone exigent 1 vol. d'oxygène pour se transformer en acide carbonique. Or, comme l'acide carbonique contient son volume d'oxygène, il en résulte que l'oxyde de carbone contient seulement 1/2 vol. d'oxygène. La considération des densités permet d'achever l'analyse en déterminant la quantité de carbone.

Si de la densité de l'oxyde de carbone.	0,9674
On retranche la demi-densité de l'oxygène.	0,5329
Il reste.	0,4142

Si nous admettons que ce nombre 0,4142 représente la demi-densité de vapeur du carbone, la composition de l'acide carbonique et celle de l'oxyde de carbone rentrent dans les lois de Gay-Lussac (28). 2 vol. d'oxyde de carbone sont formés de 1 vol. de vapeur de carbone et de 1 vol. d'oxygène sans condensation, tandis que l'acide carbonique contient 2 vol. d'oxygène et 1 vol. de vapeur de carbone condensés en 2 vol.

442. Applications. — Le gaz oxyde de carbone est surtout utilisé en métallurgie : le charbon, mêlé aux minerais, se transforme d'abord en acide carbonique au contact de l'oxygène en excès; cet acide carbonique, rencontrant du charbon chauffé au rouge, donne de l'oxyde de carbone, qui réagit sur l'oxyde métallique, le réduit, et se transforme de nouveau en acide carbonique.

L'oxyde de carbone qui se dégage à la partie supérieure des hauts fourneaux (voir *Métallurgie du fer*) est utilisé : la chaleur qu'il produit en brûlant est employée pour chauffer l'air que l'on doit insuffler à la partie inférieure du haut fourneau (voir récupérateurs Witwell, 959). On utilise ainsi une chaleur jusque-là perdue et qui cependant est considérable, car 28 gr. d'oxyde de carbone, en se combinant avec 16 gr. d'oxygène, dégagent 68c,2, quantité de chaleur supérieure à celle (59c), que dégagerait le même volume d'hydrogène, en brûlant pour donner de la vapeur d'eau.

COMPOSÉS HYDROGÉNÉS DU CARBONE.

443. État naturel. Production. — La nature nous fournit un très grand nombre de carbures d'hydrogène tout formés. Les uns, comme les pétroles (*huile de pierre*), sortent du sein de la terre; d'autres exis-

tent dans les végétaux, comme le caoutchouc et les essences végétales (essence de *térébenthine*, de *citron*, de *rose*, etc.).

Beaucoup de carbures d'hydrogène comme l'acétylène C^2H^2 , l'éthylène C^2H^4 , le gaz des marais C^2H^6 , etc., prennent naissance dans la décomposition des matières organiques. L'acétylène, C^2H^2 a pu être formé par l'union directe du carbone et de l'hydrogène dans l'arc voltaïque; il se combine d'ailleurs avec l'hydrogène. Ses condensations et ses combinaisons diverses avec l'hydrogène permettent de reproduire par synthèse tous les autres carbures d'hydrogène.

444. Propriétés générales. — Tous les carbures d'hydrogène sont décomposables, à une température suffisamment élevée, en carbone qui se dépose et en hydrogène qui se dégage.

Tous brûlent avec une flamme éclairante, en donnant de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau. Quand ils sont très riches en carbone et que l'oxygène de l'air n'arrive pas en quantité suffisante pour déterminer une combustion complète, l'hydrogène brûle le premier, une partie du carbone reste libre dans la flamme qui devient fuligineuse.

Bien que les carbures d'hydrogène ne diffèrent les uns des autres, au point de vue de leur composition, que par les proportions relatives de leurs éléments, et souvent même seulement par leur arrangement moléculaire, ils présentent, au point de vue de leurs propriétés physiques ou chimiques, des différences excessivement remarquables : aussi ont-ils reçu des applications très variées. Certains carbures servent, en effet, à l'éclairage, tandis que d'autres entrent dans la composition des vernis ou dans la préparation de plusieurs matières colorantes; il en est, enfin, que l'on utilise soit pour la parfumerie, soit pour la médecine.

Les principaux carbures d'hydrogène seront étudiés en chimie organique; nous ne nous occuperons ici que des types qui correspondent aux quatre proportions définies suivantes : l'acétylène $C^2H^2 = 2$ vol.; l'éthylène $C^2H^4 = 2$ vol.; le méthyle $C^2H^6 = 2$ vol. et le gaz des marais $C^2H^8 = 4$ vol. Ces formules $C^2H^2, C^2H^4, C^2H^6, C^2H^8$ rapportées à un même poids de carbone, sont ordinairement remplacées par les formules $C^4H^2, C^4H^4, C^4H^6, C^4H^8$ qui correspondent toutes à 4 volumes.

ACÉTYLÈNE.

Équivalent $C^2H^2 = 26$. — 4 vol. Poids atomique $C^2H^2 = 26$

445. Historique. — L'acétylène avait été découvert par Ed. Davy dans une réaction accidentelle, mais il n'avait pas attiré l'attention. Son étude est due principalement à M. Berthelot qui en a fait la synthèse, a montré qu'il prend naissance dans un grand nombre de circonstances et en a fait le point de départ d'une multitude d'autres synthèses.

446. Production. — Il se produit de l'acétylène dans l'action de la chaleur rouge sur le gaz des marais C^2H^6 , sur l'éthylène C^2H^4 , sur