

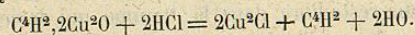
l'éther et sur un très grand nombre de composés organiques. Il en existe dans le gaz de l'éclairage.

On en obtient en faisant passer une série d'étincelles dans un gaz ou une vapeur hydrocarbonée quelconque, ainsi que dans un mélange d'hydrogène avec l'oxyde de carbone, ou le sulfure de carbone ou le cyanogène.

Il se produit encore de l'acétylène dans les combustions incomplètes : si, par exemple, dans une large éprouvette on verse un peu d'éther, puis du *protochlorure de cuivre ammoniacal*, et qu'on enflamme, on peut, en faisant tourner autour de son axe l'éprouvette maintenue presque horizontale, constater la production sur ses parois d'un dépôt rouge d'*acétylure de cuivre*, combinaison d'acétylène et d'oxyde de cuivre.

On constate, à l'aide du même réactif, que la combustion incomplète du gaz de l'éclairage donne de l'acétylène.

447. Préparation. — On le prépare en décomposant, dans un petit ballon de verre, l'acétylure de cuivre par l'acide chlorhydrique, et on recueille l'acétylène sur la cuve à mercure :



Il faut donc se procurer d'abord de l'acétylure de cuivre.

On prépare fréquemment cet acétylure en faisant passer des vapeurs d'éther dans un tube de porcelaine chauffé au rouge; les gaz qui se dégagent traversent des éprouvettes contenant du protochlorure de cuivre ammoniacal : il s'y forme un précipité rouge d'acétylure de cuivre.

On obtient également l'acétylure de cuivre en faisant arriver dans du protochlorure de cuivre ammoniacal les produits de la combustion

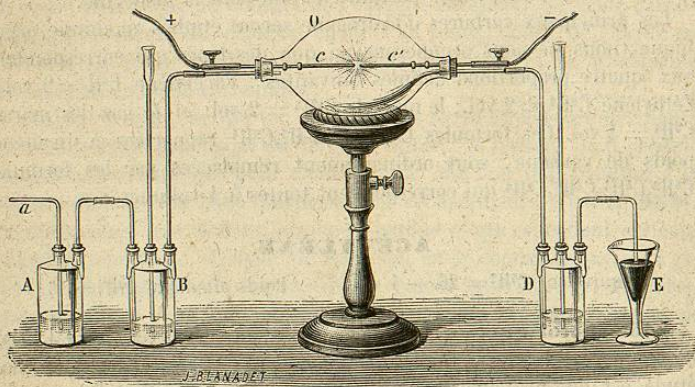


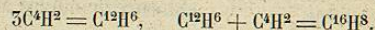
Fig. 251. — Synthèse de l'acétylène par M. Berthelot.

incomplète du gaz d'éclairage, réalisée en faisant arriver un courant d'air insuffisant dans la flamme de ce gaz.

448. Synthèse de l'acétylène. — M. Berthelot a montré que l'acétylène, corps explosif, formé par absorption de 61c, peut être produit par la combinaison directe du carbone avec l'hydrogène sous l'influence de l'arc voltaïque. Il réalise la synthèse de l'acétylène en faisant passer un courant d'hydrogène pur et sec dans un ballon de verre O (fig. 251), où l'étincelle d'une pile de 50 éléments jaillit entre deux baguettes c, c', de charbon des cornues. Les gaz traversent, au sortir du ballon, le flacon D, contenant du protochlorure ammoniacal; il s'y dépose de l'acétylure de cuivre, rouge de sang.

449. Propriétés. — L'acétylène est un gaz incolore, ayant l'odeur du gaz de l'éclairage; il est un peu soluble dans l'eau; il a été liquéfié sous la pression de 48^{atm} à 4° (M. Cailletet). Sa densité est 0,92.

CHALEUR. — Soumis à l'action de la chaleur dans une cloche courbe, par exemple, il donne des produits polymériques, de condensations diverses, parmi lesquels le principal est la benzine C¹²H⁶; on obtient aussi le styrolène C¹⁰H⁸, la naphthaline C²⁰H⁸, etc. :

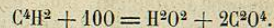


La formation de la benzine par cette polymérisation dégage 178c.

L'acétylène, qui a absorbé 61c au moment de sa formation, se décompose complètement avec une violente explosion et une grande flamme, quand on fait éclater au milieu de ce gaz une très petite cartouche de fulminate de mercure, au moyen d'un fil métallique très fin, rougi par le courant de la pile; il se produit de l'hydrogène et du carbone amorphe (M. Berthelot) : C⁴H² = C⁴ + H².

L'acétylène, formé avec absorption de chaleur, se combine directement avec un grand nombre de corps simples, en dégageant une quantité de chaleur plus grande que celle que dégageraient ses éléments libres.

OXYGÈNE. — L'oxygène donne avec l'acétylène des produits qui varient avec la manière dont on le fait agir. Ainsi l'acétylène, enflammé au contact de l'air, brûle avec une flamme éclairante et fuligineuse; il se produit de l'eau et de l'acide carbonique : 4 vol. d'acétylène, mêlés avec 10 vol. d'oxygène, détonent au contact d'une flamme en dégageant 518c :



La réaction est différente, si l'on fait agir sur l'acétylène des corps oxydants, comme le permanganate de potasse ou l'acide chromique étendu.

Une solution de permanganate avec excès de potasse, versée dans un flacon contenant de l'acétylène, se décolore par l'agitation et donne un dépôt brun d'hydrate de bioxyde de manganèse; il se forme de l'acide oxalique C⁴H² + O⁸ = C⁴H²O⁸ avec dégagement 260c. On en reconnaît la présence, en filtrant la liqueur et la traitant par une solution de sulfate de chaux qui donne un précipité blanc d'oxalate de chaux.

Avec l'acide chromique étendu, une dissolution d'acétylène dans l'eau donne peu à peu de l'acide acétique $C^2H^2 + H^2O^2 + O^2 = C^2H^4O^2$ avec dégagement de 113c.

HYDROGÈNE. — L'acétylène chauffé dans une cloche courbe (fig. 252) avec de l'hydrogène, donne de l'éthylène C^2H^4 en dégageant 45c,6 et de l'hydrure d'éthylène ou *éthane* C^2H^6 , mêlés aux produits de l'action de la chaleur sur l'acétylène et sur l'hydrure d'éthylène (453 note).

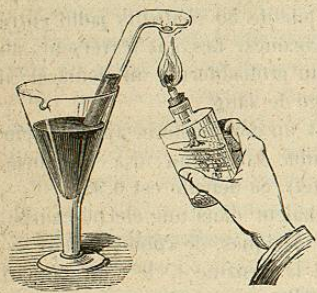


Fig. 252. — Acétylène chauffé seul ou avec de l'hydrogène.

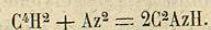
Quand on traite l'acétylène de cuivre par le zinc et l'ammoniaque qui dégagent de l'hydrogène, le gaz recueilli contient de l'hydrogène, de l'acétylène et de l'éthylène ; on les sépare par agitation avec le protochlorure de cuivre ammoniacal : l'acétylène se précipite à l'état d'acétylure de cuivre, l'éthylène se dissout et l'hydrogène reste. La solution de protochlorure ammoniacal, légèrement chauffée, abandonne l'éthylène.

CHLORE — Le *chlore*, mêlé à l'acétylène, réagit souvent avec détonation, sous l'influence de la lumière. Quelquefois la réaction se produit lentement avec production de $C^2H^2Cl^2$; par voie indirecte on obtient $C^2H^2Cl^2$ et $C^2H^2Cl^4$.

Le *brome* agit lentement et donne $C^2H^2Br^2$ et $C^2H^2Br^4$.

L'*iode* donne, à 100°, $C^2H^2I^2$.

AZOTE. — L'*azote* peut se combiner, à volume égal, avec l'acétylène, sous l'influence des étincelles électriques (M. Berthelot), pour donner l'acide cyanhydrique ; on délaye le mélange avec 10 vol. de gaz hydrogène :



Cette combinaison est accompagnée d'un dégagement de 56c.

Le *potassium*, chauffé avec l'acétylène dans une cloche courbe, prend feu, et donne les acétylures de potassium C^2HK et C^2K^2 .

L'acide sulfurique l'absorbe lentement, pour former l'acide acétylsulfurique C^2H^2, H^2O^2, S^2O^6 . Cet acide, étendu de 10 vol. d'eau, se décompose à l'ébullition en acide sulfurique et hydrate d'acétylène C^2H^2, H^2O^2 .

RÉACTIFS. — On reconnaît des traces d'acétylène, soit par le précipité rouge d'acétylure de cuivre $C^2H^2, 2(Cu^2O)$ que ce gaz donne avec le protochlorure de cuivre ammoniacal, soit par le précipité blanc jaunâtre d'acétylure d'argent, qu'il produit dans l'azotate d'argent ammoniacal.

450. Homologues de l'acétylène. — Ce gaz est le 1^{er} terme d'une série de carbures d'hydrogène homologues, tels que l'allylène C^3H^4 , le crotonylène (1290) C^4H^6 , etc.

GAZ OLÉFIANT OU ÉTHYLÈNE.

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

451. Production. Préparation. — L'*éthylène* appelé aussi *bicarbone d'hydrogène* a été découvert, vers 1796, par quatre chimistes hollandais : Deiman, van Troostwyk, Bondt et Lauwerenburgh. C'est un des produits de la décomposition par la chaleur des matières organiques en général, et principalement des matières bitumineuses et des graisses.

M. Berthelot a fait la synthèse de l'éthylène par la combinaison de volumes égaux d'hydrogène et d'acétylène (449).

Pour préparer l'éthylène, on verse dans un vase entouré d'eau froide 50 gr., par exemple, d'alcool ordinaire, et on y ajoute peu à peu 500 gr. environ d'acide sulfurique concentré, en ayant soin d'agiter constamment le mélange de manière à répartir uniformément la chaleur dégagée par la combinaison de l'acide sulfurique avec l'eau : une élévation brusque de température déterminerait la rupture du vase.

Le mélange, une fois refroidi, est versé dans une grande cornue de verre de 1 litre de capacité, au fond de laquelle on a préalablement mis un peu de sable grossier. L'emploi de ce sable, conseillé par Vœhler, rend la décomposition plus régulière ; il évite le boursoufflement qui ne manquerait pas de se produire pendant la réaction de l'acide sulfurique sur l'alcool. Un tube à dégagement fait communiquer la cornue (fig. 253)

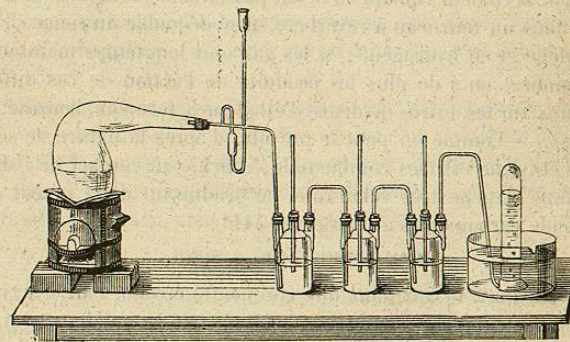
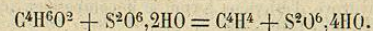


Fig. 253. — Préparation et purification de l'éthylène.

avec un appareil laveur composé de plusieurs flacons.

L'alcool, sous l'influence de l'acide sulfurique, se dédouble, à la température de 160°, en éthylène qui se dégage, et en eau qui est retenue par l'acide sulfurique :



Cette réaction n'est pas la seule qui se produise en réalité, car on voit le mélange noircir ; en effet, au-dessus de 160°, l'éthylène, réagissant sur l'acide sulfurique, donne de l'eau, de l'acide sulfureux et du charbon ; ce dernier, décomposant un peu d'acide sulfurique, donne de nouvelles quantités d'acide sulfureux en même temps que de l'acide carbonique ; au-dessous de 160°, l'alcool, en contact avec l'acide sulfurique, donne de l'éther. Le premier flacon laveur, contenant de la potasse, est destiné à absorber l'acide carbonique et l'acide sulfureux ; le second renferme de l'acide sulfurique qui s'empare de l'éther.

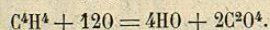
452. Propriétés physiques. — L'éthylène est incolore et insipide ; il a une odeur légèrement *emphyreumatique*.

Sa densité est de 0,97 ; par suite, un litre de ce gaz pèse $1^{\text{r}}, 295 \times 0,97 = 1^{\text{r}}, 254$. L'eau en dissout un sixième de son volume, à la température ordinaire ; l'alcool en absorbe trois fois son volume dans les mêmes conditions ; l'éther en prend encore davantage.

Faraday a pu liquéfier l'éthylène, sous l'influence simultanée d'une forte pression et du froid produit par un mélange d'acide carbonique solide et d'éther. M. Cailletet le liquéfie à la température de $+ 1^{\circ}$ sous la pression de 45 atmosphères. L'éthylène liquéfié bout à $- 103^{\circ}$ à la pression ordinaire. Par évaporation dans le vide, l'éthylène se refroidit à $- 136^{\circ}$ (Wroblewski et Olszewski) ou à $- 142^{\circ}, 3$ d'après les expériences ultérieures de Olszewski.

453. Propriétés chimiques. — **CHALEUR.** — L'éthylène est décomposable par la chaleur : quand on le fait passer dans un tube de porcelaine chauffé dans un fourneau à réverbère, il se dédouble au rouge, d'abord en acétylène et en hydrogène ; si les gaz sont longtemps maintenus au rouge sombre, on a de plus les produits de l'action de ces différents gaz les uns sur les autres (hydrure d'éthylène¹, formène, benzine, etc.).

OXYGÈNE. — Comme on peut le prévoir, d'après la nature de ses éléments, l'éthylène est très combustible ; il brûle au contact de l'air avec une flamme blanche très éclairante, en produisant de la vapeur d'eau, et de l'acide carbonique en dégageant 341c :



Si on enflamme le gaz dans une éprouvette étroite, l'air n'arrive pas assez rapidement pour que la combustion soit complète, et on a un dépôt de charbon.

Un mélange d'éthylène avec trois fois son volume d'oxygène, introduit dans un flacon à petite ouverture, détone au contact d'une flamme, avec une violence telle que le vase est toujours brisé : aussi faut-il, pour en éviter les éclats, prendre la précaution d'envelopper le flacon de plusieurs linges.

1. Une partie de l'hydrure d'éthylène formé se décompose en acétylène, hydrogène et formène : $2\text{C}^2\text{H}^6 = 2\text{C}^2\text{H}^4 + \text{C}^4\text{H}^2 + \text{H}^2$.

Avec l'acide chromique en dissolution, à 120°, l'éthylène donne d'abord de l'aldéhyde $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2$, puis de l'acide acétique $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^4$ (M. Berthelot).

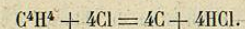
Agité avec du permanganate de potasse, il donne de l'acide oxalique $\text{C}^2\text{H}^2\text{O}^8$, qui se dédouble partiellement en acide formique $\text{C}^2\text{H}^2\text{O}^4$ et acide carbonique C^2O^4 .

L'éthylène se combine, à volumes égaux, avec un certain nombre de corps simples ou composés (hydrogène, chlore, acide chlorhydrique, etc.).

HYDROGÈNE. — L'éthylène chauffé avec de l'hydrogène dans une cloche courbe, donne l'hydrure d'éthylène $\text{C}^2\text{H}^4 + \text{H}^2 = \text{C}^2\text{H}^6$ en dégageant 21c, 1.

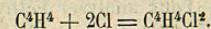
ACTION DU CHLORE. — Le chlore qui, en se combinant avec l'hydrogène, dégage beaucoup de chaleur, réagit sur l'éthylène, et donne des produits qui varient avec la température à laquelle on opère.

1° Si, après avoir fait un mélange d'éthylène avec un volume double de chlore, on en approche une bougie, le gaz prend feu ; il se forme de l'acide chlorhydrique et un dépôt de charbon.



Pour faire l'expérience, on se sert d'une grande éprouvette à pied remplie d'eau et renversée sur la cuve à eau. On y fait passer du bicarbonate jusqu'au tiers, et on achève de remplir avec du chlore. L'éprouvette, bouchée avec une lame de verre, est ensuite remise sur son pied : le chlore, plus lourd, descend et se mêle au bicarbonate ; si l'on présente alors une bougie à l'ouverture, on voit une flamme rouge descendre régulièrement, pendant qu'au-dessus d'elle, un nuage noir de charbon, en poussière impalpable, est en partie entraîné dans l'atmosphère par le gaz acide chlorhydrique ; une autre partie du carbone se dépose sur les parois.

2° A la température ordinaire, le chlore et l'éthylène se combinent à volumes égaux, en donnant un liquide huileux : *chlorure d'éthylène*, ou glycol dichlorhydrique (1444), d'une odeur éthérée et d'une saveur sucrée, connu sous le nom d'*huile des Hollandais*. C'est à cette réaction que l'éthylène doit son nom de *gaz oléfiant* :



La combinaison s'effectue lentement à la lumière diffuse, elle se produit rapidement à la lumière solaire. Pour cette expérience, on fait passer d'abord le chlore sur la cuve à eau, dans une grande cloche qu'on achève de remplir avec l'éthylène. Elle est ensuite placée dans un vase de verre à fond plat (cristallisoir), où l'on verse de temps en temps de l'eau pour remplacer celle qui monte dans la cloche par suite de la combinaison des gaz. La surface de l'eau se couvre de gouttelettes huileuses, qui grossissent et tombent au fond du vase.

Pour préparer de grandes quantités de chlorure d'éthylène, on fait arriver dans un même ballon (*fig. 254*) l'éthylène produit en A et le

chlore produit en G, le chlorure d'éthylène coule par la pointe inférieure du ballon dans le flacon E bien refroidi.

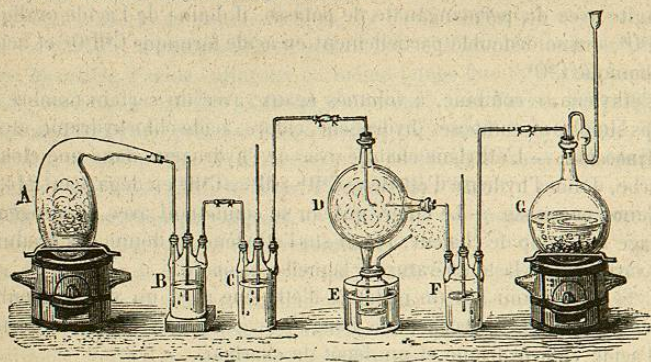


Fig. 254. — Préparation du chlorure d'éthylène.

BROME. — Le brome forme de même avec l'éthylène, du bromure d'éthylène $C^2H^4Br^2$, liquide incolore, que l'on obtient en faisant passer un courant d'éthylène dans du brome, contenu dans les flacons de l'appareil Wouff : $C^2H^4 + Br^2 = C^2H^4Br^2$ avec dégagement de 29c,5. Ce bromure d'éthylène, traité par l'acide nitrique fumant, donne le bromure d'éthylène tétranitré $C^2(AzO^2)^4Br^2$ (M. A. Villiers).

L'iode forme avec l'éthylène, sous l'influence des rayons solaires, de l'iodure d'éthylène $C^2H^4I^2$, solide cristallisé.

ACTION DES ACIDES. — L'éthylène se combine, à volume égal, avec le gaz acide chlorhydrique, ou bromhydrique, ou iodhydrique, pour former des éthers, tels que : $C^2H^4 + HCl = C^2H^4.HCl$. Ces éthers, décomposés par l'eau ou les alcalis, donnent l'hydrate d'éthylène $C^2H^4.H^2O^2$, qui est l'alcool (M. Berthelot), (1372 à 1375).

Il se combine également avec l'acide sulfurique monohydraté par une agitation prolongée (1341).

454. Composition. — Pour analyser l'éthylène, on introduit dans l'eudiomètre à mercure (fig. 250) 4 vol. d'éthylène et 20 vol. d'oxygène (l'excès d'oxygène diminue la violence de l'explosion et empêche la rupture de l'appareil). Quand on a fait passer l'étincelle dans le mélange, on voit de l'eau ruisseler sur les parois intérieures, et il reste 16 vol. de gaz. Un fragment de potasse, introduit dans ce résidu, le réduit à 8 vol. qui sont de l'oxygène; il contenait donc 8 vol. d'acide carbonique.

Pour déduire de cette expérience la composition de l'éthylène, on observe que, sur les 12 vol. d'oxygène disparus, il y en a 8 vol. qui ont été employés à former de l'acide carbonique avec 4 vol. de vapeur de carbone, et que, par suite, il en a été employé 4 vol. avec un volume double (c'est-à-dire 8 vol.) d'hydrogène pour former de l'eau. D'où la conclusion

que 4 vol. d'éthylène contiennent 4 vol. de vapeur de carbone, et 8 vol. d'hydrogène condensés en 4 vol.

On vérifie ces résultats par la considération des densités :

Si à la densité admise pour la vapeur du carbone. . .	0,8284
On ajoute deux fois la densité de l'hydrogène.	0,4384
On obtient la densité du bicarbure.	0,9668

455. Applications. — Ce gaz existe dans le gaz de l'éclairage. Sa proportion y est d'autant plus faible que la calcination a été faite à une température plus élevée.

456. Homologues de l'éthylène. — L'éthylène est le premier terme d'une série de carbures homologues appelés souvent *oléfines*; tels que : le propylène C^3H^6 , le butylène C^4H^8 , l'amylène C^5H^{10} (1291).

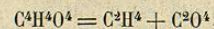
GAZ DES MARAIS OU FORMÈNE OU MÉTHANE.

Équivalent $C^2H^4 = 16$. — 4 vol. Poids atomique $CH^2 = 16$.

457. Production naturelle. Préparation. — Le gaz des marais, que l'on appelle aussi *formène* ou *méthane*, ou *protocarbure d'hydrogène*, prend naissance dans la décomposition spontanée des matières organiques, au fond de la vase des marais et de toutes les eaux stagnantes : il s'en dégage des fissures du sol, dans plusieurs contrées; il s'en trouve aussi entre les feuillettes de la houille, et dans les blocs de sel gemme.

EXTRACTION DU GAZ DES MARAIS. — Autrefois on retirait le gaz des marais de la vase des marais, en la remuant avec un long bâton (fig. 255). Les bulles pénétraient dans un flacon rempli d'eau, renversé, et muni d'un large entonnoir. Le gaz ainsi recueilli n'était pas pur, il contenait un peu d'hydrogène libre, de l'azote, de l'oxygène et de l'acide carbonique. On pouvait bien le débarrasser de l'acide carbonique par la potasse, et de l'oxygène par le phosphore, mais il était impossible d'enlever les deux autres gaz.

PRÉPARATION PAR L'ACÉTATE DE SOUDE. — J. Persoz a, le premier, observé en 1837 que le vinaigre, ou acide acétique, peut, en présence d'un grand excès de potasse, se décomposer en gaz des marais et acide carbonique, comme l'indique la formule suivante :



On détermine facilement cette décomposition en faisant agir un excès d'alcali sur un acétate alcalin. L'opération se fait, comme l'a indiqué Dumas, en chauffant, dans une petite cornue de verre (fig. 256),

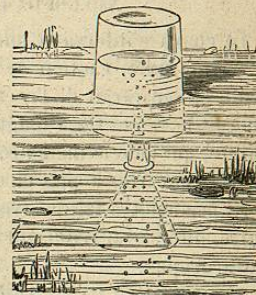


Fig. 255. — Extraction du gaz des marais.

50 gr. d'acétate de soude fondu et 120 gr. de chaux sodée (obtenue en calcinant de la chaux vive avec moitié de son poids de soude caustique)¹.

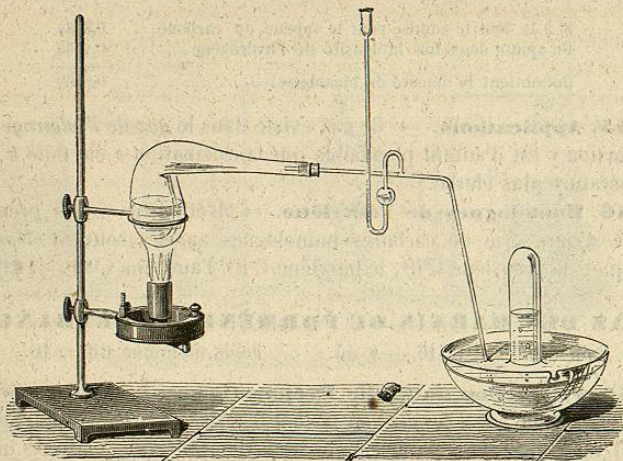
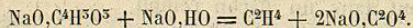


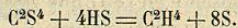
Fig. 236. — Préparation du formène ou gaz des marais.

La réaction est due à ce que les acétates alcalins sont facilement décomposables par la chaleur, tandis que les carbonates correspondants résistent à une température très élevée :



La chaux n'intervient que pour maintenir le mélange intime, et faciliter, par suite, l'action de l'alcali sur l'acétate. Sans elle, la soude fondrait, se séparerait de l'acétate, coulerait au fond de la cornue et attaquerait le verre. On a longtemps employé, au lieu de chaux sodée, la baryte, qui joue le même rôle que la soude, sans être fusible dans ces conditions; mais le prix en est trop élevé.

M. Berthelot a fait la synthèse du formène de diverses manières, et entre autres, en réduisant au rouge le sulfure de carbone par l'acide sulfhydrique :



Il s'en forme également dans l'action de l'hydrogène sur l'acétylène au rouge (453, note).

458. Propriétés physiques. — Le gaz des marais est incolore, inodore et insipide. Sa densité est 0,559; par suite, 1 litre de ce gaz pèse $1^{\text{er}}, 295 \times 0,559 = 0^{\text{er}}, 752$. Il a été liquéfié par M. Cailletet, puis par M. Wroblewski. Le liquide obtenu bout vers -164° sous la pression

1. Le gaz ainsi obtenu contient un peu d'hydrogène libre et de vapeur d'acétone.

atmosphérique. M. Olszewski, en activant par le vide son évaporation et par suite son refroidissement, l'a solidifié à -186° sous la pression de 80 millimètres.

459. Propriétés chimiques. — Le gaz des marais ne se combine avec aucun corps; il est décomposable par la chaleur et par l'électricité, il se forme de l'acétylène et de l'hydrogène : $2\text{C}^2\text{H}^4 = \text{C}^4\text{H}^2 + 6\text{H}$.

ACTION DE L'OXYGÈNE. — Formé de deux corps éminemment combustibles, le gaz des marais brûle au contact de l'oxygène ou de l'air, et d'un corps allumé, avec une flamme d'un blanc jaunâtre peu éclairante, en donnant de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique :

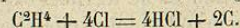


Le volume de l'oxygène nécessaire à cette réaction est double du volume du gaz des marais : un mélange de 4 vol. de gaz des marais et de 8 vol. d'oxygène détone à l'approche d'une flamme avec une violence telle que le flacon est souvent brisé. Aussi ne doit-on faire l'expérience qu'avec les flacons d'au plus 100 c. c., et prendre la précaution de les entourer d'un linge mouillé. Ce mélange détone au bout de quelques secondes, à la température de 650° (MM. Mallard et Lechatelier).

Un mélange de gaz des marais avec 7 à 8 fois son volume d'air détone avec une force encore très grande; mais quand le volume d'air est plus petit, la quantité d'oxygène est insuffisante et la détonation est faible; si au contraire, le volume de l'air augmente, la combustion du gaz peut être plus complète, mais, comme le mélange est alors dilué dans une plus grande quantité d'azote, la température s'élève peu, la détonation s'affaiblit; elle devient même impossible quand il y a 12 vol. d'air pour un volume de gaz des marais.

Si le volume d'oxygène ou d'air est insuffisant, l'hydrogène brûle d'abord; il se forme en même temps un peu d'acétylène C^4H^2 (M. Berthelot) et il y a dépôt de charbon.

ACTION DU CHLORE. — Dégageant beaucoup de chaleur en se combinant à l'hydrogène, le chlore décompose le gaz des marais, en présence d'une bougie enflammée, ou des rayons solaires. La réaction s'effectue entre 1 vol. de gaz des marais et 2 vol. de chlore. Il se produit de l'acide chlorhydrique et un dépôt de charbon avec dégagement de 66c :



Sous l'influence de la lumière diffuse, le chlore réagit plus lentement sur le gaz des marais : il se forme de l'acide chlorhydrique et des produits de substitution $\text{C}^2\text{H}^3\text{Cl}$, $\text{C}^2\text{H}^2\text{Cl}^2$, C^2HCl^3 (*chloroforme*) et enfin C^2Cl^4 .

Le brome et l'iode donnent des produits analogues.

460. Composition. — Pour déterminer la composition du gaz des marais, on opère à peu près comme pour l'éthylène, on introduit dans l'eudiomètre à mercure (fig. 230) 4 vol. de ce gaz avec 12 vol. d'oxygène¹.

1. Il y a ainsi un excès d'oxygène destiné à diminuer la violence de l'explosion et à prévenir par suite la rupture de l'eudiomètre.

Après le passage de l'étincelle, on voit de l'eau ruisseler sur les parois, et il reste 8 vol. de gaz. Un fragment de potasse, introduit dans ce résidu gazeux, le réduit à 4 vol.; il contenait donc 4 volumes d'acide carbonique; le reste est de l'oxygène, absorbable par le phosphore.

Pour déduire de cette expérience la composition du gaz des marais, on remarque que, sur les 8 vol. d'oxygène disparus, il y en a 4 qui ont été employés avec 2 vol. de vapeur de carbone¹, à former les 4 vol. d'acide carbonique obtenus, et que, par suite, les 4 autres vol. ont servi avec un volume double, c'est-à-dire 8 d'hydrogène, à former de l'eau. D'où la conclusion que 4 vol. de gaz des marais contiennent 2 vol. de vapeur de carbone et 8 vol. d'hydrogène condensés en 4 vol.

On vérifie ces résultats par la considération des densités :

Si à la demi-densité admise pour la vapeur du carbone. . .	0,442
On ajoute deux fois la densité de l'hydrogène.	0,1584
On obtient à très peu près la densité du gaz des marais. . .	0,5526

461. État naturel. — On connaît un très grand nombre de sources naturelles de gaz des marais; il en sort des fissures du sol, dans le département de l'Isère, en France; dans les environs de Bologne et de Florence, en Italie; il s'en dégage, d'une manière continue, dans l'Asie Mineure, sur les bords de la mer Caspienne; en Perse, en Chine, à Java et en Amérique. Dans plusieurs de ces contrées, ce gaz brûle depuis un grand nombre de siècles; on le met à profit pour la cuisson des aliments, pour la calcination de la pierre à chaux, pour la fabrication des briques et des poteries.

Quelquefois ce gaz se dégage d'un sol couvert d'eau, et vient s'enflammer à la surface, produisant alors des *fontaines ardentes*, qui brûlent même pendant l'hiver, au milieu des glaces et des neiges.

Le gaz des marais, étant un des produits de la décomposition de la houille par la chaleur, se trouve en abondance dans le *gaz de l'éclairage*; il s'en dégage aussi, comme nous l'avons dit, de certaines houilles à la température ordinaire; il s'accumule alors fréquemment dans les galeries des mines où on l'appelle *grisou*. Lorsqu'il s'amasse ainsi, il forme avec l'air des mélanges détonants qui, en s'enflammant au contact de la lampe des mineurs, déterminent de terribles explosions, dans lesquelles périssent souvent un très grand nombre d'ouvriers. Les uns sont brûlés par le gaz incandescent, d'autres sont brisés contre les parois de la mine, par la force de projection du mélange; d'autres enfin sont broyés par suite des éboulements que détermine l'explosion. Nous verrons, à propos des flammes (473), comment on peut éviter de pareils désastres.

462. Homologues du gaz des marais. — Le gaz des marais ou méthane C^2H^4 est le 1^{er} terme d'une série de corps homologues, appelés *carbures saturés* ou *paraffines* (1302 à 1305); ex., l'hydrure d'éthylène

1. D'après l'hypothèse faite au § 441 sur la densité de vapeur de carbone.

ou éthane C^4H^6 , l'hydrure de propylène ou propane C^3H^8 , l'hydrure de butylène ou butane C^4H^{10} , etc., qui se trouvent dans le pétrole.

GAZ DE L'ÉCLAIRAGE

463. Historique. — La première idée de l'éclairage au gaz est due à un ingénieur français, Philippe Lebon. Il annonça, en 1785, qu'on pouvait obtenir par la distillation du bois ou de la houille un gaz combustible, propre à donner une belle lumière; ses premiers appareils, appelés *thermolampes*, devaient à la fois chauffer et éclairer avec économie. Ses expériences n'excitèrent pas en France l'intérêt qu'elles méritaient; l'odeur désagréable du gaz non épuré, sa flamme fumeuse et peu éclairante, y firent abandonner l'idée de Lebon. Il n'en fut pas de même à l'étranger: Murdoch, en Angleterre, et Winsor en Allemagne, reprirent les expériences de Lebon; bientôt après, ils s'associèrent, et prirent à Londres, en 1804, un brevet pour l'éclairage des édifices, des rues et des places publiques. Dès 1805, le gaz fut employé dans les ateliers où Watt faisait construire ses machines à vapeur, puis, en 1810, Londres vit ses principales rues éclairées par le nouveau procédé.

Deux ans après, en 1812, on refit à Paris des essais sur l'éclairage au gaz à l'hôpital Saint-Louis; mais ce n'est qu'en 1817 qu'il fut appliqué publiquement d'abord au passage des Panoramas, puis au palais du Luxembourg. Enfin, en 1820, il commença à se répandre dans les principales villes.

464. Préparation. — On met la houille dans des cornues hémicylindriques A (fig. 257) en terre réfractaire, de 2^m,50 environ de longueur.

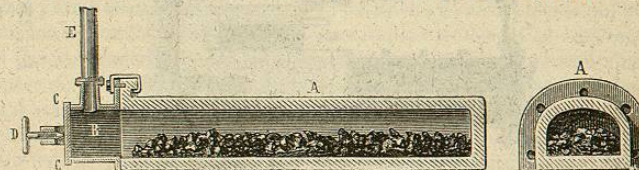


Fig. 257. — Cornue pour la préparation du gaz de l'éclairage.

A leur partie antérieure se trouve fixée, au moyen de pinces recourbées, une armature en fer B, fermée en avant par une plaque de fonte C que retient une vis de pression D. Le gaz se dégage par un tube E. Chacune de ces cornues est chargée d'environ 100 kilog. de houille concassée. Cette houille augmente de volume en se décomposant. Les cornues sont au nombre de sept ou neuf dans un même fourneau. On chauffe le four, soit directement avec du coke, soit, plus avantageusement, avec les gaz combustibles (oxyde de carbone et hydrogène) de gazogènes placés sous les fours, avec récupération de chaleur. Les gaz brûlés (fumées), en se rendant à la cheminée, échauffent à travers une paroi réfractaire, l'air qui doit servir à la combustion, et qui circule en sens contraire des fumées. La température du four est maintenue à 1200° environ. La distillation d'une charge dure 4 heures.

La nature et les proportions relatives des gaz qui résultent de la décomposition de la houille, varient aux différentes phases de la distillation. Au commencement, lorsque la température de la masse est encore peu élevée, le gaz est très éclairant, parce qu'il contient, outre la benzine et ses homologues, de petites quantités d'éthylène et de ses homologues, de l'acétylène et du gaz des