

marais; mais, dès que la température s'élève davantage, les gaz qui se dégagent contiennent, outre la benzine et ses homologues, seulement du gaz

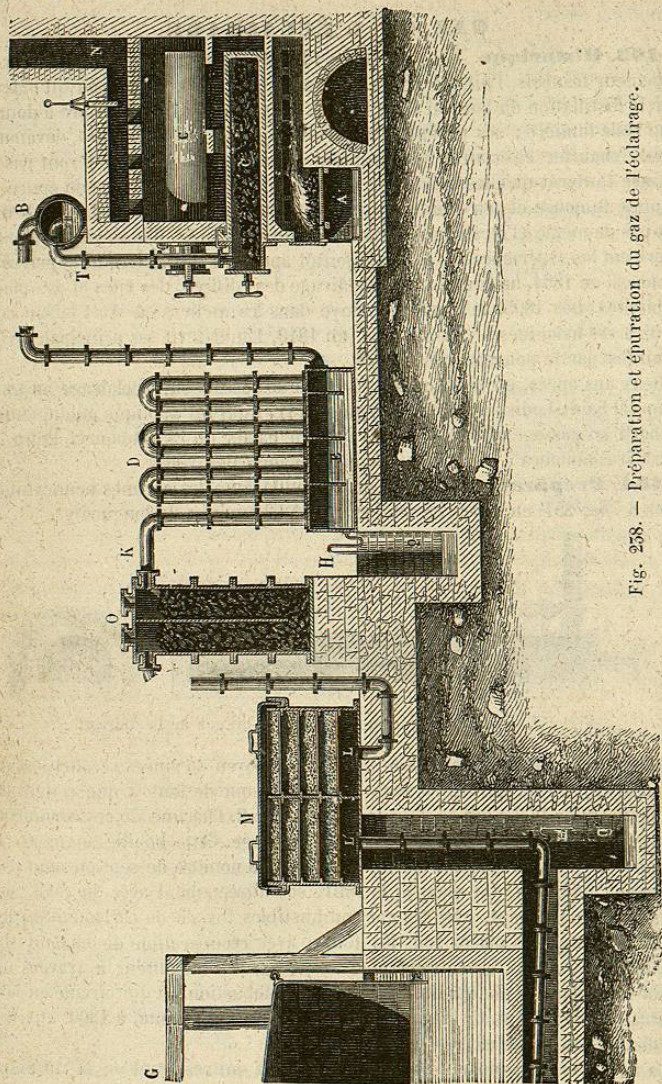


Fig. 238. — Préparation et épuración du gaz de l'éclairage.

des marais mêlé d'oxyde de carbone et d'hydrogène libre; le formène disparaît lui-même vers la fin de l'opération; aussi le pouvoir éclairant du gaz va-t-il en diminuant quoique la proportion des essences condensables y reste à peu près constante. — 100 kil. de bonne houille fournissent de 29^{me} à 30^{me} de

gaz de l'éclairage, 5 kilog. de goudron, 6 à 7 kilog. d'eau ammoniacale, et 1^{h^{ect}},7 de coke; un quart environ de ce coke est employé pour chauffer les cornues, le reste est vendu pour le chauffage industriel ou domestique.

Tels qu'ils sortent de la cornue, les gaz ne peuvent pas être employés pour l'éclairage; ils brûlent avec une flamme fumeuse et ont une odeur infecte; ils obstruent d'ailleurs rapidement les tuyaux de conduite, parce qu'ils contiennent des goudrons et des huiles facilement condensables. Il s'y trouve aussi de l'acide sulfhydrique, du sulfhydrate d'ammoniaque, et des traces de cyanhydrate ou de sulfocyanhydrate provenant du sulfure de fer (*pyrite*) toujours mêlé à la houille.

465. Épuración. — Le gaz de l'éclairage a besoin de subir:

1^o Une épuración physique, destinée à condenser les produits liquéfiabiles qui pourraient, en se déposant ultérieurement, obstruer les tuyaux;

2^o Une épuración chimique, pour le débarrasser des corps qui diminuent son pouvoir éclairant, ou exercent sur l'économie une action délétère.

ÉPURACIÓN PHYSIQUE. — L'épuración physique commence au sortir de la cornue. Le gaz arrive, par le tube T (fig. 238), dans un cylindre horizontal B appelé le *barillet*. Ce cylindre, qui reçoit le gaz de toutes les cornues, est à moitié rempli d'eau; un trop-plein permet d'y maintenir un niveau constant. Après avoir abandonné dans le barillet à peu près la moitié des produits les moins volatils, goudrons lourds, le gaz se rend dans le *collecteur*, tube presque horizontal de 0^m,80 de diamètre et d'une grande longueur, disposé le long du mur intérieur de la halle de distillation, et par suite protégé contre un refroidissement rapide. Le gaz qui y circule en sort à une température peu inférieure à 60° après y avoir abandonné la plus grande partie des goudrons légers qui avaient échappé au barillet. Ces goudrons légers coulent lentement en sens contraire du gaz, de manière à sortir vers la partie la plus chaude, subissant ainsi une espèce de distillation fractionnée et restituant au gaz une partie des essences qu'il avait pu entraîner¹. Les gaz arrivent ensuite dans le *réfrigérant* ou *condenseur* D. Cet appareil se compose de plusieurs larges tubes en U renversés et dont les extrémités aboutissent dans une caisse E à compartiments, qui reçoit les produits abandonnés par le gaz. C'est là que se condensent la vapeur d'eau avec une partie des sels ammoniacaux (carbonate, sulfhydrate, sulfocyanate) ainsi que les huiles et les goudrons qui ont échappé au barillet et au collecteur. Ces produits s'écoulent, au moyen d'un tube latéral H, dans une fosse Q destinée à les recevoir. Le gaz passe ensuite dans un grand cylindre de fonte O, séparé en deux compartiments et rempli de coke; il y arrive à la partie supérieure de l'un des compartiments, et, laisse, en filtrant à travers les interstices, une nouvelle quantité de matières huileuses et d'eaux ammoniacales. Des pompes aspirantes et foulantes (*extracteurs*) y puisent le gaz pour l'envoyer dans un condensateur à choc dû à MM. Pelouse et Audoin, qui permet de débarrasser le gaz des gouttelettes de goudrons les plus fines, qui y restaient en suspension et auraient gêné dans l'épuración chimique.

1. 94 pour 100 de la benzine, provenant de la distillation de la houille, restent dans le gaz; il n'y en a que 6 pour 100 retenus par le goudron. Le gaz de houille contient une proportion d'essences condensables à - 70°, variant de 30 à 45^{er} par mètre cube, soit 0,8 à 1,5 pour 100 en volume. Ces essences, benzine et homologues entrent pour les deux tiers dans le pouvoir éclairant du gaz; l'éthylène et ses homologues, ainsi que l'acétylène (gaz non condensables à - 70°) y entrent pour un tiers. La quantité de benzine est un peu plus grande dans le gaz pauvre de la fin de la distillation que dans le gaz riche du commencement (M. Emile Sainte-Claire Deville).

ÉPURATION CHIMIQUE. — L'épuration chimique s'obtient en faisant passer le gaz dans de grandes caisses L, L', garnies de claies.

Dans les premières caisses, les claies sont garnies de sciure de bois humide, destinée à retenir l'ammoniaque¹ qui a échappé au réfrigérant.

Sur les claies des autres caisses on a répandu un mélange de sesquioxyde de fer et de sulfate de chaux, divisé par de la sciure de bois. On prépare ce mélange en précipitant une dissolution concentrée de sulfate de fer par de la chaux éteinte, et exposant le tout au contact de l'air. L'acide sulfhydrique du gaz y est arrêté, il produit, au contact du sesquioxyde de fer, de l'eau, du soufre et du sulfure de fer.

Lorsque le mélange cesse d'agir, on le revivifie en l'étalant sur une aire plane, et renouvelant fréquemment ses surfaces de contact avec l'air. Le même mélange peut ainsi servir un grand nombre de fois; il s'épuise cependant, et on en est averti par la coloration verdâtre qu'il acquiert de plus en plus; une grande partie de l'oxyde de fer passant peu à peu à l'état de cyanure (bleu de Prusse) inerte.

On ne cherche pas à épurer complètement le gaz, parce que l'on condenserait trop de carbures liquéfiables, et par suite on diminuerait trop son pouvoir éclairant; il y aurait aussi inconvénient à faire disparaître complètement son odeur: elle sert à reconnaître les fuites. Le gaz épuré se rend dans une grande cloche en tôle G, appelée gazomètre, où il s'accumule pour être ensuite distribué par des conduits souterrains aux différents becs de consommation².

Toutes les houilles ne produisent ni la même quantité ni la même qualité de gaz; les houilles grasses fournissent trop de goudron et distillent mal; les houilles maigres donnent peu de gaz et un coke mal aggloméré; on donne la préférence aux houilles qui ne sont ni trop grasses ni trop maigres, et on les mélange de manière à avoir un gaz de pouvoir éclairant déterminé.

466. Applications. — On utilise le gaz de la houille pour l'éclairage et pour le chauffage; son usage, pour les fourneaux de cuisine et pour les foyers des appartements, se généralise de plus en plus. On l'emploie, dans les laboratoires, pour chauffer les appareils ou pour travailler le verre, et, dans l'industrie pour faire les soudures; il peut, dans le chalumeau à gaz, remplacer l'hydrogène. Enfin, la chaleur que produit sa combustion, lorsqu'on le mêle convenablement à l'air, communique au mélange une force expansive considérable, que l'on utilise comme force motrice, dans les moteurs à gaz (système Lenoir, système Hugon, etc.).

Les produits secondaires de la distillation de la houille ne sont pas perdus; les eaux ammoniacales servent pour la préparation du sulfate et du chlorhydrate d'ammoniaque; les goudrons soumis à la distillation donnent de la benzine, du toluène, de la naphtaline, de l'anthracène et des huiles recherchées

1. 1000 kilogr. de houille fournissent à peu près 2^h,25 d'ammoniaque.

2. Composition moyenne d'un bon gaz de houille :

Éthylène et homologues, etc.	4,4
Benzine et homologues.	1,5
Gaz des marais.	55,9
Hydrogène.	49,1
Oxyde de carbone.	6,6
Acide carbonique.	1,7
Azote.	1,0

par l'industrie; on peut utiliser ces dernières à l'état brut, soit directement pour le chauffage ou pour la fabrication du noir de fumée et pour former, avec le poussier de coke, des agglomérés; soit pour imprégner le carton, les briques ou le bois, et les préserver ainsi de l'action de l'humidité.

On a essayé d'employer, pour l'éclairage, le gaz qui provient de la décomposition de l'eau par le charbon incandescent. Ce gaz, appelé *gaz à l'eau*, est formé d'hydrogène, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique (**402**); il est peu éclairant par lui-même, mais on lui donne de l'éclat à l'aide de produits volatils carburés (gaz et essences de pétrole), ou en mettant au milieu de la flamme un petit cylindre en magnésie ou en fil de platine. Ce gaz inodore est très délétère; enrichi par le pétrole, il remplace le gaz de la houille pour l'éclairage et pour le chauffage industriel¹, dans les pays où la bonne houille est chère et le pétrole très bon marché, comme dans un certain nombre de villes importantes de l'Amérique.

FLAMME.

467. Flamme. — La flamme n'est pas un caractère essentiel des combustions vives. Nous avons vu, en effet, que si le soufre, le phosphore, le magnésium brûlent avec flamme dans l'oxygène, le charbon pur et le fer, portés au rouge, y brûlent sans flamme. Tout le monde a vu, dans nos foyers, la combustion de la houille se faire avec flamme, et celle du coke sans flamme. Cette différence tient à ce que *la flamme est toujours un gaz ou une vapeur en combustion*.

D'après cela, les corps qui ne se réduisent pas en vapeur peuvent bien brûler quand on les porte à une température suffisamment élevée, mais ils brûlent sans flamme. Tels sont le charbon pur et les métaux qu'on ne peut volatiliser. Au contraire, les corps volatils comme l'hydrogène, le soufre, le magnésium ou le zinc, brûlent avec flamme; il en est de même des corps décomposables par la chaleur en produits volatils.

468. Éclat des flammes. — Toutes les flammes n'ont pas le même aspect: elles n'ont ni le même éclat, ni la même chaleur. L'éclat d'une flamme ne dépend d'ailleurs pas uniquement de la chaleur que dégage la combustion. Nous savons en effet que la flamme de l'hydrogène, quoique très pâle, est plus chaude que la flamme brillante du phosphore.

INFLUENCE DE LA PRESSION. — M. Frankland a constaté que la flamme du chalumeau à gaz oxygène et hydrogène, qui est peu éclairante quand la combustion se fait à la pression atmosphérique, devient éclatante quand on opère sous une pression beaucoup supérieure: ainsi l'hydrogène brûle avec un grand éclat dans l'oxygène sous la pression de 10 atmosphères. La flamme de l'alcool, pâle dans l'air ordinaire, devient brillante quand on augmente la pression de l'air; elle devient fumeuse dans l'air encore plus comprimé.

INFLUENCE DES CORPS SOLIDES. — L'éclat d'une flamme tient d'ordinaire à la présence de corps solides qui s'y trouvent portés à l'incandescence. Une flamme qui ne contient pas de corps solides est généralement pâle, comme celle de l'hydrogène, celle du soufre, celle de l'oxyde de carbone, dans lesquelles le combustible qui brûle et le produit de la combustion sont gazeux. Au con-

1. Le gaz à l'eau dégage en brûlant moins de chaleur que le gaz de l'éclairage
 1^m cube de gaz d'éclairage dégage (M. Witz)..... 5,200c.
 1^m cube d'oxyde de carbone dégage en brûlant..... 5,040c.
 1^m cube d'hydrogène, en se transformant en vapeur d'eau, dégage 2,620c.

traire, la flamme du magnésium et celle du zinc sont très brillantes, parce qu'elles contiennent de l'oxyde de magnésium ou de l'oxyde de zinc solides, portés à l'incandescence par la chaleur dégagée dans la combustion.

Une flamme pâle, celle de l'hydrogène par exemple, devient elle-même très brillante, dès qu'on y introduit un corps solide, comme de la chaux vive, de la magnésie, de la zircone, un fil mince de platine ou des brins d'amiant. On donne également de l'éclat à la flamme de l'hydrogène, en plaçant dans le tube par lequel s'échappe le gaz hydrogène, un tampon de coton imbibé de benzine; le carbure d'hydrogène entraîné est décomposé dans la flamme et son carbone porté à l'incandescence donne à la flamme son éclat.

Si l'huile, la bougie ou le gaz de l'éclairage brûlent avec éclat, c'est pour une raison toute semblable : les éléments combustibles qui brûlent sont le carbone et l'hydrogène; or, par suite de l'insuffisance de l'oxygène au milieu de la flamme, l'hydrogène brûle d'abord en dégageant beaucoup de chaleur, de sorte que le carbone, mis en liberté, est porté à l'incandescence avant de brûler lui-même dans les parties extérieures. On peut démontrer l'existence du carbone libre dans ces flammes, en les coupant avec une soucoupe froide; celle-ci se recouvre immédiatement d'un dépôt de noir de fumée.

Les corps très riches en carbone, ou très condensés, brûlent avec une flamme fuligineuse et peu éclairante, parce qu'une portion du carbone échappe à la combustion; c'est ce qui arrive pour la benzine, l'essence de térébenthine, les résines. On obtient une flamme brillante, et non fuligineuse, en diluant leur vapeur dans un gaz à flamme pâle, ex. : hydrogène chargé de vapeur de benzine; alcool mêlé avec 1/10 d'essence de térébenthine (gaz liquide).

On augmente l'éclat de la flamme du gaz en élevant sa température, et par suite celle du carbone incandescent qu'elle contient, dans les becs de gaz perfectionnés (bec Siemens, etc.); c'est ce qu'on réalise en utilisant la chaleur de combustion du gaz de l'éclairage, pour échauffer le gaz combustible et l'air avant qu'ils n'arrivent à l'ouverture du bec.

On fera disparaître l'éclat de ces flammes si l'on introduit dans leur intérieur assez d'air pour que la combustion y soit complète. C'est ce qu'on

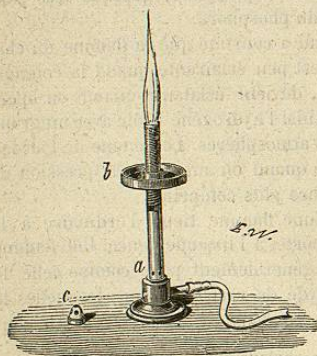


Fig. 239. — Brûleur de Bunsen.

469. Température des flammes — La température d'une flamme dépend à la fois de la chaleur dégagée

par le combustible, de la chaleur perdue par rayonnement, et de la chaleur absorbée soit par le produit de la combustion, soit par les corps inertes qui existent dans la flamme.

On peut facilement reconnaître, pour le gaz de l'éclairage, avec le bec imaginé par M. Bunsen. Le gaz arrive par un tube vertical conique; ce tube est entouré d'un autre tube de diamètre beaucoup plus grand et percé, à la hauteur du dégagement du gaz, de deux trous circulaires *a* (fig. 239), pour l'introduction de l'air. Le mélange des deux gaz se fait ainsi dans le tube extérieur et vient brûler à l'orifice supérieur. On règle l'ouverture des trous de manière que la combustion soit complète, à l'aide d'une virole qui tourne sur le tube, à frottement doux, et présente des ouvertures de même diamètre.

par le combustible, de la chaleur perdue par rayonnement, et de la chaleur absorbée soit par le produit de la combustion, soit par les corps inertes qui existent dans la flamme.

Les corps solides introduits dans une flamme, pour lui donner de l'éclat, absorbent évidemment de la chaleur pour s'échauffer : en augmentant l'éclat d'une flamme, ils en abaissent donc la température. Si nous prenons de nouveau pour exemple la flamme du gaz de l'éclairage brûlant dans un bec Bunsen, nous pouvons reconnaître que, quand en tournant la virole inférieure nous faisons arriver de l'air dans la flamme, l'éclat disparaît, mais la température s'élève, et cela pour deux raisons : d'abord parce que la chaleur n'est plus absorbée par le carbone libre, et ensuite parce qu'il y a plus de combustible brûlé dans le même espace et dans le même temps.

En réglant l'arrivée de l'air dans la flamme du gaz de l'éclairage, de manière à avoir une flamme bien homogène, et en évitant la perte de chaleur par rayonnement, M. Perrot a pu construire des fourneaux à gaz (fig. 240), ou l'on fond rapidement le cuivre, l'or et l'argent.

M. Schloesing a réussi à obtenir une température encore plus élevée, celle de la fusion du fer (1600°). Il fait arriver dans un petit espace un mélange d'air et de gaz de l'éclairage dans les proportions juste nécessaires à la combustion complète, sans excès de gaz ni d'air. Il se sert d'ailleurs d'air comprimé sous une pression de 15 à 20 centimètres d'eau, de manière à activer assez la combustion pour maintenir une température élevée, malgré toutes les pertes de chaleur par conductibilité ou autrement. Son appareil n'est que le bec de M. Bunsen, dont la disposition a été renversée : l'air comprimé arrive par le petit tube intérieur et entraîne le gaz de l'éclairage, qui afflue par une large ouverture latérale. Des robinets permettent de régler la marche du gaz. La combustion se fait dans une enveloppe réfractaire, à la partie supérieure de laquelle pénètre l'extrémité de l'appareil, de manière à empêcher la flamme d'entraîner l'air extérieur, qui la refroidirait. C'est dans cette enveloppe que l'on place les creusets à chauffer.

OXYGÈNE. — Comme l'azote, introduit en même temps que l'oxygène, dans une flamme alimentée par de l'air, absorbe lui-même une certaine quantité de chaleur pour s'échauffer, on comprend qu'en supprimant cette perte de chaleur on obtiendra des températures plus élevées; c'est ce qu'on réalise dans le chalumeau de H. Deville et Debray (fig. 241) en alimentant la flamme du gaz de l'éclairage qui arrive par le tube EE', au moyen de l'oxygène pur arrivant

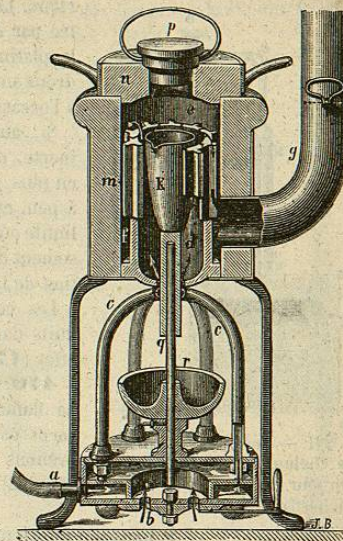


Fig. 240. — Fourneau Perrot pour la fusion de l'argent, de l'or, du cuivre.

par le tube intérieur C. On obtient encore une élévation de température, en opérant la combustion sous une pression supérieure à la pression atmosphérique. La flamme du gaz de l'éclairage, alimentée par du gaz oxygène, fond très facilement le platine, et même l'iridium. Nous reviendrons sur les dispositions adoptées dans ce cas à l'occasion du platine (1246).

Si, au lieu de diminuer la quantité de gaz inerte, on en introduit des quantités de plus en plus grandes, la température s'abaisse peu à peu, et l'on peut arriver facilement à une limite où la flamme s'éteint par suite de l'abaissement de température qui résulte de l'absorption de la chaleur par le gaz en excès.

Les corps solides bons conducteurs, introduits dans une flamme, produisent le même effet (172) :

470. Constitution d'une flamme. —

La flamme produite par la combustion d'un corps composé n'est pas homogène. Si nous prenons pour type la flamme d'une bougie (fig. 242), nous constatons qu'elle présente trois

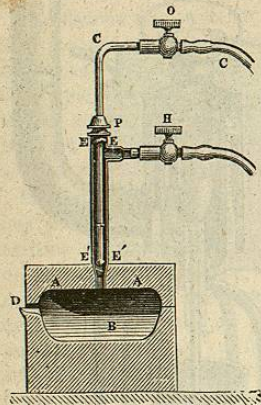


Fig. 241. — Fusion du platine par le chalumeau à oxygène dans un four en chaux vive. couches distinctes.

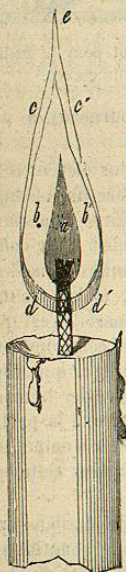


Fig. 242. Flamme d'une bougie.

1° Dans son intérieur, tout autour de la mèche, un espace sombre *a*, où la température est peu élevée;

2° Autour de cet espace, une première enveloppe *b*, très brillante, qui constitue la partie éclairante de la bougie;

3° Enfin l'enveloppe extérieure *c*, mince, peu colorée, jaune vers le haut en *e*, bleue vers le bas en *dd'*; c'est la partie la plus chaude.

Cette constitution de la flamme est facile à expliquer : la matière fondue, qui monte par capillarité dans la mèche, est décomposée par la chaleur : les gaz combustibles qui résultent de cette décomposition constituent la partie obscure *a* de la flamme : ils n'y brûlent pas, faute d'oxygène. Dans l'enveloppe *b*, la combustion commence, mais, comme il y a excès de combustible, l'hydrogène brûle d'abord et porte à l'incandescence le charbon réduit, qui donne ainsi de l'éclat.

Dans l'enveloppe extérieure *c*, la combustion se complète au contact d'un excès d'oxygène; il y a là plus de chaleur que dans la couche intermédiaire, mais comme il n'y a pas de corps solide, la flamme y est peu brillante. La partie *dd'* de cette couche externe est bleue; elle est formée par la combustion de l'oxyde de carbone et du gaz des marais.

Lorsque l'air en contact avec la flamme n'est pas en quantité suffisante pour fournir l'oxygène nécessaire à la combustion complète de l'hydrogène et du carbone, l'élément qui dégage le plus de chaleur, l'hydrogène, brûle le premier avec une portion

seulement du carbone, dont le reste se répand en flocons dans l'atmosphère; on dit alors que la flamme *fume*. C'est ce qui se présente souvent dans la combustion des chandelles ou des matières résineuses.

La flamme du gaz de l'éclairage et celle des lampes à huile ont la même constitution; on en augmente ordinairement l'éclat en déterminant la combustion dans des bcs annulaires à double courant d'air et à cheminée de verre. La flamme peut, dans ce cas, être considérée comme la réunion d'une série de flammes dont les mèches, placées au contact, formeraient un grand anneau. La cheminée de verre, qu'on peut abaisser ou élever dans les lampes à huile, sert, par la position de sa partie rétrécie par rapport à la flamme, à régler le tirage; s'il est très actif, c'est-à-dire si la partie étroite de la cheminée est descendue au niveau de la mèche, la combustion est elle-même très active; mais comme les gaz brûlent presque au sortir de la mèche, la

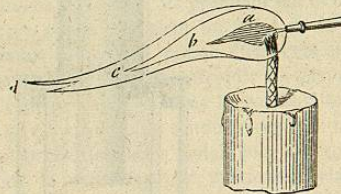


Fig. 244. — Flamme modifiée par le chalumeau.

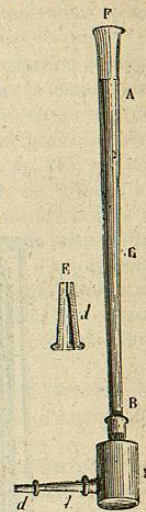


Fig. 245. — Chalumeau.

flamme est peu étendue et, par suite, peu éclairante. Si le tirage est trop faible, c'est-à-dire si la partie étroite de la cheminée est beaucoup au-dessus de la mèche, le cône s'allonge, mais la température est trop peu élevée pour maintenir le charbon à l'incandescence; la flamme devient fumeuse et peu éclairante. Ou aura le maximum d'éclat en réglant le tirage de manière à donner à la couche brillante assez d'étendue, tout en déterminant une combustion bien complète.

1. Oxydation ou réduction par le chalumeau. —

Quand on veut se servir de la flamme d'une bougie pour produire des phénomènes de réduction et d'oxydation à haute température, ou pour souder de petites pièces d'orfèvrerie, on fait arriver dans la flamme un courant d'air qui active la combustion et modifie la constitution de la flamme.

L'appareil dont on se sert pour amener le courant d'air porte le nom de *chalumeau*. Il consiste en un tube conique AB (fig. 245), muni d'une embouchure en ivoire F; son extrémité B pénètre dans un cylindre plus large C, destiné à condenser l'humidité de l'air insufflé. On souffle avec la bouche par l'em-

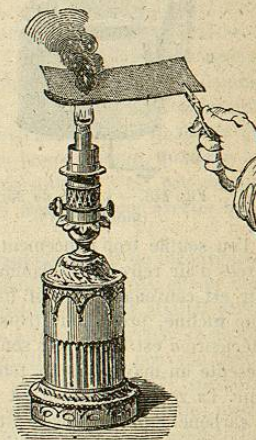


Fig. 245. — Refroidissement d'une flamme par une toile métallique

bouchure F; l'air s'échappe par un petit tube latéral *t*, recouvert, à frottement, par un bec en platine *d*, qui présente une petite ouverture E. Il faut un peu d'habitude pour obtenir un courant continu d'une vitesse convenable

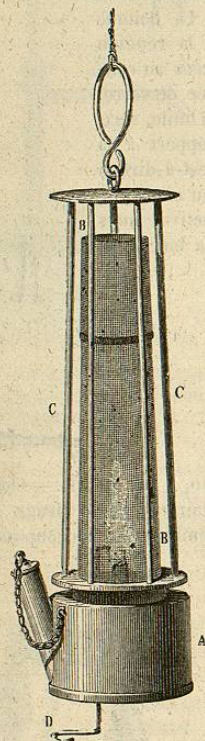


Fig. 246. — Lampe de sûreté (modèle Davy).

si l'on souffle trop doucement, l'effet est insuffisant; si l'on souffle trop fort, l'excès d'air refroidit la flamme et peut même l'éteindre. Quand la vitesse de l'air est convenable, il fait infléchir la flamme, qui se termine alors par un cône incliné, présentant trois couches distinctes *a, b, c* (fig. 244). La couche intérieure *a* est bleue vers son extrémité; la combustion y est complète; elle présente un maximum de température vers sa pointe, il n'y a plus d'excès d'air. La zone brillante *b* est un peu moins chaude; elle contient un excès de carbone. Enfin la couche extérieure et pâle *c* présente de nouveau une combustion complète avec maximum de température vers sa pointe *d*.

Pour faire une soudure, on place la pièce dans la pointe bleue de la couche intérieure; la température y est plus élevée que dans la couche extérieure et l'on n'y craint pas l'oxydation des surfaces à souder.

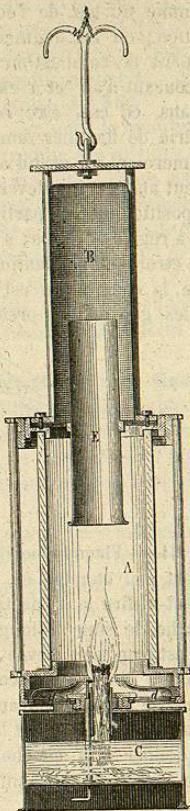


Fig. 247. — Lampe de sûreté (modèle Combes).

FEU DE RÉDUCTION, FEU D'OXYDATION. — Si l'on veut réduire un composé oxygéné, on le place en *b*, un peu au delà du cône bleu, au commencement de la ligne brillante, où le carbone est en excès; cette partie de la flamme constitue le feu de réduction. Pour oxyder ou griller un sulfure, par exemple, on le chauffe à l'extrémité *d* de la couche extérieure, où il y a à la fois température élevée et excès d'air; c'est le feu d'oxydation.

472. Toiles métalliques. — Nous avons vu que l'introduction de corps étrangers dans l'intérieur d'une flamme peut en abaisser assez la température pour l'éteindre. La conductibilité des toiles métalliques fournit un moyen très efficace pour refroidir les gaz combustibles d'une flamme et par suite faire cesser leur combustion. Si l'on abaisse une toile métallique (fig. 245) sur une flamme, on peut l'écraser sans que la lumière passe au-dessus de la toile; les gaz combustibles et le carbone en excès traversent cependant les mailles et forment, au-dessus de la toile, un tourbillon de fumée, mais leur température a été trop abaissée pour qu'ils puissent continuer à brûler. Ils n'ont du reste rien perdu de leurs propriétés: car, si l'on approche une bougie allumée un peu au-dessus de la toile, ils prennent feu et continuent à brûler. Ils s'enflamment encore si l'on maintient un point de la toile assez longtemps au milieu de la flamme pour qu'il puisse être porté au rouge.

La toile n'a donc fait que refroidir les gaz, en disséminant sur toute sa surface, la chaleur dégagée dans la combustion. Les toiles sont d'autant plus efficaces qu'elles sont plus conductrices et à mailles plus serrées.

Cette propriété des toiles métalliques a reçu une application des plus heureuses dans la lampe de sûreté, destinée à éclairer les mineurs dans les houillères, tout en prévenant les explosions terribles dues à l'inflammation du mélange d'air et de gaz des marais (461).

473 Lampe de sûreté. — Cette lampe se compose, comme le montre la figure 246, d'une lampe à huile A, dont la flamme est entourée d'une toile métallique B, fixée sur le réservoir par la cage C, qui la garantit de tout choc. Un fil de fer recourbé traverse ce réservoir et permet d'élever ou d'abaisser la mèche. Dès que du gaz des marais se mêle à l'air, même en petite proportion, le mineur en est averti par l'augmentation du volume de la flamme. Quand le gaz forme le 1/15 du volume de l'air, tout le cylindre se remplit d'une flamme d'un bleu pâle. Cette flamme devient éclatante quand le gaz forme le 1/12 de l'air; enfin il y a explosion, et la lampe s'éteint, quand le gaz forme 1/9 de l'atmosphère; mais, comme la combustion ne s'est pas communiquée au dehors, il n'y a pas eu danger, et les mineurs sont avertis qu'ils doivent se retirer et aérer les galeries.

Cette lampe due à Davy, malgré ses immenses avantages, avait un inconvénient grave qui la faisait souvent délaissier par des mineurs imprudents; elle ne donnait pas assez de lumière, l'éclat se trouvant considérablement affaibli par la toile métallique qui entoure la flamme. M. Combes a réussi à corriger ce défaut, tout en conservant les avantages du modèle primitif: dans la nouvelle lampe, la flamme est entourée d'un cylindre de cristal épais A (fig. 247), surmonté d'une enveloppe en toile métallique B. Des ouvertures, munies de toiles métalliques, permettent à l'air de pénétrer un peu au-dessus de la mèche. Une cheminée en cuivre E, qui descend au-dessus de la flamme, dans l'axe de la lampe, en active le tirage, et par suite augmente l'éclat de la flamme. Grâce à l'emploi de cet appareil, le travail est facile et les explosions sont plus rares.

à peser.