lumeau sous le titre de division dichotomique pour reconnaître les minéraux.

Nous ne parlerons pas ici des perfectionnements récents apportés dans les méthodes d'essai par la voie sèche, elles seront indiquées dans le cours de cet ouvrage.

II

APPAREILS ET RÉACTIFS

1. — Chalumeaux. — Le chalumeau employé en analyse est représenté figure 1. Il est formé de trois parties séparées :

1° Un tube conique en laiton AB pourvu en A d'une embouchure sur laquelle on applique les lèvres ;

2° Un réservoir C dans lequel se condense l'humidité venant de la bouche ;

3° Un tube D placé à angle droit par rapport au tube AB et terminé par un ajutage *d* en platine.

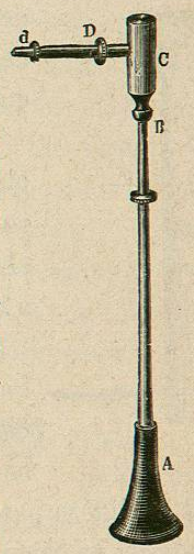

Fig. 1.

Les diverses pièces de l'instrument s'emboîtent exactement l'une dans l'autre par leur extrémité et doivent être parfaitement ajustées pour qu'il n'y ait aucune fissure par où l'air puisse s'échapper.

La longueur du chalumeau est d'environ 20 centimètres, mais cette longueur peut varier suivant la personne qui en fait usage ; il est évident qu'un opérateur myope aura besoin d'avoir un chalumeau plus court que celui qui sera employé par une personne presbyte.

L'ouverture du bout de platine devra avoir environ 0,4 millimètre de diamètre, mais il est nécessaire, dans beaucoup de cas, d'avoir un deuxième ajutage avec ouverture de 0,5 millimètre, pour les opérations qui exigent une flamme plus forte.

Fig. 2.

Lorsque l'ouverture du bout de platine est bouchée par la suie, il suffit, pour la déboucher, de la chauffer dans la flamme d'une lampe à alcool ou d'un bec Bunsen.

La figure 2 représente une autre forme de chalumeau, employée principalement en Angleterre et connue sous le nom de chalumeau de Black. Il ne diffère pas beaucoup de celui qui vient d'être décrit ; en général, dans ce modèle, les pièces sont vissées ensemble au lieu d'être emboîtées ; toutefois, le bout de platine peut s'enlever facilement pour être changé ou nettoyé.

Les deux chalumeaux qui viennent d'être décrits sont représentés avec une embouchure de forme analogue à celle des trompettes ; c'est le modèle préféré par beaucoup d'opérateurs ; toutefois, il n'y a aucun inconvénient à se servir d'une embouchure de forme oblongue, comme on en trouve dans le commerce.

Il est parfois très commode de faire usage d'un support portant le chalumeau, afin de conserver les mains libres pour manipuler les subtances à examiner. La figure 3 montre la disposition d'un support de ce genre : A est une douille métallique qui reçoit le réservoir ou chambre à air du chalumeau ; une fente verticale C, pratiquée dans la douille, donne passage au tube D portant le bout de platine ; un tube de caoutchouc F, muni d'une embouchure, remplace le tube conique du chalumeau. La chambre à air, entrant à frottement dur dans la douille, est suffisamment maintenue

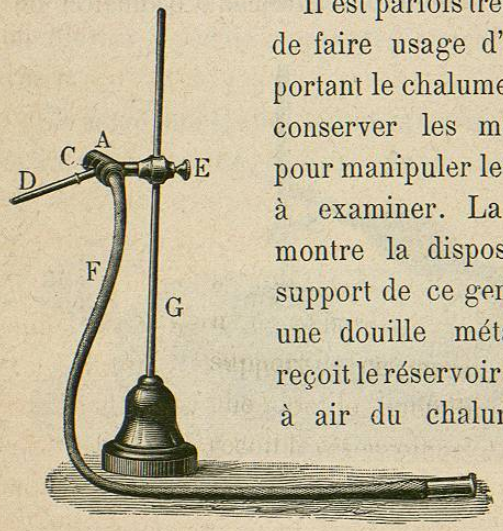

Fig. 3.

pour conserver la position qu'on lui donne et, par suite, le tube D peut recevoir l'inclinaison voulue. La tige G du support est munie d'un pied très lourd afin de lui donner de la stabilité et la douille A peut être amenée et fixée à la hauteur voulue à l'aide de la vis de pression E.

Afin d'éviter la fatigue des muscles des joues, qu'entraîne l'emploi du chalumeau ordinaire, on

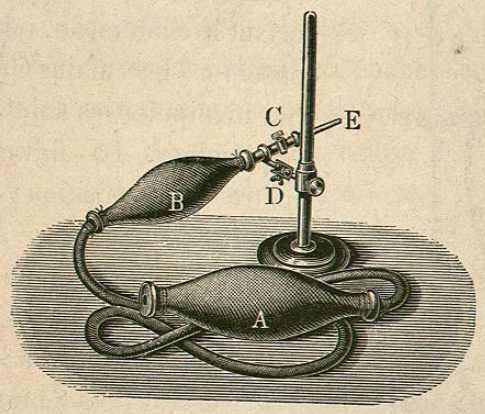

Fig. 4.

a construit divers modèles de souffleries mécaniques. Un des plus connus est celui que représente la figure 4. C'est une soufflerie à main dans laquelle le jet d'air est obtenu par la compression intermittente d'une poire en caoutchouc, munie

d'une soupape permettant l'introduction de l'air chaque fois qu'on cesse de comprimer la poire. L'air est comprimé dans une seconde poire élastique, pourvue aussi d'une soupape, mais disposée pour que l'air ne puisse retourner dans la première ; on obtient ainsi à l'extrémité de l'ajutage E un jet constant et continu. Cet appareil est basé sur le même principe que celui des souffleries à pédale employées pour le travail du verre.

Un autre modèle de chalumeau avec soufflerie à main, très portatif et d'un usage commode, est

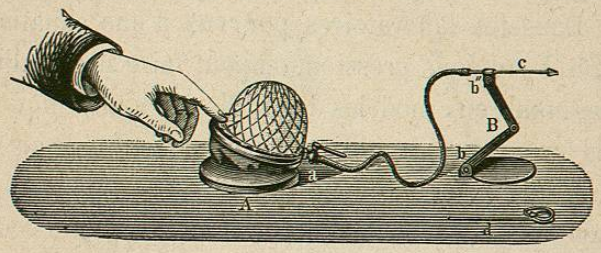

Fig 5.

celui qui est construit par M. Fletcher, de Warrington (Angleterre). La petite soufflerie à main A (*fig.* 5) est identique comme disposition à la soufflerie à pédale du même constructeur et est pourvue d'un robinet *a* destiné à régler le jet. Par

l'intermédiaire d'un tube de caoutchouc, la soufflerie est reliée au chalumeau *c*, porté par un support B de forme particulière et constitué par des tiges de laiton *b* et *b''*, articulées à genouillère, qui permettent de faire varier la hauteur et l'inclinaison du chalumeau. Cet appareil comporte un second tube de chalumeau dont l'extrémité, enroulée en forme de serpentin, se place dans la flamme ; on obtient ainsi un jet d'air chaud qui permet d'atteindre une température beaucoup plus élevée. L'ensemble de l'appareil est de dimensions assez petites pour qu'il puisse être emporté en voyage et, au besoin, être mis dans la poche.

Dans les laboratoires pourvus d'une canalisation d'eau sous pression, on peut faire usage d'un des nombreux modèles de souffleries hydrauliques. En principe, ces appareils sont constitués par un tube que l'on relie à un robinet d'eau ; un second tube, placé sur le côté du premier, permet à l'air, aspiré par le courant d'eau, d'entrer dans l'appareil ; l'air et l'eau arrivent ensemble dans un réservoir où ils se séparent, l'air s'échappant par une ouverture placée à la partie supérieure, tandis que l'eau s'écoule par le bas.

La plupart des petites trompes, employées dans les laboratoires pour accélérer les filtrations, peu-

vent aussi être facilement transformées en souffleries par l'adjonction d'un flacon de grandes dimensions portant, à sa partie inférieure, une tubulure pour l'écoulement de l'eau et, à sa partie supérieure, une tubulure fermée par un bouchon dans lequel deux trous ont été pratiqués : l'un reçoit l'extrémité de la trompe, l'autre est muni d'un tube de caoutchouc relié au chalumeau. Le jet est réglé par un robinet convenable.

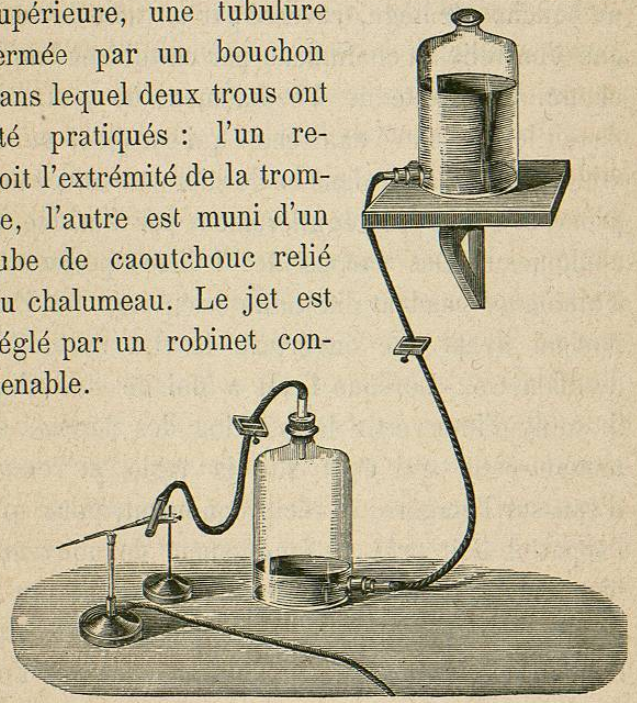

Fig. 6.

La figure 6 représente un dispositif simple de soufflerie automatique pour chalumeau. Il se compose de deux grands flacons reliés par un tube en

caoutchouc. L'un d'eux, plein d'eau, est placé sur une étagère assez élevée, mais accessible à la main ; une hauteur d'un mètre au-dessus de la table convient parfaitement. Le second flacon est fermé par un bouchon de liège, traversé par un tube de verre que l'on relie au chalumeau par un tube en caoutchouc. Par suite de l'écoulement de l'eau du flacon le plus élevé dans celui qui est placé sur la table, l'air contenu dans ce dernier se trouve comprimé et s'échappe régulièrement par l'orifice du chalumeau. Des flacons de 4 litres permettent d'alimenter pendant dix minutes environ un chalumeau ayant une ouverture de 0,4 millimètre de diamètre. Lorsque l'eau a fini de s'écouler, il suffit d'intervertir la position des flacons en mettant celui qui était sur la table et rempli d'eau sur l'étagère, et réciproquement, pour que l'appareil soit prêt à fonctionner de nouveau ; bien entendu, on doit enlever du flacon plein le bouchon portant le tube communiquant au chalumeau pour le mettre sur le flacon vide que l'on pose sur la table.

Dans le cas où l'on n'aurait pas à sa disposition des flacons à tubulure inférieure, comme ceux que représente la figure 6, on pourrait faire usage de flacons ordinaires que l'on munirait chacun d'un

tube pénétrant jusqu'au fond et que l'on relierait, comme dans le dispositif précédent, par un tube en caoutchouc. Toutefois, dans ce cas, il ne faut pas oublier qu'en changeant les flacons de place il est nécessaire chaque fois d'aspirer pour provoquer l'écoulement de l'eau, ce dispositif constituant un siphon qu'il faut nécessairement amorcer.

Avec ce genre de soufflerie automatique, il est facile de régler le jet d'air en se servant d'une pince de Mohr à vis que l'on place sur l'un ou sur l'autre des deux tubes de caoutchouc.

Malgré la commodité que présente l'emploi des diverses souffleries décrites, ces appareils ne sont pas aussi maniables et d'un effet aussi sûr que le chalumeau ordinaire à bouche, et ils ne présentent d'avantages que tout autant qu'on doit se servir du chalumeau pour un travail continu qui exigerait, dans ce cas, une trop grande fatigue des muscles des joues. Il y a lieu également de faire remarquer que ceux qui auront acquis par la pratique une grande habileté dans l'emploi du chalumeau ordinaire seront seuls à retirer de ce mode d'analyse tous les avantages qu'il présente.

2. — Flammes. — La flamme qui convient le mieux à l'emploi du chalumeau est celle que l'on

obtient avec un bec Bunsen sur le tube duquel on place un second tube (*fig.* 7) qui l'entoure; l'extrémité supérieure de ce tube, aplatie de manière à ce que l'ouverture n'ait qu'un millimètre à deux millimètres de largeur intérieure, est coupée obliquement. Ce tube a environ 10 centimètres de longueur et, lorsqu'il est placé sur le brûleur, obture les trous de prise d'air.

Fig. 7.

Malheureusement, la flamme du gaz ne peut être utilisée lorsqu'il s'agit, dans un essai, de rechercher le soufre, car le gaz d'éclairage en contient souvent en quantité suffisante pour fausser les résultats obtenus.

Pour se mettre à l'abri de toute cause d'erreur, il est préférable d'employer la lampe de Berzélius perfectionnée par Plattner. Cette lampe (*fig.* 8) comporte un réservoir à huile *a*, mobile sur un support *c* et muni de deux ouvertures que l'on ferme par un bouchon à vis; l'une d'elles sert à l'introduction de l'huile, l'autre *d* est munie d'un porte-mèche et d'une mèche. On se sert d'huile d'olive ou d'huile de colza épurée pour alimenter cette lampe.

D'autres modèles de lampes, disposées pour être facilement emportées en voyage, sont alimen-

Tirso Cartago Zeiner.

tés par des graisses, du suif ou surtout de la paraffine; ayant un point de fusion bas, elles sont

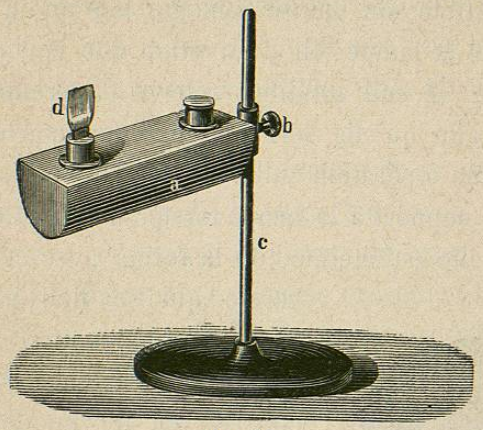

Fig. 8.

très commodes et d'un bon usage. Parmi ces lampes, on peut citer celle de Foster et celle de Fletcher.

La lampe Foster (*fig.* 9) se compose d'un cylindre A muni d'un porte-mèche B. La mèche doit être d'un tissu très lâche et formée de plusieurs doubles. Pour se servir de cette lampe, on commence par diriger le dard de la flamme sur le suif ou la graisse, contenu dans la lampe, de

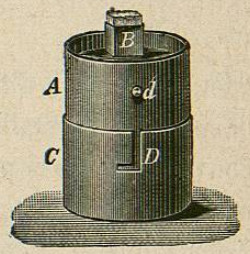

Fig. 9.

manière à opérer la fusion du combustible ; cela fait, la lampe continue à brûler jusqu'à ce que le combustible soit épuisé. Chaque fois qu'on s'est servi de la lampe, on doit, avant que le combustible ne se soit solidifié, relever légèrement la mèche afin qu'elle soit à la hauteur convenable pour une opération ultérieure. Le couvercle C sert de support à la lampe lorsqu'elle est allumée; quand elle est éteinte, on la ferme avec ce couvercle qui se fixe par un fermoir à baïonnette D*d*.

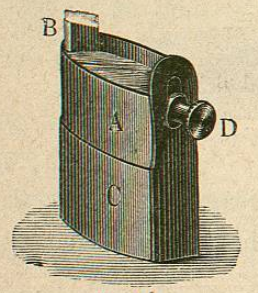

Fig. 10.

La lampe Fletcher (*fig.* 10) consiste en un récipient A qu'on remplit de paraffine et qui est muni d'une mèche et d'un porte-mèche B. Le couvercle C est également utilisé comme support et, à cet effet, est garni d'une plaque de plomb qui lui donne plus de stabilité ; une vis D maintient le couvercle dans la position voulue, soit pour fermer la lampe, soit pour servir de support.

La lampe à alcool peut aussi être employée avec le chalumeau, à la condition toutefois qu'elle soit à mèche plate et qu'elle ne soit pas de trop petites dimensions. On peut l'alimenter avec de

l'alcool mélangé à un autre corps riche en carbone, par exemple de la benzine ou de l'essence de térébenthine, dans la proportion de 12 parties d'alcool pour 1 d'essence de térébenthine ou 3 de benzine. Une lampe ainsi alimentée produira une température élevée et n'aura pas besoin d'être garnie aussi souvent qu'une lampe à huile.

Pendant longtemps la flamme de la chandelle ou de la bougie a été la seule employée pour le chalumeau et, dans beaucoup de cas, elle est bien suffisante; mais la bougie présente l'inconvénient, en se consumant, de diminuer graduellement de hauteur. On emploie les grosses bougies dites bougies de voiture dont on courbe la mèche dans la direction du jet du chalumeau ; on les empêche de couler en les entourant d'une feuille d'étain.

Enfin, on construit aussi des chalumeaux à gaz dans lesquels le brûleur et le chalumeau sont réunis dans le même instrument. Dans ces appareils, le bec du chalumeau est entouré par un tube de plus grand diamètre et le gaz passe dans l'espace compris entre ces deux tubes. Le mélange d'air et de gaz ne se produit qu'à l'extrémité ouverte des tubes et l'on obtient à volonté une flamme oxydante ou réductrice suivant que l'air