et souvent les plus négligés. Lorsqu'on est sérieusement engagé dans une recherche, les expériences se succèdent avec rapidité : quelques-unes semblent décider la question, et d'autres suggérer de nouvelles idées. On ne peut s'empêcher de les poursuivre immédiatement; on passe de l'une à l'autre, croyant qu'on pourra toujours facilement reconnaître les produits de la première expérience; on néglige de les mettre en ordre; on poursuit avec empressement les dernières expériences : cependant les vases dont on s'est servi, les flacons, les verres, etc., s'accumulent au point qu'on ne peut plus s'y reconnaître, ou que le chimiste n'a plus que des doutes et des incertitudes sur la nature des premiers produits qu'il a obtenus. Le mal s'accroît encore, si l'on entreprend une nouvelle série d'opérations qui embarrassent le laboratoire, ou si l'on est obligé de s'éloigner pour quelque temps : alors tout devient confusion, et il arrive souvent qu'on perd le fruit de beaucoup de travail et qu'on est obligé de rejeter presque tous les produits de ses expériences.

» Le seul moyen d'éviter ces inconvénients est de procéder avec le soin et les précautions déjà recommandés. Il est vrai qu'il est très-désagréable et très-difficile de s'arrêter continuellement au milieu des recherches les plus intéressantes, et de perdre un temps précieux à nettoyer des vases, à les arranger et à y placer des étiquettes; ces occupations sont ennuyeuses, dégoûtantes même, mais nécessaires. Les personnes qui peuvent avoir un aide sur l'intelligence et l'exactitude duquel elles puissent compter, évitent la plupart de ces embarras; mais elles n'en doivent pas moins veiller par elles-mêmes à l'exécution de tous ces détails, quelque minutieux qu'ils paraissent; car

toutes ces précautions sont d'une si grande importance, que nous ne devons nous en rapporter qu'à nous-mêmes. Elles deviennent d'ailleurs indispensables lorsque les expériences doivent rester secrètes, au moins pour quelque temps, ce qui arrive fréquemment en chimie. »

II

INSTRUMENTS, USTENSILES ET APPAREILS

8. On trouvera dans le second volume de cet ouvrage tout ce qui est relatif aux instruments et appareils dont on fait usage en analyse quantitative. Nous ne décrirons ici que les vases et ustensiles que nécessitent plus particulièrement les opérations de l'analyse qualitative.

9. **Mortiers.** — Plusieurs mortiers sont nécessaires dans un laboratoire : il en faut un de fer ou de fonte, pour con-

Fig. 2.

Fig. 3.

casser et pulvériser les corps (fig. 2 et 3); deux de porcelaine et un de verre, pour broyer les sels et faire les mé-

langes (fig. 4); enfin, un en agate pour porphyriser les sub-

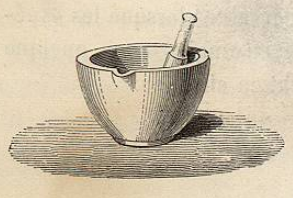

Fig. 4.

Fig. 5.

stances très-dures, et les réduire en poudres impalpables (fig. 5).

10. **Tamis.** — Les tamis de crin et de soie sont nécessaires pour obtenir en poudre, d'une grosseur uniforme, les substances que l'on a d'abord pilées ou broyées dans les mortiers. On doit en avoir plusieurs de différentes grandeurs et de différente finesse.

11. **Lampes à alcool.** — Les lampes à alcool fournissent un moyen de chauffage extrêmement commode, et permettent d'exécuter sur une table des évaporations, des ébullitions, des calcinations, etc. Pour toutes les opérations qui n'exigent pas une chaleur intense, on se sert de lampes fort simples de verre ou de cristal, ayant la forme représentée dans la figure 6. Ces lampes sont munies d'un couvercle de verre usé à frottement, que l'on ne doit pas négliger de

Fig. 6.

mettre dès qu'on cesse de s'en servir; sans cette précaution l'alcool s'évaporerait, et la mèche, s'imprégnant d'eau, refuserait de s'allumer immédiatement. La figure 7 représente une lampe qui ne diffère des précédentes qu'en ce qu'elle porte latéralement une tubulure bouchée à l'émeri, par laquelle il est facile d'introduire l'alcool. On

Fig. 7.

Fig. 8.

fait aussi des lampes de métal, munies d'un manche qui permet de les tenir avec la main (fig. 8); elles sont d'un usage fort commode dans beaucoup d'expériences.

Les vases qu'on veut chauffer au moyen de ces lampes doivent, en général, être posés sur des *supports* particuliers. La figure 9 représente un support très-simple, dont on se sert fréquemment lorsque le vase peut être exposé brusquement à toute la chaleur de la flamme. Dans bien des cas, cependant, il est nécessaire de chauffer les vases lentement et graduellement, ou de ne les soumettre qu'à une chaleur modérée. Pour réaliser ces conditions, on emploie

Fig. 9.

un support qui peut glisser le long d'une tige verticale à laquelle on le fixe, à la hauteur voulue, au moyen d'une vis de pression (fig. 10). Quand il est utile de chauffer un ballon sans le placer sur un anneau métallique, on le maintient à une distance déterminée de la flamme au moyen du support représenté dans la figure 11.

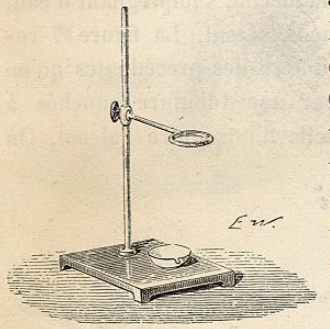

Fig. 10.

12. Il arrive souvent que les courants d'air agitent la flamme et rendent ce moyen de chauffage très-irrégulier.

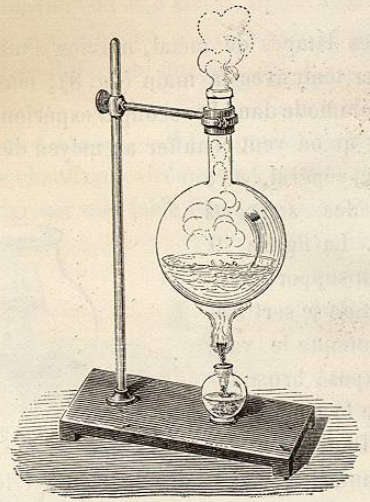

Fig. 11.

On peut facilement obvier à cet inconvénient en plaçant la

lampe dans un cylindre de tôle qui fait en même temps l'office de support (fig. 12). Des ouvertures pratiquées à la base de ce manchon donnent à l'air un libre accès ; le triangle destiné à supporter le vase que l'on chauffe peut glisser dans des rainures verticales qui permettent de l'abaisser ou de l'élever à volonté. Si l'on veut soumettre une substance à une chaleur ménagée ou évapo-

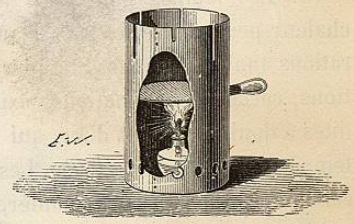

Fig. 12.

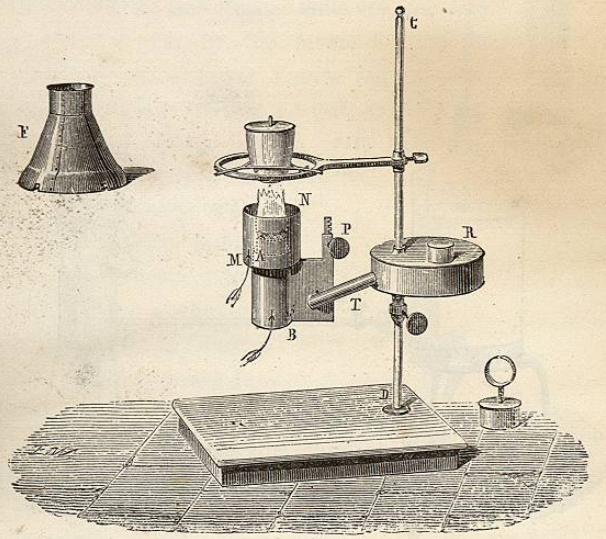

Fig. 13

rer un liquide sans le faire bouillir, on place dans le man-

chon un écran de toile métallique qui coupe la flamme vers les deux tiers de sa hauteur.

13. Les lampes simples à alcool ne donnent qu'une chaleur peu intense, et insuffisante pour beaucoup d'opérations analytiques. Les attaques, les fusions, les incinérations, certaines calcinations, exigent l'emploi des lampes dites à double courant d'air, qui permettent d'obtenir une température bien plus élevée. Les constructeurs ont disposé ces lampes de bien des manières différentes. Le système représenté dans la figure 13 est un des plus usités; il est commode, en ce que la lampe peut se mouvoir le long d'une tige verticale à laquelle s'adaptent également les supports destinés à supporter les creusets et les capsules. Mais la disposition qui doit être préférée à toute autre, est celle

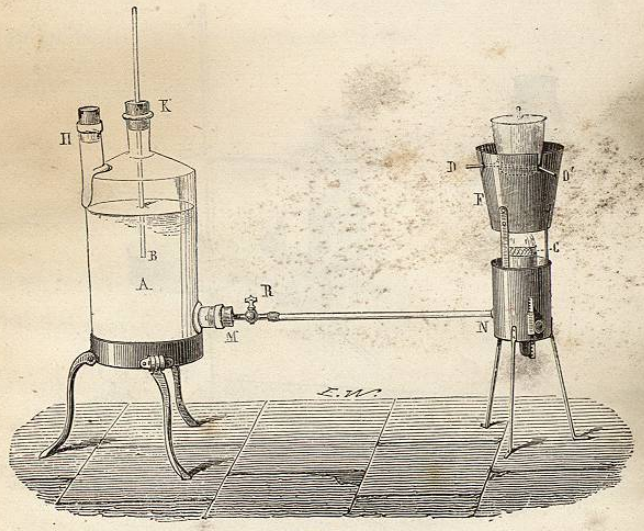

Fig. 14.

indiquée dans la figure 14; le réservoir, étant un flacon de Mariotte, permet à l'alcool de s'écouler d'une manière constante et de se maintenir à la même hauteur dans le porte-mèche. On trouvera dans le volume consacré à l'analyse quantitative (p. 75 et suiv.) ce qui concerne la description et l'usage de ces lampes.

14. **Lampes à gaz.** — Dans les laboratoires où le gaz de l'éclairage peut être employé comme combustible, on a divers appareils qui remplacent avec avantage les lampes à alcool.

Fig. 15.

L'appareil dont on fait usage dans les expériences qui exigent une chaleur modérée, consiste en un cylindre creux (fig. 15), fermé à l'une de ses extrémités et vissé par l'autre sur un pied portant une tubulure latérale. Le gaz, conduit par un tube de caoutchouc jusqu'à cette tubulure, ordinairement munie d'un robinet régulateur, s'échappe en aigrettes lumineuses par la série circulaire de petits trous pratiqués, comme le montre la figure, dans la partie supérieure de la paroi cylindrique.

La lampe à gaz représentée dans la figure 16 fournit une chaleur bien plus intense. Elle diffère de la précédente en ce que le tube vertical n'a qu'un seul orifice à l'extrémité supérieure, et présente à sa partie inférieure

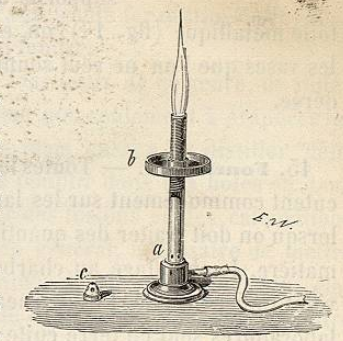

Fig. 16.

de petits trous *a* donnant accès à l'air. Le gaz, pénétrant avec force dans le tube creux par une ouverture étroite, détermine en *a* une aspiration et s'échappe, intimement mélangé à l'air, par l'orifice supérieur, où il peut être enflammé sans danger. Grâce à cette disposition ingénieuse, l'appareil de M. Wiesnegg donne une flamme dont le pouvoir calorifique est comparable à celui des meilleures lampes à double courant d'air.

Quand on veut répartir la chaleur sur une plus grande surface, on adapte la petite pièce *c* sur l'extrémité du tube vertical. Cet ajutage conoïde, présentant, outre son orifice terminal, quatre ouvertures latérales, donne une flamme multiple qui est très-convenable pour un grand nombre d'opérations. Enfin, l'écran circulaire *b*, dans lequel s'engage la vis tracée sur la moitié supérieure du tube creux, est destiné à supporter un manchon recouvert d'une toile métallique (fig. 17); on en fait usage pour chauffer les vases que l'on ne veut soumettre qu'à une chaleur modérée.

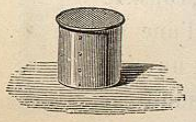

Fig. 17.

15. **Fourneaux.** — Toutes les opérations en petit s'exécutent commodément sur les lampes à alcool ou à gaz, mais lorsqu'on doit traiter des quantités un peu considérables de matière, le chauffage au charbon, dans les fourneaux, devient indispensable. Les fourneaux dont on se sert dans les laboratoires sont en terre cuite; leur forme et leur dimension varient suivant l'usage auquel on les destine.

Les *fourneaux évaporatoires* sont d'une seule pièce comprenant un foyer et un cendrier; on les fait tout à fait cylindriques (fig. 18), ou évasés vers le haut et portant alors sur leur pourtour supérieur des échancrures qui livrent passage

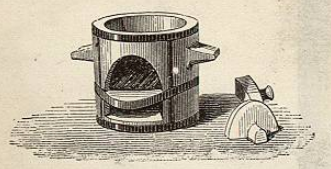

Fig. 18.

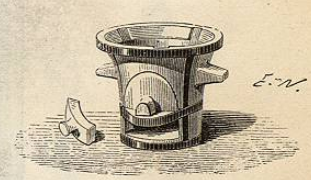

Fig. 19.

aux produits de la combustion (fig. 19). Ces fourneaux sont munis de deux portes qui s'adaptent, l'une au cendrier, et l'autre au foyer à la hauteur de la grille. La figure 20 représente un petit fourneau *à manche*, d'un usage commode pour toutes les expériences qui ne demandent qu'une faible chaleur. Il est bon que tous ces fourneaux soient garnis de cercles de fer destinés à les soutenir quand le feu les a fait fendre.

Fig. 20.

On doit avoir plusieurs fourneaux de ce genre, de différentes grandeurs; ils servent non-seulement à évaporer les liquides dans les capsules, mais aussi à les distiller dans des cornues et à les faire bouillir dans des fioles ou dans des ballons. Pour effectuer des fusions et des calcinations dans des creusets, il est, en général, nécessaire de mettre sur le fourneau une cheminée de tôle, plus ou moins élevée, suivant l'intensité de la chaleur que l'on veut produire (fig. 21).

Cette cheminée, activant beaucoup le tirage, est aussi très-utile pour allumer rapidement le charbon dans le fourneau qui est destiné à cet usage. On transporte les char-

bons incandescents d'un fourneau à l'autre sur une pelle

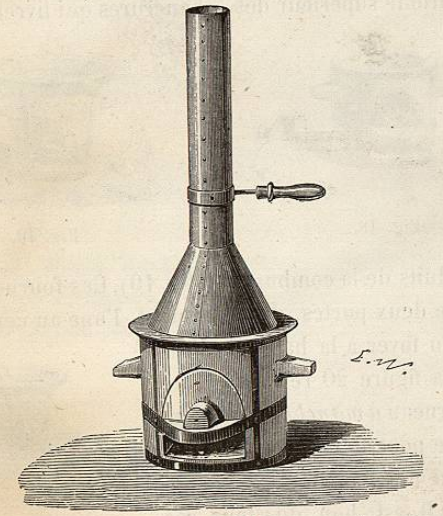

Fig. 21.

de tôle munie d'une poignée de bois (fig. 22); pour les manier facilement on se sert de la pince à branches droites représentée en *a* et *b* (fig. 23). Les pinces à branches courbes *c* et *d* permettent de saisir les creusets chauds et de les soustraire à l'action de la flamme des lampes, ou de les retirer des fourneaux.

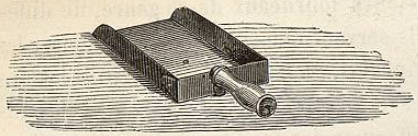

Fig. 22.

Outre les fourneaux mentionnés ci-dessus, il en est d'autres, dits à *réverbère*, que l'on emploie pour soumettre à une chaleur intense des creusets, des tubes de porcelaine

ou de grès, etc.; on les décrira quand il sera question des opérations pour lesquelles ils sont nécessaires.

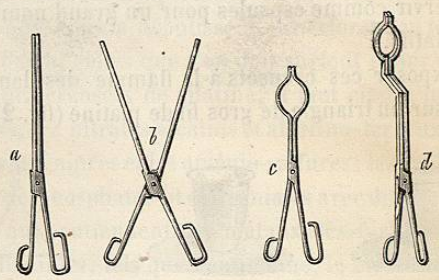

Fig. 23.

16. **Creusets.** — Les creusets (fig. 24) sont des vases

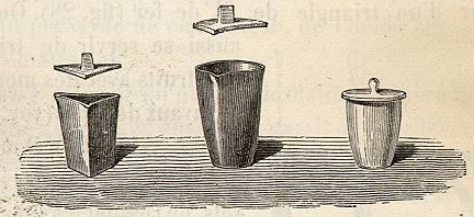

Fig. 24.

d'argile réfractaire, de porcelaine, d'argent ou de platine, dans lesquels on soumet la plupart des substances solides à l'action du feu.

17. Un creuset de platine, de la contenance de 25 à 30 centimètres cubes, est un objet absolument indispensable pour les opérations analytiques; sa forme est indiquée dans la figure ci-contre (fig. 25). Les couvercles de ces creusets ont en général le bord rabattu et portent au centre un bouton par lequel on les saisit au moyen d'une pince. Comme ce bouton rend peu de services et ne résiste pas à

l'usage, on doit préférer les couvercles concaves à bords saillants (fig. 26), qui présentent en outre l'avantage de pouvoir servir comme capsules pour un grand nombre d'essais qualitatifs.

Pour exposer ces creusets à la flamme des lampes, on les place sur un triangle de gros fil de platine (fig. 27) ou sur

Fig. 25.

Fig. 26.

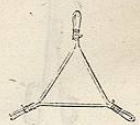

Fig. 27.

un triangle fait avec du fil de platine très-fin tendu dans l'intérieur d'un triangle de fil de fer (fig. 28). On peut aussi se servir de triangles construits avec des morceaux de tuyaux de pipes (voy. *Anal. quant.*, 54, p. 84). Pour faire des mélanges dans les creusets, ou remuer les substances pendant qu'on les calcine, on doit avoir une spatule de platine (fig. 29) et un gros fil de ce métal, fixé dans un manche de bois (fig. 30).

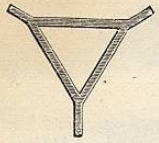

Fig. 28.

Fig. 29.

Fig. 30.

Les creusets de platine doivent être de métal pur; il faut s'assurer qu'en y faisant bouillir, d'abord de l'acide chlorhydrique, puis, après les avoir bien lavés, de l'acide nitrique étendu, ils ne perdent rien de leur poids.

C'est dans les creusets de platine qu'on calcine les matières infusibles, qu'on fait les attaques par les carbonates alcalins ou alcalino-terreux, et, en général, toutes les opérations qui exigent une chaleur intense. Bien que le platine résiste, à une haute température, à beaucoup de substances, il y en a aussi qui le dépolissent, le perforent ou le rendent cassant. Parmi celles que l'on doit surtout éviter de chauffer dans des creusets de platine, il faut citer : les alcalis caustiques, les nitrates alcalins et alcalino-terreux; les sulfures, les arséniures et les arsénio-sulfures; les mélanges de sulfates, de phosphates et d'arséniates avec du charbon; les matières qui contiennent des métaux très-fusibles et facilement réductibles, tels que l'antimoine, le bismuth, le zinc, l'étain, le plomb; enfin, tous les liquides qui contiennent de l'eau régale, ou un mélange pouvant mettre en liberté du chlore ou du brome, tels que l'acide chlorhydrique en présence du peroxyde de manganèse, de l'acide chromique et des chromates, etc.

Il arrive souvent qu'un peu de matière adhère avec force au platine; dans bien des cas on parvient à l'enlever à l'aide des acides; quand ce moyen ne réussit pas, il faut chercher à nettoyer le creuset en y faisant fondre du borax ou du bisulfate de potasse.

Les creusets d'argent sont d'un usage assez restreint à cause de leur grande fusibilité; ils ne servent que pour les attaques par les alcalis caustiques. On emploie les creusets de porcelaine pour les opérations qui ne peuvent pas se faire dans les creusets de platine; ils doivent être minces et aussi petits que possible, pour qu'on puisse les faire rougir sur la flamme des lampes à alcool.

18. Les creusets d'argile réfractaire sont nécessaires pour les opérations qui se font sur des quantités considérables de matière. Il y en a de toutes grandeurs. On les chauffe tou-

jours avec du charbon de bois ou avec un mélange de charbon et de coke. Il faut les placer sur un petit cylindre de terre cuite, qu'on nomme *fromage*, afin de les élever au-dessus de la grille du fourneau et de les exposer, par là, à la plus grande intensité de la chaleur (fig. 31).

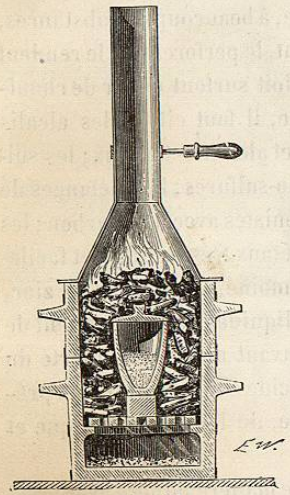

Fig. 31.

19. Les *creusets brasqués* (fig. 32) servent pour effectuer certaines réactions; ce sont des creusets réfractaires, dont l'intérieur est recouvert d'une couche de charbon de bois pulvérisé, qu'on tasse fortement. On pratique ensuite au centre de la brasque une cavité conique dont on polit avec soin les surfaces au moyen d'une tige de verre arrondie. Le commerce fournit aujourd'hui des creusets en charbon des cornues qui remplacent avantageusement les creusets brasqués.

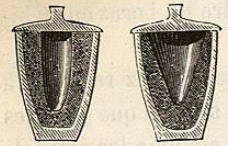

Fig. 32.

20. **Capsules.** — Presque toutes les évaporations s'effectuent dans les capsules. Ces vases ont généralement la forme d'un segment de sphère creux, et sont munis d'un bec qui permet de transvaser facilement les liquides. Les capsules de *porcelaine* sont d'un usage continuel dans les laboratoires; on doit en avoir de toutes les grandeurs, depuis

$0^m,03$ jusqu'à $0^m,25$ de diamètre. Bien que les capsules fortes et épaisses soient utiles dans certains cas, il faut choisir de préférence celles qui sont minces, car elles résistent mieux au feu et supportent plus facilement les variations brusques de température. Les capsules d'argent ne sont employées que pour fondre la potasse et pour évaporer les liquides qui ne contiennent pas d'acide libre; mais une petite *capsule de platine*, de $0^m,04$ ou $0^m,05$ de diamètre, est nécessaire pour un grand nombre d'opérations analytiques.

Pour chauffer les capsules de porcelaine, on les met en général sur un triangle de fer (fig. 33), placé sur le fourneau; mais lorsqu'on veut préserver leurs parois de l'action de la chaleur, on les pose sur un disque de tôle percé au centre d'une ouverture circulaire (fig. 34).

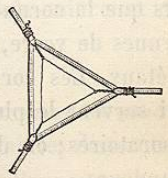

Fig. 33.

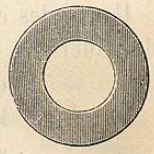

Fig. 34.

21. **Cristallisoirs.** — On désigne sous ce nom des vases de verre, de forme cylindrique et peu profonds, dans lesquels on soumet les solutions à l'évaporation spontanée pour les faire cristalliser. On se procure aisément des cristallisoirs qui peuvent supporter une chaleur modérée, en coupant le fond des ballons ou des fioles à une hauteur convenable, et en fondant les bords à la lampe d'émailleur. Les cristallisoirs sont souvent remplacés avec avantage par des capsules de porcelaine.

22. **Cornues.** — Les cornues (fig. 35) sont les vases dans lesquels on fait les distillations. On distingue trois parties

dans une cornue : la partie inférieure, qui est renflée et arrondie par le fond, s'appelle ventre ou panse; la partie

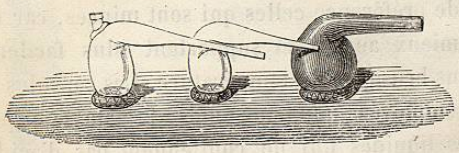

Fig. 35.

supérieure porte le nom de voûte, et la partie recourbée, celui de col. La cornue porte quelquefois, à sa partie supérieure, une tubulure munie d'un bouchon de cristal ou de liége; on dit alors que la cornue est tubulée.

Il y a des cornues de verre, de grès, de porcelaine et de différents métaux. Les cornues de verre sont celles qui servent le plus fréquemment dans les laboratoires; on doit en avoir de toutes les grandeurs.

Fig. 36.

Les cornues reposent ordinairement sur les fourneaux par l'intermédiaire d'un triangle; on les place sur un tronc de cône (fig. 36), quand elles ne doivent être chauffées que latéralement.

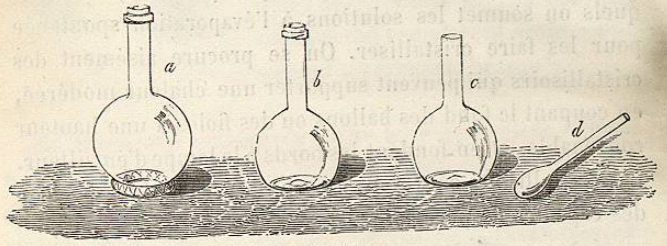

Fig. 37.

23. **Ballons, matras, fioles.** — Ces vases (fig. 37), ser-

vant à une foule d'usages, ne doivent jamais manquer dans un laboratoire. On fait usage des ballons *a* et des fioles à fond plat *b* dans toutes les expériences où il est nécessaire de faire bouillir les liquides. On les emploie aussi pour faire des dissolutions, pour préparer certains gaz, etc.; *c* représente une fiole dont le col, coupé au-dessous du bourrelet, a été usé sur la meule; ce vase ainsi modifié permet de transvaser bien plus facilement les liquides; *d* est un matras d'essayeur fort commode pour un grand nombre d'expériences analytiques. On doit avoir un assez grand nombre de ballons et de fioles de diverses grandeurs; il faut les choisir en verre très-mince et d'épaisseur uniforme.

24. **Vases à précipités et verres à pied.** — C'est dans ces vases (fig. 38) que l'on fait les dissolutions et toutes les

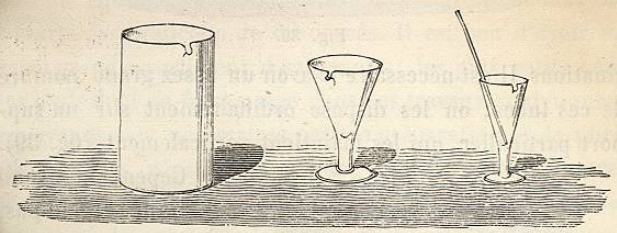

Fig. 38.

réactions qui n'exigent pas le concours de la chaleur. On doit les choisir d'un verre bien blanc et transparent. Il faut avoir des vases à précipités de différentes grandeurs et deux ou trois douzaines de verres à pied.

Les vases à précipités conviennent très-bien pour laver les substances par décantation; les verres à pied sont com-