

en étain *a a*, qui amène l'eau dans le robinet d'embouteillage B. On peut à volonté boucher à la main ou par un procédé mécanique. Il est également possible, à l'aide du tuyau en étain *e e*, d'établir une communication entre la bouteille et la partie supérieure du récipient K K, dans le cas où l'on doit remplir la bouteille d'acide carbonique, avant d'y introduire un liquide sucré et visqueux.

Dans l'appareil de Savarèse, le récipient reste plein d'acide carbonique soumis à une pression de plusieurs atmosphères. Lorsque la fabrication est continue, on possède deux réservoirs et l'on fait communiquer celui qui vient de fonctionner et qui est rempli de gaz, avec un second réservoir contenant de l'eau destinée à absorber le gaz carbonique.

Appareil de François. — Cet appareil (fig. 113) présente une des

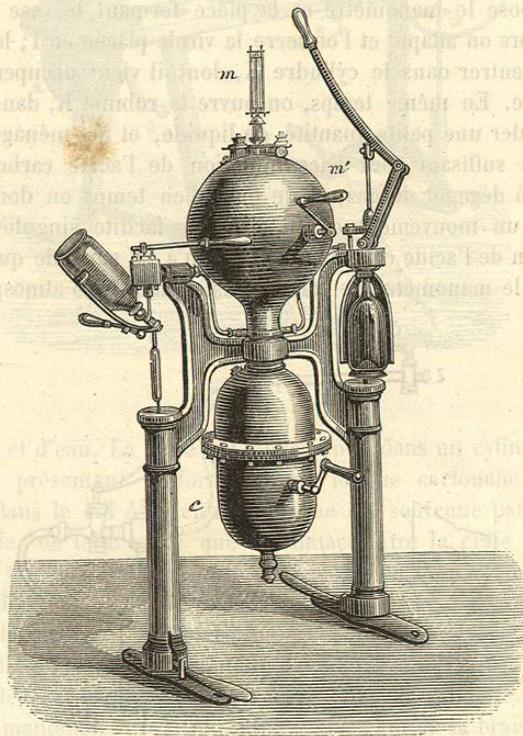


Fig. 113.

formes les plus simples et les plus commodes qu'ait reçues le système de compression automatique des gaz. Il renferme les mêmes organes

que l'appareil de Savarèse, mais agencés et combinés de telle façon, que l'emplacement qu'il occupe est beaucoup moins considérable. — Le générateur d'acide carbonique est tout à fait analogue au précédent, il est relié directement au récipient d'eau gazeuse par un système ingénieux qui ne permet l'arrivée du gaz dans l'eau qu'après son passage sur un épurateur. Le cylindre oscillant de Savarèse est remplacé avantageusement par une sphère fixe, dans laquelle l'agitation de l'eau est obtenue par un système de palettes mises en mouvement au moyen d'une manivelle.

Nous nous contentons de donner la disposition générale de l'appareil, laissant de côté les détails techniques de construction qui rendent son emploi particulièrement convenable dans un laboratoire de pharmacie.

SYSTÈME DE BRAMAH.

Dans le système de fabrication des eaux gazeuses imaginé par Bramah, une pompe aspire l'eau et le gaz, puis les refoule simultanément dans un réservoir commun. Ce récipient est d'une petite capacité, mais à mesure qu'il se vide par l'écoulement de l'eau gazeuse, une pompe y amène une nouvelle quantité d'eau et d'acide carbonique. De cette manière, le travail peut être prolongé sans interruption aussi longtemps qu'il est nécessaire.

L'appareil de Bramah est déjà ancien, et a été décrit en détail dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement, il a reçu depuis plusieurs années de nombreux perfectionnements; aussi n'en donnerons-nous qu'une description sommaire suffisante pour en faire comprendre le mécanisme général. Nous préférons nous étendre sur les systèmes modernes qui nous semblent mériter la préférence.

L'appareil se compose d'un générateur d'acide carbonique et d'un réservoir jouant le rôle de gazomètre. Une pompe aspirante et foulante puise en même temps l'eau destinée à être chargée de gaz et le gaz accumulé dans le gazomètre, elle les refoule tous deux dans un récipient où l'eau gazeuse doit se charger. Dans l'intérieur de ce récipient existe un agitateur destiné à faciliter le mélange intime de l'eau et du gaz; il est mis en mouvement par un arbre muni d'un volant et d'une manivelle qui commande le piston de la pompe aspirante et foulante. Sur le récipient sont installés une soupape de sûreté, un manomètre indiquant la pression intérieure, et un tube de verre formant niveau d'eau et permettant de constater, pen-

dant la durée de l'opération, la hauteur du liquide dans le récipient.

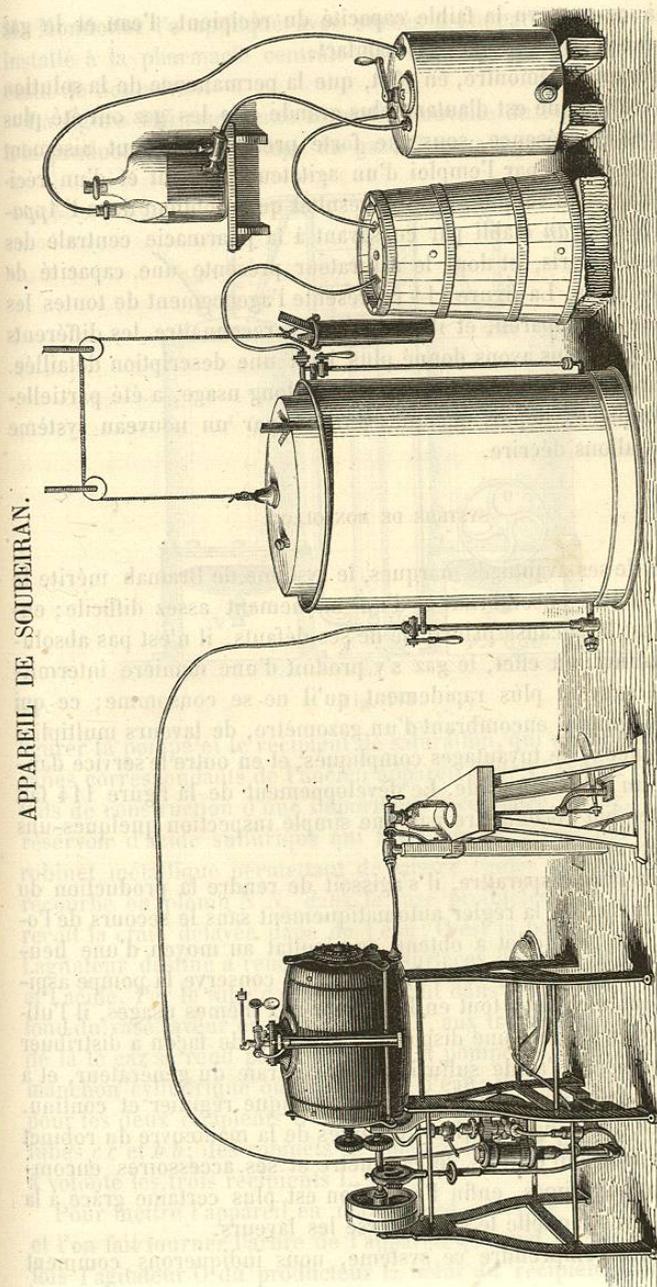
Les deux tuyaux amenant l'eau et le gaz à la pompe aboutissent, sur celle-ci, à un robinet spécial appelé *robinet de distribution*. Ce robinet sert à diriger, dans les proportions voulues, les quantités d'eau et de gaz aspirées par la pompe et refoulées dans le récipient. A cet effet, la clef de ce robinet porte une échancrure qu'on peut tourner, pendant l'opération, du côté du tuyau à gaz ou dans la direction de l'eau, de façon à augmenter le passage livré à l'un d'eux, en diminuant ou même en interceptant complètement le passage de l'autre. La poignée de ce robinet se meut devant un arc de cercle gradué qui permet d'ouvrir exactement le robinet de la quantité désirée. Le degré d'ouverture du robinet est bientôt connu quand on a fait fonctionner l'appareil quelque temps; du reste, les indications du niveau d'eau et du manomètre guident également l'opérateur qui doit maintenir le récipient à moitié plein d'eau, sous une pression de 6 atmosphères pour le tirage en bouteilles et de 12 atmosphères pour le tirage en siphons; il règle le mouvement de la pompe de manière à ce qu'elle fournisse constamment une quantité d'eau égale à celle qui est dépensée par le robinet de tirage.

Grâce au fonctionnement de cette pièce, la régularité et la continuité du travail s'établissent, et dès que la machine est mise en mouvement, la production ne s'arrête plus que lorsqu'on veut la suspendre.

Le système de Bramah a sur celui de Genève des avantages marqués. On peut, suivant le besoin, fabriquer une grande ou une petite quantité d'eau gazeuse; on peut arrêter la fabrication, sans craindre de changer la nature des produits; la saturation se fait d'une manière rapide, circonstance qui explique la préférence accordée à cet appareil dans toutes les fabriques montées sur une échelle un peu forte.

Ce système possède en outre la propriété précieuse de donner de l'eau également chargée à toutes les époques de l'opération. Il a les mêmes avantages sur le système de compression automatique de plus, et de plus est exempt des deux plus graves inconvénients de ce dernier: perte considérable d'acide carbonique à la fin de chaque opération, et sérieux dangers résultant de la pression considérable qui s'exerce dans le producteur soumis constamment à l'action corrosive de l'acide sulfurique.

On a reproché à l'appareil de Bramah de fournir des eaux gazeuses dans lesquelles l'acide carbonique est peu adhérent, et l'on a attribué



ce fait à ce que, vu la faible capacité du récipient, l'eau et le gaz ne restent pas suffisamment en contact.

L'expérience démontre, en effet, que la permanence de la solution d'acide carbonique est d'autant plus grande que les gaz ont été plus longtemps en présence, sous une forte pression. On peut aisément corriger ce défaut par l'emploi d'un agitateur puissant et d'un récipient d'un grand volume. C'est le résultat qu'on obtient dans l'*Appareil de Soubeiran* établi par ce savant à la pharmacie centrale des hôpitaux de Paris, et dont le saturateur présente une capacité de 120 litres d'eau. La figure 114 représente l'agencement de toutes les parties de cet appareil, et il est facile d'y reconnaître les différents organes dont nous avons donné plus haut une description détaillée. Cet appareil, mis hors de service par un long usage, a été partiellement remplacé, depuis quelques années, par un nouveau système que nous allons décrire.

SYSTÈME DE MONDOLLOT.

A côté de ses avantages marqués, le système de Bramah mérite le reproche d'être encombrant et d'un maniement assez difficile; enfin, et c'est là la cause principale de ses défauts, il n'est pas absolument continu: en effet, le gaz s'y produit d'une manière intermittente, et souvent plus rapidement qu'il ne se consomme; ce qui nécessite l'emploi encombrant d'un gazomètre, de laveurs multipliés ou volumineux, de tuyautages compliqués, et en outre le service dangereux d'un robinet à acide. Le développement de la figure 114 fait immédiatement reconnaître par une simple inspection quelques-uns de ces inconvénients.

Pour les faire disparaître, il s'agissait de rendre la production du gaz continue et de la régler automatiquement sans le secours de l'opérateur. M. Mondolot a obtenu ce résultat au moyen d'une heureuse modification du système de Bramah. Il conserve la pompe aspirante et foulante; mais tout en l'affectant aux mêmes usages, il l'utilise encore, à l'aide d'une disposition spéciale, de façon à distribuer automatiquement l'acide sulfurique sur la craie du générateur, et à obtenir ainsi un dégagement de gaz carbonique régulier et continu. De la sorte, les dangers et les difficultés de la manœuvre du robinet à acide se trouvent écartés, le gazomètre et ses accessoires encombrants sont supprimés, enfin l'épuration est plus certaine grâce à la régularité avec laquelle le gaz traverse les laveurs.

Pour faire comprendre ce système, nous indiquerons comment

M. Mondolot l'a appliqué avec succès à l'appareil que nous avons installé à la pharmacie centrale des hôpitaux en remplacement de celui de Soubeiran.

La figure 115 représente la partie nouvelle de l'appareil destinée à la production et au lavage du gaz; il nous a paru inutile de faire

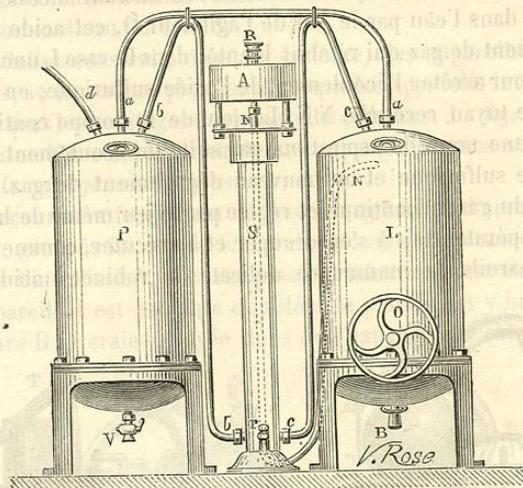


Fig. 115.

figurer la pompe et le récipient de saturation, qui ne diffèrent des organes correspondants de l'ancien appareil (fig. 114) que par des détails de construction d'une importance secondaire. A (fig. 115) est le réservoir d'acide sulfurique qui reste ouvert à l'air libre; R est un robinet métallique permettant de laisser couler l'acide, par le tube recourbé en plomb N N, dans le vase producteur en plomb L, qui reçoit la craie délayée dans de l'eau; O est la poulie qui commande l'agitateur destiné à renouveler les surfaces de contact entre la craie et l'acide. Par le tube *a a* le gaz produit dans le récipient L se rend au fond du vase laveur en cuivre étamé P, aux trois quarts rempli d'eau; de là le gaz se rend par le tube *d d* à la pompe de l'appareil. S est un manchon cylindrique ouvert rempli d'eau; il sert de vase de sûreté pour les deux récipients L et P, avec lesquels il communique par les tubes *c c* et *b b*; des robinets de vidange B, r et V permettent de vider à volonté les trois récipients L, S, P.

Pour mettre l'appareil en marche, on ouvre le robinet à acide R, et l'on fait tourner l'arbre de l'appareil qui met en mouvement à la fois l'agitateur O du producteur L, celui du récipient saturateur, et

la pompe aspirante et foulante; alors le jeu de cette pompe, qui se relie par le tuyau *d* au laveur *P*, détermine dans ce récipient une diminution de pression transmise aussitôt au producteur *L* par l'intermédiaire du tuyau de communication *a a*. Cette diminution de pression dans le producteur *L* a pour effet d'y faire affluer, par le tuyau recourbé *NN*, l'acide sulfurique du vase *A*; rencontrant la craie tenue en suspension dans l'eau par le jeu de l'agitateur *O*, cet acide provoque un dégagement de gaz qui rétablit bientôt dans le vase *L* une pression suffisante pour arrêter l'écoulement de l'acide sulfurique, en le refoulant dans le tuyau recourbé *NN*. Le jeu de la pompe continuant, il se produit une nouvelle aspiration, par suite un écoulement momentané d'acide sulfurique et un nouveau dégagement de gaz. Ainsi la production du gaz est continue et réglée par le jeu même de la pompe, sans que l'opérateur ait à s'en occuper et à exécuter, comme dans les anciens appareils, la manœuvre délicate du robinet à acide; il n'a

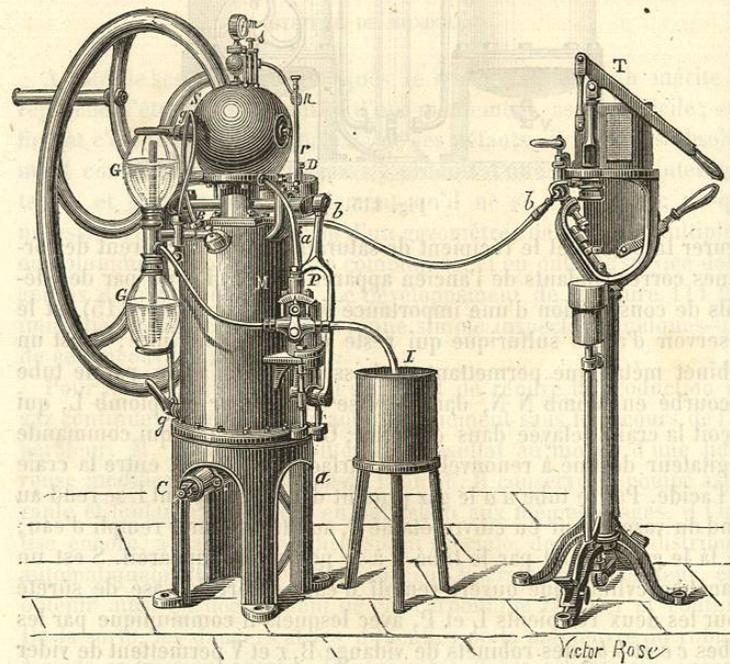


Fig. 116.

qu'à l'ouvrir quand il met l'appareil en marche et à le fermer quand il l'arrête.

Le vase de sûreté *S* prévient tout dangereux excès de pression dans les vases *L* et *P*; si le gaz, dans ces vases, vient à acquérir une pression supérieure à celle de la colonne d'eau du manchon ouvert *S*, il s'échappe aussitôt en soulevant cette colonne; on remarquera, de plus, que le vase de sûreté *S* prévient tout retour de gaz par le tuyau d'acide *NN*, la colonne d'acide contenue dans ce tuyau étant plus haute que la colonne d'eau du vase *S*.

M. Mondollot construit, dans ce système, des appareils simples et commodes, ne tenant pas plus de place que les appareils intermittents, et offrant tous les avantages des appareils continus. La fig. 116 représente l'ensemble complet d'un de ces appareils connus sous le nom d'appareils gazogènes continus.

On y reconnaît facilement tous les organes de l'appareil décrit plus haut, groupés ici sur un bâti unique: ce qui économise la place et facilite l'installation. Le récipient producteur sert de support à tout l'appareil, il est en fonte doublée de plomb; on y introduit par la tubulure *B* la craie délayée dans de l'eau; on en extrait les ma-

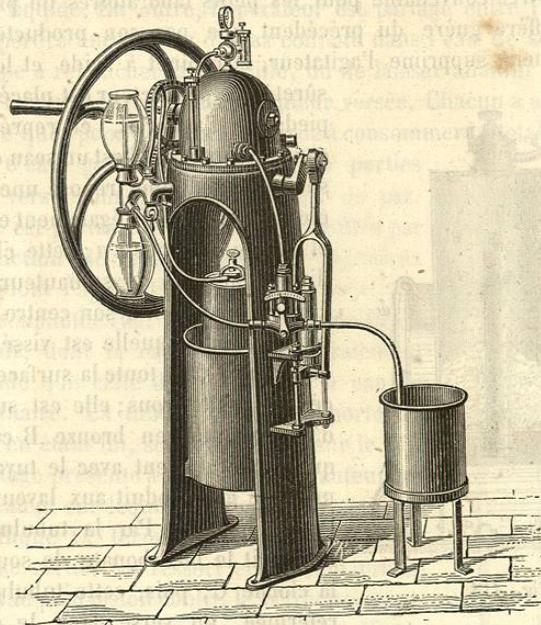


Fig. 117.

tières épuisées par le robinet de vidange *C*. En *D* l'on aperçoit le

vase à acide avec son robinet *r* relié au producteur par le tuyau recourbé *aa*. En *P* est la pompe aspirante et foulante avec son robinet de distribution, sur lequel aboutissent à droite le tuyau qui prend l'eau dans le réservoir *I*, et à gauche le tuyau qui prend le gaz dans le double laveur en cristal *G.G.* En *S* se trouve le récipient saturateur muni d'un manomètre *m*, d'une soupape de sûreté *s* et d'un niveau d'eau *n*. Les manivelles *gg* du producteur et du saturateur sont mises en action par la barre d'un excentrique calé sur l'arbre du volant, lequel commande en même temps le piston de la pompe *P*. Un vase de sûreté pour le producteur est installé près du vase à acide; il se trouve caché dans le dessin et ressemble d'ailleurs à celui de la figure 115. L'appareil est relié par le tuyau *bb* à la colonne de tirage double *T*, disposée pour remplir à volonté des bouteilles ou des vases-siphons.

La figure 118 représente un autre modèle de ce système, plus simple que le précédent, et combiné pour l'emploi du bicarbonate de soude au lieu de la craie. Par ses dimensions restreintes, ce modèle est très-convenable pour les petits laboratoires de pharmacie. Il ne diffère guère du précédent que par son producteur, dont l'agencement supprime l'agitateur, le robinet à acide et le vase de sûreté. Ce producteur est placé entre les pieds de l'appareil, et représenté en coupe figure 118. *S* est un seau en plomb sur le fond duquel repose une sorte de cloche renversée *C*, également en plomb, et percée de trous *aa*; cette cloche est divisée, au tiers de sa hauteur, par une cloison *A* portant à son centre une tubulure *t*, sur laquelle est vissé un tube en plomb *T* dont toute la surface est percée de petits trous; elle est surmontée d'une tubulure en bronze *B* communiquant latéralement avec le tuyau *b*, qui mène le gaz produit aux laveurs et de là à la pompe. Par la tubulure *B* on introduit le bicarbonate de soude dans la cloche *C*; puis, cette tubulure étant refermée, on verse dans le seau de

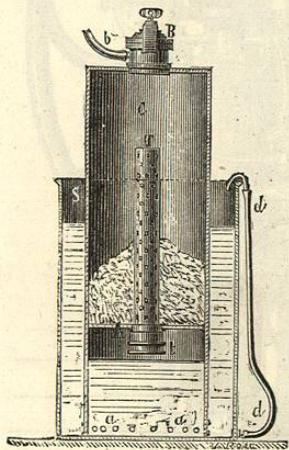


Fig. 118.

l'acide sulfurique étendu d'eau; le niveau tend à s'établir, par les trous *aa*, entre le seau et la cloche; mais alors l'eau acidulée, arrivant par les trous du tube *T* sur le bicarbonate, produit du gaz

carbonique qui, n'ayant pas d'issue, refoule cette eau : ce qui arrête la production du gaz jusqu'à ce qu'on mette l'appareil en marche. Alors l'aspiration de la pompe fait de nouveau affluer l'eau acidulée sur le bicarbonate de soude; d'où dégagement de gaz, puis refoulement momentané de l'eau acidulée, dont le niveau s'élève et s'abaisse ainsi alternativement en déterminant une production de gaz proportionnée aux besoins de la pompe.

Quand tout le bicarbonate est transformé en sulfate, on évacue la solution de ce sel au moyen du tube de caoutchouc *dd*, dont on abaisse l'extrémité au-dessous du vase *S*. Quoique l'écoulement cesse, on relève ce tube et on le suspend au bord du seau, avant de recharger l'appareil pour la production d'une nouvelle dose de gaz carbonique.

VASES SIPHOÏDES.

Lorsqu'on débouche une bouteille pleine d'eau gazeuse, il se produit une vive effervescence qui souvent entraîne hors du vase une partie du liquide. En outre, l'opérateur est partagé entre l'inconvénient de perdre une portion du gaz contenu dans l'eau de son verre, s'il s'occupe à reboucher la bouteille, ou de laisser affaiblir l'eau qui reste, s'il commence par boire la liqueur versée. Chacun a appris par expérience que, pour peu que l'on tarde à consommer la totalité d'une bouteille d'eau gazeuse, les dernières parties que l'on verse sont à peine chargées de gaz. Savarèse est parvenu à éviter ces difficultés par la construction des vases siphoides, ingénieux appareils dont l'application s'est généralisée.

Un vase siphoides (fig. 119) est une bouteille en verre épais, dont la capacité est généralement plus grande que celle d'une bouteille à eau de Seltz ordinaire. La tubulure du vase porte un ajutage *A* en étain fin, solidement fixé sur le col.

Cet ajutage présente à une certaine hauteur un rétrécissement sur lequel vient poser un petit piston métallique *C*, terminé par une rondelle de caoutchouc sertie. Un ressort en spirale presse fortement le petit piston contre le rétrécissement, et intercepte toute communication entre l'intérieur du vase et l'atmosphère.

Lorsqu'on veut faire écouler le liquide, on presse sur le levier *L*, qui soulève facilement le piston, en surmontant

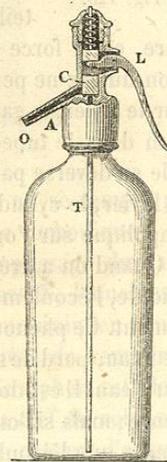


Fig. 119

la résistance opposée par le ressort spiral. Un tube de verre T est fixé à l'ajutage et plonge jusqu'au fond du vase.

En appuyant sur le levier, on établit à volonté une communication entre l'intérieur du vase et l'ajutage; dans ce cas, l'eau gazeuse sort par le bec O. Le levier à bascule que nous venons de mentionner a remplacé avantageusement une vis qui, dans l'origine, servait à soulever ou à abaisser le piston C.

Dans une autre disposition adoptée pour le bouchage des vases siphoides, c'est en abaissant le piston et non en le soulevant que l'on donne issue au liquide. Dans ce cas, la pression de l'eau gazeuse concourt en même temps que la tension du ressort à la fermeture de

l'appareil; le ressort est moins puissant et le levier plus court. La figure 120 représente un de ces vases siphoides désignés dans l'industrie sous le nom de *vases à petit levier* ou à *bouchage en dessous*, par opposition à celui décrit plus haut, qui est nommé *vase à grand levier* ou à *bouchage en dessus*.



Fig. 120.

La manière dont fonctionne le vase siphoides est facile à comprendre. Supposons que le vase soit rempli d'eau gazeuse; il existe, vers la partie supérieure confinant à l'ajutage, un petit espace vide de liquide, mais qui contient du gaz acide carbonique, comprimé à plusieurs atmosphères. Rien ne peut sortir de la bouteille, car le liège est appliqué exactement sur l'ouverture, et la force du ressort a été choisie de telle façon que la pression du gaz ne peut vaincre sa résistance. Mais si l'on vient à appuyer sur le levier, le gaz qui presse la surface de l'eau détermine son ascension dans le tube T. Lorsque l'eau s'est élevée jusque dans l'ajutage, elle se déverse par le conduit latéral O. Dès qu'on cesse de peser sur le levier, le cylindre est de nouveau comprimé par le ressort, le liège s'applique sur l'orifice, et rien ne peut plus sortir de la bouteille.

Quand on a tiré une certaine quantité d'eau gazeuse d'un vase siphoides, l'écoulement se ralentit et finit quelquefois par cesser complètement. Ce phénomène tient à ce que le gaz, qui comprime la surface de l'eau, perd de sa tension à mesure que s'accroît l'espace libre laissé par l'eau. Il est donc difficile de vider d'un seul coup un appareil de ce genre; mais si l'on tient la bouteille fermée pendant quelques instants, tandis que l'écoulement se ralentit, l'eau gazeuse intérieure restante abandonne une portion de gaz qui rend bientôt à l'atmosphère la force élastique nécessaire pour rétablir l'ascension et l'issue du liquide.

Soubeiran a démontré par des expériences directes qu'en vidant

successivement une bouteille siphoides, chaque verre d'eau gazeuse contient sensiblement les mêmes quantités de gaz. Il est vrai que l'eau restante dans la bouteille s'affaiblit à mesure que l'on en tire; mais comme la tension diminue en même temps, la force du jet s'affaiblit, et la perte de gaz qui en est la conséquence devient de plus en plus faible. Les premiers verres reçoivent donc une eau qui perd plus de gaz, et les derniers une eau moins gazeuse qui en abandonne moins. De telle sorte que l'expérience prouve que la boisson se trouve à peu près au même état de saturation.

Le remplissage des vases siphoides s'effectue commodément au moyen d'un appareil spécial représenté figure 122, qui a remplacé l'ancien système Savarèse (fig. 121). Le vase siphoides est renversé dans la position indiquée dans la figure 121; alors, en pressant au moyen du pied sur la pédale P, on amène le bec du vase dans une cavité conique que présente le robinet N. On ouvre le vase à l'aide du levier D, puis on fait tourner de haut en bas la clef du robinet N, qui communique par un tube avec le récipient de l'appareil. Dès que le robinet se trouve ainsi ouvert, l'eau gazeuse est refoulée dans le vase qu'elle remplit en partie. L'air que retient le vase est pressé jusqu'à ce que sa force élastique fasse équilibre à la pression exercée à la surface de l'eau dans le récipient de l'appareil. C'est en vertu de ce phénomène que le vase ne se remplit pas immédiatement d'eau chargée sous pression d'acide carbonique.

Afin d'expulser l'air qui met obstacle au remplissage du vase, on ramène à son point de départ la clef du robinet N, lequel est à trois voies et dont un des conduits fait alors communiquer l'intérieur du siphon avec l'air extérieur; puis on achève de remplir le vase en ouvrant de nouveau le robinet. Dès que le siphon est plein, on le ferme en lâchant la poignée D; on ramène la clef du robinet N à son point de départ, et l'on enlève le siphon en cessant d'exercer une pression sur la pédale P.

Le bouclier métallique M doit être amené entre le vase et l'opérateur, afin de protéger ce dernier contre les éclats de verre projetés

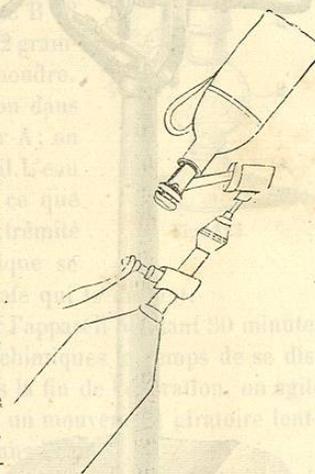


Fig. 121.

dans toutes les directions, lorsqu'il y a explosion d'un vase pendant le remplissage.

Grâce à cette ingénieuse disposition, le remplissage des vases siphoides s'exécute beaucoup plus rapidement que celui des bouteilles à l'aide des procédés ordinaires.

Quand un vase siphoides a été vidé, il reste plein d'acide carbonique; il est par conséquent prêt à recevoir immédiatement une nouvelle charge d'eau gazeuse. Comme aucun corps étranger ne peut s'introduire dans les siphons, ils n'exigent que de rares lavages.

Savaresse prescrit de remplir les vases siphoides sous une pression de 10 atmosphères dans le récipient. Mais il serait inexact de croire que le volume d'acide carbonique dissous dans l'eau correspond à cette pression; il ne dépasse guère 4 volumes. On ne donne pas à l'eau le temps d'arriver à saturation.

Tels sont les appareils originels; ajoutons qu'ils ont été modifiés et simplifiés de plusieurs façons. Nous n'entrerons pas à ce sujet dans des descriptions techniques, l'énoncé des principes nous paraissant suffisamment explicite dans les détails qu'on vient de lire.

APPAREILS GAZOGÈNES.

Briet a décrit sous le nom d'*Appareils gazogènes* des systèmes de petite dimension propres à préparer de l'eau chargée d'acide carbonique.

Il existe aujourd'hui un grand nombre d'appareils de ce genre, nous décrirons seulement le système de Briet; c'est le premier qui

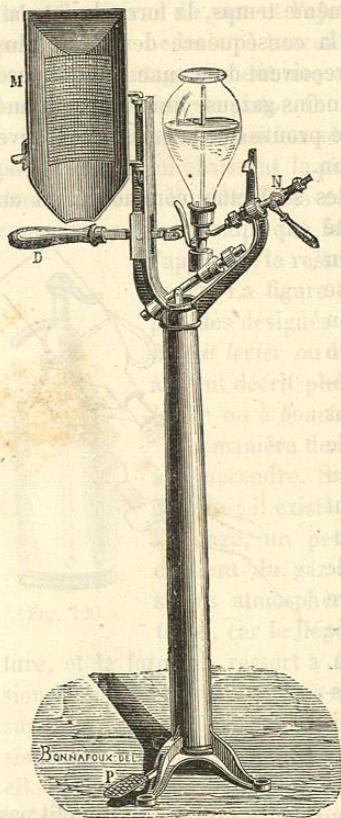


Fig. 122.

ait été imaginé, il fonctionne très-bien et a été adopté par Soubeiran pour le service des hôpitaux depuis un grand nombre d'années.

L'appareil gazogène de Briet (fig. 123) se compose de deux pièces A et B qui s'adaptent l'une sur l'autre au moyen d'un pas de vis.

Pour le charger, on démonte l'appareil en dévissant la carafe A de dessus le pied B. On enlève le tube de communication *t*, qui entre à frottement dans la tubulure de B, et établit une communication entre les deux pièces principales. Quand on veut faire fonctionner l'appareil, on remplit d'eau la carafe A, que l'on pose sur sa partie plane; on introduit dans la cavité B 18 grammes d'acide tartrique pulvérisé et 22 grammes de bicarbonate de soude réduit en poudre. Alors on pose le tube de communication dans l'ajutage du vase B; on le renverse sur A; on ferme en vissant et l'on retourne l'appareil. L'eau de la carafe coule sur les sels, jusqu'à ce que son niveau soit descendu au ras de l'extrémité supérieure du tube *t*. Le gaz carbonique se produit et se rend dans l'eau de la carafe qui le dissout.

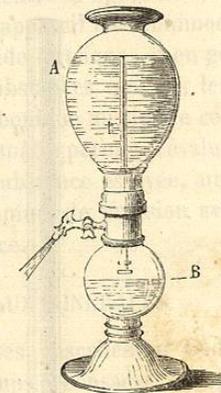


Fig. 123.

Il est essentiel de laisser fonctionner l'appareil pendant 30 minutes au moins, afin de donner aux agents chimiques le temps de se dissoudre et de réagir complètement. Vers la fin de l'opération, on agite légèrement l'appareil en lui imprimant un mouvement giratoire lent; on facilite ainsi la dissolution du gaz dans l'eau.

Le jeu de l'appareil Briet repose entièrement sur la disposition de son tube intérieur que nous avons représenté en coupe figure 124. Il se compose d'une tige creuse *aa* s'emboîtant dans le cylindre *ee*, auquel elle est reliée par une plaque en argent *b* percée de trous capillaires; ce cylindre *ee* porte en *c* une garniture de coton pour faire joint entre les deux globes; il est percé de deux rangées de trous *o* supérieurs et *o'* inférieurs.

L'appareil étant chargé et redressé sur son pied, la partie de l'eau du globe supérieur, qui se trouve au-dessus de la tige creuse *aa* s'écoule par son poids, à travers cette tige, et arrive dans le cylindre *ee*, d'où elle déborde dans le globe inférieur par la rangée de trous *o'*, tandis que l'air déplacé traverse la rangée de trous *o*, puis les trous capillaires de la plaque *b*, et se rend dans le globe supérieur, où il remplit le vide qu'a laissé l'eau en s'écoulant. Le gaz formé par la réaction des poudres suit le même chemin, ne pouvant passer par