

177. **Pompe à main.** — La pompe à main est un appareil d'une construction très simple, que l'on emploie pour obtenir une raréfaction assez grossière dans des espaces de dimensions peu considérables.

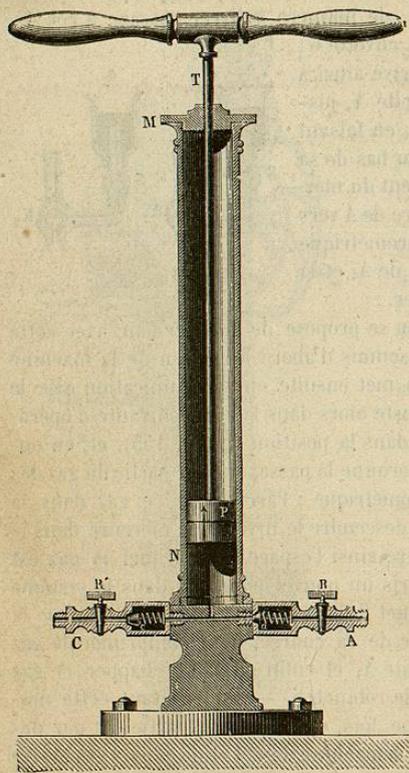


Fig. 154. — Pompe à main.

Elle se compose d'un corps de pompe MN (fig. 154) contenant un piston plein P, qu'on met en mouvement à l'aide d'une tige T munie d'une poignée. A la partie inférieure du corps de pompe, sont deux tubes latéraux A, C, contenant chacun une soupape formée d'un petit tronc de cône métallique, qui pénètre dans une cavité pratiquée dans l'axe du tube; un petit ressort spiral sert à maintenir chacun d'eux faiblement appliqué dans cette cavité. La figure montre que ces soupapes sont placées de façon à pouvoir s'ouvrir, l'une *a* sous l'action d'un excès de pression à l'intérieur du corps de pompe, l'autre *c* sous l'action d'un excès de pression à l'extérieur.

Si le tube C est mis en communication avec un récipient quelconque, les mouvements alternatifs imprimés au piston produisent dans ce récipient une raréfaction successive, l'air s'échappant par A, et la pompe fonctionne comme une machine pneumatique. Mais l'appareil n'ayant qu'un seul corps de pompe, et l'effort nécessaire pour soulever le piston s'exerçant directement sur la tige, la manœuvre n'est possible, avec la force d'un homme, qu'à la condition de donner au piston une section beaucoup plus petite que dans la machine pneu-

matique qu'on ait le soin de les maintenir enduits d'une légère couche de matière grasse. — Le ballon D, qui est figuré à gauche de l'appareil et dont il n'a pas été question dans la description, ne sert que dans des circonstances spéciales, celles où l'on veut faire le vide dans des appareils contenant un gaz qui attaquerait le mercure de la machine : ce ballon est alors utilisé comme une sorte de récipient intermédiaire, contenant de l'air raréfié jusqu'à la limite d'action de la machine, et dans lequel on aspire les gaz des appareils soumis à l'expérience.

matique ordinaire (172). — L'espace nuisible a d'ailleurs, par la construction même, une valeur assez grande, en sorte que la pompe à main ne peut être employée que pour obtenir un degré de raréfaction peu éloigné (*).

178. **Emploi de la pompe à main comme pompe de compression.** — La pompe qui vient d'être décrite peut également être employée pour comprimer dans un récipient soit de l'air, soit un gaz quelconque. Il suffit de mettre le tube A en communication avec ce récipient et de faire communiquer le tube C soit avec l'atmosphère, soit avec un réservoir à gaz. — Quand on soulève le piston, la soupape *c* s'ouvre, et laisse arriver l'air ou le gaz dans le corps de pompe; quand on fait descendre le piston, la soupape *a* s'ouvre dès que la force élastique intérieure surpasse celle qui s'exerce du côté A, et le gaz est refoulé dans le récipient.

En combinant plusieurs pompes semblables, et les faisant manœuvrer au moyen d'un volant mis en mouvement par une petite machine à vapeur, Regnault a pu comprimer des gaz jusqu'à 50 atmosphères. — C'est également une disposition de ce genre qu'en emploie dans diverses opérations industrielles.

179. **Loi d'accroissement de la force élastique, dans la manœuvre de la pompe de compression.** — Proposons-nous de déterminer la loi suivant laquelle augmente la force élastique du gaz, dans le récipient où il est refoulé par une pompe de compression. — Nous supposons d'abord la pompe parfaite, comme nous l'avons fait pour la machine pneumatique (169).

Soit H la force élastique, supposée invariable, dans l'espace où la pompe puise le gaz; H₀ la force élastique initiale dans le récipient où elle le comprime; V le volume de récipient, et *v* celui du corps de pompe. — Chaque fois que le piston s'élève, le volume *v* s'emplit de gaz à la pression H; quand il s'abaisse, ce gaz est refoulé dans le récipient et prend alors, sous le volume V, une force élastique $H \frac{v}{V}$, qui s'ajoute à

(*) Le robinet R' peut servir, quand on arrête l'opération, soit à intercepter la communication entre la pompe et le récipient où l'on a fait le vide, soit à laisser rentrer l'air. Pour cela, on a fixé perpendiculairement au tube C un tube horizontal D, comme le montre la projection horizontale de cette partie de l'appareil (fig. 155); le robinet est un robinet à trois voies, disposées comme les deux traits noirs tracés ci-contre, sur sa clef; s'il est placé dans la position de la figure 155, la communication avec le récipient est interrompue, mais l'air peut rentrer dans la pompe; si partant de cette position, on tourne ce robinet d'un quart de circonférence dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre, l'air rentre dans le récipient et dans la pompe; enfin, si on lui fait décrire encore une demi-circonférence, la communication entre le récipient et la pompe est établie comme par un robinet ordinaire.

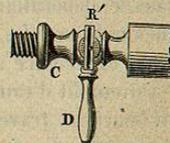


Fig. 155.

la précédente (151). Donc, si l'on désigne par $H_1, H_2 \dots, H_n$, les forces élastiques dans le récipient après 1, 2, ..., n coups de piston, on aura :

$$\begin{aligned} H_1 &= H_0 + H \frac{v}{V}, \\ H_2 &= H_0 + 2H \frac{v}{V}, \\ \dots\dots\dots \\ H_n &= H_0 + nH \frac{v}{V}. \end{aligned} \quad (1)$$

Si l'on considère, en particulier, le cas plus simple où la pompe puise de l'air dans l'atmosphère, et le refoule dans un appareil contenant d'abord de l'air à la pression atmosphérique, on a $H_0 = H$; la force élastique, après n coups de piston, devient alors

$$H_n = H \left(1 + \frac{nv}{V} \right). \quad (2)$$

L'une ou l'autre des formules (1) et (2) montre que la force élastique augmente toujours d'une quantité proportionnelle au nombre n ; donc, théoriquement, et avec une pompe parfaite, la force élastique H_n pourrait devenir aussi grande qu'on voudrait, en donnant un nombre suffisamment grand de coups de piston.

Si maintenant on tient compte du volume u de l'espace nuisible, on trouve, en raisonnant comme précédemment (170), que la force élastique ne peut dépasser une limite f , qui est ici

$$f = H \frac{v}{u}.$$

Enfin, dans la plupart des cas, les fuites qui se produisent dans l'appareil, et qui arrivent à laisser échapper une quantité de gaz égale à celle que la pompe refoule, font que la pression cesse de s'accroître avant d'atteindre des valeurs voisines de cette limite. Il faut alors cesser de faire fonctionner la pompe, et fermer le récipient.

180. Expériences fondées sur la raréfaction ou la compression des gaz. — La machine pneumatique est d'un usage continu dans les laboratoires : nous avons indiqué déjà, à diverses occasions, quelques-unes des expériences qu'elle permet de réaliser. — Citons encore l'expérience suivante :

On emplit d'eau à moitié un petit flacon, et on introduit dans le col un bouchon, traversé par un tube de verre qui est effilé à sa partie supérieure et qui plonge dans l'eau par son autre extrémité. On place le flacon sur la platine, on le couvre d'une cloche (fig. 156), et on raréfie l'air dans la cloche. La force élastique de l'air qui est enfermé dans le flacon fait monter l'eau dans le tube, et on voit le liquide jaillir par

l'extrémité effilée : c'est l'expérience connue sous le nom de *jet d'eau dans le vide*.

Voici une expérience analogue, que l'on réalise en employant la pompe à main comme *pompe de compression*. — On prend un réservoir métallique, à parois très résistantes (fig. 157), dans l'axe duquel est assujéti un tube pénétrant presque jusqu'au fond, et muni d'un robinet à son extrémité supérieure. On introduit d'abord de l'eau dans l'appareil (à peu près jusqu'au trait ponctué); puis, au moyen d'une pompe à main, on refoule de l'air par le tube central : cet air vient s'accumuler dans l'espace qui surmonte la surface du liquide, et y acquiert une force élastique considérable. On ferme le robinet, on enlève la pompe, et on adapte sur le tube un ajutage étroit. Si l'on ouvre alors le robinet, on voit l'eau jaillir à une grande hauteur, en raison de l'excès de la pression intérieure sur la pression atmosphérique. — Cet appareil est connu sous le nom de *fontaine de compression*.

On enlève la pompe, et on adapte sur le tube un ajutage étroit. Si l'on ouvre alors le robinet, on voit l'eau jaillir à une grande hauteur, en raison de l'excès de la pression intérieure sur la pression atmosphérique. — Cet appareil est connu sous le nom de *fontaine de compression*.

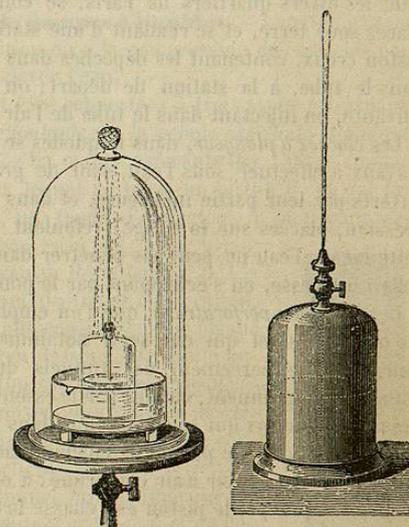


Fig. 156. — Jet d'eau dans le vide.

Fig. 157. — Fontaine de compression.

On enlève la pompe, et on adapte sur le tube un ajutage étroit. Si l'on ouvre alors le robinet, on voit l'eau jaillir à une grande hauteur, en raison de l'excès de la pression intérieure sur la pression atmosphérique. — Cet appareil est connu sous le nom de *fontaine de compression*.

181. Applications industrielles. — La raréfaction ou la compression des gaz donne lieu, dans l'industrie, à de nombreuses applications.

Pour faire bouillir à de basses températures les sirops dont on extrait le sucre, et empêcher ainsi l'altération de ces liquides par la chaleur, on fait continuellement le vide dans les chaudières, au moyen de machines pneumatiques plus ou moins modifiées : l'ébullition se produit alors, comme nous le verrons plus loin, à une température beaucoup plus basse que sous la pression atmosphérique.

On a longtemps employé, pour faire gravir aux trains la pente qui termine le chemin de fer de Paris à Saint-Germain, un système consistant en un gros tube de fonte, placé sur la voie, entre les deux rails, et contenant un piston auquel le train était attaché. Une machine pneumatique puissante, mise en mouvement à l'extrémité de la ligne, faisait le vide dans ce tube : la pression atmosphérique, s'exerçant sur

le piston de l'autre côté, l'entraînait progressivement, avec le train, jusqu'au sommet de la côte (*).

Le *télégraphe atmosphérique*, qui sert à l'envoi de dépêches manuscrites dans les divers quartiers de Paris, se compose d'une série de tubes, placés sous terre, et se rendant d'une station à une autre : une sorte de piston creux, contenant les dépêches dans son intérieur, est introduit dans le tube, à la station de départ ; on le fait parvenir à la station suivante, en injectant dans le tube de l'air comprimé.

Les *cloches à plongeur*, dans lesquelles se placent les ouvriers pour les travaux à effectuer sous l'eau, sont de grands cylindres métalliques, ouverts par leur partie inférieure, et dans lesquels des pompes de compression, placées sur le rivage, refoulent continuellement de l'air ; de cette façon, l'eau ne peut pas pénétrer dans la cloche, et l'air se renouvelle sans cesse, en s'échappant par le pourtour de la cloche.

Les *machines perforatrices*, que l'on emploie pour attaquer les roches les plus dures, et qui ont servi notamment à pratiquer les trous de mine pour le percement des tunnels du mont Cenis ou du Saint-Gothard, comprennent, comme partie essentielle, des espèces de *fleurets*, fixés à des pistons qui sont contenus dans des corps de pompe très résistants. Le corps de pompe de chaque machine est mis en communication avec un réservoir à air comprimé : à chaque arrivée de cet air dans le corps de pompe, le piston est chassé brusquement, et la pointe du fleuret vient choquer brusquement la roche. Ce sont ces chocs répétés qui produisent progressivement les trous de mine, dans lesquels on introduira ensuite la poudre pour faire éclater la roche (**).

Les *freins* que l'on emploie sur la plupart des lignes de chemins de fer, pour arrêter les trains en quelques secondes, sont commandés par des pistons, placés dans des cylindres installés sous chaque wagon. Une petite machine à vapeur, installée sur la locomotive, sert à entretenir une provision d'air comprimé, dans un réservoir à parois très résistantes. Il suffit de faire arriver cet air dans les cylindres, sur l'une des faces des pistons, pour que tous les freins entrent en jeu à la fois. — Dans d'autres systèmes, on fait communiquer les cylindres avec un réservoir vide d'air : c'est alors la pression atmosphérique qui met en mouvement les pistons des freins.

(*) Ce système, appliqué aussi en Irlande et en divers points de l'Angleterre, a été abandonné depuis l'invention des *locomotives de montagnes*, qui permettent également de gravir les pentes, et dont l'emploi est beaucoup moins coûteux.

(**) Dans le percement des tunnels du mont Cenis ou du Saint-Gothard, la compression de l'air dans les réservoirs était produite par des chutes d'eau, que l'on trouve en abondance dans ces pays de montagnes.

II. — POMPES A LIQUIDES.

182. **Diverses espèces de pompes à liquides.** — Longtemps avant d'être appliquées à la raréfaction ou à la compression des gaz, les pompes avaient été employées à élever l'eau.

Les pompes à eau peuvent être rapportées à trois types principaux : la *pompe aspirante*, la *pompe foulante*, et la *pompe aspirante et foulante*.

185. **Pompe aspirante.** — La pompe aspirante (fig. 158) se compose d'un *corps de pompe* CC' dans lequel se meut un piston P, et qui présente, à sa partie inférieure, un *tuyau d'aspiration* T plongeant dans le puisard dont on veut élever l'eau mn ; à sa partie supérieure, se trouve un tuyau de déversement D. A la jonction du corps de pompe et du tuyau d'aspiration, est une soupape ou *clapet* S, qui consiste en une plaque métallique, garnie de cuir en dessous, et mobile autour d'une charnière. Le piston est traversé, parallèlement à son axe, par deux ouvertures munies de clapets s, s' (fig. 159) ; il est garni d'étoupes sur son contour. La tige du piston s'articule avec un levier, au moyen duquel on lui imprime les mouvements d'ascension et de descente.

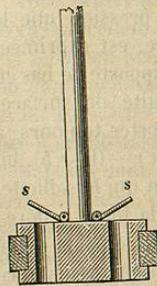


Fig. 159.

Fig. 158.
Pompe aspirante.

Supposons que, la pompe n'ayant pas encore fonctionné, on soulève pour la première fois le piston. Ce mouvement tendant à produire une raréfaction de l'air au-dessous du piston, la soupape S se soulève : elle laisse passer une partie de l'air qui était dans le tuyau d'aspiration, et qui acquiert ainsi une pression moindre que la pression atmosphérique ; par suite, l'eau du puisard s'élève dans le tuyau T, jusqu'à ce que la pression de la colonne d'eau, augmentée de la force élastique de l'air intérieur, produise une pression totale égale à la pression atmosphérique qui s'exerce extérieurement sur mn. — Supposons que l'eau n'atteigne pas encore le point S, au moment où le piston arrive au haut de sa course : l'équilibre de force élastique étant établi au-dessus et au-dessous du clapet S, ce clapet retombe par son propre poids. Quand le piston redescend, il comprime l'air contenu dans le corps de pompe ; il lui fait bientôt acquérir une force élastique suffisante pour que les soupapes s et s' se soulèvent, et laissent échapper

* valvula de portavela o chapa
leta.

cet air au dehors. — Quand le piston est soulevé de nouveau, l'eau s'élève un peu plus encore dans le tuyau d'aspiration, et ainsi de suite, jusqu'au moment où l'eau franchit la soupape S : la pompe est alors *amorcée*. Ce résultat pourra toujours être obtenu, à la condition que le tuyau d'aspiration n'ait pas une hauteur supérieure à 10 mètres environ, au-dessus du niveau mn (*).

La pompe une fois amorcée, on continue à faire fonctionner le piston. Chaque fois qu'il descend, l'eau enfermée dans le corps de pompe franchit les soupapes s, s' . Chaque fois qu'il remonte, il soulève l'eau que supporte sa face supérieure, et la fait écouler par le tuyau de déversement D ; en même temps, il fait pénétrer une nouvelle quantité d'eau du puisard dans le tuyau d'aspiration et dans le corps de pompe.

184. Effort à développer pour manœuvrer la pompe. — Pendant la descente du piston, les clapets s et s' étant ouverts, il y a communication entre le liquide qui se trouve au-dessus de lui et celui qui se trouve au-dessous; les pressions que supportent ses deux faces sont donc sensiblement égales. L'effort qu'il faut exercer, pour faire *descendre* le piston, est donc seulement employé à vaincre les frottements.

Voyons maintenant quel est l'effort à développer pour faire *monter* le piston. — Représentons par H la pression atmosphérique, évaluée *en colonne d'eau*; soit, à un moment quelconque, h la hauteur du piston au-dessus du niveau de l'eau mn , et h' la hauteur de l'eau au-dessus du piston, jusqu'au tuyau de déversement D . — La pression que le piston supporte de haut en bas, sur sa face supérieure, est exprimée, pour l'unité de surface, par $H + h'$; la pression qu'il supporte de bas en haut, sur sa face inférieure, est exprimée, pour l'unité de surface, par $H - h$. La résultante de ces deux pressions, rapportée toujours à l'unité de surface, est exprimée par la différence $(H + h') - (H - h)$, ou $h' + h$. Dès lors, si S est la surface du piston, la pression qui le sollicite, de haut en bas, est $S(h' + h)$. — On voit donc que la force à développer, pour faire monter le piston, est représentée par le poids d'une colonne d'eau ayant pour base le piston, et pour hauteur la distance verticale du tuyau de déversement au niveau de l'eau dans le puisard. Cette force est, en général, assez considérable : il est donc avantageux de l'exercer par l'intermédiaire d'un levier (**).

(*) L'expérience montre que, dans la pratique, l'eau ne peut même pas atteindre cette hauteur, à cause des rentrées d'air qui se produisent entre le piston et le corps de pompe, et aussi à cause de l'espace nuisible qui reste toujours au-dessous du piston quand il est au bas de sa course. Aussi, ne donne-t-on guère aux tuyaux d'aspiration plus de 7 à 8 mètres.

(**) Quant au levier lui-même, on peut remarquer que, dans la pompe aspirante, c'est un levier du *premier genre* (fig. 165), c'est-à-dire dont le point fixe est placé entre le point d'application de la résistance à vaincre, et le point sur lequel s'exerce l'effort du bras qui le manœuvre. Il en résulte que l'effort à développer, pour faire

185. Pompe foulante. — La pompe foulante (fig. 160) se compose d'un corps de pompe CC' entièrement immergé dans l'eau du puisard mn , d'un piston P , et d'un *tuyau de refoulement* R qui prend naissance à la partie inférieure du corps de pompe. A la base du corps de pompe, est une ouverture, avec un clapet S qui s'ouvre de dehors en dedans; à la jonction du corps de pompe et du tuyau de refoulement, est une seconde soupape s qui s'ouvre de dedans en dehors.

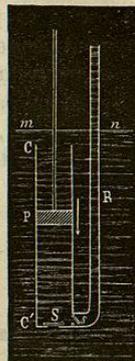


Fig. 160.
Pompe foulante.

Quand on soulève le piston, l'eau pénètre dans le cylindre, en franchissant la soupape S , pour remplir le vide qui tendrait à se former dans le corps de pompe. Quand on fait descendre le piston, la soupape S se ferme : la pression qu'on exerce sur l'eau ouvre la soupape s , et chasse l'eau du corps de pompe dans le tuyau de refoulement. — Dès que le liquide a atteint l'extrémité supérieure du tuyau de refoulement, la pompe débite, à chaque coup de piston, un volume d'eau égal à la capacité du corps de pompe. Mais l'écoulement du liquide se produit *pendant la descente du piston* : c'est le contraire de ce qui avait lieu dans la pompe aspirante.

186. Effort à développer. — On verra, en raisonnant comme dans le cas précédent : 1° que l'effort à développer pour faire *monter* le piston est ici à peu près insignifiant; 2° que, pour le faire *descendre*, il faut lui appliquer une force au moins égale au poids d'une colonne d'eau ayant pour base le piston, et pour hauteur la distance verticale de l'orifice d'écoulement au niveau de l'eau dans le puisard (*).

Mais les deux systèmes de pompes que nous venons d'étudier présentent, en outre, cette différence essentielle, que la pompe aspirante ne peut élever l'eau que jusqu'à une hauteur limitée (185), tandis que la pompe foulante, théoriquement du moins, peut l'élever à une hauteur quelconque, pourvu qu'on applique au piston une force suffisante. — Dans la pratique, il y a toujours, pour chaque pompe, une limite de hauteur, qui dépend de la résistance des parois, et de l'adaptation plus ou moins parfaite de ses diverses pièces mobiles.

monter le piston, se produit *en appuyant* sur l'extrémité du levier, ce qui est, en raison de la conformation de nos organes, la disposition la plus favorable et la moins fatigante.

(*) Le levier, dans la pompe foulante, est un levier du *second genre*, c'est-à-dire dans lequel le point fixe est à l'une des extrémités du levier; l'effort s'exerce à l'autre extrémité, et la résistance est appliquée entre ces deux points. C'est donc encore *en appuyant* sur le levier qu'on triomphe de la résistance, ce qui est, comme nous l'avons fait remarquer (note précédente), la disposition la plus favorable, eu égard à la conformation de nos organes.

187. *Pompes à incendie.* — La pompe à incendie (fig. 161) est une pompe foulante. Elle présente, comme la machine pneumatique ordinaire, un système de deux corps de pompes accouplés; ils sont établis l'un à côté de l'autre dans une même auge, qui sera maintenue constamment pleine d'eau pendant la manœuvre. Les pistons *a, a*, sont mis en mouvement au moyen d'un levier *OO*, mobile autour d'un axe horizontal qui passe par son milieu; tandis que l'un des pistons s'élève, l'autre s'abaisse, et inversement. Au lieu de faire pénétrer l'eau directement dans le tuyau de refoulement, ils la font passer dans un réservoir

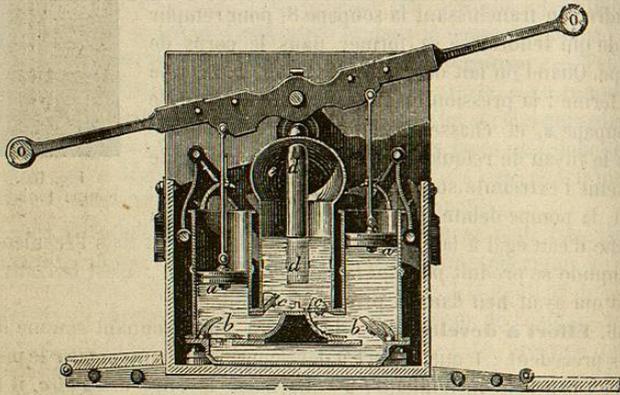


Fig. 161. — Pompe à incendie.

voir *e* qui contient de l'air; le tuyau de refoulement *dd* prend naissance vers la partie inférieure de ce réservoir. Quand le piston de gauche descend, le clapet *b* qui lui correspond se ferme, l'eau soulève le clapet *c*, et pénètre dans le réservoir *e*, dont elle comprime l'air; c'est alors la force élastique de cet air qui fait monter l'eau dans le tuyau de refoulement. Quand le piston de gauche remonte, c'est le piston de droite qui chasse l'eau dans le réservoir, et qui produit un effet semblable. L'air étant sans cesse comprimé dans le réservoir *e*, même aux instants où le mouvement des pistons change de sens, il en résulte un jet sensiblement régulier, par le tube de cuivre ou *lance*, qui termine le tuyau de refoulement. — Pour manœuvrer la pompe, deux groupes d'hommes appuient alternativement sur des barres de bois qui traversent les deux extrémités du levier.

188. *Pompe aspirante et foulante.* — La pompe aspirante et foulante (fig. 162) est une combinaison de la pompe aspirante et de la pompe foulante. Elle se compose d'un tuyau d'aspiration *T*, d'un corps de pompe muni d'un piston plein *P*, et d'un tuyau de refoulement *R*, qui prend naissance à la base du corps de pompe. — Quand le piston

monte, l'eau arrive par aspiration dans le corps de pompe; quand le piston descend, l'eau est refoulée dans le tuyau *R*. Le jeu des soupapes se comprend immédiatement, d'après ce qui a été dit dans les cas précédents.

Nous ferons remarquer enfin que, pour peu que le tuyau de refoulement *R* présente une assez grande hauteur, l'eau exerce sur la face inférieure du piston une pression qui tend à chasser le liquide entre le piston et la paroi du corps de pompe. — On parvient à réaliser une fermeture plus exacte au moyen d'un *piston plongeur* (fig. 165) : c'est un cylindre métallique *P*, dont la hauteur est à peu près égale à celle du corps de pompe; il ne touche pas la paroi du cylindre, mais il traverse une garniture d'étoupes *E*, installée à demeure à la partie supérieure du corps de pompe. Le piston prend ainsi, en descendant, la place de l'eau qu'il chasse dans le tuyau de refoulement.

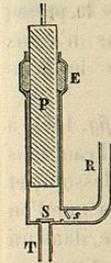


Fig. 165. — Piston plongeur.

189. *Pompe aspirante et élévatrice.* — On modifie quelquefois la construction de la pompe aspirante, de manière à la rendre capable d'élever l'eau à une hauteur plus ou moins grande dans un *tuyau d'ascension* *E* (fig. 164). On ferme alors le corps de pompe à sa partie supérieure, et l'on fait passer la tige du piston dans une garniture d'étoupes fixe. A chaque ascension, en même temps que le piston aspire l'eau du puisard, il élève dans le tuyau *E* l'eau qui est au-dessus de lui. Lorsque le piston redescend, le clapet *S* se ferme, et le liquide traverse les orifices des clapets *s* et *s'*, tandis que son niveau demeure immobile dans le tuyau d'ascension. — Cette disposition a reçu le nom de pompe aspirante et élévatrice. — On reconnaîtra facilement que, dans cette pompe, l'effort à développer, pour élever l'eau jusqu'au sommet du tuyau d'ascension, est égale au poids d'une colonne liquide ayant pour base le piston, et pour hauteur la distance verticale de l'orifice d'écoulement au niveau de l'eau dans le puisard.

Les pompes qui sont destinées aux usages domestiques, et qu'on appelle *pompes ménagères*, sont souvent disposées pour servir, à volonté, comme pompes simplement aspirantes, ou bien comme pompes aspirantes et élévatoires. Dans celle que représente la figure 165, si le robinet *K* du tuyau de déversement est

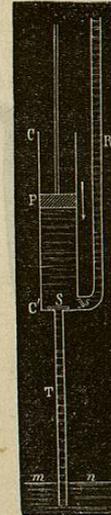


Fig. 162.

de manière à

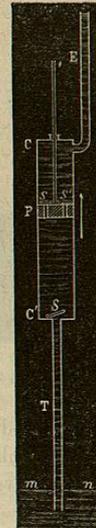


Fig. 164.