

SUBSTANCES.	LAMPE	LAMPE
	D'ARGAND.	LOCATELLI.
Le sel gemme laisse passer.....	92	92
Le spath d'Islande et le verre à glace.....	62	39
Le cristal de roche enfumé.....	37	37
La chaux sulfatée.....	20	11
L'alun.....	12	9

On conclut de là que la chaleur qui, dans la lampe d'Argand, a déjà traversé le verre, se transmet plus facilement au travers des autres substances. Le sel gemme seul laisse toujours passer la même quantité de chaleur incidente.

396. **Influence de la nature de la source.** — La nature de la source de chaleur modifie beaucoup, en général, le pouvoir diathermane des corps, ainsi que le démontrent les résultats obtenus par Melloni en faisant usage de quatre sources différentes. En effet, en représentant encore par 100 les rayons incidents, ce savant a obtenu les résultats consignés dans le tableau suivant :

SUBSTANCES.	LAMPE	PLATINE	CUIVRE	CUIVRE
	de LOCATELLI	incan- descent.	chauffé à 400°.	chauffé à 100°.
Le sel gemme laisse passer..	92	92	92	92
Le spath d'Islande	39	28	6	0
Le verre à glace....	39	24	6	0
La chaux sulfatée.....	14	5	0	0
L'alun.....	9	2	0	0

Ce tableau montre, le sel gemme faisant seule exception, que la proportion de chaleur transmise au travers des solides diminue avec la température de la source, et devient nulle pour une source à 100 degrés. Les liquides offrent le même phénomène.

397. **Différentes espèces de rayons calorifiques.** — Les propriétés que présente la chaleur, dans son passage au travers des corps, ont porté Melloni à faire sur le calorique une hypothèse analogue à celle qui a été faite depuis longtemps sur la lumière. Ainsi que Newton a admis plusieurs espèces de lumières, le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet, qui sont inégalement transmissibles au travers des corps diaphanes, et qui peuvent être combinées entre elles ou isolées, de même Melloni admet l'existence de plusieurs espèces de rayons calorifiques qui seraient émis simultanément, en proportions variables, par les diverses sources de chaleur, et qui seraient doués de la propriété de traverser plus ou moins facilement les substances diathermanes. Celles-ci posséderaient donc une véritable coloration calorifique, c'est-à-dire qu'elles absorberaient certains rayons et laisseraient passer les autres, de la même manière qu'un verre bleu, par exemple, est traversé par la couleur bleue, et ne l'est pas par les autres couleurs.

La théorie de Melloni s'explique très-bien dans le système des ondulations, en admettant que les propriétés des différentes espèces de rayons calorifiques

sont dues à des nombres de vibrations différents, ou à des ondes calorifiques d'inégale longueur.

398. **Applications du pouvoir diathermane.** — Quoique aucune expérience directe n'ait été faite sur le pouvoir diathermane des gaz, on ne peut douter que l'air ne soit très-diathermane, puisque c'est dans ce fluide que se produisent tous les phénomènes de chaleur rayonnante. C'est à cause de leur grand pouvoir diathermane que les couches supérieures de l'atmosphère sont toujours à une basse température, malgré les rayons solaires qui les traversent. L'eau étant peu diathermane, il se produit le phénomène contraire au sein des mers et des lacs. Les couches supérieures participent seules aux variations de température, suivant les saisons, tandis qu'à une certaine profondeur la température reste constante.

Les propriétés des corps diathermanes ont été utilisées pour séparer la lumière et la chaleur qui rayonnent ensemble d'une même source. Le sel gemme recouvert de noir de fumée arrête complètement la lumière et laisse passer le calorique. Au contraire, des lames ou des dissolutions d'alun arrêtent le calorique et donnent passage à la lumière. Ce dernier procédé est appliqué avantageusement aux appareils qu'on éclaire avec des rayons solaires ou avec la lumière électrique, lorsqu'il est nécessaire d'éviter une chaleur trop intense.

Dans les jardins, l'usage des cloches dont on abrite certaines plantes est fondé sur la propriété diathermane du verre, indiquée dans le tableau ci-dessus (396); cette substance est traversée par les rayons solaires, qui ont une haute température, et ne l'est pas par la chaleur qui rayonne du sol.

399. **Diffusion.** — Nous avons déjà dit (384) que la chaleur qui tombe sur la surface d'un corps ne se réfléchit pas totalement suivant les lois de la réflexion démontrées précédemment (373). Une partie se réfléchit irrégulièrement, c'est-à-dire dans toutes les directions autour du point d'incidence. C'est ce phénomène qu'on désigne sous le nom de *diffusion* ou de *réflexion irrégulière* du calorique, et l'on donne le nom de *réflexion régulière*, de *réflexion spéculaire*, à celle qui suit les lois citées ci-dessus. Le phénomène de la diffusion par la surface des corps a été découvert par Melloni.

La réflexion régulière ne se fait que sur des surfaces polies; la réflexion irrégulière, au contraire, se produit sur les surfaces ternes ou rugueuses, comme des plaques de bois, de verre, de métal, dépolies et mates.

Le pouvoir diffusif varie selon la nature de la source et celle des substances réfléchissantes. Les corps blancs sont très-dispersifs pour le calorique qui rayonne d'une source incandescente. Les métaux mats sont encore plus dispersifs que les corps blancs.

CHAPITRE X.

MACHINES A VAPEUR.

400. **Objet des machines à vapeur.** — Les machines à vapeur sont des appareils qui servent à utiliser la force élastique de la vapeur d'eau comme force motrice.

Dans les machines généralement usitées, la vapeur, en vertu de sa force élastique, imprime à un piston un mouvement rectiligne alternatif, qui est ensuite transformé en mouvement circulaire continu, à l'aide de divers organes mécaniques.

Toute machine à vapeur se composant de deux parties bien distinctes, l'appa-

reil où se produit la vapeur et la machine proprement dite, nous décrirons d'abord le premier appareil.

401. **Générateur de vapeur.** — On appelle *générateur* ou *chaudière*, l'appareil qui sert à la production de la vapeur. La figure 270 représente une vue longitudinale, et la figure 271 une coupe transversale d'un générateur de machine fixe. Ceux des locomotives et des bateaux à vapeur en diffèrent beaucoup. Ce générateur consiste en un long cylindre de tôle PM, fermé à ses deux extrémités par deux calottes sphériques. Au-dessous sont deux cylindres B, B, d'un plus petit diamètre, également de tôle, et communiquant avec le générateur chacun par deux tubulures. Ces cylindres se nomment *bouilleurs*. Destinés à recevoir le *coup de feu* du foyer, ils sont complètement remplis d'eau, tandis que le gros cylindre l'est seulement à un peu plus de moitié. Au-dessous des bouilleurs est le foyer, dans lequel on brûle de la houille ou du bois. Afin de multiplier la surface de chauffe et d'utiliser toute la chaleur entraînée par les produits de la combustion, on fait circuler ceux-ci dans des conduits de briques qui entourent les parois des bouilleurs et du générateur. Ces conduits, qu'on nomme *carneaux*, divisent le fourneau en deux compartiments horizontaux F, F, et D, C, D (fig. 271). En outre, le compartiment supérieur est partagé en trois carneaux distincts D, C, D, par deux cloisons verticales, qui ne sont pas représentées dans le dessin et correspondent des deux côtés aux bouilleurs. La flamme et les produits de la combustion, rasant d'abord le dessous des bouilleurs d'avant en arrière, reviennent en sens contraire par le carneau central C; puis, se divisant, ils se rendent enfin, par les carneaux latéraux D, D, dans le tuyau K de la cheminée, d'où ils se perdent dans l'atmosphère.

Légende explicative des figures 270 et 271.

- B, B *Bouilleurs* au nombre de deux. Ils sont toujours pleins d'eau, et, placés au centre du foyer, ils reçoivent directement le coup de feu.
- C, D, D *Carneaux* qui entourent les bouilleurs et les parois inférieures du générateur. Ils servent à utiliser la chaleur entraînée par les produits de la combustion.
- E *Flotteur* du sifflet d'alarme s.
- F, F *Foyer*.
- F' *Flotteur* destiné à indiquer le niveau de l'eau dans la chaudière. Il se compose d'une pierre rectangulaire plongeant en partie dans l'eau, comme le montre la déchirure pratiquée dans la paroi du générateur. Cette pierre, qui est suspendue à l'extrémité d'un levier, est maintenue en équilibre par la perte de poids qu'elle éprouve dans l'eau et par un contre-poids a. Tant que l'eau s'élève à la hauteur voulue, le levier qui soutient le flotteur reste horizontal; mais il incline vers F lorsqu'il n'y a pas assez d'eau, et en sens contraire, s'il y en a trop. Dans l'un comme dans l'autre cas, le chauffeur est prévenu pour régler convenablement l'introduction de l'eau d'alimentation.
- K *Tuyau* de la cheminée par lequel se dégage le produit de la combustion. C'est pour activer le tirage qu'on donne à ce tuyau une très-grande hauteur.
- M, P *Générateur* cylindrique de tôle, relié aux bouilleurs par quatre tubulures, et rempli d'eau à un peu plus de moitié.
- S *Soupape de sûreté*, déjà décrite en parlant de la marmite de Papin (327).
- T *Trou d'homme*, qui s'ouvre pour les nettoyages et les réparations du générateur. Le trou d'homme est à fermeture *autoclave*, c'est-à-dire se fermant elle-même. Pour cela, cette fermeture consiste en un couvercle appliqué intérieurement contre les bords de la paroi. Là, une vis de pression non-seulement le maintient, mais le presse de bas en haut contre ces mêmes parois. Puis, plus la tension de la vapeur est élevée,

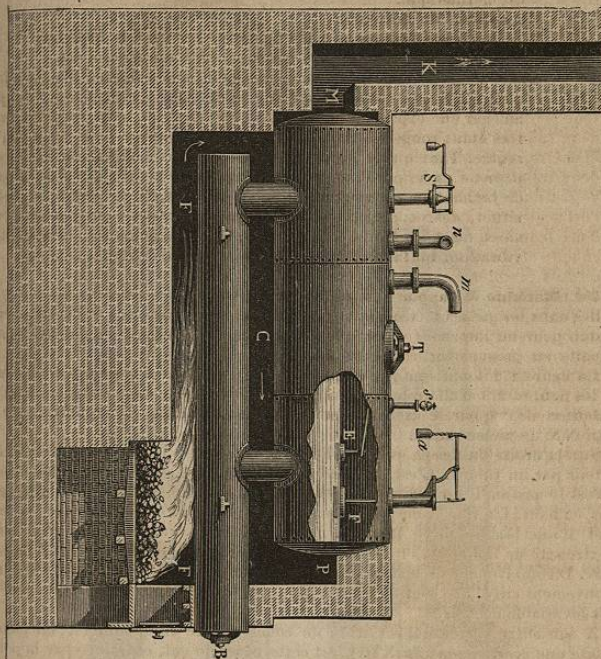


Fig. 270.

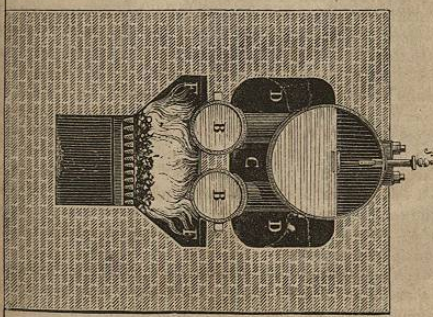


Fig. 271.

plus le couvercle est pressé contre les parois, et plus la fermeture est hermétique.

a, Contre-poids du flotteur.

m, Tube qui laisse dégager la vapeur pour se rendre à la machine.

n, Tube qui donne entrée à l'eau d'alimentation du générateur.

s, Sifflet d'alarme, ainsi nommé parce qu'il sert à donner l'alarme lorsqu'il n'y a plus assez d'eau dans la chaudière, circonstance qui peut amener une explosion lors de la rentrée de l'eau, parce qu'alors les parois étant rouges, il se produit un excès de vapeur au moment où l'eau rentre. Tant que le niveau n'est pas trop bas dans la chaudière, la vapeur ne passe pas dans le sifflet; mais si le niveau baisse au-dessous de la hauteur convenable, un petit flotteur E, qui ferme le pied du sifflet, descend et donne issue à la vapeur. Celle-ci, en s'échappant, vient raser les bords d'un disque métallique mince, et le mettant en vibration, lui fait rendre un son aigu, qui avertit le chauffeur.

402. **Machine à vapeur à double effet.** — On nomme *machines à double effet*, celles dans lesquelles la vapeur agit alternativement au-dessus et au-dessous du piston pour lui imprimer un mouvement rectiligne alternatif, qu'on transforme ensuite en mouvement circulaire continu.

La figure 272 donne une vue d'ensemble d'une machine à vapeur à double effet, et les figures 273 et 274 représentent une coupe verticale du cylindre et de la distribution de vapeur. Cette machine est toute de fonte, et supportée par un bâti NN de même métal.

Sur la droite du dessin est un cylindre *p* dans lequel la vapeur arrive du générateur par un tube *x*. C'est dans ce cylindre, dont la figure 274 montre la coupe, qu'est le piston T sur lequel la vapeur agit alternativement de haut en bas et de bas en haut. La tige A du piston, participant à ce double mouvement, le transmet à une longue pièce B qu'on nomme *bielle*, et qui s'articule d'un bout à l'extrémité de la tige A, et de l'autre à une pièce plus petite M, qui est la *manivelle*. Du mouvement ascendant et descendant de la bielle, la manivelle reçoit un mouvement circulaire continu qu'elle transmet à l'*arbre de couche* D, auquel elle est invariablement fixée.

A son autre extrémité, cet arbre de couche porte une poulie G, sur laquelle passe une *courroie sans fin* XY. C'est cette courroie qui, entraînée par la poulie, va transmettre au loin le mouvement à des machines-outils, telles que tours, laminoirs, scieries, presses à imprimer, etc. A côté de la poulie G en est une seconde qui n'est pas fixée à l'arbre, et qu'à cause de cela on nomme *poulie folle*. Elle sert à arrêter le mouvement des machines-outils que fait marcher la machine à vapeur sans arrêter cette dernière. Pour cela, au moyen d'une fourchette de fer qui n'est pas représentée dans le dessin, et qui embrasse la courroie, on fait passer celle-ci de la poulie G sur la poulie folle. La courroie ne transmettant plus aucune force motrice, les machines qu'elle faisait mouvoir s'arrêtent aussitôt.

Sur l'arbre de couche est en outre une grande roue de fonte V, qu'on nomme *volant*. Cette roue, qui a une très-grande masse, est nécessaire pour entretenir le mouvement de la machine. En effet, chaque fois que le piston arrive au haut et au bas de sa course, il éprouve un arrêt très-court, pendant lequel le mouvement de toute la machine tend à être suspendu. Mais alors le volant, par un effet d'inertie et en vertu de sa vitesse acquise, entraîne l'arbre de couche avec lui et maintient ainsi le mouvement régulier.

403. **Régulateur à force centrifuge.** — Le mouvement des machines à vapeur tend sans cesse à s'accélérer ou à se retarder, soit parce que la tension de la vapeur varie dans le générateur, soit parce que le nombre des machines-outils auxquelles le mouvement est transmis est plus ou moins considérable. C'est pourquoi Watt a ajouté à ses machines un *régulateur à force centrifuge*. On

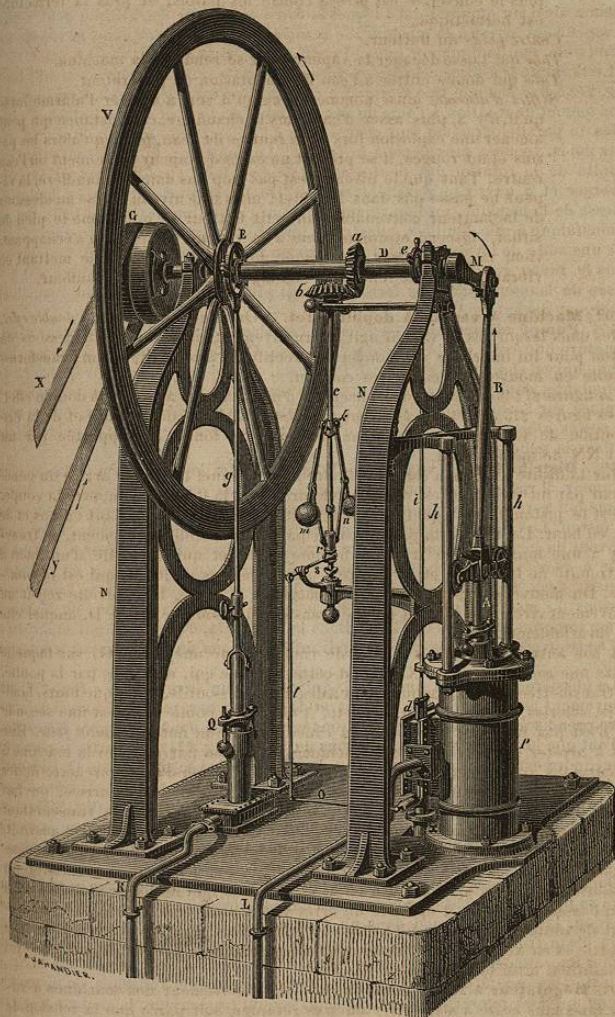


Fig. 272 (h = 2^m).

nomme ainsi un appareil dans lequel la force centrifuge est utilisée pour régler la vapeur qui arrive à la machine, de manière à l'augmenter quand la vitesse est trop faible, et à la diminuer quand la vitesse est trop grande.

Le régulateur à force centrifuge consiste en un parallélogramme articulé *kmnr* (fig. 272), fixé sur une tige verticale *c*, à laquelle l'arbre de couche transmet son mouvement de rotation à l'aide de deux roues d'angle *a* et *b*. Les branches latérales du parallélogramme sont chargées de deux boules de fonte *m* et *n*, qui, par leur poids, tendent sans cesse à le fermer. Au contraire, la force centrifuge qui résulte de la rotation des boules avec la tige *c* tend constamment à les faire diverger et à ouvrir le parallélogramme. De là, suivant le plus ou moins de vitesse de la machine, un mouvement de haut en bas ou de bas en haut, qui se communique à une douille *r*, glissant le long de la tige *c*. C'est cette douille qui, par une suite de leviers *s*, *t*, *O*, fait ouvrir ou fermer une valve *v* (fig. 273), placée dans le tuyau *x* par lequel arrive la vapeur. On a soin que cette valve soit disposée de manière qu'elle se ferme d'autant plus, que les boules du régulateur divergent davantage.

404. Pompe alimentaire. — Il est nécessaire d'alimenter le générateur d'eau, à mesure que celle qu'il contient se vaporise. Or c'est la machine à vapeur elle-même qui est chargée de ce travail. Pour cela, on y ajoute une pompe *Q*, aspirante et foulante, dont la tige *g* reçoit son mouvement de va-et-vient d'un excentrique *E* placé sur l'arbre de couche (fig. 272). Cette pompe, qu'on désigne sous le nom de *pompe alimentaire*, aspire l'eau d'un puits et la refoule par un tube de cuivre *R* dans le générateur.

405. Distribution de vapeur. — Pour compléter la description de la machine à vapeur, il reste à faire connaître la *distribution de vapeur*, c'est-à-dire le mécanisme qui sert à faire passer la vapeur alternativement au-dessus et au-dessous du piston. Les figures 273 et 274 donnent une coupe de ce mécanisme. La vapeur arrivant du générateur par le tube *x* se rend dans une boîte de fonte *d*, qui est la *boîte à distribution*. De celle-ci, dans l'épaisseur même des parois du cylindre, partent deux conduits *a* et *b*, dirigeant la vapeur, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du piston. Une pièce mobile *y*, qu'on nomme la *glissière*, ou le *tiroir*, ferme toujours un de ces conduits. Dans la figure 274, c'est le conduit supérieur *a* qui se trouve fermé, et la vapeur arrivant en dessous du cylindre fait monter le piston.

La glissière est fixée à une tige *i*, qui reçoit d'un excentrique *e* (fig. 272) un mouvement alternatif de bas en haut et de haut en bas, en vertu duquel la glissière prend successivement les positions représentées dans les figures 273 et 274.

Tant que la vapeur arrive en dessous du piston (fig. 274), la partie supérieure du cylindre est en communication, par le conduit *a*, avec une cavité *O* d'où part un tuyau *L* (fig. 272). C'est par ce tuyau que se dégage la vapeur qui vient d'agir sur le piston. Puis, quand la vapeur arrive au-dessus du piston (fig. 273), c'est la partie inférieure du cylindre qui communique, par le conduit *b*, avec la même cavité *O* et avec le tuyau *L*. D'où l'on voit que les conduits *a* et *b* servent alternativement à l'arrivée et à la sortie de la vapeur.

Dans les machines à haute pression (408), la vapeur qui se dégage par le tuyau *L* va se perdre dans l'atmosphère; mais dans les machines à basse ou à moyenne pression, la vapeur se rend dans un vase clos, nommé *condenseur*. Ce vase est plein d'eau froide, au contact de laquelle la vapeur se condense; ce qui fait gagner une atmosphère, puisque le vide tend toujours à se produire sur la face du piston opposée à celle qui reçoit l'action de la vapeur. Toutefois, quoique une pompe spéciale renouvelle constamment l'eau du condenseur, la chaleur que lui cède la vapeur par le fait de la condensation la maintient toujours à près de 40 degrés. Mais on sait qu'à cette température, la tension de la vapeur qui reste dans le condenseur est bien inférieure à celle de la vapeur qui arrive du générateur (316).

La machine représentée dans la figure 272 est une *machine à haute pression, sans condenseur*. De plus, c'est une *machine à bielle articulée*, système dû à l'ingénieur anglais Maudslay. La machine de Watt, identique sous tous les autres rapports, était à *balancier*; c'est-à-dire que le mouvement de la tige du piston se transmettait à l'extrémité d'un énorme balancier de fonte, mobile en son milieu

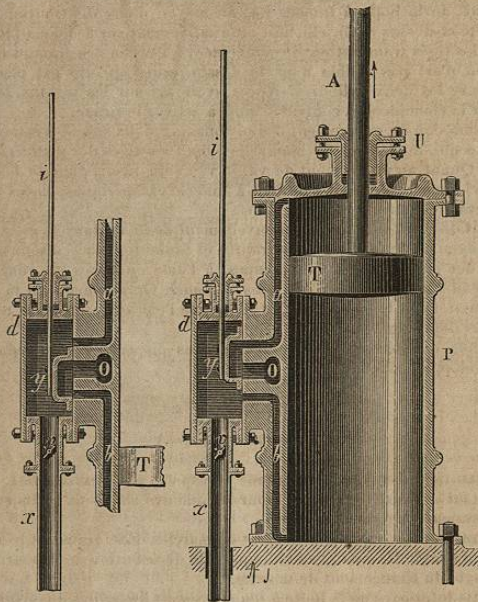


Fig. 273.

Fig. 274.

sur deux tourillons, et c'était ensuite ce balancier qui, à son autre extrémité, communiquait le mouvement à la bielle, à la manivelle et à l'arbre de couche.

406. Locomotives. — On appelle *machines locomotives*, ou simplement *locomotives*, des machines à vapeur qui, montées sur un train de voiture, se déplacent elles-mêmes en transmettant le mouvement aux roues.

Dans les locomotives, le balancier et le volant des machines fixes sont supprimés. La forme du générateur est aussi complètement modifiée. Les parties principales de ces machines sont le *châssis*, la *boîte à feu*, le *corps cylindrique* de la chaudière, la *boîte à fumée*, les *cylindres à vapeur* avec leurs tiroirs, les *roues motrices* et l'*alimentation*.

Le châssis est un cadre de bois de chêne porté par les essieux des roues et soutenant lui-même toutes les parties de la machine. Le dessin (fig. 275) représente le mécanicien qui dirige la locomotive, monté sur la plate-forme de tôle qui recouvre le châssis, au moment où il se dispose à ouvrir la *prise de vapeur* *I*, placée dans la partie supérieure de la boîte à feu *Z*. A la partie inférieure de celle-ci est le foyer, d'où la flamme et les produits de la combustion se rendent dans la boîte

à fumée Y, puis dans le tuyau de cheminée, après avoir traversé 125 tubes de cuivre, qui sont entièrement plongés dans l'eau de la chaudière.

La chaudière, qui relie la boîte à feu à la boîte à fumée, est de cuivre rouge, de forme cylindrique et d'un mètre de diamètre environ; elle est entourée de douves d'acajou, qui, par leur faible conductibilité, s'opposent au refroidissement. En sortant de la chaudière, la vapeur se rend dans les deux cylindres placés de chaque côté de la boîte à fumée. Là, au moyen d'une distribution analogue à celle décrite ci-dessus (405), elle agit alternativement sur les deux faces des pistons dont les tiges transmettent le mouvement à l'essieu des grandes roues. Cette distribution n'est pas visible dans le dessin, parce qu'elle est placée sous le châssis, entre les deux cylindres. Après avoir agi sur les pistons, la vapeur se dégage par la cheminée, et contribue ainsi à activer le tirage.

La transmission du mouvement des pistons aux deux grandes roues se fait par deux bielles qui, au moyen de manivelles, lient les tiges des pistons à l'essieu de ces roues. Quant au mouvement de va-et-vient du tiroir, dans la boîte à distribution de chaque cylindre, il s'obtient à l'aide d'excentriques placés sur l'essieu des deux grandes roues.

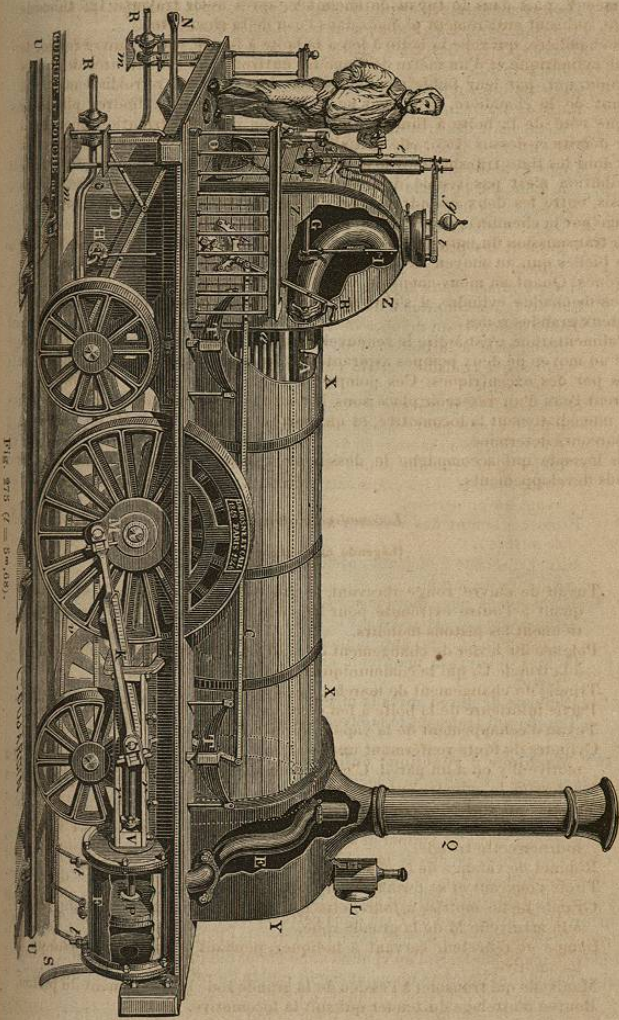
L'alimentation, c'est-à-dire le renouvellement de l'eau dans la chaudière, s'obtient au moyen de deux pompes aspirantes et foulantes placées sous le châssis et mues par des excentriques. Ces pompes, à l'aide de tubes de communication, aspirent l'eau d'un réservoir placé sous le tender. On nomme ainsi la voiture qui suit immédiatement la locomotive, et qui porte l'eau et le charbon nécessaires à un parcours déterminé.

La légende qui accompagne le dessin nous dispense d'entrer dans de plus grands développements.

Locomotive à dôme.

[Légende explicative.]

- A Tuyau de cuivre rouge recevant la vapeur par l'extrémité I, et se bifurquant à l'autre extrémité pour la conduire aux deux cylindres qui contiennent les pistons moteurs.
- B Poignée du levier de changement de marche. Elle transmet le mouvement à la tringle C, qui le communique à la distribution de vapeur.
- C Tringle du changement de marche.
- D Partie inférieure de la boîte à feu contenant les grilles du foyer.
- E Tuyau d'échappement de la vapeur après qu'elle a agi sur les pistons.
- F Cylindre de fonte renfermant un piston moteur. De chaque côté de la locomotive il y en a un pareil. C'est afin de laisser apercevoir le piston qu'on a dessiné le cylindre entr'ouvert.
- G Tringle qui sert à ouvrir le tiroir I pour laisser passer la vapeur dans le tube A. Dans le dessin, le mécanicien tient à la main le levier qui fait tourner cette tringle.
- H Robinet de vidange de la chaudière.
- I Tiroir s'ouvrant et se fermant à la main pour la prise de vapeur.
- K Grande bielle motrice à fourchette réunissant la tête de la tige du piston à la manivelle M de la grande roue.
- L Lampe et réflecteur servant à indiquer, pendant la nuit, l'approche de la locomotive.
- M Manivelle qui transmet à l'essieu de la grande roue le mouvement du piston.
- N Bouton d'attelage du tender qui suit la locomotive.
- O Porte du foyer par laquelle le chauffeur introduit le coke.
- P Piston métallique dont la tige s'articule à la bielle K.
- Q Tuyau de la cheminée par lequel se dégage la fumée, ainsi que la vapeur qui sort des cylindres.



- R, R Tuyaux conduisant l'eau du tender à deux pompes foulantes qui alimentent la chaudière, mais qui ne sont pas visibles dans le dessin.
- S Chasse-pierres destiné à écarter les pierres ou tout autre objet encombrant la voie.
- T, T Ressorts qui supportent la chaudière.
- U, U Rails de fer maintenus sur la voie par des coussinets de fonte fixés eux-mêmes sur des traverses de bois.
- V Encadrement de la boîte à étoupe des cylindres.
- X, X Corps cylindrique de la chaudière, recouvert de douves d'acajou destinées à diminuer la perte de chaleur par leur faible conductibilité. On voit, au-dessous du tube A, jusqu'où s'élève le niveau de l'eau dans la chaudière. Au milieu même de l'eau sont les tubes de cuivre *a*, dans lesquels passent les produits de la combustion pour se rendre dans la boîte à fumée.
- Y Boîte à fumée dans laquelle débouchent les tubes *a*.
- Z, Z Boîte à feu surmontée d'un dôme dans lequel se rend la vapeur.
- a* Tubes de cuivre au nombre de 125, ouverts aux deux bouts, et se terminant d'une part à la boîte à feu, de l'autre à la boîte à fumée. Ce sont ces tubes qui transmettent la chaleur du foyer à l'eau de la chaudière et la vaporisent.
- b* Secteur-guide placé sur le côté de la boîte à feu, et portant des crans dans lesquels peut engrener le bras du levier B. Le cran extrême d'avant correspond à la marche en avant, le cran extrême d'arrière à la marche en arrière; le cran du milieu est un point mort. Les crans intermédiaires entre celui-ci et les crans extrêmes donnent la détente pour la marche en avant ou en arrière.
- e* Étuis contenant des ressorts à boudin qui règlent le jeu des soupapes de sûreté *i*.
- g* Sifflet d'alarme se faisant entendre à 2000 mètres.
- i* Soupapes de sûreté.
- m, m* Marchepieds pour monter sur le tablier de la locomotive.
- n* Tube de cristal placé devant le mécanicien, et indiquant le niveau de l'eau dans la chaudière, avec laquelle il communique par ses deux bouts.
- r, r* Guides destinés à maintenir en ligne droite le mouvement de la tête du piston.
- t, t* Robinets de purge après la mise en train et l'échauffement des cylindres.
- v* Tringle qui transmet le mouvement aux robinets de purge.

407. **Machines à réaction; éolipyle.** — On nomme *machines à réaction*, des machines dans lesquelles la vapeur agit par réaction, à la manière de l'eau dans le tourniquet hydraulique (84). L'idée de ces machines est déjà bien ancienne: 120 ans avant J.-C., Héron d'Alexandrie, le même qui inventa la fontaine qui porte son nom, a décrit l'appareil suivant, connu sous le nom d'*éolipyle à réaction*.

C'est une sphère creuse de métal (fig. 276), pouvant tourner librement autour de deux tourillons. Aux extrémités d'un même diamètre sont fixées deux tubulures percées latéralement, en sens contraire, d'orifices par lesquels se dégage la vapeur. Pour introduire de l'eau dans cette sphère, on la chauffe d'abord, afin de raréfier l'air, puis on la plonge dans l'eau froide; l'air se contracte et le liquide pénètre dans la boule. Si l'on chauffe alors l'appareil jusqu'à l'ébullition, la vapeur qui se dégage lui imprime un mouvement rapide de rotation, qui est dû à la pression de la vapeur sur la paroi opposée à l'orifice de sortie.

Diverses tentatives ont été faites dans le but d'utiliser en grand la réaction de la vapeur comme force motrice; on a aussi essayé de la faire agir par impulsion, en dirigeant un jet de vapeur sur la palette d'une roue tournante; mais, dans ces différents procédés, la vapeur a toujours été loin de rendre l'effet utile qu'on obtient en la faisant agir par expansion sur un piston.

408. **Machines à basse, à haute et à moyenne pression.** — Une machine est dite à *basse pression*, lorsque la tension de la vapeur ne dépasse pas 1 atmosphère et $\frac{1}{2}$; à *moyenne pression*, lorsque la tension de la vapeur est comprise entre 2 et 4 atmosphères; et à *haute pression*, quand la vapeur agit avec une tension supérieure à 4 atmosphères.

409. **Machines à détente et sans détente.** — Si la vapeur arrive en plein sur le piston, pendant toute la durée de sa course, sa force élastique reste sensiblement la même, et l'on dit que la vapeur agit *sans détente*; mais si, par une disposition convenable du tiroir, la vapeur cesse d'arriver sur le piston, lorsque celui-ci est seulement aux deux tiers ou aux trois quarts de sa course, alors elle se

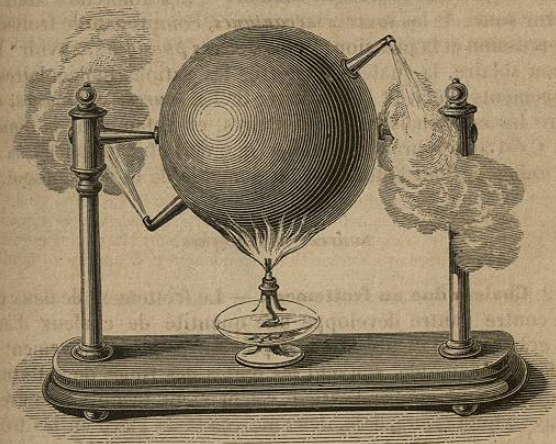


Fig. 276 (h = 18).

détend, c'est-à-dire qu'en vertu de sa force expansive, due à sa haute température, elle agit encore sur le piston et achève de lui faire parcourir sa course. De là la distinction de *machines avec détente* et de *machines sans détente*.

Enfin, on appelle *machines à condensation*, celles qui sont munies d'un condenseur où la vapeur se liquéfie après qu'elle a agi sur le piston; et *machines sans condensation*, celles qui n'ont pas de condenseur: telles sont les locomotives.

410. **Cheval-vapeur.** — En mécanique appliquée, on entend par *travail mécanique* d'un moteur, le produit de l'effort qu'il exerce par le chemin parcouru par cet effort, et l'on prend pour unité de travail mécanique le *kilogrammètre*, qui est le travail nécessaire pour élever 1 kilogramme à 1 mètre de hauteur en 1 seconde.

Dans la mesure du travail des machines à vapeur, on prend pour unité le *cheval-vapeur*, qui représente le *travail nécessaire pour élever 75 kilogrammes à 1 mètre de hauteur en 1 seconde*; c'est-à-dire qu'il équivaut à 75 kilogrammètres. Par conséquent, une machine de 40 chevaux est celle qui peut élever, d'une manière continue, 40 fois 75 kilogrammes, ou 3000 kilogrammes, à 1 mètre de hauteur par seconde. Le travail d'un cheval-vapeur est à peu près double de celui d'un cheval de trait ordinaire.