

II. Essai sur la Science des Machines; par A. GUENYVEAU, Ingénieur des Mines dans les départemens du Rhône, de la Loire et du Puy-de-Dôme.

A Lyon, de l'Imprimerie de J. B. KINDELEM; et se trouve chez REYMANN et Compagnie, Libraires, rue Saint-Dominique, n°. 63. — 1809.

M. Guenyveau s'est proposé, pour le moment, d'offrir un ouvrage dans lequel il s'attache moins à remplir le cadre qu'il a tracé, qu'à développer les idées que ses recherches lui ont suggéré sur les moyens de perfectionner la Science des Machines. Nous sommes persuadés que la manière savante dont est écrit l'Essai que nous annonçons, fera désirer que l'auteur s'empresse de mettre bientôt le public à portée de jouir entièrement du résultat de son travail.

---

## JOURNAL DES MINES.

---

N°. 146. FÉVRIER 1809.

---

### DESCRIPTION ET THÉORIE

*Des Soufflets cylindriques anglais, avec quelques projets sur l'amélioration de ces machines.*

Par JOSEPH BAADER, Conseiller de la Direction générale de Bavière, Membre du Bureau intime des Mines, Salines, etc. etc. Imprimée à Munick, chez JOSEPH LINDANER, en 1805.

Traduit de l'allemand par M. \*\*\*.

---

### PREMIÈRE PARTIE.

*Description des Soufflets cylindriques anglais, leur avantage et les défauts des autres soufflets.*

---

§. 1<sup>er</sup>.

#### *Considérations préliminaires.*

L'INVENTION des soufflets cylindriques est plus remarquable par leur simplicité que par l'effort d'esprit qu'elle a exigé. On est étonné

Volume 25.

F

qu'ils n'aient pas été découverts et perfectionnés depuis long-tems. Cette machine si précieuse est introduite en Angleterre et en Ecosse depuis plus de 30 ans ; elle y est aujourd'hui d'un usage général ; elle remplace avec beaucoup d'avantage les anciens soufflets , et elle a fait époque dans toutes les fonderies. La construction des soufflets cylindriques est très-simple , parce que ce n'est réellement qu'une pompe de compression sous de grandes dimensions. Le mérite de l'invention est donc moins dans la conception de son plan que dans le choix des moyens que l'on a employés pour vaincre les difficultés qui s'opposaient à son exécution. Quoique ces machines puissent être construites avec différentes substances, on préfère les métaux, parce qu'ils ont plus de force, plus de durée, et qu'ils peuvent être travaillés avec plus de précision. Parmi ces derniers on a choisi le fer fondu, parce qu'il est plus économique pour les maîtres de forges et plus à leur proximité (1). Le travail des forges en Allemagne était, il y a quelques années, fort éloigné de celui que l'on pratiquait en Angleterre,

(1) En Silésie, on a construit des cylindres en bois avec des pistons garnis de cuir : mais sans avoir égard à la difficulté de construction que ces machines présentent ; leur peu de durée, les variations que le bois éprouve, et l'usée inégal par la friction des pistons, avaient fait regarder ces machines comme inférieures aux soufflets de bois. On peut en dire autant de ces machines connues sous le nom de *caisses* ou de *soufflets prismatiques*, que l'on a introduites depuis plusieurs années en Silésie, au Hartz, en Bohême et en France. Ces caisses de bois prismatiques, rabotées dans l'intérieur, et dans lesquelles le frottement est augmenté, parce

particulièrement pour les ouvrages de fer fondu. La construction des soufflets cylindriques en fer y aurait éprouvé des difficultés qui les auraient fait abandonner s'ils n'avaient pas été déjà exécutés par les Anglais. En Angleterre on court des risques pour réussir, lorsqu'il y a un profit réel à espérer. Depuis long-tems on y coulait et l'on y forait de grands cylindres de fonte pour les machines à vapeur ; on était donc pourvu de tous les instrumens nécessaires pour ce travail ; il ne fallait qu'une occasion pour y faire naître cette idée et pour la mettre à exécution.

J'ai fait connaître, dans un autre ouvrage (1), les défauts essentiels des soufflets ordinaires, et j'y renvoie pour ne pas me répéter ; je me contente de rapporter ici quelques observations dont je n'ai pas parlé. Il entre de l'air chaud

---

qu'il est occasionné par des tringles de bois pressées par des ressorts fixés sur le piston comme dans les soufflets de bois ordinaires, partagent en général le même inconvénient que ces derniers (a). (*Note de l'Auteur.*)

(1) Description d'un nouveau soufflet inventé par J. Baader, imprimée à Goettingue, chez Dudrick, en 1794.

Je puis me flatter d'avoir, dans ce petit ouvrage, dirigé l'attention des maîtres de forges sur des machines plus exactes que celles que l'on employait. Personne, avant moi, ne s'était occupé de cette question : depuis dix ans on a fait des essais de soufflets cylindriques au Hartz, en Saxe et en Bohême, avec plus ou moins de succès. (*Note de l'Auteur.*)

---

(a) Les inconvéniens des cylindres et des caisses en bois sont peut-être exagérés par l'auteur : il paraît qu'il n'a pas eu connaissance des caisses en dales de pierre qui ont beaucoup de succès en ce moment. (*Note du Traducteur.*)

par la buse lorsque le soufflet aspire ; cette quantité augmente avec la force du vent : 1<sup>o</sup>. parce que l'un des soufflets aspirant lorsque l'autre inspire, le premier prend de l'air du second ; 2<sup>o</sup>. parce que l'air inspiré par la buse est plus raréfié, et contient, sous un même volume, une masse d'oxygène moins considérable. Ces défauts sont indépendans des dangers auxquels les soufflets de bois sont exposés en aspirant la flamme et les étincelles qui ont quelquefois occasionné l'incendie de toute l'usine.

Les soufflets cylindriques exempts de ces défauts, méritent d'ailleurs la préférence pour plusieurs raisons.

1<sup>o</sup>. La friction des cuirs des pistons dans les cylindres de fonte polie, est peu de chose en comparaison des liteaux pressés par les ressorts dans les caisses en bois, où une grande partie de l'air comprimé est perdue sans utilité. En faisant toucher les pistons au fond des cylindres, on évite ce grand espace rempli d'air comprimé qui reste dans les soufflets de bois, et l'on obtient, avec la même force, de beaucoup plus grands effets, ou ce qui est la même chose, on obtient le même effet avec une force moindre (1).

(1) D'après les observations du maître de forges Rambourg, un soufflet cylindrique, mis en mouvement avec 80 pieds cubes d'eau, tombant de 10<sup>o</sup> pieds de haut, donne par minute, 400 pieds cubes d'air, tandis que deux soufflets, mus avec 81 pieds cubes d'eau tombant de la même hauteur, ne produisaient que 140 pieds cubes dans le même tems. Le

2<sup>o</sup>. Avec les soufflets cylindriques on peut condenser l'air dans un degré beaucoup plus fort, et donner au vent une plus grande vélocité que dans les soufflets de bois ou de cuir, dont les effets sont généralement plus circonscrits et quelquefois même insuffisans. On peut encore augmenter ou diminuer plus facilement l'intensité du vent dans les premières machines soufflantes que dans les secondes.

3<sup>o</sup>. Les effets uniformes des cylindres qui produisent un jet d'air constant et non interrompu, leur donnent encore un grand avantage sur les autres soufflets dont le jet est alternatif. L'expérience prouve tous les jours qu'un courant d'air constant est plus avantageux pour les hauts fourneaux, et que l'on brûle moins de charbon pour obtenir la même quantité de fonte, que lorsque le jet d'air a une vitesse variée.

4<sup>o</sup>. Les soufflets étant doubles, exigent un grand espace près de la tuyère, ce qui diminue la masse et affaiblit le fourneau. Les cylindres exigent moins de place, et peuvent être établis loin du fourneau, ce qui diminue considérablement le vide de la voussure qui correspond à la tuyère ; le vent peut y être conduit par des tuyaux particuliers.

5<sup>o</sup>. Le déplacement des tuyaux, lorsqu'il faut travailler à la tuyère, exige beaucoup de bras, tandis qu'un seul ouvrier peut enlever le tuyau qui conduit l'air de la machine à la

produit des deux machines avec la même force est ::  $\frac{140}{81}$  :  $\frac{400}{80}$  :: 1,728 : 5, presque :: 1 : 3. Voyez *Journal des Mines* an VI, n<sup>o</sup>. 38, page 106. (*Note de l'Auteur.*)



tuyère, et qu'il peut exécuter tous les changemens et lui donner toutes les directions avec la plus grande facilité.

6°. On peut enfin, avec une seule machine soufflante, fournir à plusieurs fourneaux le vent qui leur est nécessaire, soit qu'ils marchent ensemble, soit qu'ils n'aillent qu'alternativement, tandis qu'il faut une paire de soufflets ordinaires à chaque bouche à feu : on gagne donc par-là dans l'emplacement et dans la dépense de construction et d'entretien. Une seule roue fait mouvoir la machine, et il en faut souvent une pour chaque paire de soufflets, si ce n'est que l'on emploie des tringles et des leviers pour communiquer le mouvement de l'une à l'autre ; mais dans ce cas la multiplicité des frottemens augmente considérablement la force qu'il faut employer.

Si, indépendamment de ces avantages, on considère encore la durée de ces machines qui sont presque indestructibles, il ne reste d'autres objections que dans la dépense qu'elles exigent ; mais ici il faut comparer l'intérêt du capital avec l'économie dans les forces, et dans les dépenses de réparation et d'entretien, qui l'emporte de beaucoup sur l'intérêt de l'argent. En général, les machines les plus parfaites et les plus durables, quoique les plus chères, sont toujours les plus économiques.

#### *Observations.*

Indépendamment des grandes dépenses que ces machines occasionnent, et que bien des maîtres de forges ne pourraient pas supporter,

il existe une nouvelle cause qui empêchera long-tems d'introduire ces soufflets dans toutes les forges, c'est la difficulté de se procurer une machine pour les alléser. Ces deux inconvéniens doivent, dans beaucoup de circonstances, faire préférer les soufflets hydrauliques que j'ai déjà fait établir dans quelques forges du Palatinat. Ces machines ont beaucoup d'avantages sur celles que l'on emploie, et peuvent leur être préférées (a).

#### §. I I.

#### *Distribution générale des soufflets cylindriques.*

*Description d'un soufflet que l'on fait aller par une machine à vapeur et auquel et adapté un réservoir d'air ou régulateur à piston.*

Les soufflets sont mus, en Angleterre, par des roues hydrauliques à aube ou à auge, ou par des machines à vapeur ; les plus anciennes machines, qui étaient mues par des roues hydrauliques, étaient composées de deux cylindres verticaux de quatre à cinq pieds de diamètre, placés l'un à côté de l'autre et ouverts par le haut ; leurs pistons en cuir étaient élevés et abaissés par deux balanciers, dont le mouvement d'oscillation était produit par la pression de cames fixées sur l'arbre de la roue ; ce mouvement

(a) Les soufflets hydrauliques de M. Baader, publiés dans le *Journal des Arts et Manufactures*, tom. 15, p. 225, peuvent être l'objet de quelques discussions, et ne doivent pas être adoptés sans examen. (*Note du Traducteur.*)

était en tout semblable à celui des volans des soufflets en bois ordinaires. L'air comprimé dans chaque cylindre par la descente du piston, sortait par un tuyau placé dans la partie inférieure et qui communiquait à la tuyère. L'expérience ayant appris qu'un jet d'air continu était plus favorable à la marche du fourneau et à l'économie du travail, on réunit un plus grand nombre de cylindres que l'on fit communiquer à un seul tuyau par lequel l'air était conduit à la tuyère. Il devait y avoir à l'ouverture de communication de chaque cylindre avec le tuyau commun, des soupapes qui favorisaient la sortie de l'air des cylindres et s'opposaient à leur entrée; les balanciers des pistons étaient mus par des cames cycloïdales de fer fondu, ou par des leviers attachés à la manivelle de l'arbre selon l'art hydraulique; on parvenait par ce moyen à obtenir un courant uniforme sans régulateur, lorsque le tuyau conducteur du vent avait d'assez grandes dimensions.

On se sert en Angleterre de machines à vapeur partout où les eaux manquent pour faire aller les machines soufflantes; on les préfère dans beaucoup de circonstances aux courans d'eau, parce qu'elles sont construites avec de la fonte de fer, qu'elles peuvent être mises en activité avec la poussière qui reste sur la place après la carbonisation de la houille; ce qui est beaucoup plus économique que de construire des réservoirs, etc. Les machines à vapeur ont encore deux nouveaux avantages, 1<sup>o</sup>. elles sont indépendantes des localités, et l'on craint moins les accidens qui arrêtent les

roues hydrauliques; 2<sup>o</sup>. elles peuvent être placées dans les lieux les plus favorables à l'économie du transport des matières premières, telles que le minerai, le combustible, etc., parce que l'on peut les établir à leur proximité sur un terrain sec. Ce mode est si estimé en Angleterre et en Ecosse, que l'on préfère partout l'exécution des machines à vapeur, qui exige une grande mise de fonds, que de placer les fourneaux à la proximité des eaux. On trouve dix usines mues par des machines à vapeur sur une mise en mouvement par l'eau (1).

Une machine soufflante simple, mise en mouvement par une machine à vapeur, est ordinairement composée d'une pompe cylindrique à air et d'un régulateur, dans lesquels sont des pistons plus ou moins chargés. On voit *pl. II, fig. 1*, la coupe de la machine dans le sens de sa longueur, *fig. 2*, son élévation dans le sens de sa largeur, et *fig. 3*, le plan. *AA, fig. 1*, est le balancier mobile sur son axe *C*, posé sur un fort support; l'autre extrémité du balancier communique à la tige du piston de la machine à vapeur; ce balancier est terminé des deux côtés par un arc de cercle; à l'extrémité *BB* pend une chaîne de fer *aa* en

(1) Cette machine est enfin employée dans la vallée de Coalbroade et à Carron en Ecosse, pour repomper les eaux qui ont passé sur les roues hydrauliques, et les reporter dans des réservoirs d'où elles retombent sur les roues: par ce moyen, un petit filet d'eau suffit pour faire aller de nombreux machines, il suffit de fournir à l'évaporation; cependant l'application immédiate de ces machines à celles que l'on emploie dans les forges est préférable. (*Note de l'Auteur.*)

forme de chaînette de montre ; cette chaîne communique , par son extrémité inférieure , à la tige *bb* du piston de la machine soufflante. Cette tige , parfaitement cylindrique , passe par une ouverture *ss* du couvercle du cylindre à air *CC* , et dans laquelle elle est exactement pressée pour qu'il ne sorte pas d'air par cette ouverture. On voit , *fig. 4* , les détails de cette boîte à cuir sur une plus grande échelle. Cette boîte *aa* est fixée au-dessus du couvercle *CD* par deux vis *SS*. La partie inférieure est percée d'une ouverture assez grande pour laisser passer librement la tige ; le vide de la boîte est bouché avec des étoupes ou du chanvre imbibé d'huile. Cette substance est comprimée dans la boîte par le couvercle *ef* qui bouche exactement la boîte et par lequel passe la tige ; cette boîte est fixée par une plaque circulaire qui est assujétie à la masse par des écroues *mm*. On entretient la boîte humectée d'huile pour que le frottement soit doux et que la tige soit constamment comprimée. La partie supérieure *b* entre dans un cylindre creux *kk* ; elle y est retenue par un morceau de fer *il* qui se fixe par des clavettes. Ce cylindre est terminé par sa partie supérieure par un anneau dans lequel est attaché la dernière articulation de la chaîne. Cette tige est fixée dans sa partie inférieure au piston *KK* , *fig. 1* , qui est lui-même percé de deux ouvertures *VV* , sur lesquelles sont deux soupapes à clapet.

Sur la partie supérieure du soufflet , *fig. 1* , est un second cylindre *DD* , qui sert de régulateur ; il est fermé dans le bas par un fond et dans le haut par un piston *PP* ; il communique

à la machine soufflante par une ouverture *x* sur laquelle est une soupape. Le piston est maintenu horizontalement par une tige carrée *fg* , retenue dans une entaille par sa partie supérieure (1).

Au fond du régulateur est une seconde ouverture *E* par laquelle le vent sort : cette ouverture communique à la tuyère du haut fourneau par un long tuyau *EF* , à l'extrémité duquel est fixé , par le moyen d'un conduit de cuir *ik* , la buse *kl* ; la flexibilité du tuyau donne la facilité de varier sa direction et de le sortir de la tuyère , lorsque le vent ne doit plus entrer dans le fourneau. A l'extrémité *F* du tuyau est une soupape de sûreté *h* , chargée d'un poids pour tempérer la force du vent , ce poids est fixé à l'extrémité du levier *de*.

On peut consulter les *fig. 5* , *6* et *7* pour connaître les détails du piston : il est composé d'une rondelle de fer fondu *KK* , *fig. 5* , dont le diamètre a deux à trois pouces de moins que le diamètre du cylindre : ce disque est percé dans son milieu d'un trou carré pour y attacher la tige ; il est en outre percé de quatre trous rectangulaires *VVVV* , *fig. 7* , pour servir d'entrée à l'air ; dans l'intervalle qui sépare deux de ces ouvertures , sont percés cinq petits trous pour y placer des vis. Sur ces ouvertures sont posées les soupapes à clapet *WW* , *fig. 6* ; elles y sont fixées par une bande de

(1) On peut encore , pour plus de sûreté , suspendre le bout *f* à l'extrémité d'un balancier de six pieds de long , et faire monter cette tige entre deux colonnes , à la manière des moulins à scier le bois. ( *Note de l'Auteur.* )



bois *aa* attachée sur le piston par des vis ; cette bande comprime et arrête les bandes de cuir qui servent de charnières aux pistons (1).

Au tour du bord du disque du piston, on fixe, par le moyen de six à dix courbes de bois *rrr*, *fig. 5 et 7*, une bande de cuir de vache *LL*, *fig. 5*. Les courbes sont serrées avec des vis. Entre le cuir et la masse du piston, dans le vide qui reste, on met de la laine ou de la bourre de vache que l'on comprime fortement, afin que le frottement soit doux et égal. Lorsque le piston est ainsi achevé, on pose dans son milieu, et l'on y arrête, par le moyen d'une clavette *c*, *fig. 5*, le bout carré de la tige du piston *bb*, puis on le place dans le cylindre.

Voici comme cette machine agit. Lorsque le piston de la machine à vapeur, qui n'est pas représentée dans cette figure (2), monte, l'extrémité *BB*, *fig. 1*, du balancier qui lui est opposé, descend, et le piston *KK* de la machine soufflante, suspendu à cette extrémité par la chaîne *aa*, descend par son propre poids ; alors les soupapes *VV* s'ouvrent, l'air entre dans le cylindre et l'emplit. Aussitôt que

(1) Pour donner plus de sûreté aux soupapes, on peut encore appliquer par-dessous des morceaux de peau de chèvre ou de brebis fort minces et parfaitement appliqués. (*Note de l'Auteur.*)

(2) Comme je ne me propose dans cet ouvrage de ne décrire que les machines soufflantes et non celles à vapeur, j'invite les lecteurs à consulter sur cette seconde partie l'excellent ouvrage de M. Prony, publié sous le titre de *Nouvelle Architecture hydraulique.* (*Note de l'Auteur.*)

le piston de la machine à vapeur est à sa plus grande élévation, il descend ; l'extrémité *BB* du balancier s'élève, il entraîne le piston *KK* et l'air est comprimé. Les soupapes *VV* se ferment en même-tems que la soupape supérieure *x* s'ouvre, l'air entre dans le régulateur, une partie s'échappe par l'ouverture *l* du conduit *EF*, l'autre se condense dans le cylindre *DD* jusqu'à ce que l'élasticité de l'air puisse vaincre la pression et le frottement du piston *PP*, alors le piston s'élève et l'espace vide se remplit d'air comprimé. Le piston de la machine soufflante *KK* étant arrivé au haut du cylindre, l'action de la vapeur cesse de faire descendre le piston de la machine, il s'élève, l'extrémité *BB* du balancier s'abaisse, et avec lui le piston *KK*, aussitôt l'air condensé du régulateur sort, ferme la soupape *x*, et pendant que le cylindre *CC* s'emplit de nouvel air, le régulateur *DD* se vide d'une partie du sien, mais de manière qu'il en contient encore lorsque le piston *KK* remonte, pour comprimer l'air contenu dans le cylindre *CC*, jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre les deux pressions, de l'air du régulateur et de celui du cylindre ; le piston *KK* se levant encore, l'air qu'il presse exerçant une plus grande action, soulève la soupape *x*, et un nouvel air entre dans le régulateur. De cette manière, le régulateur reçoit une partie du nouvel air au moment où son piston *PP* descendant, comprime l'air qui lui restait, pour le faire sortir. Ce piston est donc tantôt actif et tantôt passif, tantôt élevé par l'air entrant, tantôt baissé par l'air sortant, ce qui produit un courant d'air égal

et non interrompu sortant par l'ouverture *l* de la buse.

Ce régulateur, avec son piston, est construit sur les mêmes principes que les soufflets doubles des maréchaux.

Il est essentiel que le piston chargé du régulateur soit élevé, pendant qu'il lui arrive de l'air, d'une quantité égale à celle dont il s'abaisse pendant que le soufflet s'emplit, afin que le courant d'air soit constant, et que l'air sortant soit également comprimé (1), d'où suit le principe suivant : qu'il faut rendre égaux les tems de l'élévation et de l'abaissement du piston, et donner au régulateur de telles proportions, qu'il contienne au moins la moitié du volume du soufflet.

Mais comme il est extrêmement difficile, pour ne pas dire impossible, de donner au régulateur de telles dimensions et au piston une telle charge, que son élévation soit dans tous les tems égale à son abaissement, on préfère de le construire sous de telles proportions, qu'il s'élève un peu plus qu'il ne s'abaisse ; et comme par cet excès d'élévation le piston pourrait, au bout d'un tems, être jeté hors du cylindre, on le perce d'un trou circulaire que l'on recouvre d'une soupape chargée *r*, et que l'on

(1) Cette égalité de pression n'a jamais lieu, parce que pour élever le piston il faut que le ressort de l'air fasse équilibre à sa pression plus son frottement, et lorsqu'il descend il comprime l'air avec un poids égal à sa pression, moins son frottement. L'air a donc dans les deux instans une différence de compression égale au double du poids auquel correspond le frottement. ( *Note de l'Auteur.* )

suspend à l'extrémité d'un levier *mn*. Lorsque le piston s'élève à une trop grande hauteur, un des bouts *m* de ce levier rencontre une cheville *p* qui le baisse pendant que le piston se lève, et le détermine par ce mouvement à soulever la soupape *r* pour faire sortir tout l'air excédent (1).

### §. III.

#### *Moyens proposés pour améliorer ce régulateur.*

Il est facile d'apercevoir, qu'en plaçant une soupape sur la partie supérieure du régulateur, on perd une grande partie de l'air qu'il reçoit, de là une partie de la force que l'on emploie.

Pour éviter cet inconvénient, et pour empêcher la trop grande élévation du piston sans perdre la plus petite partie de l'air qu'il reçoit, je propose le régulateur suivant, *pl. II, fig. 8*. Le cylindre du régulateur est fermé dans sa partie supérieure par un disque de fonte, au milieu duquel passe la tige du piston dans une boîte à cuir *ss*. Ce couvercle assujéti au cylindre avec des vis, est percé de deux ouvertures fermées par des soupapes *xx* qui s'ouvrent par-dedans en tombant par leur propre poids : ces soupapes communiquent à une

(1) Le bruit que produit l'air en sortant par cette ouverture est si fort, qu'il est entendu à une grande distance de la forge. ( *Note de l'Auteur.* )



tringle flexible  $ff$  par une chaînette  $fx$ ; le piston en s'élevant éloigne la tringle des soupapes, jusqu'à ce que la chaînette ferme les soupapes; alors l'air contenu dans la partie supérieure et qui ne peut s'échapper, se condense jusqu'à ce que son élasticité fasse équilibre à celui que la machine soufflante fait entrer dans le régulateur par la soupape  $V$ . L'air qui continue d'entrer se comprime davantage, et celui qui est au-dessus lui fait toujours équilibre: la trop grande élévation est empêchée ici par un moyen doux et sans secousse.

La *fig. 9* présente un nouveau moyen peu différent du premier.  $AD$  est le couvercle du régulateur;  $bb$  la tige du piston qui passe dans la boîte à cuir  $ss$ ;  $V$  la soupape supérieure;  $EE$  le tuyau de communication avec la machine soufflante;  $F$  le tuyau qui conduit l'air à la tuyère du haut fourneau. La tige du piston  $bb$  communique au levier  $MN$  par une chaîne attachée à la fois à l'arc  $kk$  et à la tige  $bb$ , de manière que les mouvemens de celui-ci déterminent ceux de celui-là;  $f$  est un ressort à l'extrémité duquel est attachée une chaîne qui ferme la soupape  $V$ . Sur le levier  $MN$ , est une masse  $Q$ , qui peut se mouvoir le long du levier par l'engrenage de la roue dentée  $r$  sur la crémaillère  $aa$ ; ce qui permet de faire varier la pression du piston, et par-là de changer le moment statique de son poids.

## §. I V.

*Description d'un régulateur à eau, et d'un réservoir de vent d'une capacité invariable.*

Le régulateur à eau dont on voit la coupe, *fig. 10* et le plan, *fig. 11*, consiste en une caisse prismatique formée de plaques de fonte  $AB$ ,  $CD$ , et  $DA$ , fermée par-dessus, entièrement ouverte par-dessous, placée sur des madriers  $aaa$ , et fixée avec des tringles de fer et des vis  $sss$ , au fond d'un réservoir en pierres  $MNOP$ , à moitié rempli d'eau, de manière que cette eau ait une libre communication avec l'intérieur de la caisse. La plaque supérieure de la caisse est percée de deux trous, l'un destiné à établir une communication avec le tuyau  $EE$  qui amène l'air de la machine soufflante  $H$  dans le régulateur; l'autre sert d'orifice, de sortie, afin que l'air passant par le tuyau  $FF$ , puisse être conduit à la tuyère des hauts fourneaux.

L'air arrivant de la machine soufflante  $H$ , entre dans la caisse, comprime l'eau intérieure  $WW$ , et fait baisser sa surface en même-temps que l'eau s'élève à l'extérieur de la caisse dans le réservoir  $uu$ , alors l'air comprimé par l'excès de la colonne d'eau extérieure, sur celle intérieure, sort par l'ouverture  $FF$ . Cette pression continue pendant que la machine soufflante pompe de nouvel air extérieur pour le faire entrer dans la caisse. La masse d'air entrant peu comprimée dans la caisse, étant plus grande d'abord que celle qui sort pendant les

deux mouvemens alternatifs du piston de la machine soufflante, l'air s'accumule dans le régulateur, sa pression et son élasticité augmentent : la quantité d'air sortant dans le même tems, augmente dans la même proportion, et cette augmentation continue jusqu'à ce que la masse d'air sortie pendant les deux mouvemens alternatifs du piston, soit égale à celle qui entre dans le même tems ; alors la machine est arrivée à l'état d'équilibre, et la variation dans la vitesse du vent est imperceptible (1).

On a fait usage d'un troisième régulateur dans les forges de Doven, près de Muirkirk en Ecosse, qui est beaucoup plus simple que ces deux derniers. Il consiste dans une grande cave creusée dans un rocher à la proximité du haut fourneau ; l'air de la machine soufflante entre dans cette cave, bien fermée d'ailleurs, et il sort par une autre ouverture qui le conduit à la tuyère ; mais la difficulté de cons-

(1) Ce réservoir d'une grande capacité, dans lequel l'air touche une grande surface d'eau, rend des services essentiels ; il est généralement préféré en Angleterre, quoiqu'il exige de grandes dépenses et un grand emplacement. On n'observe dans ces réservoirs aucune influence dans le travail occasionné par l'humidité réelle ou imaginaire de l'air qui touche l'eau. Cette préférence est une réponse victorieuse contre les préjugés de quelques maîtres de forges qui s'opposent à l'introduction des soufflets à eau (a). (Note de l'Auteur.)

(a) L'auteur s'est trop pressé de conclure que l'humidité de ce régulateur n'occasionnait aucun dommage ; on répondra à sa conclusion dans l'ouvrage sur les Forges, que l'on se propose de publier incessamment. (Note du Traducteur.)

truire un pareil réservoir, qui est plus de 200 fois plus considérable que le cylindre, celle de le remplir d'air chaque fois que l'on veut faire aller le fourneau, sont cause que, malgré sa grande simplicité, on n'en a pas encore construit de semblable, à ce que je sache. L'idée extrêmement simple du troisième régulateur, paraît avoir été prise du chalumeau à souder, dans lequel la partie inférieure et plus large fait l'office du régulateur ou de chambre, et contribue à produire un jet d'air non interrompu, pendant que le poumon de l'ouvrier respire de l'air nouveau (1).

## S. V.

*Description d'une machine soufflante mue par l'eau en appliquant des cames cycloïdales à l'arbre de la roue hydraulique. — Divers changemens de ce mécanisme.*

Lorsqu'il y a assez d'eau pour faire mouvoir une roue à aube ou une roue à auge, on se sert ordinairement de l'arbre de cette roue sur laquelle on a fixé des cames cycloïdales pour faire mouvoir le piston dans le cylindre : un des plus simples est celui qui est représenté par les fig. 12 et 13. La fig. 12 fait voir la coupe verticale, et la fig. 13 le plan horizontal.

(1) C'est moins dans ce réservoir que dans la bouche qu'est le régulateur des chalumeaux, car on obtient également un jet d'air continu avec un chalumeau sans réservoir. (Note du Traducteur.)

Les deux cylindres renversés sont fixés sur des madriers, et le piston *P*, placé dans son intérieur, retombe par son propre poids. La tige du piston *gg*, fixée verticalement par trois triangles, est attachée aux extrémités circulaires de deux balanciers *AA* par des chaînes. Ces balanciers oscillent sur des axes *mm*. Des cames cycloïdales de fonte de fer *abc, fed* fixées par anneaux de fonte sur l'arbre *WW* de la roue hydraulique, passent sur l'autre extrémité du levier pour le faire baisser: par cette pression, le bout circulaire qui se meut en sens contraire, élève la tige du piston, celui-ci en montant dans le cylindre, force l'air qu'il contenait à soulever la soupape supérieure *V* et à sortir par le conduit *DD* pour être lancé dans la tuyère. Lorsque l'extrémité *a* de la came échappe, le piston retombe par son propre poids: en tombant, les soupapes inclinées *w'* s'ouvrent, et le cylindre se remplit d'air. Aussitôt que le piston est descendu, la came vient represser l'extrémité du balancier pour faire élever de nouveau le piston et sortir l'air du cylindre. Pour empêcher que le piston ne descende avec trop de vitesse, on suspend, à l'extrémité du balancier qui communique à la came, des caisses *BB'* que l'on charge de pierres, et pour diminuer le choc de la tige des pistons et des balanciers, on place au-dessus des pièces élastiques qui diminuent insensiblement le choc.

On conçoit que, pour avoir un courant d'air uniforme, il faut remplir deux conditions: 1°. que l'un des deux pistons commence à être soulevé par la came qui lui correspond lorsque

celle de l'autre l'abandonne; 2°. que le mouvement de chaque piston soit uniforme. Dans la théorie qui suivra ces descriptions, je déterminerai les lois selon lesquelles la courbe des cames qui n'est ni une cycloïde, ni une épicycloïde, doit être construite pour parvenir au point essentiel. Je donnerai même une méthode pratique et complète, dont chaque maître de forges pourra faire usage sans avoir aucune connaissance mathématique (1).

On a appliqué, dans quelques forges, des rouleaux de fer fondu sur les balanciers pour diminuer le frottement, mais ces rouleaux compliquent la machine sans augmenter son avantage, car la différence des frottemens en glissant où en roulant est peu de chose dans cette circonstance, et lorsque les cames sont polies (2) et bien graissées, le mouvement est doux et facile.

Les cames sont tellement placées sur les roues, dans la machine que l'on vient de décrire, que chaque piston n'est élevé qu'une fois dans chaque mouvement circulaire: ce mouvement est plus simple et plus facile que

(1) MM. Strenkel et Blumhof ont publié une longue dissertation sur les courbures des cames pour obtenir un soufflé égal et uniforme. Cet ouvrage, qui a été imprimé à Leipsick, est accompagné de beaucoup de dessins; mais les auteurs n'ont déterminé, ni par la théorie, ni par la pratique, la vraie courbe qui appartient aux cames. (*Note de l'Auteur.*)

(2) Comme les cames et les morceaux de fer placés à l'extrémité des balanciers sont de fer fondu, que leurs surfaces sont rudes et inégales, il faut détruire leurs aspérités en les frottant sur du grès, afin de diminuer leur frottement. (*Note de l'Auteur.*)



si l'on réunissait deux cames sur l'arbre pour chaque piston. Quelques maîtres de forges sont persuadés qu'en doublant les cames on augmente la quantité d'air ; c'est une erreur, si toute la force de la roue est employée dans l'une et l'autre machine. En proportionnant le cylindre à la roue et à l'eau, on obtient un plus grand effet des cames simples que des cames doubles, et puis, le mouvement avec des cames simples, est plus égal, plus uniforme, et la machine se construit plus facilement.

On peut donner différentes dispositions aux machines soufflantes mues par des cames simples. La *fig. 14* représente un de ces arrangemens. Ici les balanciers *AB*, *A'B'* sont dans une position verticale. Les arcs de cercle *A*, *A'* sont attachés à la tige du piston par une chaîne ; une roue *R* et un poids *S* retardent la descente du piston, et les cames *abc*, *def* pressent contre les bouts *B B'* des balanciers pour soulever le piston.

Par un nouveau changement, *fig. 15*, on peut faire lever le piston par en haut en perçant la partie supérieure du cylindre, et y plaçant une boîte à cuir *S* dans laquelle passe la tige cylindrique : les balanciers *AB* sont mus par une tringle *mm* qui communique à un levier *EF* oscillant autour du point *E* ; la came *abc*, passant sur ce levier, le baisse : par cet abaissement, il élève l'arc de cercle *A*, sur lequel est une chaîne, après laquelle la tige du piston est suspendue ; l'autre tige inférieure *qq'* est maintenue entre des pièces de bois pour qu'elle tombe verticalement.

Ces deux modes de mouvement sont, dans

beaucoup de circonstances, préférables à ceux de la *fig. 12*. Cependant l'usage de chacun de ces moyens dépend de la localité, de la position de l'arbre et de la distribution des balanciers.

### §. VI.

#### *Application des roues dentées au mouvement des machines soufflantes par l'action de l'eau.*

On a proposé depuis plus d'un siècle l'usage des roues dentées partiellement, comme un bon moyen d'obtenir un mouvement de *va et vient*. On les a en conséquence appliquées à des pompes aspirantes et foulantes. Leur préférence est fondée sur ce que leur frottement est moins considérable, que leur élévation est plus grande, et qu'elles ont un mouvement plus égal que les cames : cependant ce moyen a été constamment abandonné, parce qu'il avait un mouvement trop lent, et que, lorsque l'on voulait accélérer ce mouvement, la résistance occasionnée par l'engrenage augmentait dans un plus grand rapport, qu'il produisait des secousses violentes et occasionnait souvent des fractures. Cette résistance et ces secousses sont inévitables dans les pompes où la colonne d'eau a toujours un poids considérable ; mais dans les machines soufflantes, de semblables effets ne sont pas à craindre, parce qu'il n'y a, à mouvoir, que les pistons dont la masse n'est pas très-grande, et que d'ailleurs la résistance de l'air, qui est faible en commençant, n'augmentant

que successivement, et à mesure qu'il est pressé dans le cylindre, me porta à croire que l'on pouvait se servir de ce mécanisme pour les machines soufflantes, et qu'il pourrait être préféré aux autres (1).

La *fig.* 16 représente le mécanisme d'une machine soufflante mue par une roue dentée. Cette roue *AAA* est fixée sur l'arbre de la roue hydraulique; sa circonférence est divisée en six parties, dont trois ont des dents d'engrenage et les trois autres sont vides; sur la tige du piston est fixée une crémaillère dans laquelle la roue s'engrène: en tournant, elle soulève le piston jusqu'à ce que la dernière dent de la roue échappe, alors le piston tombe, par son propre poids, qui peut être ralenti par un poids *s*, suspendu à l'extrémité d'une chaîne qui passe sur la roue *R*, pour s'attacher ensuite sur la tige *qq*. Lorsque le piston est descendu, la première dent du second engrenage prend dans la crémaillère pour soulever le piston de nouveau: on élève par ce moyen trois fois le piston pendant la révolution entière de la roue. Comme il existe deux cylindres et que l'on doit en arbrer deux roues d'engrenage, une pour chaque cylindre, il faut: 1°. que l'engrenage de l'une des roues corresponde au vide de l'autre, afin que les pistons soient élevés successivement; 2°. que

(1) J'ai proposé, dans la description que j'ai publiée il y a onze ans, l'usage des roues demi-dentées pour le mouvement des machines soufflantes; elles ont depuis été appliquées, dans le Hartz, à ces sortes de machines avec beaucoup de succès. (*Note de l'Auteur.*)

l'arc qui est couvert de dents soit, sur chaque roue, plus grand que celui qui est vide, afin que l'un des pistons commence à monter un peu avant que l'autre n'échappe.

On voit dans la *fig.* 17 une petite variation dans le mécanisme, en ce que: 1°. le piston n'a pas de soupape; 2°. que deux forces agissent sur lui, l'une le soulève et l'autre l'abaisse; 3°. que la roue dentée n'a que quatre divisions et deux mouvemens dans une révolution: ici le piston est suspendu à l'extrémité de l'arc *A* du balancier *AB*. Un poids placé en *B* soulève le piston lorsque la roue *R* n'engrène pas dans la crémaillère; le piston en s'élevant forme un vide dans le cylindre et l'air entre par la soupape *W*; lorsque le piston est élevé, la roue *R* engrène dans la crémaillère *mm* et l'abaisse, l'air comprimé ferme la soupape *W*, et soulève celle *V* pour s'échapper par le conduit *D*.

## §. VII.

*Construction d'une machine soufflante cylindrique mise en mouvement par la force de l'eau avec des manivelles coudées.*

L'expérience a fait voir que si quatre pistons sont mis en mouvement, l'un après l'autre, dans les cylindres, par une manivelle coudée à angles droits, et telles que les deux angles qui sont sur une même direction, fassent mouvoir deux balanciers supérieurs et alternatifs, le courant d'air obtenu était continu et constant, lorsque les quatre cylindres communiquent à un grand

conduit qui sert de réservoir. On peut obtenir le même effet par trois cylindres, mais le courant est un peu inégal; avec deux cylindres, il est difficile de se passer de régulateur, à cause de l'inégalité du mouvement des pistons qui est lent à l'origine, qui augmente jusqu'à la moitié de sa course, et qui diminue ensuite jusqu'à la fin, ce qui causerait même quelquefois des cessations instantanées de vent si le mouvement était très-lent.

Comme ces machines à quatre cylindres sans régulateur, ou à deux cylindres avec un régulateur, exigent une plus grande dépense et un plus grand local, il est naturel de leur préférer les cylindres doubles sans régulateur, que nous avons précédemment décrit. Cependant, afin de compléter ce que je puis dire sur les machines soufflantes, je vais donner la description d'une des meilleures machines de ce genre qui ait été construite jusqu'à présent; je vais faire connaître celle que le célèbre mécanicien anglais *Smeaton*, a fait exécuter il y a plus de 20 ans, à Carron en Ecosse, avec le plus grand succès. Elle est représentée en coupe verticale, *fig. 18*, et en plan horizontal, *fig. 21*.

*AA* est la roue hydraulique à auge traversée par un axe de fonte de fer *mn*, supporté par un massif *DD*, *EE*, sur lequel est la crapaudine dans laquelle tourne le tourillon.

*BB*, *B'B'*, *B''B''*, *B'''B'''*, les quatre grands balanciers. On n'en voit que trois, parce que le second est caché par le premier.

*CC*, les quatre cylindres posés sur des mardriers *MN* entaillés les uns dans les autres.

*PP*, les pistons qui se meuvent dans les cylindres.

*hh*, *gg*, *ff*, murs qui supportent les mardriers.

*V*, *W*, *V*, *W*, conduit commun dans lequel l'air de chaque cylindre arrive.

*D*, tuyau qui conduit l'air à la tuyère du fourneau.

(1) (2) (3) (4) *b*, *g*, quatre manivelles coudées placées à angles droits et coulées en fonte de fer.

*k*, *k'*, *k''*, *k'''*, manchon qui réunit les manivelles coudées les unes aux autres pour ne former qu'un seul axe.

*MN*, *M'N'*, *M''N''*, *M'''N'''*, pièces de bois qui portent les crapaudines dans lesquelles tournent les tourillons de chaque manivelle.

1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, tringles qui établissent la communication entre les extrémités *B*, *B'*, *B''*, *B'''* des balanciers et des manivelles coudées.

*SS* *fig. 19*, boulons qui attachent les tiges des pistons et les tringles des manivelles aux balanciers.

*fig. 18*, l'ouverture par laquelle l'air entre dans le cylindre lorsque le piston se lève.

*V*, soupape qui se lève lorsque l'air entre dans le tuyau commun *W*, pendant que le piston descend.

On voit dans la *fig. 23* les détails de la réunion des manivelles coudées. *abcd*, *efgh*, la boîte *kk* les réunit, les bouts carrés sont séparés par une tige de fer *S*, retenue par un écrou *u* qui l'empêche de glisser: par le moyen de ces boîtes toutes les manivelles tournent en-



semble comme si elles ne formaient qu'un axe continu. On peut, par le moyen de cet assemblage, démonter facilement cette machine, lorsque quelques parties exigent des réparations.

Comme il est essentiellement nécessaire, pour la régularité de la machine, que le piston soit levé verticalement, et que, d'après la construction de celle-ci, il soit tiré obliquement lorsque le balancier est élevé ou abaissé; que cette traction oblique, qui est d'autant plus considérable que la levée du piston est plus grande et le levier plus petit, occasionne des frottemens inégaux et font user les cuirs, de préférence dans les points qui sont les plus frottés, je propose d'ajouter, à ces cylindres, le moyen dont on se sert dans quelques pompes à incendie, et qui est représenté *fig. 19*, *fig. 20* et *fig. 22*. Deux tringles *SS* attachées à l'extrémité du balancier servent à soulever le piston *PP*; une nouvelle tige *m* placée au milieu, passe dans une ouverture faite dans une traverse *ab* pour maintenir le piston dans une position constante et invariable (1). La tige *m* doit être droite et bien polie, l'ouverture par laquelle elle passe doublée en cuivre et souvent graissée.

(1) Dans les machines de Carron, les défauts de la traction oblique du piston existent; on ne les a pas évités en employant le moyen que je conseille ici. (*Noté de l'Auteur.*)

## S. VIII.

*Description des soufflets cylindriques doubles.*

Les machines à vapeur à double effet, ont donné l'idée, en Angleterre, de construire des machines soufflantes à double effet, dans lesquelles le piston produise une masse d'air égale en montant et en descendant; donc sans interruption. On voit, *fig. 24*, le dessin de l'une de ces machines.

*ABCD* est le cylindre fermé en haut et en bas.

*PP*, le piston qui se meut dans le cylindre; *mm*, la tige cylindrique et polie ayant une ouverture à la partie supérieure *r* pour l'attacher à la chaîne.

*SS*, la boîte à cuir placée sur le milieu du disque supérieur du cylindre, et dans lequel passe la tige du piston.

*u*, *x*, deux soupapes d'entrée d'air: la première lorsque le piston monte, la seconde lorsqu'il descend; cette seconde soupape *x* est attachée à l'extrémité d'un petit levier *nn* chargé d'un poids pour le faire fermer.

*E* est un tuyau qui conduit l'air de la partie supérieure du cylindre dans le réservoir lorsque le piston monte, et *VV* celui par lequel l'air passe dans le réservoir lorsque le piston descend.

*a*, *b*, les deux soupapes qui permettent à l'air

du cylindre d'entrer dans le réservoir et l'empêchent d'en sortir.

*f, g, h, i* est un réservoir prismatique qui reçoit l'air lorsque le piston s'élève ou s'abaisse.

Ces sortes de machines soufflantes où l'on emploie une grande force motrice, remplacent des machines, plus compliquées, à trois ou à quatre cylindres, et elles exigent moins de place; mais la tige du piston doit être attachée aux leviers par un moyen particulier que j'ai décrit dans un ouvrage, *sur l'Amélioration de l'Art hydraulique*, imprimé à Baireuth en 1800; on y trouve les détails sur le mouvement de la tige du piston, pages 58 à 60, et les dessins, *pl. XI et XII*. Ces machines soufflantes, mues par des machines à vapeur à double effet, de Watt, sont d'une grande utilité, parce que l'on épargne la dépense d'un grand régulateur, et que l'on peut y suppléer par un petit réservoir. Si les coups de piston se suivent bien dans ces mouvemens, il est rare que le piston s'arrête plusieurs secondes. Ces machines soufflantes ont un inconvénient, c'est que, toutes les fois qu'il faut réparer le piston, ou toucher à l'attache de sa tige, il faut démonter le disque ou couvert supérieur du cylindre, ce qui exige du travail et de l'embaras.

## §. I X.

*Moyen proposé pour construire une nouvelle machine soufflante mue par des leviers coudés, préférable à celles qui ont été employées jusqu'à présent.*

J'ai long-tems cherché à placer cette machine dans un petit espace, et à mettre les cylindres dans une position renversée, parce que, dans cette position, où le piston est tiré de bas en haut, l'attache des tiges sur les pistons est plus facile, qu'elle se soutient plus long-tems, et que la poussière ne se ramasse pas entre les cylindres et les pistons, et que, dans toutes les machines, un mouvement de traction est préférable.

La *fig. 25, pl. III*, représente la coupe dessinée de la machine, la *fig. 26* son profil vu de côté, et la *fig. 27* le plan.

*CC, CC, CC, CC*, sont les quatre cylindres placés sur de forts chassis de bois, liés par des barres de fer fondu, attachées par des écrous et des vis.

*MM, NN, OO, PP*, sont les murs sur lesquels le tout est placé.

Chaque piston, *fig. 25*, est percé de deux ouvertures sur lesquelles sont des soupapes *uu* par lesquelles l'air entre lorsque le piston descend; celui-ci est enlevé par une tige de fer cylindrique *mm* qui passe dans la boîte à cuir *h* du couvercle du cylindre; en-dessous est une tringle de bois *qq* maintenue entre des

pièces  $bb$  pour contenir le piston dans une position constante.

Les quatre tiges des pistons sont attachées par leurs parties supérieures à des chaînes fixées sur les segments circulaires des balanciers  $AA, A'A'$  qui se meuvent sur les axes  $aa$ . A chaque mouvement de ces balanciers, dont les axes sont égaux, un piston s'élève et l'autre descend par son propre poids.

L'air comprimé dans la partie supérieure des cylindres, soulève deux soupapes pour passer dans un réservoir  $VV$ , commun à chaque paire de cylindre, et de là passe dans un tuyau  $EF$ , commun à ces deux réservoirs, pour entrer ensuite dans le tuyau  $DD$  qui doit le conduire aux tuyaux des fourneaux.

On donne le mouvement aux balanciers en les faisant communiquer par des tringles de fer  $1, 1, 1, 2$ , aux manivelles coudées  $1, 2$ . Les tourillons de celles-ci passent sur deux paires de crapaudines, et leurs bouts carrés sont réunis par deux manchons  $kk, k'k'$ , comme on l'a déjà vu *fig. 23*.

De cette manière, les tringles à tiges de fer exercent la même action en tirant ou en poussant, car dans chacun de ces mouvements il y a un piston montant et l'autre descendant; ainsi l'action et la réaction des deux manivelles coudées produit le même effet sur les quatre pistons, que s'il existait quatre manivelles coudées placées à angle droit, comme dans la machine soufflante de Carron, et le courant d'air est également uniforme et sans interruption.

Les deux manivelles sont réunies l'une à l'autre et à l'arbre  $w, w$ , de la roue  $RR$  par les

les manchons  $kk$ , d'où résulte la mise en mouvement de toute la machine.

La direction oblique des tiges de communication qui font un angle aigu avec le balancier, ne nuit en rien au mouvement, parce que l'axe de la roue et celui du balancier sont dans un même vertical.

## §. X.

*Disposition d'une machine soufflante à quatre cylindres, mue avec des manivelles coudées, de manière à occuper la plus petite place possible.*

Cette machine représentée *fig. 28*, présente de grands avantages, en ce qu'elle occupe le moins de place possible, que sa construction est très-simple, qu'elle est sans boîte à cuir, et que les pistons sont mus par le bas.

Les quatre cylindres  $CC, C'C'$ , dont il n'y en a que deux de visibles dans cette figure, sont très-rapprochés et à la même distance l'un de l'autre: ils sont posés sur de fortes poutres liées par des barres de fonte comme dans les machines précédentes; les premiers réservoirs d'air  $VV$ , le grand tuyau de communication  $E$ , et le conduit du vent  $D$ , sont également comme dans les machines précédentes. Les tiges des pistons  $qq, q'q'$  sont attachées par des chaînes aux leviers coudés en forme de deux croix  $AB, AB, A'B', A'B'$ . L'oscillation de ces leviers est produite par les manivelles coudées qui y communiquent à l'aide des



tringles de fer 1, 1, 2, 2. Ces tringles forment un angle droit avec les bras  $BB$ ,  $B'B'$  des leviers, et elles sont mises en mouvement par l'axe de la roue hydraulique  $RRR$ .

Il est inutile d'observer que l'on peut enlever les couvercles des cylindres de ces machines, comme ceux des machines précédentes, parce qu'ils y sont également attachés avec des boulons, des vis et des écrous; qu'ainsi il est facile d'arranger et de réparer les soupapes qui sont dans les réservoirs.

*Description de plusieurs nouvelles machines soufflantes, contenant deux pistons, qui se meuvent dans des directions opposées.*

On a inventé en Angleterre, il y a quelques années, une nouvelle espèce de pompe aspirante et foulante, contenant deux pistons qui se meuvent dans deux directions opposées; ces pompes, par ce double mouvement, produisent une grande masse d'air avec un jet continu (1). On peut, en appliquant ce principe aux machines soufflantes, en obtenir un résultat précieux, simplifier leur construction, les rendre

(1) Voyez mes *Nouvelles Inventions pour l'amélioration des machines employées dans les mines et salines*, imprimées à Baireuth en 1800, chez les héritiers Lubeck, où j'ai donné une ample description de ces pompes à double effet, avec diverses modifications, pages 23 et 27 et *Note de l'Auteur*.

DES SOUFFLETS CYLINDRIQUES. 115  
plus économiques, et leur faire occuper moins de place.

*Premier moyen.*

Dans le cylindre  $CPCQ$ , fig. 29, fermé par en haut, sont deux pistons  $CP$ ,  $CQ$  placés l'un sur l'autre; ils ont chacun deux ouvertures fermées par des soupapes  $uu$  qui s'ouvrent de bas en haut.

La tige cylindrique, polie, du piston supérieur, passe dans une boîte à cuir  $S$  appliquée sur le couvercle; cette tige  $bb$ , est attachée à la courbure  $A$  du balancier  $AB$  par une chaîne  $aa$ . Ce balancier se meut sur son axe  $c$ . Le piston inférieur  $QC$ , est de même attaché à une tige carrée de bois  $de$ , sur une des faces de laquelle est fixée une crémaillère de fer  $fg$ . De l'autre côté est attachée une chaîne qui passe sur l'arc  $I$ , du balancier  $HI$ , chargé d'un poids  $S$  destiné à ralentir la descente du piston.

Le balancier supérieur  $AB$ , est mis en mouvement par une tringle de fer  $pq$  qui communique, d'une part au point  $B$  du balancier supérieur, et de l'autre au point  $E$  du balancier inférieur  $EG$ . Celui-ci, qui oscille autour du point  $i$ , a dans son extrémité  $E$  un arc de cercle garni de dents de même grandeur et en même nombre que la crémaillère  $fg$ .

Entre la tige du piston inférieur et l'arc du balancier  $E$ , est une roue de fonte de fer  $RR$ , fixée sur l'arbre de la roue hydraulique  $MM$ . Cette roue est divisée en deux parties; l'une, un peu plus grande, est garnie de dents qui engrènent dans celles de la crémaillère et de l'arc  $E$

du balancier, l'autre, lisse et d'un plus petit diamètre, glisse contre ces dents; les dents de cette roue sont telles, qu'elles ne cessent leur engrenage de l'un des côtés, que lorsqu'elles ont commencé à engrener de l'autre.

Le mouvement de cette machine s'exécute de la manière suivante.

Le piston *CP* étant parvenu au point le plus haut dans le cylindre, la dernière dent de la roue *RR* est prête de se désengrener de l'arc *E*, qui devient libre; il permet au piston supérieur, dont le poids est plus considérable que celui du levier *E*, de descendre et de l'entraîner en descendant (1). Pendant que le piston *CP* descend jusqu'à la ligne ponctuée *mm*, les dents de la roue *RR* engrènent dans la crémaillère *fg*, élèvent le piston *QC* jusqu'à *nn*, où il arrive un peu plutôt que l'autre en *mm*. L'arc de cercle denté *E*, élevé par le piston *CP*, pendant sa descente, engrène avec les premières dents de la roue *RR*, au moment où celle-ci quitte la crémaillère; alors le piston *CQ* tombe pendant que celui *CP* est élevé.

De cette manière le mouvement est continu et en sens contraire, et comme il existe toujours un piston montant, il en résulte une sortie d'air constante. Le piston supérieur pousse, en montant, l'air supérieur dans le conduit *F*, attaché

(1) Si le piston n'avait pas un poids suffisant on pourrait allonger le balancier *EG* et fixer le point d'oscillation au milieu de sa longueur, et placer à l'extrémité *G* un contre-poids plus ou moins fort. (*Note de l'Auteur.*)

au couvercle, et dont l'ouverture est sans soupape, celle du piston *CP* étant fermée. Le piston inférieur pousse de même, en montant, l'air contenu entre les deux pistons; cet air comprimé soulève les soupapes du piston supérieur (et qui descend) pour aller s'échapper par le conduit *F*: on obtient ainsi un courant continu, conséquemment la machine doit souffler sans interruption.

### *Deuxième moyen.*

La *fig. 30* représente une élévation de cette machine, on y voit :

*CC*, le cylindre ouvert par en bas et fermé par en haut.

*PQ*, les deux pistons qui se meuvent en sens opposé, et qui ont chacun deux soupapes qui s'ouvrent par en haut.

*de*, la tige du piston inférieur, et *b* la tige cylindrique polie du piston supérieur.

*S*, la boîte à cuir fixée sur le couvercle et dans laquelle passe la tige *b*.

*AB*, le balancier supérieur mouvant sur l'axe *c*; il est terminé aux deux extrémités par des arcs de cercle.

*aa*, les chaînes articulées qui passent sur les arcs de cercle et qui suspendent les tiges *b* et *pq*.

*DE*, le balancier inférieur se mouvant sur l'axe *i*; il est terminé des deux côtés par des arcs de cercle dont l'un *E* est denté.

*RR*, une roue de fonte, fixée sur l'arbre de la roue hydraulique; elle est divisée en quatre

parties ; deux sont garnies de dents, et les deux autres sont unies (1).

Deux de ces roues sont placées l'une à côté de l'autre sur l'arbre ; elles sont tellement disposées, que l'arc denté de l'une correspond à l'arc uni de l'autre. La roue  $RR$ , qui est la seule visible dans ce dessin, engrène dans l'arc  $ED$  du balancier  $ED$ , pour faire soulever le piston  $QQ$ , par le moyen de la chaîne  $kk$  attachée à la tige  $de$ .

La seconde roue, qui n'est pas vue dans ce dessin, engrène dans la crémaillère de fer fixée à la tringle  $pq$ , et celle-ci attachée à la chaîne  $fg$ , tire le balancier  $BA$  et soulève le piston  $PP$  attaché à l'autre extrémité par la chaîne  $aa$ .

Les deux pistons descendent l'un et l'autre par leur propre poids, modéré par les contrepoids  $ST$ .

Le mouvement et le résultat des deux pistons sont les mêmes dans cette machine que dans la précédente ; ils font chasser l'air dans le conduit  $F$  pour être de là porté dans les tuyères.

Il est inutile d'observer que, dans cette machine comme dans la précédente, l'espace que parcourt chaque piston doit être limité, afin que dans leurs mouvemens ils ne se touchent et qu'il reste toujours un petit espace entre eux.

(1) Les arcs dentés des roues doivent être ici plus longs que les arcs vides, comme dans la machine précédente. (Note de l'Auteur.)

*Troisième moyen.*

On voit, *fig. 32*, cette machine de côté, et *fig. 33*, de face. Elle se distingue des deux précédentes, parce que les deux pistons placés dans le cylindre sont mus par le bas, et qu'il n'est besoin d'aucun arrangement dans la partie supérieure, pas même de boîte ; que le mécanisme en est plus simple, et que les bâtimens dans lesquels on les place peuvent être moins hauts.

Sur le milieu du piston  $QQ$ , est une ouverture sur laquelle est une boîte à cuir  $S$ , dans laquelle passe la tige  $ab$  du piston supérieur  $PP$ . Cette tige, qui monte et descend dans une position verticale, est attachée hors la boîte  $S$  à une tige de bois carrée, sur laquelle est une crémaillère  $rr$ , de la longueur du mouvement du piston.

Le deuxième piston  $QQ$ , est attaché à deux tiges carrées  $fg$ ,  $fg$ , à une égale distance de la tige  $de$  ; elles sont recouvertes d'une crémaillère de fer comme la précédente, et cette crémaillère est placée à la même hauteur.

Sur l'arbre  $MM$  de la roue hydraulique, sont attachées trois roues dentées à moitié,  $VV$ ,  $RR$ ,  $XX$  ; chacune d'elles correspond à un des leviers ; elles sont fortement assujéties sur l'arbre, et elles sont tellement disposées, que les arcs dentés de la roue du milieu  $RR$ , correspondent aux arcs vides des deux roues extrêmes  $VV$ ,  $XX$ .

Les deux roues extrêmes  $VV$ ,  $XX$  engrènent dans les deux crémaillères des tiges car-



rées  $fg, fg$ , et font monter le piston  $QQ$ ; pendant que celui-ci descend par son propre poids, la roue dentée  $RR$  engrène dans la crémaillère de la tige  $de$ , pour faire remonter le piston  $PP$ .

Pour retarder la descente trop rapide des pistons, on a placé, contre chaque tige carrée, du côté opposé à la crémaillère, des balanciers  $AB, A'B', A''B''$ ; ils y communiquent par des chaînes articulées qui passent sur des arcs de cercle, de l'autre côté sont des contrepoids  $S, S', S''$ .

Chaque piston a deux soupapes comme ceux des machines précédentes. Le reste de la construction est semblable à celle des autres.

Toutes ces machines n'exigent que quatre soupapes au lieu de huit: on peut y faire commodément toutes les réparations qui leur sont nécessaires, parce que les pistons peuvent sortir plus facilement par en bas.

## §. XII.

*Arrangement d'un soufflet formé de deux cylindres placés l'un au-dessus de l'autre, et dans lesquels les pistons se meuvent dans un sens opposé.*

On peut également appliquer le principe des pistons qui se meuvent l'un contre l'autre, dans deux cylindres séparés, placés l'un au-dessus de l'autre, ainsi qu'on le voit dans la *fig. 34*.

$CC, DD$  sont deux cylindres de même grandeur dont le plus élevé est fermé en haut et

en bas; l'inférieur  $DB$  est fermé en haut et ouvert en bas: ils se communiquent par une large ouverture  $V$ , sans soupape. Dans chaque cylindre est un piston  $PC, DQ$  avec deux soupapes qui s'ouvrent en dedans.

La tige du piston supérieur  $PC$  passe par la boîte à cuir  $S$ . Il est poussé en haut par la tige  $bb$  sur laquelle est une crémaillère dans laquelle s'engrène la roue dentée  $R$ , fixée sur l'arbre de la roue hydraulique  $MM$ . La seconde tige  $cd$  est attachée au piston  $DQ$ ; elle est de même élevée par l'autre roue dentée  $R$ .

Les deux tiges qui correspondent à chaque piston, qui sont placées devant chaque roue, ont par derrière des balanciers et des contrepoids, comme dans la *fig. 32*, lesquelles ne sont pas visibles dans ce dessin.

Le conduit du vent  $F$  est fixé sur le couvercle du piston supérieur; il est, comme l'ouverture  $V$ , sans soupape.

Le jeu, la marche et les effets des pistons, sont les mêmes que dans les machines précédentes.

## §. XIII.

*Description d'une machine soufflante cylindrique avec deux pistons se mouvant l'un vers l'autre, lesquels sont mis en mouvement par des cames cycloïdales.*

Les deux cylindres  $CC, DD$  sont, dans cette *fig. 35*, comme dans la précédente *fig. 34*, placés l'un sur l'autre, et tels que le supérieur  $CC$

est plus en arrière, ce que l'on ne peut observer dans cette figure.

Les deux tiges du piston, dont on ne voit que celle du devant  $ab$ , qui dirige le piston qui est dans le cylindre inférieur, sont poussées en haut par des chaînes articulées, attachées aux arcs  $A, A'$  des deux balanciers  $AB, A'B'$ ; ceux-ci oscillent autour de l'axe  $m$ , ils s'abaissent en  $A, A'$ , par leurs propres poids, qui sont modifiés par des contre-poids placés aux extrémités  $B, B'$ .

Ces balanciers sont mis en mouvement par deux cames cycloïdales  $cde, fgh$ , fixées sur l'arbre de la roue hydraulique, comme dans la machine précédente.

Le reste de la construction est la même que dans la machine précédente.

Ce mouvement produit par deux cames cycloïdales, qui est préférable au mécanisme des roues dentées, peut être aussi appliqué aux cylindres précédens, dans lesquels se meuvent deux pistons opposés; il ne faut pour cela, qu'appliquer sur l'arbre de la roue hydraulique, trois cames cycloïdales à la place des trois roues de même dentelées, et les faire passer sur des balanciers, terminés par des arcs de cercles, du côté des tiges des pistons, lesquels doivent communiquer à ces tiges par des chaînes articulées. Ces balanciers, qui remplacent les crémaillères, doivent se mouvoir de manière que celui du milieu élève le piston supérieur; alors ceux des deux extrémités s'abaissent avec le piston inférieur.

## §. XIV.

*Description d'une machine soufflante, avec deux pistons, mise en mouvement par une manivelle.*

La *fig. 31* représente une machine soufflante cylindrique, à deux pistons, mue par une manivelle courbe et vue de côté.

$CC$ , est le cylindre fermé par en haut et ouvert par en bas.

$PP, QQ$ , sont les deux pistons se mouvant l'un vers l'autre.

$F$ , est le conduit du vent.

$S$ , la boîte à cuir posée sur le couvercle.

$bb$ , la tige du piston supérieur qui a son mouvement dans la boîte  $S$ .

$aa$ , la chaîne articulée à laquelle est attachée la tige du piston supérieur.

$AB$ , le balancier supérieur oscillant autour de l'axe  $c$ .

$de$ , la tige du piston inférieur  $QQ$ .

$DE$ , un balancier inférieur se mouvant autour de l'axe  $i$ , avec un arc de cercle, sur lequel est attachée la chaîne articulée  $kk$ , qui communique à la tige du piston.

$mm$ , tringle de fer qui établit une commu-

nication de mouvement entre les deux balanciers (1).

$p q$ , la tringle de fer qui établit la communication de mouvement, entre le balancier  $AB$ , et la manivelle  $r$  de l'arbre de la roue hydraulique.

On peut, d'après cette description, concevoir facilement le mouvement de cette machine.

L'extrémité  $B$  du grand balancier étant tirée en bas par la manivelle, l'arc  $A$  se lève en tirant le piston supérieur  $PP$ , en même-tems la tringle  $m n$  fait baisser l'arc  $D$ , du petit balancier  $DE$ , qui permet au piston  $QQ$  de descendre par son propre poids.

Aussitôt que la manivelle est arrivée à son point le plus bas et qu'elle remonte de l'autre côté, elle fait également remonter l'extrémité  $B$  du balancier, et descendre le piston  $PP$  en même-tems que l'arc  $D$  tiré par la tige  $m n$  fait remonter le piston  $QQ$ , qui va à la rencontre du premier pour l'attendre au milieu du cylindre.

(1) Comme la tringle  $m n$ , qui détermine la communication des mouvemens entre les deux balanciers, est dans une position oblique à leur direction, il faut que les points d'attache  $m$  et  $n$  soient tellement placés que, les droites  $m c$  et  $n i$  fassent des angles droits avec cette tringle : de cette manière les directions des mouvemens, prises des points d'attache aux arbres d'oscillation, sont toujours parallèles, et la direction de la tringle forme la tangente de l'angle que les balanciers décrivent en montant et en descendant.

La longueur du levier  $m n$ , qui établit une communication de mouvement entre les deux balanciers, est indifférente ; il n'en est pas de même de la distance des axes d'oscillation  $c$  et  $i$  aux points d'attache  $m$  et  $n$ , et de celle de ces axes aux chaînes d'articulation  $a a$ ,  $k k$ . Pour que les mouvemens statiques soient égaux de part et d'autre des deux pistons, il faut que,  $cm = ni$  et  $cA = iD$ . La perfection de la machine exige encore que, dans toutes les positions des pistons qui se meuvent en sens contraire, il y ait équilibre d'action ; et comme le piston inférieur  $QQ$ , avec tout son équipage, est plus pesant que le piston supérieur  $PP$ , il faut, pour établir cette équilibre, placer à l'extrémité  $A$  du balancier supérieur, ou à l'extrémité  $E$  du balancier inférieur, un contre-poids qui établisse cet équilibre.

Au reste, cette machine a l'inconvénient que l'on a reconnu aux machines soufflantes composées de deux cylindres, dont les pistons sont mus par des manivelles coudées, de produire un souffle inégal, et de donner, dans l'intervalle de chaque mouvement, une cessation absolue de vent, deux fois par tour de roue : pour éviter cet inconvénient, il faudrait faire communiquer ces machines avec un régulateur, comme on l'a fait dans les premières machines que l'on a décrites, ou réunir ensemble deux de ces cylindres doubles que l'on ferait mouvoir par une double manivelle, dont chacune serait à angle droit de l'autre ; par-là on obtiendrait un résultat semblable à celui que procure la machine soufflante, composée de



quatre cylindres mus par quatre manivelles placées à angle droit.

Il est difficile de fixer entre ces machines soufflantes celle que l'on doit préférer; le choix doit dépendre des forces que l'on peut employer, des effets dont on a besoin, et des localités dont on dispose : c'est d'après ces données que l'on peut appliquer à chaque machine les changemens et les modifications que les circonstances exigent.

Mon but, dans cette description, étant moins de faire connaître toutes les machines que j'ai vues en Angleterre, et dont il n'en existe peut-être pas deux semblables, que d'indiquer celles qui sont les meilleures, les plus parfaites, et qui doivent être proposées comme modèles : mes lecteurs ne doivent pas être surpris de ne pas trouver dans cet ouvrage la description de toutes les machines qui existent en Angleterre, et de voir, à la place, quelques machines de mon invention, lesquelles, à ma connaissance, n'existent encore dans aucun lieu. En général, toutes les machines qui vont ne vont pas toujours bien, et celles qui vont bien peuvent quelquefois aller mieux. Je n'ai pas cru devoir décrire ces dispositions que l'on trouve en plusieurs usines d'Angleterre et de Prusse, où les manivelles qui font mouvoir les tringles, ne sont pas attachées directement à l'arbre de la roue hydraulique, mais à un autre arbre qui est mis en mouvement par un engrenage qui augmente sa vitesse, parce que ces moyens, avec lesquels on cherche à augmenter la vitesse,

ne sont propres qu'à multiplier les frottemens et à faire perdre inutilement une partie de la force employée, et parce que quelle que soit la lenteur d'une roue hydraulique, on peut toujours, par des proportions et des dispositions convenables des cylindres, obtenir les effets dont on a besoin, relativement à la force que l'on emploie (1). Ce que l'on doit principalement se proposer, c'est de diminuer les obstacles, les frottemens, et parvenir à son but par le moyen le plus simple.

Je n'ai pas fait mention, par la même raison, des *volans* employés dans quelques machines soufflantes, parce que ces roues, comme le savent les mécaniciens instruits, ne servent qu'à diminuer l'effet de la machine en augmentant les frottemens, soit par la résistance de l'air, soit par toute autre cause. Ces machines ne doivent être employées que là où elles sont absolument nécessaires; mais ce cas ne peut jamais arriver dans une bonne disposition de machine soufflante cylindrique, d'après les dimensions données dans cet ouvrage, sur-tout lorsque la roue a assez d'eau pour éviter toutes les petites inégalités de mouvement.

Quoique l'on puisse appliquer l'action d'une

---

(1) On ne parle ici que des roues à aubes qui reçoivent l'eau par-dessus, et dont le diamètre est déterminé par la hauteur de la chute : quant à celle des roues à aube, la vitesse reste, à un certain point, libre, parce qu'elle dépend du diamètre qu'on leur donne; dimension qui peut varier selon le besoin. (*Note de l'Auteur.*)

machine à colonne d'eau pour faire aller les soufflets cylindriques, je n'en parle pas dans cet ouvrage, parce que d'une part je ne sache pas que l'essai en ait encore été fait, et que de l'autre je me propose de décrire complètement cette machine, dans un ouvrage spécial, dans lequel je ferai connaître les nouveaux perfectionnemens que j'y ai faits.

(La Suite au Numéro prochain.)

DESCRIPTION

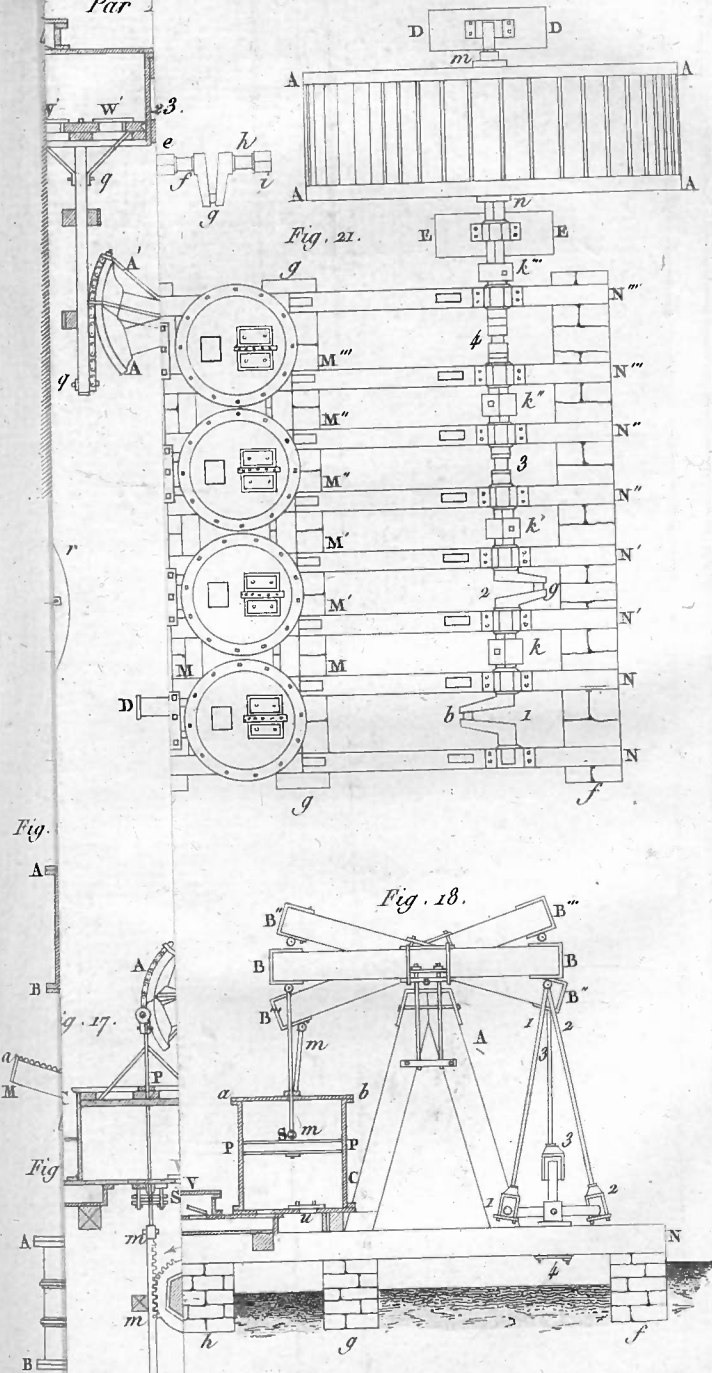


Fig.

Fig. 18.

Fig.

N.L. Rousseau Sculp



