

se faire attaquer par un parti des leurs, qui, sous le nom d'Atounis, leur enlève quelque bandes de chameaux. C'est une ancienne ruse qu'ils renouvellent de tems à autre.

On aurait tort cependant de conclure de là qu'il soit très-difficile de les assujettir à remplir leurs obligations. Leur situation est très-différente de celles des autres Arabes. A la vérité, ils ont comme eux de propriétés faciles à atteindre; mais on a vu que leurs diverses ressources, quelque variées qu'elles soient, sont presque toutes entre les mains de la puissance qui gouverne le Saïd: elle peut les priver des gains qu'ils font avec les caravanes, faire cesser leurs communications avec l'Égypte en les chassant des points qu'ils occupent sur le Nil, et enfin, leur fermant ses marchés, les seuls où ils puissent vendre les produits de leurs montagnes, et s'approvisionner d'objets de consommation, achever de leur ôter presque tous moyens d'existence. Ces Arabes s'en apercevront; et appréciant mieux que personne ce que pourrait leur faire perdre leur mauvaise foi envers un gouvernement ferme et puissant, ils ne peuvent manquer de sentir qu'une fidélité constante à leurs engagemens est devenue le premier de leurs intérêts.

O B S E R V A T I O N S

*Sur plusieurs Machines propres à élever l'eau
à une hauteur indéfinie.*

1. **L**ES machines que nous nous sommes proposé de décrire ici, ont été inventées il y a quelques années par M. Mathieu Boulton, de Soho. Les unes peuvent être mises en mouvement par le courant d'une rivière, d'un ruisseau ou d'une source, les autres peuvent être placées dans une eau stagnante et mues par une puissance quelconque qui leur est appliquée extérieurement. Elles ont toutes (quelques-unes exceptées) (1), cette propriété remarquable, c'est que la force dont elles servent à transmettre l'action, étant une *force vive*, on peut dire théoriquement qu'elles peuvent élever l'eau à une hauteur indéfinie.

2. Montgolfier et Argant ont fait connoître, au commencement de l'an 6, des machines du même genre, et dont la forme et la disposition sont analogues à quelques-unes des machines de M. Boulton. Plusieurs Journaux en ont donné dans le tems la description, et beaucoup de personnes ont pu voir à Paris les expériences auxquelles elles ont été soumises. Historiens impartiaux des découvertes, nous

(1) Nous en exceptons celles dans lesquelles M. Boulton emploie le secours du poids de l'atmosphère pour faire parvenir l'eau à la hauteur requise, hauteur qui ne peut dans ce cas excéder 100 ou 105 décimètres, dans les pays situés au niveau de la mer.

nous faisons un devoir d'annoncer que, si l'on compare les dates des époques auxquelles ces diverses inventions ont été publiées en France et en Angleterre, il paroîtra hors de doute que la priorité appartient à nos compatriotes (1).

3. Avant d'entrer dans aucun détail sur la construction de ces différentes machines, dont M. Boulton a varié les formes et l'arrangement de plusieurs manières, afin d'en faciliter l'emploi dans beaucoup de circonstances, nous commencerons par exposer en peu de mots les principes sur lesquels elles sont établies. Nous donnerons ensuite la description des machines proposées par l'artiste Anglais, et nous ferons remarquer les rapports qu'elles ont, soit avec celles des Auteurs que nous avons cités, soit avec d'autres moyens hydrauliques plus anciennement connus : nous terminerons par quelques observations sur l'usage des machines de ce genre, et sur les cas particuliers où elles peuvent être employées avec avantage.

4. La construction et le jeu des machines dont il va être question ci-après, sont fondés sur ce principe général de mécanique, que tout corps en repos ou en mouvement ne peut de lui-même changer son état. S'il est en repos, il y persistera, à moins qu'une cause étrangère

Principes
sur lesquels
ces machi-
nes sont
établies.

(1) Les Cit. Montgolfier et Argant ont obtenu un brevet d'invention le 13 brumaire an 6 (3 novembre 1797), et un brevet d'addition le 7 prairial an 6. (Voyez le *Journal des Mines*, n°. 48, page 944 et n°. 64, page 350).

M. Mathieu Boulton, de Soho, dans le Comté de Stafford, écuyer, a obtenu une patente le 13 décembre 1797. Voyez le tome IX du *Repertory of Arts*.

ne l'en tire. S'il est une fois mis en mouvement, il ne pourra ni augmenter ni ralentir sa vitesse, et il continuera à se mouvoir jusqu'à ce que quelque cause vienne l'arrêter.

De ce principe découlent les conséquences particulières suivantes.

1°. Lorsqu'une masse d'eau se meut dans l'intérieur d'un tuyau, et parallèlement à sa longueur, si l'on ferme tout-à-coup l'extrémité par laquelle l'eau sort, toutes les molécules d'eau ayant une vitesse acquise, continueront à se mouvoir; elles choqueront avec violence l'obstacle qui bouche l'extrémité du tuyau, et les parois même qui sont voisines de cette extrémité : elles briseront ces parois si elles ne sont pas assez résistantes. Elles s'échapperont par toutes les issues qui pourront s'offrir; et si l'on a pratiqué à dessein, près du bout fermé du tuyau, une ouverture à laquelle on ait adapté une soupape et un tuyau montant, une portion de l'eau soulevra la soupape et s'élèvera dans ce second tuyau jusqu'à ce que la quantité de mouvement acquise par l'eau du premier tuyau soit détruite. Cet effet aura lieu, quel que soit le poids de la soupape ou la hauteur de la colonne d'eau que le tuyau montant peut contenir.

2°. Si l'on fait mouvoir un tuyau dans le sens de sa longueur au milieu d'une eau stagnante, si ce tuyau est ouvert par les deux bouts, si on a adapté près du bout postérieur un tuyau montant, enfin, si l'on ferme tout-à-coup l'orifice postérieur (le tuyau continuant à se mouvoir), une portion d'eau s'élèvera dans le tuyau montant, comme dans le premier cas ci-dessus : car

il est évident que l'eau est en mouvement relativement au tuyau.

3°. Dans les deux cas qui précèdent, si l'on a joint au tuyau principal, près de l'extrémité par laquelle l'eau entre, un tuyau descendant qui communique avec l'eau d'un réservoir inférieur, dont la différence de niveau avec le tuyau principal n'excede pas 9 à 10 mètres, et si quand l'eau ou le tuyau principal ont acquis une vitesse finie quelconque, on ferme subitement l'extrémité par laquelle l'eau entre, le mouvement absolu ou relatif de l'eau, dans le tuyau principal, continuera d'avoir lieu; l'eau du réservoir inférieur sera aspirée; elle s'élevera dans le tuyau descendant, et parviendra dans le premier tuyau pour remplir le vide que laisserait derrière elle la masse d'eau en mouvement.

Première
machine de
M. Boulton.

5. L'application la plus simple des principes que nous venons de poser, se trouve dans la première machine que donne M. Boulton, et que nous avons représentée *fig. 1, pl. 48.*

CC est le tuyau ou le canal principal; il doit être placé au milieu d'un ruisseau ou d'une rivière dans la même direction que celle du fil de l'eau; ou ce qui vaut mieux, son extrémité antérieure doit être insérée dans une digue qui serve à contenir l'eau à la plus grande hauteur qu'il sera possible. Son autre extrémité est munie d'une soupape *B*, appelée *soupape d'arrêt*, qui peut s'ouvrir de dehors en dedans, jusqu'à prendre une position presque parallèle à celle du fond du canal, quand elle obéit à l'action du contre-poids *E*, fixé au bout du levier *F*.

DD est un tuyau montant adapté au tuyau principal *CC*, immédiatement au-dessus de la soupape d'arrêt. Ce tuyau montant est fermé à sa partie inférieure par une soupape *A*, qui s'ouvre de bas en haut, et qui est appelée *soupape d'ascension*.

6. Lorsque l'eau est stagnante dans le canal, le contre-poids *E* suffit pour maintenir ouverte la soupape d'arrêt *B*; et cette soupape, dans cette position, ne doit faire avec la direction du courant, qu'un angle de quelques degrés seulement. Mais si l'eau, pressée à l'embouchure par le courant de la rivière ou par l'eau du réservoir, se met en mouvement dans le canal *CC*, elle choquera la soupape d'arrêt qui se présente obliquement à son cours, elle relevera cette soupape, la poussera avec force sur son battement, et elle se fermera ainsi à elle-même toute issue. Alors toutes les molécules d'eau qui remplissent le canal, étant brusquement arrêtées, exerceront, en vertu du mouvement acquis, un effort égal dans tous les sens, la soupape d'ascension sera forcée de s'ouvrir, une portion d'eau s'élevera dans le tuyau montant, ce qui épuisera toute la force vive de la masse d'eau du canal; cette masse étant ainsi amenée au repos, la soupape d'arrêt s'ouvrira par l'action seule du poids *E*, qui sera devenu prépondérant, l'eau se mettra de nouveau en mouvement dans le canal, et le même jeu recommencera. Par ce moyen l'eau s'élevera graduellement dans le tuyau montant, jusqu'à ce qu'elle en ait atteint le sommet. Alors la machine continuant de jouer, son effet se bornera à faire sortir à chaque coup,

(Jeu de cette
machine.)

par l'orifice supérieur du tuyau montant, une certaine quantité d'eau qui sera plus ou moins considérable, selon l'élevation de ce tuyau.

Cas où elle convient.

7. Cette première machine, ainsi que l'Auteur l'observe lui-même, n'est pas celle qu'il faut choisir, quand il s'agit d'élever l'eau à une très-grande hauteur : car dans ce cas les chocs violens auxquels les tuyaux seraient exposés, les mettraient souvent en danger de se rompre, à moins qu'on ne leur donnât une épaisseur extraordinaire, ce qui nécessiterait une grande dépense.

Seconde machine.

8. La seconde machine, représentée *fig. 2*, a l'avantage de pouvoir servir à élever l'eau à de grandes comme à de petites hauteurs. Elle diffère de la première par l'addition d'un réservoir d'air. L'eau du canal entre par la soupape d'ascension dans le réservoir dont elle comprime l'air, et celui-ci réagissant sur la surface de l'eau, l'oblige à s'élever dans le tuyau montant. La soupape d'arrêt peut s'ouvrir ou se fermer par un mécanisme semblable à celui de la *figure* première, ou par les différens moyens qui seront ci-dessous indiqués.

Dimensions du réservoir d'air.

9. Les dimensions du réservoir d'air, sa forme, sa position au-dessus ou à côté du canal, sont assez arbitraires, « mais sa capacité, dit M. Boulton, ne peut être moindre que dix fois le volume d'eau qui doit être élevée à chaque coup. Si elle est plus grande, cela vaut mieux ; et il n'y a que la dépense qui doive en fixer les bornes ». On conçoit en effet que plus le volume d'air comprimé dans le réservoir sera grand, relativement au volume d'eau qui s'y introduit à chaque coup, moins sa compression

augmentera quand il sera forcé de faire place à l'eau, et par conséquent moins les chocs seront violens, et moins aussi les tuyaux seront en danger de se briser. Le réservoir d'air présente en outre l'avantage de produire, à l'extrémité supérieure du tuyau montant, un écoulement presque continuel, ce qui peut être utile en certaines circonstances.

10. Les deux machines que nous venons de décrire, sont parfaitement semblables à celles que les Cit. Argant et Montgolfier ont publiées au commencement de l'an 6, qu'ils ont nommées *bélier hydraulique*, et dont on peut voir la description et les dessins dans le *Journal de Physique* du mois de février 1798, et dans le n^o. 8 du *Bulletin des Sciences*. La date du brevet d'invention accordé à ces deux artistes, est antérieure de plus d'une mois à celle de la patente obtenue en Angleterre par M. Boulton. (*Voyez la note ci-dessus*).

Le Cit. Viallon a aussi publié la description d'une machine semblable aux précédentes, dans le *Journal de Physique* du mois d'avril 1798.

11. La troisième machine (*fig. 3 et 4*) est applicable à certains cas où l'eau qu'il faut élever est inférieure au niveau du canal, et doit être déchargée à ce niveau. Elle peut servir à assécher des terrains marécageux, et à épuiser les eaux des tourbières, ou celles d'une carrière quelconque peu profonde, lorsque l'on a à sa disposition un courant d'eau convenablement encaissé, et dont le lit soit plus élevé que le fond du marais, de la tourbière, ou de la carrière. On peut l'employer aussi avec avantage pour épuiser l'eau de la cale d'un navire, en

Troisième machine.
Cas où elle peut servir.

mettant à profit le mouvement même du vaisseau dans l'eau.

Sa description.

12. La disposition des diverses parties de cette machine est fort simple. *C* est le canal ou tuyau principal. *B* est la soupape d'arrêt, elle s'ouvre de dedans en dehors, et elle est placée à l'embouchure même du canal ou à l'orifice par lequel l'eau entre. *A* est la soupape d'ascension, placée entre le canal et le réservoir d'air. *D* est un tuyau descendant ou d'aspiration, qui communique avec l'eau qu'on veut épuiser. *E* est le poids qui sert à ouvrir la soupape d'arrêt *B*.

Jeu de cette machine.

Lorsque l'eau a acquis dans le canal une vitesse convenable, la soupape d'arrêt se ferme et empêche l'eau d'y entrer. Celle qui le remplit continuant à se mouvoir, entraîne avec elle une portion de l'air qui occupe le réservoir et qui se dilate. Dans le même tems l'eau inférieure s'élève dans le tuyau descendant, à une hauteur proportionnée à la raréfaction de l'air dans le réservoir. Mais bientôt toute la force vive de la masse d'eau qui était en mouvement étant anéantie, la soupape d'arrêt s'ouvrira, l'eau reprendra sa première vitesse dans le canal, et les mêmes effets que nous venons de décrire recommenceront. Après plusieurs coups successifs, l'eau inférieure qui s'est élevée graduellement dans le tuyau descendant, dégorgera dans le réservoir d'air, et de là dans le canal, d'où elle sera emportée avec l'eau du courant.

13. Il est presque inutile de remarquer que la soupape d'ascension s'ouvrant en dedans du canal, s'oppose au retour de l'air et de l'eau dans le réservoir. Mais ce qu'il est bon d'observer,

server, c'est qu'il serait à propos d'ajouter au bas du tuyau d'aspiration une soupape dormante : quoique cette soupape ne soit pas indispensable, nous pensons qu'elle serait très-utile, soit pour soutenir l'eau dont on pourrait remplir l'appareil quand on commencera à mettre la machine en action, afin qu'elle puisse aspirer et dégorger l'eau inférieure dès les premiers instans, soit pour conserver tout l'appareil plein d'eau pendant les intervalles où l'on voudrait suspendre le jeu de la machine

14. Ce moyen d'élever l'eau d'un bassin, inférieure au canal, paraît peut-être au premier aperçu, présenter une sorte de conformité avec la sixième expérience rapportée par Venturi, dans le Mémoire qu'il a publié en 1794 (1), sur la communication latérale du mouvement dans les fluides. Voici en quoi consiste cette expérience.

Expérience de Venturi.

Au tuyau cylindrique *K. L. V* (fig. 5), ayant 12 lignes de diamètre et 57 lignes de longueur, on a joint le tube de verre *ORST* à la distance de 8 lignes de l'orifice antérieur *K*. Le tube de verre plongeait dans une eau colorée contenue dans le vase *T*. Ayant appliqué cet appareil à une ouverture pratiquée dans la paroi verticale d'un réservoir plein d'eau, dont la surface était élevée de 32,5 pouces au-dessus du centre de l'ouverture, on a permis l'écoulement : quatre pieds cubiques

(1) *Journal de Physique*, mois de novembre 1794.

Journ. des Mines, Ventôse an X. Ii

d'eau sont sortis en 31 secondes, la liqueur colorée *T* est montée dans le tube *t R* jusqu'en *S*, à la hauteur de 24 pouces sur la surface *T* (1). On a raccourci ensuite la branche *R T* du tube de verre autant qu'il convenoit pour que l'eau de ce tube parvint dans le tuyau; pour lors l'écoulement ayant été permis, la liqueur colorée du vase *T* est montée le long du tuyau *R T*; elle allait se mêler avec l'eau qui coulait du réservoir dans le tuyau *K V*: toutes les deux s'échappaient ensemble par *V*, et en peu de tems le vase *T* a été épuisé.

Observations sur cette expérience et la troisième machine.

15. Si l'on examine avec attention cette expérience du Professeur de physique de Modène, et qu'on la compare au troisième moyen hydraulique de l'artiste Anglais, on reconnaîtra facilement que la manière dont le poids de l'atmosphère est mis en jeu, est très-différente dans les deux cas.

Dans l'un (*fig. 3*), l'eau étant une fois en mouvement dans le canal, continue à se mouvoir quand la soupape d'arrêt est fermée. Elle tend à faire un vide près de cette soupape, et quelle que soit sa vitesse et sa masse, l'eau du bassin inférieur sera forcée de s'élever, si la différence de niveau, entre le bassin et le canal, n'excède pas la hauteur de la colonne d'eau qui

(1) Dans une autre expérience, le tube *K L V* ayant une forme conique et d'autres dimensions, et l'eau du réservoir étant à la même hauteur, celle d'un tube adapté près la petite base du cône est montée de cinq pieds deux pouces.

serait en équilibre avec le poids de l'atmosphère dans le lieu où l'appareil est construit.

Dans l'autre cas (*fig. 5*), l'eau ne peut s'élever dans le tube, suivant Venturi, qu'en vertu de la communication latérale du mouvement du fluide, près de la plus petite section de la veine contractée; et l'aspiration diminue à mesure que l'insertion du tube est plus éloignée de cette plus petite section. Voyez les expériences 15 et 22 du Mémoire cité ci-dessus.

16. La quatrième machine de M. Boulton est destinée à élever l'eau de la mer pour les salines ou d'autres usages: elle est mise en mouvement par le flux et le reflux; ce qui peut s'exécuter de deux manières, soit en adaptant à chaque extrémité du canal ou tube principal une soupape d'arrêt, une soupape d'ascension, un réservoir d'air, et un tuyau montant, pour les employer alternativement pendant le tems du flux et du reflux, ainsi qu'on le voit dans la coupe, *fig. 6*, soit en appliquant à un seul réservoir d'air deux canaux opposés, garnis de soupapes convenables, comme dans le plan, *fig. 7*, et en les employant l'un à l'exclusion de l'autre. Cette machine, sur laquelle il est inutile de donner de plus amples détails, n'est (à proprement parler) que la réunion de deux machines simples, semblables à la deuxième machine ci-dessus décrite (1).

Quatrième machine.

(1) Les inventeurs du bélier hydraulique ont aussi proposé de mettre à profit le courant des marées. Voyez le *Journal de Physique*, cahier déjà cité.

Cinquième
machine.

17. La cinquième machine, *fig. 8* et *9*, sert à faire passer l'eau au-dessus d'une colline ou d'une éminence quelconque, qui ne soit pas élevée de plus de 9 ou 10 mètres sur le niveau de la source. Notre Auteur lui a donné la forme d'un siphon, dont les deux branches représentent le canal ou tuyau principal des machines précédentes.

Première
disposition.

18. Dans la *fig. 8*, une partie de l'eau est supposée se décharger à la partie supérieure du siphon par une soupape *A*, (que nous continuerons à nommer *soupape d'ascension*, et qui doit être adaptée au fond d'un godet plein d'eau, afin d'empêcher tout accès à l'air extérieur). La soupape d'arrêt *B* est placée au-delà de la soupape *A*, à l'entrée du réservoir d'air. Par cette disposition, si l'on suppose le courant établi dans le siphon, la soupape d'arrêt se fermera quand l'impulsion de l'eau sera suffisante pour surmonter l'action du contre-poids qui la tenait ouverte: la masse d'eau en mouvement qui remplit la première branche, sera brusquement arrêtée, et une portion d'eau sortira par la soupape d'ascension. Le courant sera donc interrompu dans la branche courte du siphon. Mais l'eau qui se trouve dans la longue branche continuera à se mouvoir quand la soupape d'arrêt sera fermée, et le vide qu'elle tendra à produire, sera rempli par l'eau que l'air en se raréfiant fera sortir du réservoir (1).

(1) Les Cit. Argant et Montgolfier (*Bull. des Sciences*, n°. 8.) tirent aussi de l'eau de la partie supérieure d'un

Seconde
disposition.

19. Dans la *fig. 9*, on s'est proposé de faire passer l'eau motrice pardessus une colline ou une digue, et d'en élever une portion à une hauteur indéfinie. Pour remplir ces conditions, la soupape d'arrêt est placée à l'extrémité inférieure de la longue branche du siphon *C X*. Lorsque cette soupape se ferme par l'action du courant dans le siphon, l'effort de l'eau, qui se trouve tout-à-coup arrêtée, ouvre la soupape *A*, une portion d'eau passe dans le réservoir d'air, et s'élève dans le tuyau *D D*, à la hauteur que l'on veut.

Pour mettre en jeu les machines représentées *fig. 8* et *9*, il suffit de remplir d'eau les siphons, soit en la faisant monter par succion, soit en l'introduisant par la partie supérieure, après avoir fermé les deux bouts inférieurs des branches: le courant une fois établi, le mouvement de ces machines s'entretient de lui-même et continue d'avoir lieu.

20. Les diverses manières d'élever l'eau que nous venons de décrire, exigent un courant ou une masse d'eau en mouvement, dont le choc est employé comme force motrice. Les autres machines dont il nous reste à parler, sont établies sur les mêmes principes, mais elles sont placées au milieu d'une eau stagnante, et sont mues par une puissance étrangère. (*Voyez les fig. 10, 11, 12, 14 et 15, planche 49*).

siphon, et ils évitent l'intermittence des écoulemens en accolant à la branche courte un autre tuyau semblable qui s'ouvre dans la longue branche quand la soupape *B* est fermée, et réciproquement.

Sixième
machine.

21. Dans la *fig.* 10, *CC'* est le tuyau principal courbé en spirale autour du réservoir d'air *J*. Il peut faire une ou plusieurs révolutions autour de ce réservoir, le toucher immédiatement, ou en être à quelque distance; il doit être entièrement plongé dans l'eau. Son extrémité opposée à l'eau, ou celle qui s'avance la première, quand la machine est en mouvement, est toujours ouverte. L'extrémité postérieure est munie d'une soupape d'arrêt qui s'ouvre de dehors en dedans. Immédiatement auprès de cette soupape d'arrêt est adapté un tube latéral qui communique avec le réservoir d'air, et qui est garni d'une soupape d'ascension. Toute cette machine tourne dans le plan horizontal sur un pivot *K*, et fait tourner avec elle le tuyau montant *KD*, qui sert d'axe, et qui est maintenu dans la position verticale par le collet *L*, dans lequel il se meut. Le mouvement de rotation de cet appareil doit être continu dans le même sens.

Jeu de
cette ma-
chine.

22. Voici maintenant quel est le jeu de cette machine: une puissance quelconque, appliquée à une manivelle fixée sur l'axe de la roue dentée *N*, fait tourner cette roue et par suite la roue *M*, dans laquelle elle engrène, et qui est elle-même enarbrée sur le tuyau *KD*. Toutes les fois que le tuyau principal a acquis, relativement à l'eau qu'il contient, une vitesse convenable, la soupape d'arrêt se ferme, celle d'ascension s'ouvre, l'eau passe dans le vaisseau d'air, elle s'élève au haut du tuyau montant, d'où elle se décharge dans une auge circulaire qui la conduit au lieu de sa destination.

Toutes les fois au contraire que la soupape d'arrêt est fermée, et que l'eau est relativement en repos dans le tuyau principal (qui, par hypothèse, est toujours en mouvement), un ressort oblige aussitôt la soupape d'arrêt à s'ouvrir. Ces effets sont alternatifs et ont lieu à des intervalles proportionnés à la vitesse de rotation du tuyau. Le ressort doit être tel, qu'il puisse céder à l'impulsion relative ou à la résistance du fluide, et permettre à la soupape d'arrêt de se fermer quand il le faut (1).

23. Les *fig.* 11 et 12 montrent deux constructions, qui diffèrent particulièrement de celle qui précède, en ce que le tuyau principal a un mouvement curviligne alternatif dans le plan horizontal. Les limites de cette oscillation sont déterminées par la rencontre d'un ressort roide *S* contre lequel frappe un tenon *T*.

Septième
machine.

24. Dans la *fig.* 11, le tuyau ou canal principal et le réservoir d'air, sont placés hors du bassin dont il faut élever l'eau, et à la hauteur

Première
disposition.

(1) La machine que nous venons de décrire ne doit pas être assimilée à une machine hydraulique ancienne; celle de Demours, que l'Académie des Sciences a approuvée en 1732, et dans laquelle l'eau s'élève aussi à l'aide d'un mouvement rotatoire, et se décharge dans une auge circulaire. Dans celle-ci (*fig.* 22), un tube incliné *ab*, est fixé aux extrémités des bras horizontaux *ac*, *bd*, implantés dans l'arbre vertical *ef* qui sert d'axe. L'extrémité inférieure *b* du tube plonge dans l'eau d'un bassin. Quand on fait tourner cette machine avec une vitesse suffisante, à l'aide d'une manivelle *e* ou de tout autre moyen, l'eau sort par l'orifice supérieur, et cet effet est dû à la force centrifuge de toutes les molécules d'eau qui remplissent le tube.

où cette eau doit être versée : le tuyau montant a son extrémité inférieure plongée dans l'eau du bassin.

CC est le canal courbé circulairement autour du réservoir *J*. A chaque bout ou près de chaque bout, sont adaptés une soupape d'arrêt *B*, qui s'ouvre extérieurement, et un tube de communication avec le réservoir d'air. Ce tube est muni d'une soupape d'ascension qui s'ouvre en dedans du canal : *D* est le tuyau montant : en *O* est une soupape dormante qui s'ouvre de bas en haut, et qui sert à retenir l'eau quand le tuyau montant en est rempli. La section perpendiculaire à l'axe de ce tuyau est représentée circulaire, elle peut être carrée ou polygonale. Le plan et le profil, joints à la *fig. 10*, font voir la position des soupapes d'arrêt et d'ascension.

Pour mettre en jeu cette machine, on a fixé sur le tuyau montant *D*, qui sert d'axe, une double poulie *P*, sur laquelle sont enveloppées les deux cordes *Q* et *R*. Ces cordes étant tirées tour-à-tour, font tourner l'appareil alternativement dans deux sens opposés, et l'eau sort à chaque coup par l'une ou l'autre extrémité du canal. *M. Boulton* pense que la vitesse la plus convenable qu'il faut imprimer aux cordes, doit être telle qu'il y ait 30 oscillations par minute dans chaque direction.

On remarquera aisément que cette machine ne peut servir que pour des hauteurs qui n'excèdent pas 9 à 10 mètres, et qu'il est à propos, quand on commence à la faire jouer, de rem-

plir d'eau le tuyau montant et le canal ou tuyau principal.

25. Dans la *fig. 12*, le canal circulaire et le réservoir d'air sont adaptés au bas du tuyau montant, de manière que le canal soit entièrement plongé dans l'eau qu'il s'agit d'élever. Des soupapes d'arrêt sont placées aux deux extrémités de ce canal, comme dans la *fig. 11*, mais elles s'ouvrent en dedans. Deux tubes de communication sont aussi insérés entre les bouts du canal et le réservoir d'air, et ils sont munis de soupapes d'ascension qui s'ouvrent dans le réservoir. Les mêmes lettres dans cette *figure*, indiquent les mêmes objets que dans la *fig. 11*. Les mêmes moyens peuvent servir à donner le mouvement à la machine.

Seconde
disposition.

26. Nos lecteurs n'auront pas manqué d'observer que la machine, *fig. 11*, est du même genre que celle que nous avons décrite, §. II, *fig. 3*. Dans celle-ci l'eau parcourt la longueur d'un tuyau fixe, et aspire l'eau d'un bassin inférieur, comme ferait un piston qui serait mu dans la même direction que le courant. Dans celle-là, lorsque le tuyau mobile rétrograde, l'eau qu'il renferme obéit au premier mouvement qu'elle a reçu, et met en jeu le poids de l'atmosphère, comme dans le cas qui précède.

Observa-
tions sur les
deux dispo-
sitions de la
septième
machine.

Quant à la machine de la *fig. 12*, elle n'est évidemment qu'une variété de la précédente.

27. Ces machines ont beaucoup de rapport avec le *double serpenteau* du Cit. *Viallon*, dont

Machine
du Citoyen
Viallon.

nous croyons utile de rappeler ici la construction en peu de mots (1).

Autour d'un axe vertical ab , (*fig* 13), s'élèvent deux tubes en hélices, ou deux *serpenteaux*, dont les révolutions se croisent. Les extrémités inférieures cd , des tubes, portent des soupapes qui s'ouvrent en dedans. Les parties supérieures se réunissent en un seul tuyau ef auquel on peut ajouter un réservoir d'air et un ajutage y . Un levier LG est adapté perpendiculairement à l'axe, et sert à donner à la machine un mouvement oscillatif dans le plan horizontal.

Lorsqu'on fait décrire, à l'extrémité du levier G , de petits arcs en avant et en arrière, l'eau s'élève alternativement dans chaque tube, et elle sort en jet continu par l'ajutage y .

Pour concevoir comment cet effet a lieu, on peut ne considérer qu'un seul tube. Lorsque l'on fait faire à la machine une première oscillation, dans le sens convenable pour que l'extrémité inférieure du tube se meuve en arrière, toute l'eau qui remplit le tube se meut avec lui, et chaque molécule décrit un arc semblable dans un plan horizontal : mais pendant l'oscillation suivante, quand la machine retourne en sens contraire, l'eau s'élève dans le tube incliné et jaillit au dehors, en vertu du mouvement qu'elle a acquis, et elle est en même-tems rem-

(1) Voyez le *Journal de Physique*, cahier d'avril 1798. La première expérience publique faite avec cette machine, a eu lieu le 15 messidor an 5 (juillet 1797).

placée, vers le bas du tube, par l'eau du bassin que presse le poids de l'atmosphère.

28. La huitième et dernière machine de M. Boulton consiste en un canal rectiligne ou curviligne, que l'on fait osciller dans un plan vertical, et que l'on place tantôt hors du bassin dont il faut élever l'eau, tantôt au milieu même de l'eau du bassin. Dans ces deux cas elle exige deux constructions différentes.

Huitième machine.

29. Le tube ou canal CC , *fig* 14, est courbé suivant un arc de cercle, dont les tuyaux montans DD représentent les rayons, ou bien, ce peut être simplement un tube ou canal rectiligne parallèle à la corde de cet arc. Cet assemblage du canal et des deux tuyaux montans, est mobile sur un axe U , fixé au centre de l'arc. SS , sont deux ressorts roides qui déterminent l'étendue de chaque oscillation. Cette étendue peut être de 9 à 10 décimètres, quand ce sont des hommes qui agissent à la circonférence de l'arc décrit par chaque extrémité du canal. En OO , sont des soupapes qui s'ouvrent de bas en haut, et qui servent à contenir l'eau qui remplit les tuyaux montans. En BB , sont des soupapes d'arrêt qui s'ouvrent en dehors. Si l'on remplit d'eau le canal CC et les tuyaux DD , et que l'on tire avec force tout l'appareil d'abord dans un sens, et ensuite dans le sens contraire, les mêmes effets auront lieu que dans la machine *fig* 11, (§. XXIV). A la fin de chaque oscillation, quand la machine frappe sur un des ressorts et retourne en arrière, l'eau qui remplit le canal, continuant à se mouvoir dans la première

Première disposition.

direction, est jetée en partie dans l'auge qui est disposée pour la recevoir, et en même-tems l'eau s'élève par le tuyau montant le plus éloigné, pour remplir le vide qui tend à se former à l'extrémité du canal à laquelle ce tuyau correspond.

Seconde
disposition.

36. Dans la *fig. 15*, les principales parties de la machine sont semblables à celles de la machine précédente, mais elles sont disposées dans un sens inverse. Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets. Tout le canal *CC* doit être plongé assez profondément sous la surface de l'eau qu'il faut élever, pour que ses extrémités ne puissent sortir de l'eau quand elles arrivent à la fin de l'arc qu'elles ont parcouru. Cette machine est mue de la même manière que celle qui précède; l'assemblage des deux tuyaux montans et du canal principal, doit osciller dans un plan vertical, et à l'aide des soupapes d'arrêt *B*, et des soupapes d'ascension *A*, l'eau doit s'élever alternativement dans chacun des deux tuyaux montans comme elle s'élève dans celui de la *fig. première*, de la *fig. 2*, des *fig. 6* et *7*, et mieux encore dans le tuyau montant des *fig. 10* et *12* (1).

Fin de la
description
des machi-
nes de M.
Boulton.

31. Pour compléter les descriptions des machines de M. Boulton, il nous reste à parler de la forme et des dimensions de leurs principales parties, de la disposition des soupapes et

(1) Le pendule hydraulique, décrit dans le tome I.^{er} des *Machines de l'Académie*, et le double zigzag dont parle Bélidor, n'ont rien de commun avec les machines des *fig. 14* et *15*, que la manière dont ils sont suspendus.

des mécanismes différens qu'on peut employer pour les mouvoir.

32. Les dimensions des différentes parties des machines de M. Boulton, doivent varier selon la vitesse et le volume de l'eau qui passe à travers le canal ou tube principal, selon la hauteur où l'on veut élever l'eau, et selon la quantité qu'on veut en élever dans un tems donné.

Dimensions
des parties
principales.

33. Les matières propres à faire les canaux, les tuyaux et les réservoirs d'air, sont la fonte de fer, le fer battu, le cuivre, le laiton, le bronze, etc. Cependant pour des hauteurs médiocres et pour de petits diamètres, on peut employer les tuyaux en bois garnis de cercles de fer. Des tuyaux en grès ou en terre cuite, peuvent aussi convenir pour de très-petites hauteurs.

De quelle
matière les
tuyaux doi-
vent être.

34. La bouche du canal principal doit être en forme de trompe, quand on veut élever l'eau par le mouvement des vagues de la mer ou d'une grande pièce d'eau, à l'aide des machines, *fig. 1, 2, 6* et *7*. Elle doit être tournée dans une direction opposée à celle que prennent les vagues en battant contre le rivage. Cette même forme convient aussi quand on se sert du courant libre et découvert d'une rivière ou d'un ruisseau; dans ces différens cas, le canal doit être placé de manière à ce qu'il soit toujours sous la surface des plus basses eaux. Quand au contraire on emploie l'eau retenue par une digue, la section transversale de l'embouchure

Forme de
la bouche
du canal.

peut être rectangulaire. *Voyez ces différentes formes représentées en X et Z, fig. 1 et 2.*

Formes des
soupapes
d'arrêt.

35. La construction la plus simple des soupapes d'arrêt est celle de la *fig. première* : son plan est rectangulaire, et elle se meut sur un axe parallèle à l'un de ses côtés. M. Boulton propose plusieurs autres *figures* que voici.

L'une est une soupape conique ou à coquille qui se meut parallèlement à son axe. Elle est fixée à une tige (*fig. 17.*) qui glisse dans deux brides *K K*.

Une autre soupape (*fig. 18*), s'ouvre en deux parties comme les portes d'une écluse. Les deux battans peuvent se fermer l'un sur l'autre au milieu de l'orifice, ou s'appuyer sur une butée, telle qu'on la voit dans la coupe horizontale et dans les vues de face, même *figure*. Les deux battans sont liés à une seule tige commune, pour être mus ensemble.

Dans la *fig. 19*, on voit une soupape à quatre battans, telle qu'on doit l'employer dans le cas où le canal a un grand diamètre, par exemple, de 7 à 8 décimètres et plus. Une seule tige réunit tous les battans, afin qu'ils puissent tous s'ouvrir et se fermer en même-tems.

La *fig. 20* représente une soupape fort anciennement connue, elle est circulaire et tourne sur un axe qui ne passe point par son centre, mais qui la partage en deux segmens inégaux.

Moyens de
mouvoir ces
soupapes.

36. Les soupapes d'arrêt ci-dessus peuvent être maintenues ouvertes par un contrepoids fixé à un levier, qui fait avec le plan de la sou-

pape un angle convenable, comme on le voit *fig. première*. Ce poids doit être déterminé par expérience; on doit l'ajuster de manière qu'il ouvre la soupape dans le tems requis; ce qui s'obtient, soit en le faisant glisser plus près ou plus loin du centre de mouvement, soit en le diminuant ou en l'augmentant; mais cette méthode a un inconvénient, c'est que le poids étant généralement sous l'eau, il est embarrassant de l'ajuster et de changer sa position ou sa masse. Sous ce point de vue, le mécanisme (*fig. 16*) est plus commode; un poids *E* est attaché à l'extrémité du levier *F* qui tient à l'axe *J* et au levier *G*, et ce levier est lui-même lié, par la verge *H*, au bras *R* fixé à la soupape: on peut prolonger la verge *H* autant qu'on le désire, et placer ainsi le poids *E*, et le mécanisme qui en dépend, hors de l'eau, à une hauteur où l'on puisse aisément atteindre.

37. On peut encore substituer un ressort au contrepoids pour tenir ouverte la soupape d'arrêt. La *fig. 17* représente l'application de ce moyen à la soupape conique.

38. Enfin on peut, au lieu d'employer l'action même du courant pour fermer la soupape d'arrêt, ce qui exige que cette soupape ne soit jamais entièrement ouverte, afin que l'eau puisse la choquer, se servir d'un moteur extérieur et ouvrir complètement la soupape. Il est facile d'imaginer plusieurs constructions qui satisfassent à cette condition. Voici celle que notre Auteur propose.

Un petit courant d'eau est conduit dans un réservoir muni d'un robinet pour régler la quantité de l'écoulement. Cette eau tombe dans le bassin *E* (*fig.* 21) : lorsque ce bassin est rempli et a acquis un poids suffisant, il descend, et à l'aide de leviers convenables, il ferme la soupape d'arrêt. Arrivé au bas de sa chute, le bassin se vide, le poids *F* reprenant la prépondérance, r'ouvre la soupape et remonte le bassin. On règle la vitesse des coups de cette machine en ouvrant plus ou moins les robinets, et en variant les proportions entre le contrepoids *F* et la masse d'eau que le bassin contient.

Considérations générales.

39. Terminons cette notice par quelques considérations générales, sur l'effet des machines dont il vient d'être question, et par l'exposé des résultats de quelques expériences.

40. Il est évident, par tout ce qui précède, que l'effet de toutes ces machines dépend, 1°. de la capacité du canal dans lequel l'eau est mise en mouvement, soit que ce mouvement soit absolu, soit qu'il ne soit que relatif, et 2°. de la vitesse avec laquelle ce mouvement a lieu. L'on voit qu'en dernier résultat, la masse choquante partage son mouvement acquis avec la masse d'eau du tuyau montant, et l'on peut appliquer ici les formules connues qui donnent l'expression du choc et de la vitesse commune après le choc.

41. Quoiqu'il suive de là, et quoique nous l'ayons annoncé §. IV ci-dessus, que la colonne d'eau du tuyau montant, doit toujours, et quelle que soit sa hauteur, être soulevée par l'impulsion

pulsion de la masse d'eau du canal, on ne doit pas en conclure que l'on peut, dans l'application de ces machines à quelques cas particuliers, employer une très-petite chute d'eau pour élever une portion de cette eau à une très-grande hauteur. Il faut qu'il y ait toujours, dans la pratique, une certaine proportion entre la masse du corps choquant et celle du corps choqué, entre la vitesse qui accompagne le choc et celle qui le suit : et nous ajouterons, pour citer un exemple, qu'il est douteux que l'on puisse avec une chute d'eau de 12 à 15 décimètres, et l'une des machines représentées dans les *fig.* 1, 2, 6 et 7, élever l'eau d'un seul jet à la hauteur de 120 ou 150 mètres.

42. On peut prévoir aussi que pour élever l'eau, même à des hauteurs médiocres, avec des machines de ce genre, il est nécessaire que la masse choquante ait une certaine vitesse. Le cours libre des grandes rivières, lorsqu'elles ont peu de pente, produirait peu d'effet : les ruisseaux et les torrens conviendraient mieux. Ils permettent d'ailleurs ordinairement de construire à moins de frais des digues et des retenues d'eau, et l'établissement des premières machines que nous avons décrites, serait peu dispendieux, sur-tout s'il ne fallait élever l'eau qu'à une petite hauteur.

43. Les expériences suivantes feront connaître les produits qu'on peut attendre des machines construites sur les mêmes principes que celles dont il a été question dans cette notice, et les cas où elles doivent être préférées aux

Résultats d'expériences.

Journ. des Mines, Ventôse an X. K k

rones hydrauliques ordinaires. Elles ont été faites vers le milieu de l'an 6 par le Cit. Bossut, et feu le Cit. Cousin, qui avaient été chargés d'examiner le *bélier* hydraulique des Cit. Montgolfier et Argant, et qui en ont rendu compte quelque tems après à la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut. Le bélier qui a servi à ces expériences était parfaitement semblable à la machine de notre *fig. première*. Le canal ou tuyau principal avait 8,118 mètres (25 pieds de longueur et 0,109 mètres (4 pouces 7 lignes) de diamètre. Il était adapté à un réservoir entretenu plein d'eau, sous une profondeur constante de 0,487 mètres (18 pouces); on a fait varier deux fois la hauteur du tuyau montant. La première hauteur a été de 3,166 mètres (9 pieds 9 pouces); la seconde de 9,661 mètres (29 pieds 9 pouces).

44. *Première expérience.* La hauteur du tuyau montant est de 3,166 mètres; par un milieu entre deux expériences, la machine donne 30 coups en 60 secondes.

La quantité d'eau } 263 litres. (276 pintes).
perdue est de . . .

La quantité d'eau } 22 litres. (23 $\frac{1}{2}$ pintes).
élevée est de . . .

Total de l'eau fournie } 285 litres. (299 $\frac{1}{2}$ pintes).
par le réservoir. . .

En comparant le produit de cette quantité totale multipliée par la hauteur de la chute (18 pouces), au produit de la quantité d'eau élevée, multipliée par sa hauteur (117 pouces),

on trouvera que le premier produit est un second à peu près comme 2 est à 1.

45. *Seconde expérience.* La hauteur du tuyau montant est de 9,661 mètres (29 pieds 9 pouces); par un milieu entre trois expériences, la machine donne 30 coups en 61 secondes; la quantité d'eau perdue est de 237 litres (249 pintes); la quantité d'eau élevée est de 5 $\frac{7}{8}$ litres (6 pintes); en réduisant d'abord le tems à 60 secondes, comme pour le premier cas, on aura :

Pour la quantité } 233 litres. (245 pintes).
d'eau perdue. . . .

Pour la quantité } 5,6 litres. (5,9 pintes).
d'eau élevée. . . .

Et pour la quantité totale d'eau fournie par le réservoir. } 238,6 litres. (250,9 pintes).

Ensuite si l'on fait des calculs entièrement semblables à ceux du cas précédent, on trouvera qu'ici l'effet est moindre que dans le premier cas, proportion gardée de hauteurs et des quantités d'eau dépensées.

46. En comparant ces résultats, ainsi que l'ont fait les Commissaires de l'Institut, avec le produit que donneraient une *roue à ailes* et une *roue à pots*, qui seraient mues par la même quantité et la même chute d'eau que dans les deux expériences précédentes, et qui élèveraient l'eau par le moyen d'une pompe à la même hauteur que celle des tuyaux montans qui ont servi aux mêmes expériences, on

Comparaison avec les roues hydrauliques.

trouve par un calcul fort simple que le béliet hydraulique a de l'avantage sur les roues à ailes, et que son effet est moindre que celui d'une roue à pots. Mais si l'on suppose que l'eau, dont on peut disposer, coule sans interruption par un orifice égal à celui du canal ou tuyau principal des expériences ci-dessus, sans que le niveau de la charge d'eau puisse baisser, ce qui est le cas des grandes rivières, les roues à ailes reprennent l'avantage sur le béliet hydraulique.

Conclu-
sion.

47. Concluons néanmoins que cette machine, ainsi que celles qui sont établies sur les mêmes principes, et dont nous avons donné la description, sont recommandables par leur simplicité, et qu'elles peuvent être employées avec succès en beaucoup de circonstances. A. B.

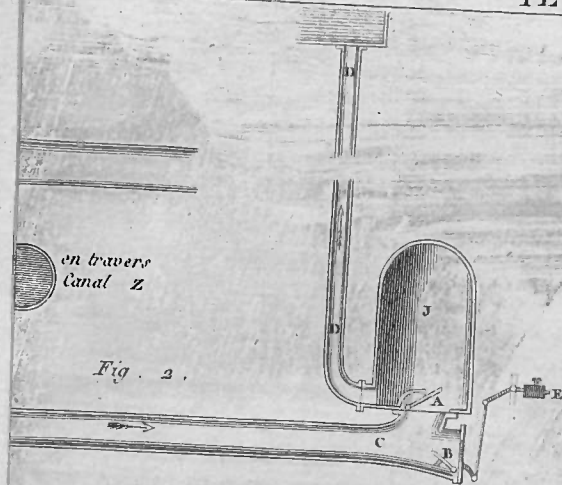


Fig. 2.

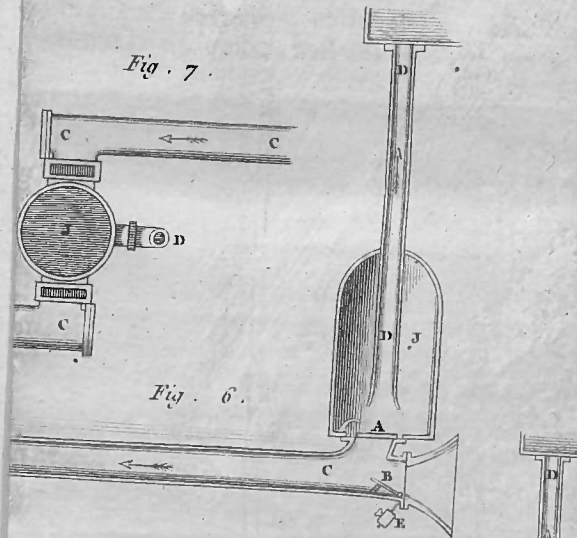


Fig. 6.

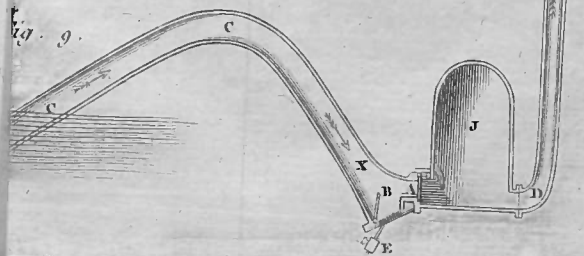


Fig. 9.

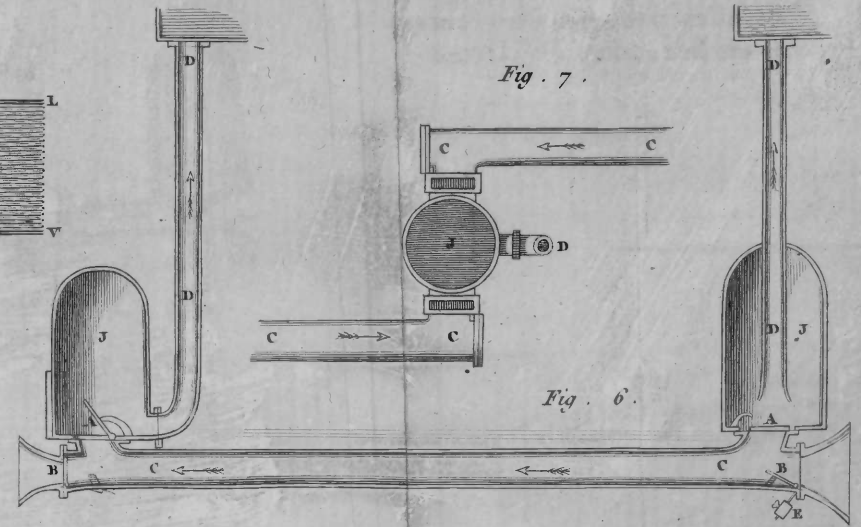
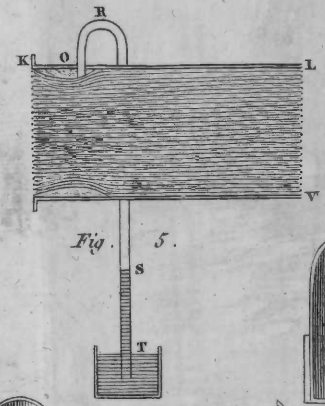
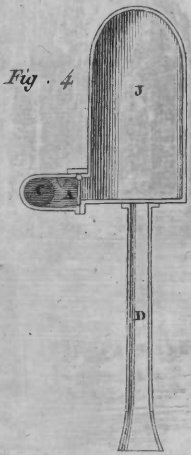
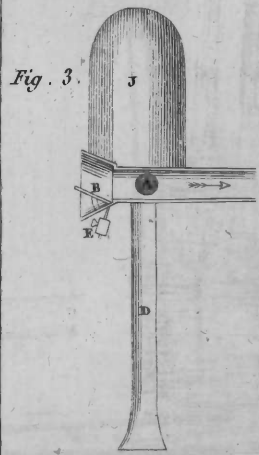
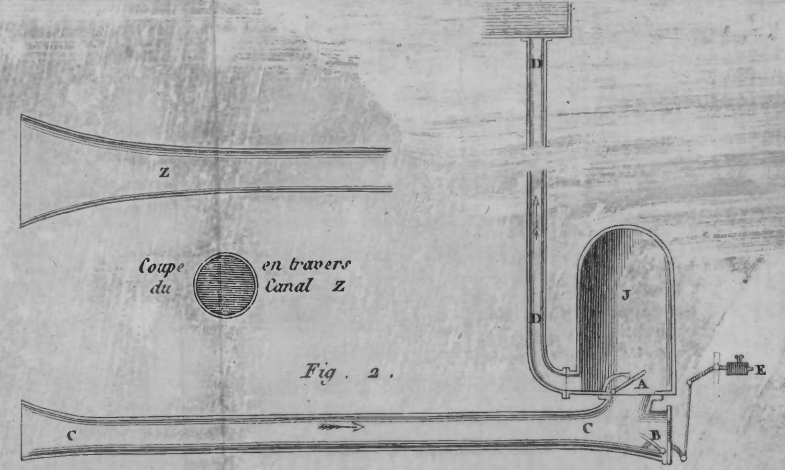
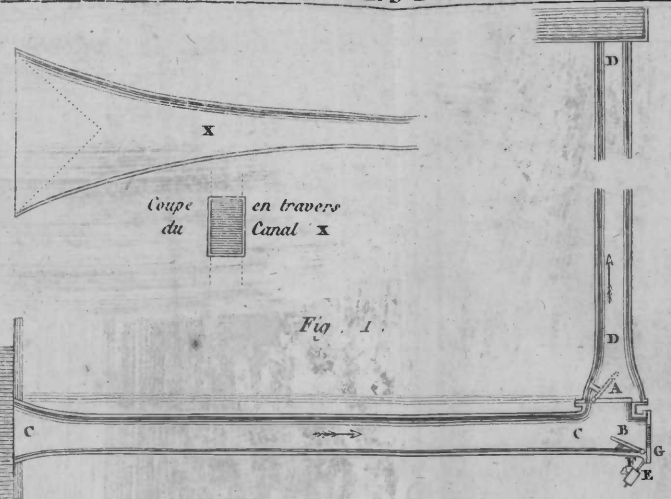


Fig. 7.

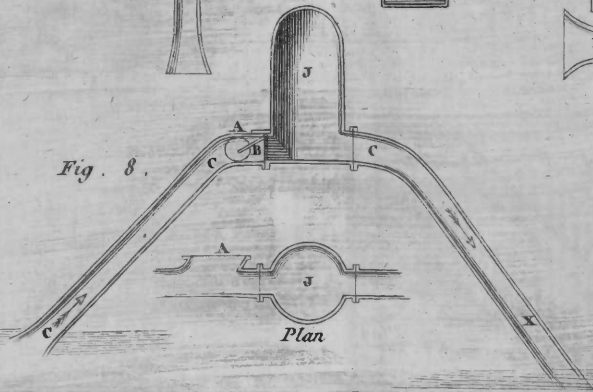
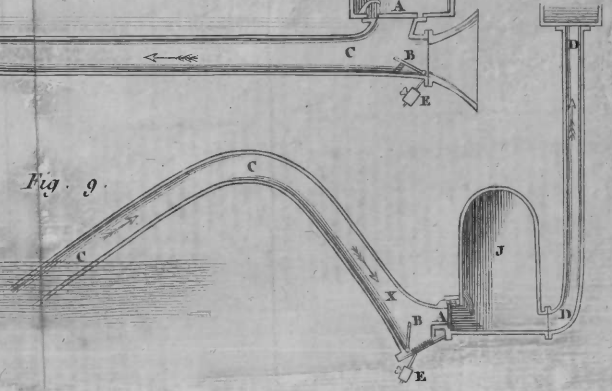
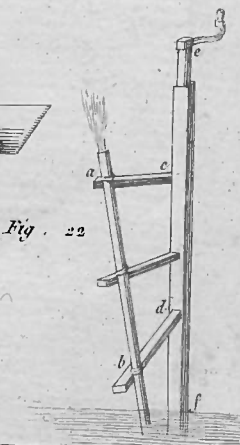
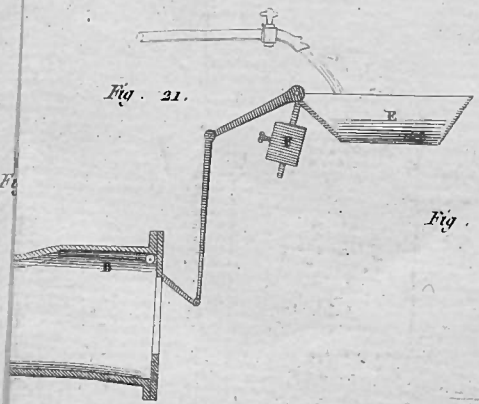
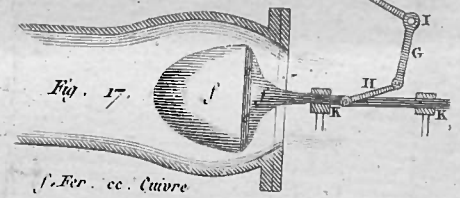
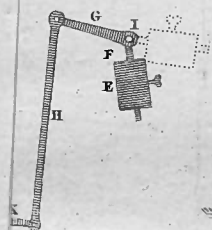
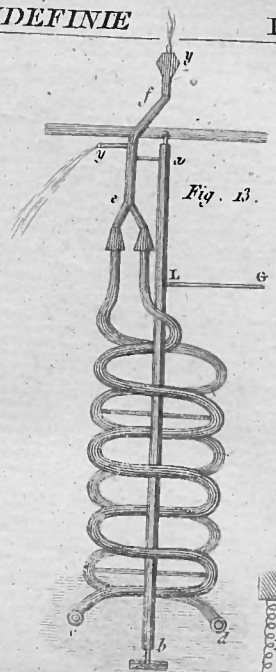
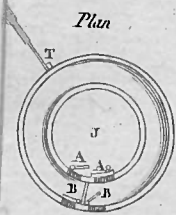


Fig. 9.





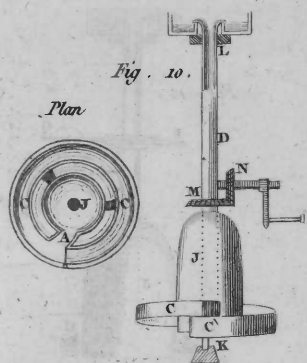


Fig. 10.

Plan

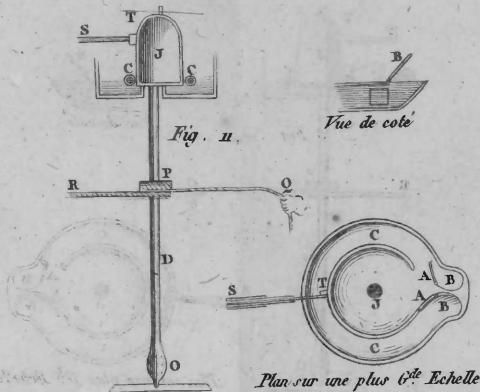


Fig. 11.

Vue de coté

Plan sur une plus 6^{te} Echelle

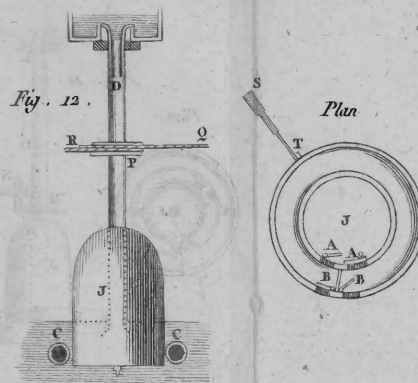


Fig. 12.

Plan

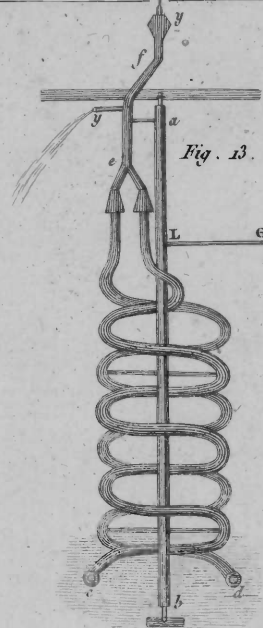


Fig. 13.

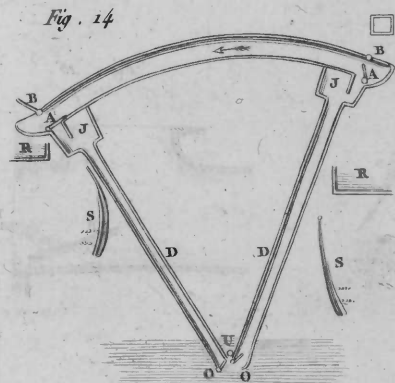


Fig. 14.

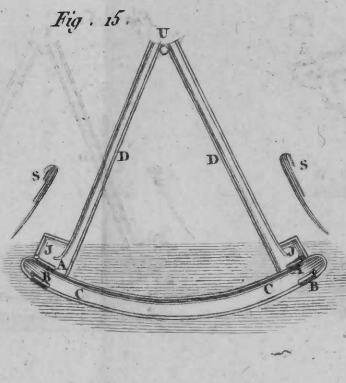


Fig. 15.

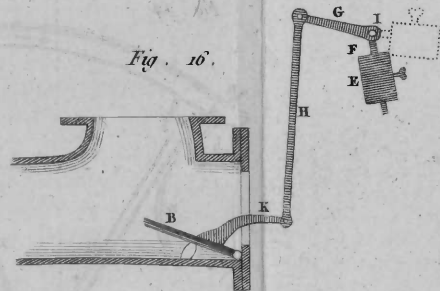


Fig. 16.

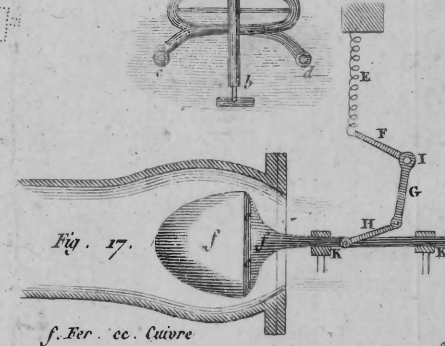


Fig. 17.

f. Fer. cc. Cuivre

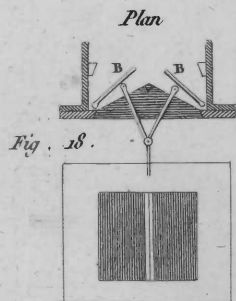


Fig. 18.

Coupe.

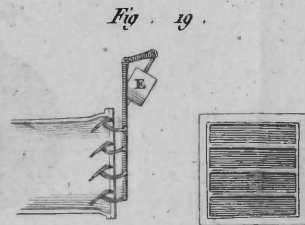


Fig. 19.

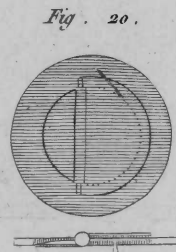


Fig. 20.

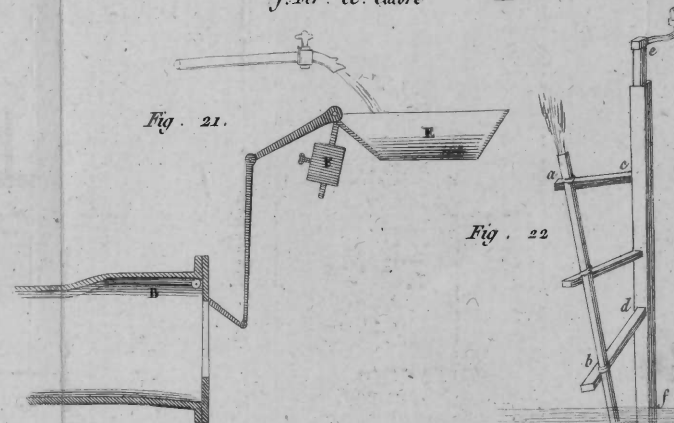


Fig. 21.

Fig. 22.