
M É M O I R E

Sur les Machines à vapeur de rotation, pour l'extraction des substances minérales et l'épuisement des eaux, présentement en usage dans les houillères de Littry, département du Calvados.

Par HÉRICART-THURY, ingénieur des mines.

§. I. *Note historique sur l'établissement de ces Machines.*

SUR l'offre faite en l'an 6 par les frères Perrier, de Chaillot, d'une machine à vapeur de rotation, pour l'extraction des substances minérales et l'épuisement des eaux, la Compagnie des houillères de Littry, dans le Calvados, frappée des nombreux avantages de cette nouvelle machine, de son peu d'entretien, et de l'économie qui devait en résulter par la suppression d'un grand nombre de chevaux, en fit l'acquisition, avant même la connaissance du succès, qui n'était pour lors que présumé. Cette machine fut posée en l'an 8, et d'après le bénéfice qui en résulta, on en demanda une nouvelle, qui a été établie en germinal de l'an 10.

Les Compagnies de houillères du nord de la France ont suivi cet exemple, et les frères Perrier

sont occupés à répondre aux nombreuses demandes qui leur sont adressées.

§. II. *Réflexions sur les Machines d'extraction les plus ordinaires.*

Avant de passer à la description de la machine à vapeur de rotation, examinons succinctement le mode d'extraction le plus usité, et en la décrivant ensuite, les avantages en seront plus sensibles.

Les machines d'extraction le plus en usage dans les mines, sont des baritels ou machines à molettes, mues par deux, trois ou quatre chevaux, composées d'un arbre vertical tournant sur un pivot, et portant, ou un tambour cylindrique d'un diamètre variant selon la profondeur du puits, ou deux tambours coniques posés sur le même arbre vertical.

A la partie inférieure de l'arbre sont des leviers, à l'extrémité desquels sont attelés les chevaux.

Les cables se roulent sur le tambour ou sur les deux cônes, passent sur deux poulies ou molettes placées perpendiculairement sur le puits. Ces cables portent à ses deux extrémités les bennes, tonnes ou paniers qu'on charge alternativement.

On conçoit, d'après cet exposé, 1°. que les chevaux en tournant font monter une des tonnes, tandis que l'autre descend. 2°. Que pendant que l'ouvrier au jour décharge la tonne montée, celui qui est au fond du puits (le chargeur à la fosse) charge la tonne qui vient de descendre. 3°. Que cette opération faite, les chevaux tournent en sens contraire, et que la tonne

tonne nouvellement chargée monte à son tour, tandis que la tonne vide redescend, etc.

D'après cette manœuvre, on doit observer qu'on est obligé d'élever la tonne un peu plus haut que l'orifice du puits, et ensuite de la faire redescendre, pour que les ouvriers au jour (moulineurs) puissent la tirer à eux et la renverser, pour la vider commodément.

Dans beaucoup d'exploitations, on se sert de chaînes au lieu de cables. Ces chaînes ont une pesanteur considérable qui surpasse de beaucoup le poids de la houille à monter, lorsque les puits ont une certaine profondeur; d'où il résulte que lorsque la tonne chargée commence à s'élever du fond du puits, les chevaux ont un effort beaucoup plus considérable à faire, parce qu'ils enlèvent le poids de la houille, plus celui de la chaîne entière. Cette résistance diminue à mesure que la tonne s'élève, jusqu'à ce qu'elle ait rencontré, vers le milieu de sa course, la tonne descendante; alors le poids de la chaîne descendante augmente, à mesure que celui de la chaîne montante diminue, et il produit sur le mouvement de la machine un effet tel, que si on n'employait le secours d'un frein ou un frottement quelconque pour le retarder, les chevaux seraient entraînés et renversés.

Cet inconvénient est moindre, quand on se sert de cables; mais il a néanmoins lieu, leur poids est quelquefois supérieur à celui de la charge dans les puits profonds, et la résistance est ainsi très-inégale.

Pour rendre cette résistance constante, on peut employer un contrepoids, ou se servir de

tambours coniques. Ces moyens sont applicables aux machines à molettes, comme à la machine de rotation que nous allons décrire.

§. III. *Description de la première Machine à vapeur de rotation établie à Littry.*

D'après tout ce qui vient d'être dit, on voit combien il se présentait de difficultés dans l'emploi de la machine à vapeur pour monter et descendre successivement les tonnes, et obtenir les diverses manœuvres que nous avons indiquées plus haut.

Comme la machine est en général la même que la machine à vapeur à double effet et de rotation, déjà si connue, et comme elle ne présente que quelques légères modifications, nous nous contenterons d'exposer quels sont les changemens qui ont été jugés nécessaires, et nous terminerons par l'explication de la *planche V*, dont la vue seule suffit pour donner une idée générale de l'ensemble et du jeu de la machine.

Toute cette machine est contenue dans une cage de charpente qui n'a besoin d'aucun soutien, en sorte qu'elle est indépendante du bâtiment dans lequel on la place. Elle a dans son jeu et dans ses mouvemens une régularité et une harmonie qui plaisent à l'œil; et l'on est surpris de voir tant de souplesse et tant d'aisance dans des rouages et dans des bras de fer.

Cette machine n'a point de balancier, comme on en voit dans les machines à vapeur ordinaires; mais à l'extrémité supérieure de la tige du piston est adapté un fléau horizontal. Ce fléau porte à ses deux bouts, deux bras à

charnière, qui sont attachés aux deux manivelles de deux roues dentées, qui engrènent l'une dans l'autre; par ce mécanisme simple la tige du piston est forcée de se mouvoir verticalement.

Cette disposition réduit le volume de la machine ordinaire, la rend plus transportable, plus facile à démonter et à remonter, lorsqu'on abandonne un puits d'extraction pour la placer sur un autre.

L'une des deux roues d'engrenage, dont nous venons de parler, porte sur le prolongement de son axe un volant, et à son extrémité un pignon; ce pignon s'engrène dans une roue dentée, fixée au tambour sur lequel s'enroule le cable qui sert à monter les tonnes.

L'extrémité de l'axe de l'autre roue, porte une manivelle qui met en jeu une tiraille destinée à faire agir une pompe d'eau froide pour le service de la machine. Cette pompe est placée dans un puits hors de l'enceinte du bâtiment. (Voy. les *fig. 1, 2 et 3, planche V.*)

Pour changer alternativement le sens du mouvement, on a placé sur l'axe du volant un frein, dont le levier est calculé de manière qu'un homme, avec le plus faible effort, peut arrêter toute la machine. Il est à remarquer que cet effort est d'autant moins grand, que la manivelle du volant approche plus de la situation verticale; ce qui a lieu quand le piston est parvenu, soit au haut, soit au bas du cylindre. Ainsi, lorsque la machine est arrêtée, elle se trouve naturellement disposée à prendre un mouvement contraire, et, par conséquent, à faire redescendre la tonne qui vient d'être montée.

Le même mouvement qui fait agir le frein , ferme en même - tems la soupape d'injection ; sans cette précaution , le condenseur s'emplit d'eau , dans le peu d'instans que la machine seroit arrêtée , et on auroit de la peine à la remettre en mouvement.

Le conducteur doit avoir soin , lorsqu'il arrête la machine , pour donner le tems de décharger la tonne , d'achever le décrochement du régulateur , si toutefois le piston du cylindre n'avait pas achevé sa course : sans cette nouvelle précaution , le tambour continuerait de tourner dans le même sens.

Le frein , dont nous avons parlé plus haut , consiste en deux forts segmens de bois qui embrassent étroitement un plateau circulaire de bois porté sur l'axe du volant , et attaché à ce dernier. On augmente le frottement avec de la craie ou du plâtre jeté sur les segmens et sur le plateau.

Le volant a 3^m.896 de diamètre , il est composé de jantes ou segmens de fonte et de rayons de bois , assemblés au centre dans un plateau de fonte ; ce plateau a des canelures ou gorges pour recevoir les rayons. Tout cet assemblage est recouvert d'un second plateau serré contre le premier avec des boulons , des écrous et des vis.

Pour que cette machine marche régulièrement , il est nécessaire que la résistance qu'elle a à vaincre , soit à-peu-près uniforme ; il faut donc équilibrer le poids du câble , de manière que dans telle situation qu'il se trouve dans le puits , soit que les deux tonnes soient à la même hauteur , soit que l'une se trouve en haut et l'autre en bas , la résistance soit la même. A cet effet , un petit tambour est placé

sur l'axe du grand. Un cordage est fixé à un point de sa surface : il a pour longueur , à compter de l'aplomb du puits , la moitié de celle du câble extracteur ; et à son extrémité est une chaîne de même mesure (1). Pour en expliquer le jeu , supposons que la tonne vidée soit prête à descendre , et que celle remplie au fond du puits , soit accrochée pour remonter. Dans cet état , le cordage est enroulé en entier sur ce petit tambour ; et la chaîne étant développée dans toute sa longueur , elle fait équilibre avec le câble qui va monter. La machine alors mise en mouvement , le tambour déroulant son cordage , la chaîne descend et se replie sur elle-même dans une caisse placée dans un des angles du puits , à la moitié de sa profondeur : elle se trouve toute repliée lors de la rencontre des deux tonnes (2) : c'est l'instant où les deux câbles , égaux en développement , sont en équilibre ; alors , celui descendant augmente de pesanteur en s'allongeant ; mais le petit tambour ayant déroulé tout son cordage , et continuant de tourner , le rappelle , l'enroule en sens contraire et remonte la chaîne ; celle-ci fait équilibre avec le câble descendant , et elle arrive au haut du puits en même-tems que la tonne remplie. On voit que par cet équilibre alternatif , la machine n'a que le poids de la houille ou du minerai à monter.

(1) Le diamètre du petit tambour est égal au rayon du grand ; et le poids total de la chaîne est double du poids total du câble.

(2) La chaîne est composée d'anneaux circulaires de 2 décimètres de diamètre , de sorte qu'elle ne peut jamais se mêler.

D'après cet exposé, on voit que le conducteur, par le seul mouvement d'un frein, peut gouverner la machine, la faire marcher dans un sens ou dans l'autre à sa volonté, l'arrêter autant que le besoin l'exige, descendre les ouvriers dans le puits pour raccommo-der le boîsage, les maintenir à la hauteur convenable pour leur travail, les monter ou descendre plus ou moins, suivant leur demande, etc.

§. IV. *Note sur quelques changemens exécutés dans cette Machine.*

Depuis la pose de cette machine, l'expérience journalière a démontré plusieurs inconvéniens; ainsi, 1°. le tambour étant placé horizontalement, éprouve un frottement considérable sur ses axes; 2°. les cables, avant de joindre les molettes, sont sujets à se croiser au-delà de la moitié du tambour, d'où résulte un nouveau frottement, tant de la corde sur le tour qui vient de se rouler précédemment; que sur les petits tambours verticaux, posés près des molettes pour tenir le cable dans une position fixe sur ces poulies.

3°. Le contrepoids, dont l'usage était jusque-là inconnu à Littry, où les anciennes machines avaient des tambours coniques, ne fait qu'augmenter le volume de la machine, et gêne le service.

4°. Le pignon ne portant que six dents, ne donnait qu'un mouvement très-lent, et éloigné de l'avantage qu'on s'était flatté d'obtenir, celui de monter la houille dans moins de tems que n'en mettaient les machines à molettes.

Mais à ces légers inconvéniens, on a déjà apporté des modifications qui ont amélioré la

machine; car, 1°. dans celles que fournissent actuellement les frères Perrier, le tambour est placé verticalement.

2°. Les cables, d'après cette nouvelle position du tambour, ne présentent plus le même inconvénient.

3°. Après un essai que je vais rapporter, le Cit. Noël, directeur de la houillère de Littry, a renoncé au tambour cylindrique, et a repris l'usage des tambours coniques dont il avait depuis long-tems reconnu les avantages, à l'effet de retrancher la chaîne du contrepoids et le petit tambour.

En conservant le grand tambour cylindrique, voici la manière dont il en changea la forme; par une charpente provisoire et volante qui ne consistait, 1°. qu'en une ceinture appliquée sur le milieu de ce tambour, et qui augmentait, dans cette partie seulement, son diamètre de 0,^m 487, et, 2°. en trente-deux douves, fixées d'un bout sur le tambour, et de l'autre sur la ceinture précitée, le Cit. Noël forma deux cônes tronqués opposés base à base.

Les deux cables se roulaient sur ces cônes, comme dans l'ancienne machine à molettes; le panier plein au fond du puits était suspendu par le cable enveloppé sur le petit diamètre, tandis que le cable, soutenant la benne vide qui alloit descendre, se déroulait, par hélices, sur le grand diamètre de l'autre cône. Voyez *fig. 4.*

Ayant détaché la corde du contrepoids, on vit alors que la machine, avec moins de force, et sur-tout moins d'impulsions qu'à l'ordinaire, montait le panier plein plus promptement que précédemment, que tous les frottemens des

eables n'avaient plus lieu, et qu'enfin la machine n'éprouvait aucun obstacle.

L'effet produit fut même tel, et le panier monta si rapidement, que les ouvriers au jour, dits moulineurs, n'avaient point le tems, après avoir déversé la houille montée, de la porter au tas et de revenir pour recevoir le nouveau panier monté. Pour remédier à cet inconvénient, on ne donna aux cônes, pour diamètre moyen, que celui du tambour cylindrique, et on obtint de ce léger changement un succès qui surpassa l'attente. Les cables n'éprouveront plus aucun frottement, et dès-lors, ils seront plus ménagés : la corde et la chaîne du contrepoids, pesant plus de 580 kilog., seront à l'avenir supprimées ; la marche de la machine sera simplifiée, et son effet plus prompt. Mais il est bon d'observer que cette forme conique serait insuffisante pour équilibrer une grande longueur de cable, et que pour des puits de 2 à 300 mètres de profondeur, il faudrait nécessairement avoir recours au contrepoids.

4°. Nous avons dit que la lenteur du mouvement de la machine provenait du peu de dents du pignon ; car la machine ne faisant que 32 tours par minute, et le tambour n'en faisant que trois dans le même tems, c'est-à-dire, enroulant 14^m.60 de cable, il fallait de 7 à 8 minutes pour élever la benne du fonds du puits, profond de 107^m.16, tems plus considérable que n'était celui nécessaire pour le même objet avec l'ancienne machine.

Aujourd'hui le pignon a 10 dents au lieu de 6. Le tambour fait 4 tours par minute ; et pendant ce tems, il enroule 19^m, 48 de cable, ce qui réduit à 5 minutes et demie le tems néces-

saire pour monter la tonne de 107^m, 16 de profondeur ; or, ce tems est le même que celui que 3 chevaux, travaillant ensemble, employaient communément pour monter le panier.

S. V. *Avantages de cette Machine.*

Cette machine exécutée et appliquée à l'extraction, dans la houillère de Littry, pour la première fois, quoique n'ayant qu'un cylindre de 0^m, 352 de diamètre seulement, est, 1°. capable d'une force égale à celle de quatre chevaux qui travaillent à la fois.

2°. Elle supprime neuf chevaux qui étaient employés au service de cette fosse, et par suite toute la dépense qu'ils entraînent annuellement.

3°. Elle monte le panier plein de houille, ou le tonneau plein d'eau, dans moins de tems que la machine qu'elle remplace.

4°. Elle peut s'arrêter à la volonté du conducteur.

5°. Elle tourne en sens contraire de son premier mouvement, pour monter et descendre alternativement les deux bennes.

6°. Elle peut fixer, à un point quelconque de la profondeur du puits, les ouvriers qui ont à travailler à la réparation du boisage, et elle les remonte ou les redescend à leur gré, suivant que leurs travaux l'exigent.

7°. Au moyen d'une tiraille adaptée à une des roues d'engrénage, le mouvement de la machine met en jeu une pompe destinée à élever l'eau d'un puits voisin, pour alimenter la chaudière, fournir l'eau d'injection, etc. etc.

8°. Un frein placé sur l'axe du volant, facilite le changement alternatif du mouvement.

9°. Etc. etc.

§. VI. *Aperçu sur le prix de l'achat, l'entretien et le bénéfice.*

Nous venons de voir que cette nouvelle machine supprimait, à la fosse de Littry, où elle a été établie, neuf chevaux. D'après un relevé exact de la dépense journalière de chaque cheval, y compris l'achat, la nourriture, l'entretien, les palefreniers, etc., la dépense annuelle se monte, par tête, à la somme de 918 fr. 50 cent.

Neuf chevaux à 918 fr. 50 c. chacun, font. 8266 f. 50 c.

Or ce qui revient au même actuellement, donnent, par leur suppression, une économie de 8266 f. 50 c.

La consommation de houille pour le fourneau de la nouvelle machine, est environ de 20 boisseaux par jour. (Le boisseau de Littry pèse 100 liv. ou 48,914 kil.). Retranchant 65 jours à l'année pour les dimanches, les fêtes et jours de repos : 300 jours d'extraction à 20 boisseaux, donnent 6000 boisseaux par an. Le boisseau ne revient à la Compagnie, qu'à 40 c. de frais d'extraction.

6000 boisseaux à 40 c.	1290 f.	} 2000 f.
Réparation et entretien de la machine	200	
Le conducteur	600	

L'économie réelle et annuelle est donc de. 6266 f. 50 c.

La machine livrée dans les ateliers des frères Perrier à Chaillot, est portée à. 18,000 f.

Le transport à Littry par approximation. 300

Une seconde chaudière de rechange, les frais de pose, la construction du fourneau et celle de la cheminée, environ. 5,200

Prix total de la machine. 23,500

D'où on voit d'après l'économie de la première année, évaluée 6266 f. 50 c., par la suppression des chevaux, déduction faite du combustible, de l'entretien et des gages du conducteur, que la dépense de la machine sera payée en moins de quatre années, et qu'ensuite la Compagnie aura un bénéfice annuel de plus de 6000 fr., indépendamment des autres répartitions annuelles.

§. VII. *Essai de cette Machine avant sa livraison.*

Quoique la perfection des machines, fabriquées dans les ateliers de Chaillot, fût déjà suffisamment connue, les Citoyens Perrier désirèrent que celle-ci, qui n'avait point encore été mise en usage, fût éprouvée publiquement avant d'être envoyée à sa destination; ils en firent l'essai en présence de plusieurs membres de l'Institut, du Conseil des mines, des professeurs de plusieurs Ecoles, des commissaires de diverses Compagnies de Houillères, et no-

tamment de celles de Littry, de Montrelais, d'Auzin, etc. etc.

Mais attendu qu'il n'y a point de puits suffisamment profond dans leur atelier, et qu'ainsi on ne pouvait tirer en profondeur, on fit ces épreuves horizontalement sur une longueur de 91^m, 56, sur un terrain inégal, et qui présentait ainsi une grande résistance.

Autour du tambour, on plaça un câble à l'extrémité duquel fut attaché un charriot à 4 roues. Le poids du charriot était de 489 kilog., et il fut encore chargé d'environ 929 kilog.

Ainsi chargé, ce charriot a été plusieurs fois tiré par le câble, et retiré en sens contraire au moyen d'une poulie de renvoi.

Le résultat de cet essai fut que la machine traînait cet appareil malgré des frottemens, qui étaient tels que les roues du charriot enfonçaient dans le terrain meuble de 2 à 3 pouces; cependant il fut amené en 5 minutes, parcourant l'espace de 91^m, 56.

Ainsi éprouvée, cette machine fut transportée au lieu de sa destination, où elle a produit des effets, tels que la Compagnie en a acquis une seconde qui vient d'être posée récemment, et qui présente quelques différences dans sa construction, que nous allons faire connaître.

§. VIII. *Détails sur la seconde Machine de rotation établie à Littry.*

Dans les deux machines de rotation établies à Littry, le moteur est le même : c'est le piston mis en jeu par l'eau réduite en vapeur. A l'une

et à l'autre, les manivelles correspondent aux extrémités du fléau qui surmonte la tige du piston, et ce sont ces manivelles qui donnent le mouvement à deux roues dentées.

Ces deux roues, dans la première machine, engrènent l'une avec l'autre, et l'axe prolongé de l'une de ces roues, porte le volant et le pignon qui fait tourner le tambour, *fig. 1, 2 et 3.*

Il n'en est pas de même à la seconde machine: les deux roues sont éloignées l'une de l'autre, et enarbrées sur les axes prolongés des manivelles, *figure 5.* L'un de ces axes porte le pignon qui fait tourner le tambour. Les deux roues, ainsi montées, engrènent chacune avec une roue-d'angle plus petite d'un tiers, et l'axe commun à ces deux roues-d'angle, l'est aussi au volant, lequel est placé à l'extrémité de cet axe opposée au tambour, en dehors de la cage de la machine.

A la première machine, le volant et le pignon, (ayant le même axe que l'une des deux manivelles), ne peuvent faire que 31 à 32 tours par minute, nombre fixé des impulsions du piston de cette machine pour en obtenir un bon service.

A la seconde, au contraire, le volant reçoit son mouvement de rotation par les roues-d'angle, ce qui lui donne plus de vélocité; en sorte qu'il fait 36 tours par minute, pendant que le piston ne donne que 24 impulsions.

Par cette nouvelle construction, on est tellement maître de la machine, que l'on modère ses mouvemens, qu'on l'arrête à volonté, et qu'on la fait tourner en sens contraire aussitôt qu'on le désire, et cela à l'aide d'un petit

moulinet qui serre le levier du frein, en même-tems qu'il ferme la soupape d'injection.

L'ensemble de la machine ne reçoit pas autant de secousses que la première : ses mouvemens sont plus doux; et le piston ayant un tiers moins de célérité, les encliquetages ont moins de service à faire; ils s'échauffent moins, et l'on doit croire qu'ils s'useront plus lentement.

Outre le frein dont j'ai parlé, qui est essentiellement nécessaire pour la conduite de la machine, il en a été adapté un autre qu'on peut appeler *frein de sûreté*, et qui sert pour garantir les ouvriers de tout accident.

On sait que le fer est cassant, et que des axes, des aissieux de voiture, après avoir fait un long service, viennent quelquefois à rompre subitement, et sans avoir donné auparavant aucun indice de rupture. Or, si l'axe du pignon venait à rompre lorsque la tonne, remplie de houille, serait déjà parvenue à une certaine hauteur, le fardeau de la tonne tendant à attirer cette tonne au fond du puits, le tambour dividerait alors son cable avec une vélocité telle, que bien des forces humaines réunies ne pourraient point l'arrêter, ni empêcher le ravage que cet accident occasionnerait.

Par une sage prévoyance, on a adapté, à l'extrémité extérieure du tambour, un frein de même construction à peu-près que celui du volant: ce frein tient à un levier toujours dressé à la portée de la main, et un très-petit effort est suffisant pour arrêter le tambour dans son mouvement le plus rapide. Ainsi, dans le cas d'une rupture imprévue, le conducteur de la ma-

chine empêcherait la tonne de se précipiter; il la ferait descendre graduellement jusqu'au fond du puits à l'aide de ce frein, et on serait garanti de tous dégâts. L'épreuve de ce frein a été faite à diverses reprises, et toujours avec succès.

C'est ainsi qu'en deux années, MM. Perrier ont perfectionné cette machine de rotation, ce grand agent qui deviendra si avantageux dans toutes les exploitations de mines, en procurant la réforme des chevaux que l'on a jusqu'à présent employés pour élever au jour le minerai.

Cette dernière machine ne consomme en 12 heures de travail que 18 quintaux de houille, pour en amener au jour 1440, pris à 320 pieds de profondeur; elle n'y emploie que 12 heures: il fallait le service de neuf chevaux pour ce travail, et ils y employaient seize heures.

Nota. Quoiqu'il soit dit que dans les machines que fournissent à présent les frères Perrier, le tambour y est placé verticalement, cependant à Littry le tambour est horizontal à la seconde machine posée en l'an 10 comme à la première. On n'a pu profiter de cette amélioration, parce que le mauvais état de l'édifice sous lequel la machine est placée, ne pouvait le permettre, et que d'ailleurs les frères Perrier préférèrent le tambour horizontal lorsque la profondeur est moyenne: à Anzin, où la profondeur est double de celle de Littry, le tambour de la machine qu'ils ont fournie en l'an 10 est vertical.

S. IX. *Explication des Figures de la
Planche V.*

Figures 1, 2, 3. Plan, élévation et coupe de la première machine de rotation établie à Litry. Les mêmes lettres ont rapport aux mêmes objets.

- a.* Fourneau.
- b.* Rampe ou escalier du cendrier.
- c.* Chaudière.
- d.* Cheminée du fourneau.
- e.* Chapelle, boîtes, soupapes, etc.
- f.* Tige du piston, dont la levée est d'un mètre.
- 1. 2.* Fléau horizontal adapté au sommet de la tige du piston.
- 1, 3. 2, 4.* Bras mobiles attachés au fléau et aux manivelles 3 et 4 des roues dentées *i* et *k*.
- g.* Cylindre à vapeur de 0^m^{tr}, 352 de diamètre.
- h.* Bache d'injection.
- i.* Roue d'engrènement: son axe est le même que celui du volant *m* et du pignon *o*.
- k.* Seconde roue d'engrènement: son axe prolongé met en jeu une manivelle qui fait agir la pompe *l*.
- l.* Pompe qui alimente la bache, les réservoirs, etc.
- m.* Volant: les jantes sont de fonte et les rayons en bois.
- n.* Frein du volant.
- o.* Pignon placé sur l'axe du volant: il engrène dans la roue dentée *z* du tambour.
- p.* Grand tambour sur lequel s'enroule le cable extracteur.

q.

Fig. 1.

Fig. 4.

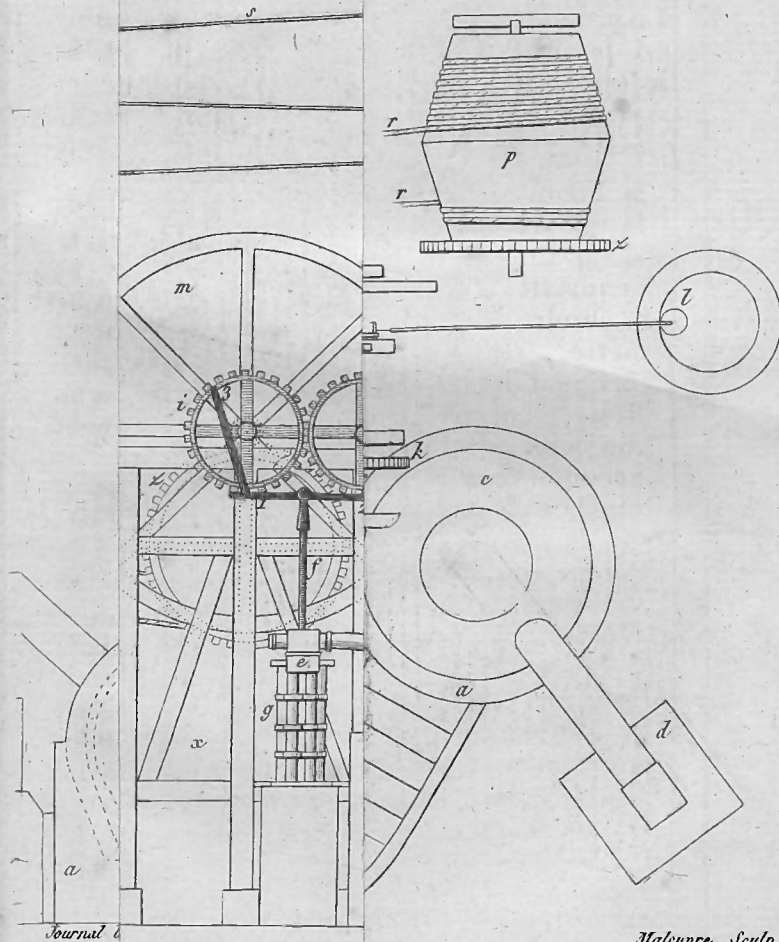


Fig. 5.

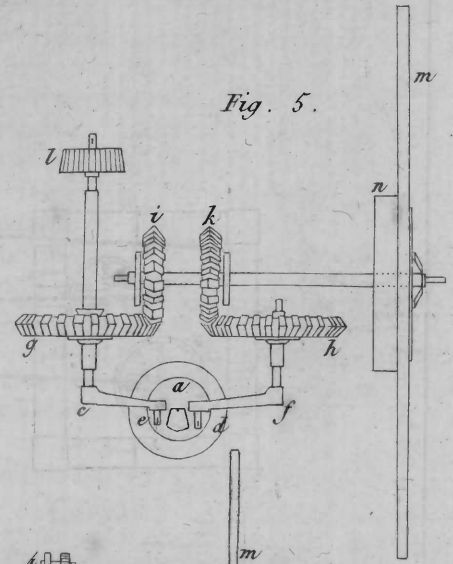


Fig. 1.

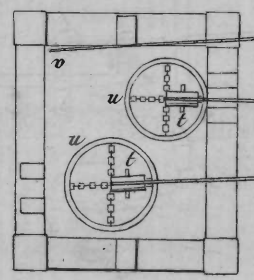


Fig. 4.

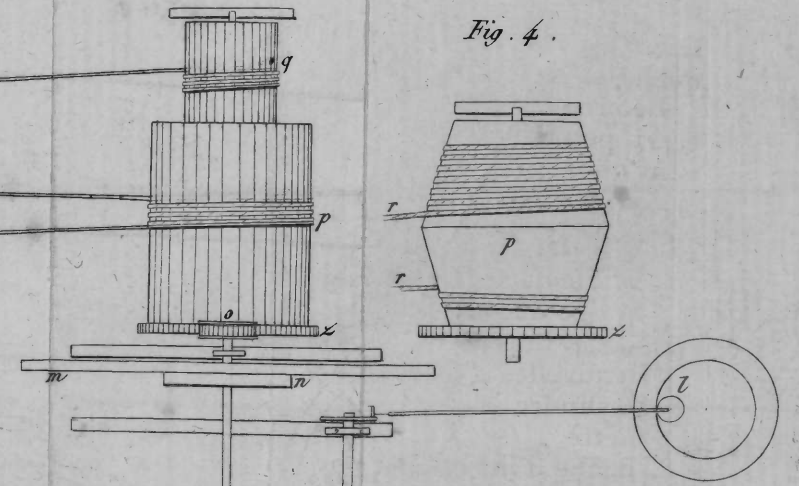


Fig. 2.

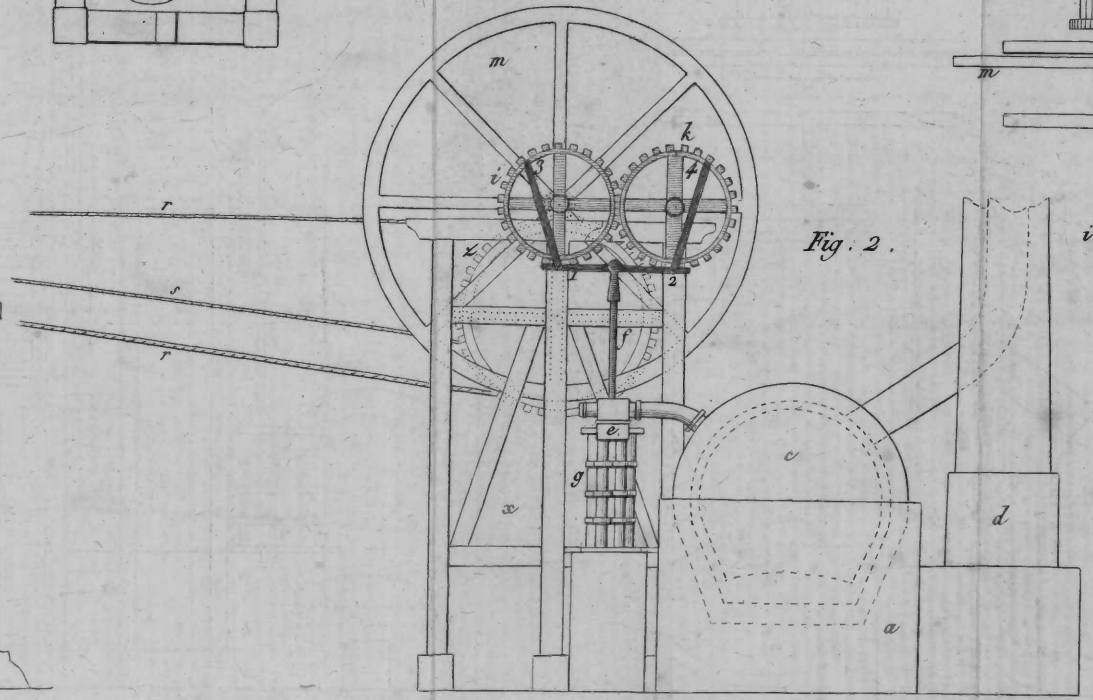
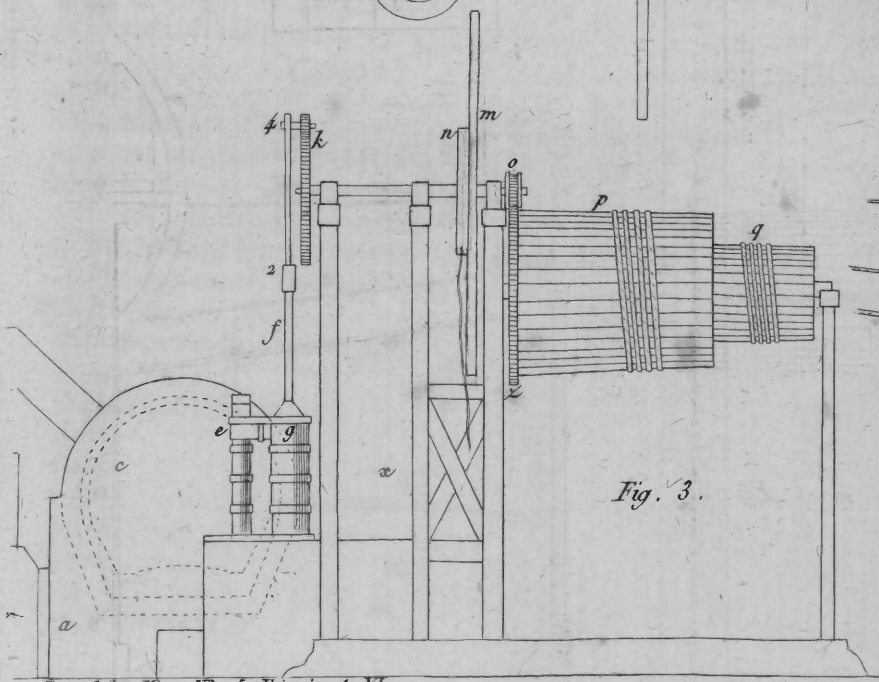


Fig. 3.



- g.* Petit tambour du contrepoids.
- r.* Cable extracteur.
- s.* Cable d'équilibre qui soutient la chaîne du contrepoids.
- t.* Les poulies ou molettes.
- u.* Les tonneaux, bennes ou paniers.
- v.* Le puits d'extraction.
- z.* Roue dentée fixée au tambour.
- x.* Charpente de la machine.

Fig. 4. Tambour conique résultant de deux cônes tronqués appliqués par leurs grandes bases. Ce tambour a été substitué au tambour cylindrique des figures précédentes, par le Cit. Noël, directeur des mines de Littry.

Fig. 5. Plan de la seconde machine de rotation établie à Littry en l'an 10.

- a.* Cylindre à vapeur.
- ce, df.* Manivelles mues par les bras mobiles attachés aux deux bouts du fléau qui est adapté au haut de la tige du piston.
- g h.* Roues d'angle ayant le même axe que les manivelles.
- ik.* Roues d'angle ayant un axe commun, et engrenant dans les deux roues *g* et *h*.
- l.* Pignon destiné à engrener dans la roue dentée du tambour.
- m.* Volant.
- n.* Frein du volant.