

très-soigné, avant de le livrer à la fonte, qui pourra se faire alors avec avantage au fourneau de réverbère, parce qu'il produit un étain de meilleure qualité que le fourneau à manche, et qu'il n'exige pas, comme ce dernier, une machine soufflante.

8°. Si on veut avoir de l'étain très-pur, il convient de liquater celui provenant du fourneau à réverbère.

---

## NOTICE

*Sur une machine à colonne d'eau à rotation employée aux mines de plomb de Védrin;*

PAR M. BOUESNEL.

LA société qui exploite la mine de plomb de Védrin a fait monter une machine à feu de 60° de diamètre au cylindre, destinée à épuiser les eaux au niveau de 385 pieds de la surface; ces eaux se versent dans une galerie d'écoulement placée à environ 260 pieds de la surface; mais comme il n'y a pas d'eau au jour pour fournir à l'injection et à la chaudière de la machine, on est obligé, pour cet objet, de monter une colonne de la profondeur de la galerie d'écoulement, à l'aide d'une suite de pompes.

Ces eaux élevées au jour, après avoir produit leur effet, doivent être abandonnées; mais il m'a paru que, dans la circonstance présente, on pourrait les rassembler avec avantage pour les faire servir de moteur à une machine qui tirerait le minéral des exploitations.

J'ai donc fait construire un très-grand bassin dans lequel je reçois toutes les eaux, après qu'elles ont condensé la vapeur ou qui sont en trop plein; et ayant fait construire un grand puits d'extraction à côté de ce bassin, je fais descendre l'eau qui le remplit, jusqu'au niveau de

la galerie d'écoulement, dans une colonne de tuyaux de fer fondu; et c'est cette colonne d'eau qui est le moteur de la machine d'extraction que je vais décrire.

L'idée de se servir d'une colonne d'eau comme puissance motrice, est due à M. Hoëll, premier machiniste de l'Empereur d'Autriche, à ses mines de Schemnitz en Hongrie; on y a fait des machines fondées sur ce principe, qui opèrent l'épuisement des eaux de ces mines, et l'on trouve la description, ainsi que le plan des machines dont il s'agit, dans Ferber, et les *Voyages métallurgiques de Jars*. L'eau entrant par en-dessous dans un cylindre ouvert à sa partie supérieure, fait monter un piston, qui redescend ensuite par le système des contre-poids liés au balancier, quand on donne écoulement au liquide, et ce mouvement, une fois établi, se perpétue par un régulateur qu'une poutrelle attachée au balancier met en mouvement. Je présume que, depuis lors, on a construit de ces machines où le cylindre était fermé par en haut, et où l'eau venait presser par-dessus le piston, comme dans les machines à feu nouvelles, construites suivant le système de Watt. Mais, je ne sache point qu'il ait été fait des machines à rotation avec le même moteur; au surplus, si cela n'a pas eu lieu, c'est que les circonstances favorables au placement de cette machine ne se sont pas encore trouvées, car il n'y avait pas beaucoup de difficultés à vaincre, comme on pourra le voir (1).

(1) M. Baillet, inspecteur divisionnaire et professeur d'ex-

Dans ma machine, le cylindre est entièrement fermé, comme dans les machines à feu à rotation, et la tige du piston passe à travers d'une boîte, ou *stiffenbox*, exactement construite comme pour ces machines; deux robinets permettent à l'eau d'entrer alternativement par-dessus et par-dessous le piston, de manière que lorsque d'un côté l'eau s'introduit, de l'autre elle s'écoule. Il en résulte nécessairement un mouvement alternatif qui est changé en mouvement de rotation, en adaptant à la tige du piston un parallélogramme et une bielle, agissant sur une manivelle. La manivelle, mise en mouvement, fait tourner deux lanternes, qui, s'engrenant avec deux roues dentées, garnies de manivelles doubles, rappellent en haut le même mouvement sur le tambour, au moyen de quatre tirans verticaux, d'une longueur égale à toute la hauteur du tirage au-dessus des roues, et qui sont attachés à des manivelles doubles correspondantes. On voit donc que par le jeu des deux robinets moteurs, le tambour tourne, et que par suite, les tonnes qui y sont suspendues par des cordes, montent et descendent. Un volant destiné à régulariser le mouvement et à faire passer la verticale à la manivelle sur laquelle

---

exploitation à l'École royale des Mines, a proposé depuis longtemps différentes formes de machines à colonne d'eau, avec ou sans balanciers, à simple ou à double effet, et de rotation. (Voyez le *Journal des Mines*, tome III, n<sup>o</sup>. 16, page 15, et tome X, n<sup>o</sup>. 58, page 751.

(Note des Rédacteurs.)

agit la bielle, est placé sur le même arbre où sont les lanternes; il est chargé de deux couronnes de fer coulé pour lui donner du poids. Afin de décharger les manivelles du tambour du poids des tirans, et ne leur donner à porter que le poids des tonnes, on a équilibré chacun de ces tirans par le moyen de balanciers en contrepoids.

Le régulateur de la machine est mis en action par une poutrelle suspendue à l'un des balanciers du parallélogramme; l'incliquetage est semblable à celui des machines à feu; mais en dessous des axes auxquels sont suspendues les piles, est un troisième axe garni de tiges ou cames; les piles, en descendant, font baisser ces cames, et par suite font tourner, soit d'un côté, soit de l'autre, les leviers qui font ouvrir et fermer les robinets; en cela consiste la différence entre le régulateur d'une machine à feu et celui d'une machine à colonne d'eau; car, dans un fluide incompressible, l'action cessant dès que l'eau cesse de suivre le piston, il est indispensable que les changemens de direction soient établis d'une manière brusque, non-seulement pour ouvrir les robinets, mais encore pour les fermer.

Pour changer le mouvement en sens contraire, il y a un troisième robinet que l'on ferme en même temps que l'on serre le frein adapté au volant, à l'aide d'un quatrième axe sur lequel sont établis les dispositions qui produisent ce double effet.

L'eau, avant d'entrer dans le cylindre; parcourt un réservoir d'air qui est extrêmement utile, en ce qu'il reçoit le choc de la colonne

d'eau, lorsqu'on arrête la machine par la fermeture du troisième robinet; car l'eau qui était alors en mouvement, continuant à se mouvoir pendant quelques instans, produit l'effet du bélier hydraulique. Un quatrième robinet, placé en avant du réservoir d'air, permet de le vider, sans laisser descendre la colonne d'eau, lorsqu'il s'agit d'y remettre de nouvel air, comme il est nécessaire, parce qu'à la longue, l'eau qui descend le consomme. Ce robinet sert aussi à laisser échapper la colonne d'eau, quand on veut vider le bassin supérieur. Il est encore à remarquer que c'est en ouvrant plus ou moins ce quatrième robinet, qu'on détermine la quantité d'eau qui entre dans le cylindre, quoiqu'on pourrait la régler également par le troisième robinet.

La forme des robinets est celle d'un corps cylindrique creusé intérieurement, et percé latéralement d'un trou qui se présente alternativement pour l'entrée et la sortie de l'eau, ou pour son entrée seulement. Le quatrième robinet a, en outre, un deuxième trou sur le côté, placé à angle droit du premier, pour que la colonne d'eau puisse se vider.

Les manivelles doubles, placées au tambour et aux roues dentées, sont disposées d'équerre; elles font ainsi l'effet d'une manivelle quadruple, de manière que la rotation du tambour se fait aussi facilement que s'il n'y avait pas de rappel de mouvement.

Les divisions du tambour où les cordes se promènent sont très-petites; cela est fait exprès pour que la corde se replie plusieurs fois sur

elle-même ; par ce moyen, il n'est plus besoin du contre-poids qu'il faudrait employer pour parer à l'inconvénient de porter le poids entier de la corde, en plus, lorsque la tonne chargée est en bas, que lorsqu'elle est en haut où le fardeau se trouve aidé du poids de la corde descendante.

Le diamètre du cylindre de la machine est de  $6^{\circ} = \frac{1}{2}$  pied.

La levée du piston égale au double du rayon de la manivelle, ou de 4 pieds.

Le trou du robinet, de  $3^{\circ}$  de diamètre.

La hauteur de la colonne, de 250 pieds.

Le diamètre moyen du tambour, de 4 pieds.

Et les roues dentées, d'un diamètre double de celui des lanternes.

Si donc il s'agit d'élever un poids  $= P'$ , il est clair :

1<sup>o</sup>. Qu'à chaque coup de la machine, c'est-à-dire, pour chaque 8 pieds de hauteur d'eau dépensée dans le cylindre, le poids décrit un  $\frac{1}{2}$  tour sur le tambour  $= \frac{4}{2} \cdot \frac{22P}{7} = 8 \cdot \frac{11P}{14}$  ;  $\frac{22}{7}$  étant le rapport du diamètre à la circonférence.

2<sup>o</sup>. Que par le principe des vitesses virtuelles, un poids  $P$  placé à la tige du piston du cylindre qui ferait équilibre à  $P'$ , serait déterminé par l'équation  $8P = 8P' \frac{11}{14}$ , d'où  $P = P' \frac{11}{14}$ .

Ainsi, en évaluant le poids  $P$  en une colonne d'eau qui aurait pour base celle du piston du cylindre moteur, nommant  $H$  cette hauteur, et prenant le poids d'un pied cube d'eau  $= 70$  liv., on aurait  $\frac{1}{4} \cdot \frac{11}{14} \cdot H \cdot 70 = P' \frac{11}{14}$ , d'où  $H = P' \frac{4}{7} = 114$  pieds, si l'on suppose le poids à élever de 2000 livres.

Il faudrait de même réduire à une colonne d'eau pressant sur le piston, les résistances dépendantes du frottement et de l'inertie de la machine ; mais ces résistances sont très-difficiles à évaluer ; cependant, comme elles dépendent principalement du poids à élever, nous pourrions les déterminer en partie aliquote de ce poids ; si on les supposait égales à la moitié ou à une colonne d'eau de 57 pieds de hauteur, il resterait en excès de force pour la puissance motrice qui est de 250 pieds, celle de 79 pieds de hauteur.

Les résistances étant évaluées en une colonne d'eau agissant sur le piston du cylindre, il est facile de déterminer la vitesse de la machine ; car tout se réduit à fixer celle d'une colonne d'eau qui étant entretenue constamment pleine à la même hauteur, entrerait dans une seconde branche qui se vide aussi constamment à une même hauteur, en passant par un petit orifice. Or, en nommant  $g$  la pesanteur et  $h$  la différence de niveau entre la hauteur de la colonne d'eau entrante et celle de la colonne d'eau sortante, la vitesse par minute est, à l'orifice, exprimée par  $u = 60 \sqrt{2gh} = 60 \sqrt{2 \cdot 30,2 \cdot 79} = 4153$  pieds.

Le trou du robinet qui donne entrée à l'eau étant de  $3^{\circ} = \frac{1}{4}$  pied, ou la moitié du diamètre du cylindre, on voit que ce robinet étant supposé entièrement ouvert, la vitesse dans le cylindre serait le  $\frac{1}{4}$  de ce qu'elle est à l'orifice, ou de 1038 pieds ; mais il faut observer que la vitesse est en partie diminuée par les frottemens que l'eau éprouve en se promenant dans la colonne, en traversant l'orifice où il tend à se former une contraction de la veine fluide, et par les résis-

tances que l'eau éprouve à sa sortie ; supposons encore que ces frottemens enlèvent la moitié de la vitesse , reste 519 pieds.

L'expérience a prouvé que la meilleure vitesse à donner à la machine , est de faire parcourir à la tonne la hauteur de 250 pieds en deux minutes et demie , partant 100 pieds par minute , et comme le poids ne parcourt que les  $\frac{1}{14}$  du chemin fait par le piston du cylindre , la vitesse du piston est de  $\frac{14}{1}$ .  $100 = 127$  pieds , et celle de la machine de seize coups par minute. Il faudrait donc que le robinet ne fût ouvert que des  $\frac{127}{519}$  , ou du  $\frac{1}{4}$ .

On voit toujours qu'en ouvrant plus ou moins le robinet d'entrée de l'eau , on peut dans de certaines limites , quel que soit le poids à élever , s'arranger de manière à ce que la vitesse soit la même dans tous les cas , et par conséquent que la consommation d'eau soit toujours constante et égale par coup à  $\frac{1}{14} \cdot \frac{1}{4} \cdot 8 = \frac{22}{14} = \frac{11}{7}$  , par minute de 25 pieds cubes environ , et pour chaque tonne élevée à 250 pieds , ou en deux minutes et demie de 63 pieds cubes.

Les circonstances ne m'ont pas encore permis de porter le poids de la matière élevée à 2000 liv. qui est celui pour lequel la machine a été construite , et dans ce moment elle ne marche qu'avec 1400 liv. ; dans cette situation on a  $H = 80$  pieds et la résistance totale de 120 pieds ; par conséquent , sur 250 pieds on a un excès de force de 130 pieds. La vitesse à l'orifice du robinet d'entrée serait alors de 5317 pieds , dont le  $\frac{1}{4}$  ou la vitesse dans le cylindre = 1329 pieds , et la moitié pour avoir égard aux frottemens = 664 pieds.

Pour avoir une vitesse de seize coups par minute , il faudrait que le robinet ne fût ouvert que de la  $\frac{127}{664}$  partie , ou du cinquième environ , ce qui s'accorde avec l'expérience.

Quoique dans le bassin , ce soit toujours l'eau la plus froide qui va au fond en raison des pesanteurs spécifiques , cependant une chaleur sensible se manifeste assez souvent dans les tuyaux de conduite. Cette considération tendrait à faire présumer que nous avons estimé trop haut le poids d'un pied cube d'eau , et par conséquent réduit à une trop petite hauteur de liquide le fardeau à élever. Mais d'un autre côté , comme nous avons porté très-haut les résistances , nous pouvons , je crois , nous dispenser d'avoir égard à cette différence de pesanteur spécifique de l'eau que cette circonstance nécessiterait.

### Explication des figures , Pl. II.

*Fig. 1.* Plan des tuyaux descendans , des quatre robinets et du réservoir d'air.

*Fig. 2.* *a* et *b* , Coupes des tuyaux descendans , du réservoir d'air , des robinets et du cylindre.

*Fig. 3.* Projections dans les deux sens du parallélogramme destiné à maintenir la tige du piston dans la verticale , de la bielle qui fait mouvoir la manivelle pour changer le mouvement de translation en celui de rotation , et de la poutrelle qui mène le régulateur.

*Fig. 4.* Projection verticale , dans un sens , du tambour avec ses manivelles , de l'arbre garni de sa manivelle , du volant , des deux lanternes et des deux roues dentées garnies de leurs manivelles doubles répondantes à celles du tambour.

*Fig. 5.* Projection verticale , dans l'autre sens , de l'arbre , vo-

lant, lanterne et roues dentées, faisant voir les mécanismes à l'aide desquels on serre le frein et ferme ou ouvre le troisième robinet, lesquels mécanismes sont enfilés sur le même axe.

Fig. 6. Projection verticale du régulateur dans un sens, et projection dans un deuxième sens d'une des piles qui fait ouvrir et fermer les premier et deuxième robinets.

Fig. 7. a, Projection verticale du mécanisme qui fait ouvrir les deux robinets d'où vient l'eau au cylindre et qui l'en font écouler.

b, Mécanisme du troisième robinet.

Fig. 8. Coupe verticale d'un des robinets et de la plaque de fer vissée qui arrête sa queue en même temps qu'elle lui permet de tourner dessus.

---

## *Sur une nouvelle manière de calculer les angles des cristaux ;*

PAR M. G. LAMÉ, élève ingénieur au Corps royal des Mines (1).

---

DES considérations purement géométriques ont conduit M. Haüy aux calculs qui déterminent les éléments des cristaux, et cette méthode offre ici ce grand avantage qu'en ne perdant pas, pour ainsi dire, la géométrie de vue, il est plus facile d'interpréter à son profit les résultats de l'algèbre. Ce n'est pas que cette théorie ne puisse se calculer par abscisses et ordonnées, cette manière d'aborder la question offre même de son côté de grands avantages ; mais peut-être serait-elle insuffisante si l'on cherchait à connaître les rapports des longueurs, plutôt que les angles des faces des cristaux ; peut-être aussi, ce nouveau calcul exigerait-il des connaissances mathématiques un peu plus grandes du minéralogiste qui voudrait étudier cette théorie, et que pour remédier à cet incon-

---

(1) Cet article et le suivant sont extraits d'un ouvrage de M. Lamé, ayant pour titre : *Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de géométrie*. Cet ouvrage, qui prouve de la part de son jeune auteur des connaissances approfondies, sera lu avec un grand intérêt par les personnes qui se livrent à l'étude des mathématiques ; elles y trouveront des principes généraux dont elles pourront faire de fréquentes applications pour la solution des problèmes.

(Noté des Rédacteurs.)