

REMARQUE.

Non seulement l'air doit être renouvelé dans les mines pour conserver son ressort, mais encore par rapport aux vapeurs pernicieuses dont il peut être chargé. On connaît l'effet terrible des vapeurs qu'on nomme moffettes, qui à la vérité ne paraissent que dans les mines de charbon, & dont l'effet ne semble pas même dépendre de l'air : il a lieu souvent dans les mines bien aérées, comme dans celles où l'air n'est pas renouvelé, seulement avec cette différence, qu'elles ne sont pas si dangereuses dans une mine bien aérée que dans une qui ne l'est pas (1).

Le College des Mines de Freyberg parle d'une vapeur enflammée nommée *sauvage*, & d'un air fixe qui s'élève, descend, & se repose souvent sur les eaux dormantes. Tous les livres de mines parlent aussi d'une vapeur qui s'élève des lampes, de celle qui résulte de la pourriture des étais ou charpentes (2), des vapeurs arsenicales : & de celles qui résultent de l'efflorescence des pyrites, les deux dernières se décelent, dit le College des Mines de Freyberg, par un goût doux que l'air présente. Tout cela est regardé comme des causes de mauvais air dans les mines. Mais s'il y a quelque vapeur qui soit pernicieuse en elle-même dans les mines, c'est très certainement celle de la poudre : cependant, dès que ces vapeurs se sont déposées, on n'y éprouve pas plus d'inconvénient qu'avant qu'on y tirât. Mais tout cela n'est pernicious, à mon avis, que par le manque d'un courant d'air.

(1) Près de Clermont en Auvergne, en un endroit nommé Chamalière, il y a une grotte peu profonde dans un jardin, toujours remplie de vapeurs de moffettes, qui font perdre la respiration à l'homme, & le suffoquent, quoique les portes de cette cave soient ouvertes.

(2) Quelques-uns prétendent que cette vapeur n'est autre chose que le phlogistique du bois, & qu'elle est la même que celle des pyrites & des mines de charbon.

Pour être en état de bien diriger l'air dans les mines, il faut d'abord faire attention à ses propriétés, qui sont, comme on le doit savoir, la fluidité, la pesanteur & l'élasticité, ou expansibilité : on doit savoir aussi que la chaleur augmente sa fluidité, diminue sa pesanteur, lui donne de l'expansibilité, & que le froid produit le contraire. Alors le Mineur comprendra qu'il peut déterminer l'air à se porter vers un endroit au moyen de la chaleur, parceque l'air une fois raréfié par elle, sera obligé de céder sa place à un air froid plus pesant que lui, qui par conséquent a la force de le déplacer ; & celui-ci à son tour s'étant dilaté, sera remplacé aussi par un autre air, & ainsi successivement l'un fera place à l'autre. Nous devons joindre à cette considération, qu'il faut, pour établir un courant d'air régulier au moyen de la chaleur, comme par tout autre moyen, avoir une entrée & une sortie libres, parceque, sans cela, on produirait tout le contraire de l'effet qu'on en attend : car si cette chaleur était placée dans un lieu qui n'eût qu'une seule issue, on l'échaufferait, & on le rendrait très pernicieux ; au lieu que si le feu se trouve placé entre deux issues, quand même elles ne se répondraient pas directement l'une à l'autre, il s'y établira nécessairement un courant d'air ; l'air entrera par un côté, & sortira par l'autre. Cependant il faut faire encore ici une autre observation non moins importante ; c'est que si ce feu se trouve placé entre deux issues parfaitement égales, en sorte qu'il y ait autant de distance pour parvenir au jour par un côté que par l'autre, & qu'elles soient de plus égales en largeur, le courant d'air variera, & dépendra de l'état du temps : mais si ce feu est

placé au bout d'une de ces issues, le courant d'air sera régulier; il poussera toujours par le côté où il sera le plus dense, & sortira par celui où il sera le plus raréfié. C'est ce qui se fait encore mieux quand l'issue échauffée se termine en tuyau ou en cheminée étroite; car par là l'air raréfié trouve de la part de l'air extérieur moins d'obstacle à sa sortie.

C'est aussi ce que l'expérience a appris aux Mineurs de charbon qui établissent leur feu à l'embouchure d'un puits dans une tourelle; c'est ce qu'ils nomment *purger la mine de mauvais air*.

Mais un courant d'air peut aussi s'établir de lui-même dans une mine, selon la disposition de la mine, & selon qu'elle a plus ou moins de percements. Le courant d'air peut prendre son entrée par un puits, & sortir par l'autre. Quand l'un de ces puits est fort large, & que l'autre a moins d'ouverture, l'air est disposé à entrer par le plus large, & à sortir par le plus étroit, toutes choses étant égales d'ailleurs. Cependant cela n'est point toujours exact, il s'en faut bien, sur-tout si les puits sont au même niveau, & si on est dans un endroit où il n'y a point de galerie. Il est des temps où l'air devient stagnant dans les mines; & dans ce cas, on ne saurait se passer d'établir un feu à l'embouchure d'un des puits.

Mais il en est tout autrement dans une mine qui est percée de plusieurs puits, & qui l'est aussi en même temps par une galerie, sur-tout si cette galerie répond à ces puits. Dans cette disposition, on n'a pas besoin d'autre moyen pour établir un courant d'air dans une mine; il s'y établit nécessairement de lui-même. L'air qui s'introduit dans la mine par les puits multipliés qui correspondent à une

seule galerie, est plus que suffisant pour vaincre la résistance de celui qui serait disposé à entrer dans la mine par la galerie : c'est ce qu'on reconnaît bien aisément toutes les fois qu'on entre dans une galerie ; on y sent le courant d'air venir à soi d'autant plus fortement, que l'on avance davantage dans la mine (1). Le courant d'air est d'autant plus fortement déterminé à sortir par la galerie, qu'elle est plus longue, plus étroite, & qu'elle répond à une plus grande quantité de puits. Ajoutons aussi pour cause de la sortie de l'air, le courant des eaux. Or, c'est une règle générale qu'on peut établir, que l'eau entraîne ou détermine l'air à sortir avec elle.

L'air, au contraire, serait plutôt disposé à entrer par les galeries dans la mine, comme étant plus basses que les puits, si ces galeries répondaient par leur nombre & par leur calibre aux puits ; & toutes choses étant égales de part & d'autre, le courant d'air s'établira de la galerie aux puits.

Le courant d'air s'établit aussi dans les mines de galerie à galerie ; l'air entre par la plus courte & la plus large, & sort avec les eaux par la plus longue & la plus étroite.

Outre ce que nous venons de dire, les Mineurs ont été encore forcés de chercher d'autres moyens pour introduire l'air dans les mines ; ils ont eu recours aux soufflets & aux ventilateurs : l'air forcé par l'effet de ces machines, est

(1) La raison pourquoi on sent plus fortement le courant d'air dans la mine qu'à l'embouchure de la galerie, vient de ce que l'air extérieur fait résistance à l'air intérieur, & s'oppose à sa sortie.

déplacé & poussé ; de sorte qu'une quantité d'air succède à l'autre : par là il se produit nécessairement un courant d'air. L'usage de ces machines peut sur-tout avoir lieu dans les cas où il faut procurer très promptement un renouvellement d'air ; ce que nous verrons plus loin. Au reste, toute machine qui est propre à produire un grand mouvement, & à agiter fortement l'air, doit produire un courant ; aussi les roues qui font agir les pompes, produisent-elles cet effet dans les mines : dans ce cas, on n'a pas besoin d'autre secours. La chute des eaux produit aussi les mêmes effets par elle-même ; de là vient que les roues sont si efficaces à cet égard. Mais rien n'est comparable à l'application du feu dont nous avons parlé précédemment ; cette méthode n'a lieu, à la vérité, que dans les mines de charbon, & non dans les mines métalliques, où l'on n'en a pas la commodité.

Après avoir établi ces principes, nous allons détailler les moyens de diriger l'air dans les mines. Nous les diviserons en moyens naturels & en artificiels. Les naturels sont les puits & les galeries, &c. les artificiels sont le feu & les machines citées plus haut. Nous allons les traiter chacun en particulier dans les chapitres qui suivent.



CHAPITRE PREMIER.

Moyens de distribuer l'air dans les Mines par les percements.

Nous ne nous arrêterons pas ici sur le percement des galeries pour procurer de l'air aux mines; ce que nous en avons déjà dit suffit pour en faire comprendre la nécessité. Il est rare qu'on fasse des percements exprès, excepté dans les mines de charbon, où l'on fait ce qu'on appelle des contre-galeries, ou contre-puits; mais on fait en sorte que les percements remplissent les deux objets. Nous en avons dit précédemment assez pour donner les idées nécessaires pour diriger & conduire les percements; nous ajouterons seulement qu'il est de la plus grande importance d'observer de leur donner assez de largeur & de hauteur: sans cela l'air demeure stagnant, lorsqu'on est venu à quelque profondeur, ou à quelque distance en galerie ou en puits; & on a remarqué à l'égard des galeries, qu'on y remédiait aussi-tôt qu'on entaillait un peu plus dans le haut. Cette observation fait bien la preuve qu'il s'établit véritablement un courant d'air dans le même percement, que l'air est disposé à entrer par un côté, & à sortir par l'autre.

Nous n'avons donc qu'à suivre ici les moyens qui se présentent naturellement pour distribuer l'air dans les mines par les percements. Nous nous arrêterons d'abord à parler de la meilleure manière de tirer parti des puits & des galeries. Si on fait attention à ce que nous avons dit précédemment, que l'air est disposé à entrer par une voie large, & à sortir par une voie étroite, il sera aisé de sentir qu'on peut, au

moyen de la séparation qu'on fait dans un puits pour la descente , procurer à l'air une sortie , & former ainsi un courant d'air qui sera suffisant , du moins pour le commencement de l'exploitation d'une mine , en attendant qu'on soit à portée d'en établir un plus considérable par de plus grands percements. Mais dans ce cas , il faut nécessairement que cette partie de puits soit non seulement bien planchée , mais encore il faut que les ouvertures aux joints des planches soient bouchées exactement. Il en est de même des galeries : si la séparation entre le conduit des eaux & la partie destinée au cuvelage est exactement faite , on aura aussi par ce moyen un renouvellement d'air dans la mine , ou dans le lieu où aboutira cette galerie. Lors donc qu'on a dessein de se procurer de l'air par ce moyen , il faut avoir l'attention , au lieu de couvrir ce conduit des eaux avec quelques planches , comme on a coutume de le faire pour le roulage , de le bien plancher , en sorte qu'il ne reste aucune ouverture dans ses parties. Nous avons déjà dit vers la fin du dernier chapitre de la partie précédente , que , pour remplir cet objet , on se servait de mousse & de terre grasse. En suivant les principes que nous avons établis , on trouvera encore le moyen d'aider beaucoup à cet arrangement ; & quoique ces moyens sortent des dispositions naturelles dont il est ici question , nous ne pouvons pas nous dispenser de les exposer maintenant comme une suite naturelle de ce premier arrangement. Il s'agit de l'allongement des puits ou des parties de puits par où l'on veut se procurer un renouvellement d'air , & des conduits ou canaux pour les eaux. Ces

alongements peuvent se faire & se font véritablement en forme de caisse ou de tuyau avec des planches ; ou bien on peut terminer le puits en haut par une alonge ou cheminée au moyen de planches qu'on ajuste ensemble, ou qu'on cloue dans leur longueur, observant de les faire aller en pointe. Plus on élèvera cette cheminée, plus on réussira à établir le courant d'air dans la mine. Alors, pour se procurer le passage de la descente, & pour parvenir sur les échelles, on pratique une porte vers le bas.

Mais pour se procurer le même moyen dans la mine, & pour porter de l'air vers un lieu terminé en cul-de-sac, il faut établir aussi un tuyau ou caisse en alongement au bas du puits.

Pour employer ce moyen, il faudrait aussi prendre toute la capacité de cette partie du puits, l'allonger en planche, & porter cet alongement vers l'endroit désigné, en le diminuant insensiblement de capacité : on peut encore dans ce cas faire une porte au bas du puits pour la sortie ou pour l'entrée des Mineurs. C'est la même chose à l'égard des conduits des eaux : on peut aussi les allonger, tant en dehors qu'en dedans de la mine. Il est bien vrai que cela ne paraît pas fort nécessaire pour le dehors, par la raison que les conduits sont toujours fort étroits en comparaison des espaces dans lesquels ils sont, ou à ceux à qui ils répondent ; mais on peut les allonger également en caisse au-dedans de la mine. Ainsi, si on a dessein d'établir par ce moyen un courant d'air dans quelque lieu, on allonge par un tuyau ou une caisse de planche les conduits des eaux jusqu'au bout de la galerie, ou jusqu'à l'endroit où l'on veut porter

de l'air, indépendamment de la conduite des eaux. On peut diriger cette alonge ou sur le sol, ou dans la partie la plus convenable; & même on peut l'élever autant que l'on veut, si on le juge à propos.

D'après cela on voit qu'il est possible de diriger l'air où l'on veut: ainsi, si on se trouve dans un lieu ou dans une poursuite de mine où il manque d'air, pour me servir de l'expression des ouvriers, il faut y faire parvenir ce tuyau; & même on peut l'allonger de plus en plus à proportion qu'on poursuit le travail.

On peut par ce moyen porter l'air dans la plus grande profondeur; mais bien mieux encore, si on peut établir une correspondance entre un conduit ou canal de décharge & un puits.



CHAPITRE II.

Moyens de distribuer l'air dans les mines, & d'y établir un courant d'air artificiellement.

LES moyens que nous présentons ici pour procurer la circulation de l'air dans les mines étant de plusieurs especes, nous allons les exposer en particulier.

§ I.

Des Tuyaux de bois, ou canaux à vent nommés aussi ventouses.

L'EFFET de cet instrument est absolument le même que celui des alongements des puits & des canaux d'eau; il consiste à unir dans leur longueur quatre planches, que l'on joint & que l'on cloue ensemble, ayant soin de bien fermer les joints: on forme ainsi une caisse quarrée, qui ne doit pas avoir plus d'un pied de diametre; c'est sur quoi on doit se régler pour la largeur des planches. Pour maintenir ces planches plus exactement ensemble, on doit y poser de distance en distance, comme de quatre pieds en quatre pieds, des bandes de fer qui contiennent la caisse en l'enveloppant de toutes parts. Cette caisse est posée ou le long d'un puits, ou le long d'une galerie: on l'allonge autant qu'il est nécessaire, en adaptant un ou plusieurs autres tuyaux à une de ses extrémités. La partie qui s'éleve au-dessus du puits ou à la surface de la terre, qui est ordinairement de dix à douze pieds de hauteur,

doit, comme les cheminées, se terminer en pointe, ou avoir plusieurs trous dessus ou à côté.

La planche dixième représente deux de ces canaux ou ventouses, figures 2 & 3. En (p) on voit l'intérieur du dernier. Le premier est ouvert sur tous les côtés, & porte par en-haut une croix : l'extrémité de l'autre est mobile & tournante ; son col rond qui entre dans la caisse est tellement mobile, qu'au moyen de la forme qu'a sa tête, il peut se tourner au vent. Celui de ces tuyaux qui serait dirigé à dessein de porter l'air dans les mines, ne produirait que faiblement cet effet. Il n'y a que dans les temps de grand vent où l'air est poussé & forcé à y descendre, & ce n'est pas sans peine (1). Le College des Mines de Freyberg pense que l'effet de ces machines est bien meilleur quand elles sont dirigées perpendiculairement, & que leurs deux embouchures se répondent par une ligne perpendiculaire.

Quoi qu'il en soit, ces canaux sont très secourables dans le percement des puits où l'air reste trop stagnant. En y posant de ces canaux, on y établit un courant d'air, & on donne moyen aux ouvriers d'y respirer facilement. Leur effet est d'autant meilleur pour aspirer l'air des mines, qu'ils s'élèvent davantage hors de la terre ; car comme l'air est plus raréfié & moins dense à mesure qu'on s'élève dans

(1) Faute d'avoir connu la véritable théorie de ces machines, & quel devait être leur véritable effet, on les a très mal dirigées, en croyant attirer l'air par là dans les mines, pendant que c'est justement tout le contraire, & que leur meilleur effet est de donner issue à l'air intérieur.

l'air, ou qu'on s'éloigne de la terre, il est moins capable de résister & de s'opposer à la sortie de celui de la mine qui est beaucoup plus dense & plus pesant. Aussi cette connoissance a-t-elle fait distinguer les ventouses en deux especes; les unes fort hautes, à dessein de pomper l'air des mines; les autres fort basses, à dessein de porter au contraire l'air dans les mines: mais ces dernières, comme nous venons de le dire, ne remplissent qu'imparfaitement cet objet, tant qu'il y a des puits & d'autres percements dans la poursuite. A la vérité, dans un lieu où il n'y en aurait pas d'autres, il est certain que l'application de ces deux especes de ventouses remplirait le but en question, c'est-à-dire que l'air descendrait par la ventouse la plus courte, & monterait par la plus longue; & le courant d'air s'établirait d'autant mieux, que l'un de ces canaux serait plus large, & que l'autre serait plus long & plus étroit.

§. I I.

Des Soufflets & Ventilateurs.

CES soufflets peuvent être de bois ou de cuir, & mus par des hommes, aussi-bien que par des forces artificielles.

La disposition de ces soufflets dépend aussi de la situation ou de la place qu'ils doivent occuper. Dans les endroits humides, en général, les soufflets de bois sont préférables. Tantôt on fait leur soupapes pareilles à celles des autres soufflets; tantôt une soupape est placée au bout d'un tuyau

tuyau carré, ajusté sur le soufflet, & ce tuyau de soupape est plus ou moins long, pour venir aspirer l'air frais au jour. Quelquefois on emploie plusieurs de ces soufflets selon le besoin. Par la suite on s'est avisé d'employer des soufflets pareils à ceux des fonderies, & qui peuvent être transportés aisément aux endroits où il est nécessaire de produire un courant d'air.

Le College des Mines de Freyberg présente sur la planche neuvieme un de ces soufflets, figure 3, qu'on nomme soufflet à bras ou manuel, parcequ'il est mu par des hommes. En (*M*), on voit la partie agissante ou le volant du soufflet, qui, selon notre texte, doit être faite de planchettes bien jointes & bien seches, pour qu'elles ne se déjettent pas : elles doivent être liées ensemble par la plaque de bois (*d*) mise en travers. En (*V*) est la tranche ou coupe de ce soufflet. Dans le fond de la partie (*m*), qui est le volant, sont deux ouvertures pourvues de soupapes, faites d'une plaque de cuir, attaché seulement à un de leur quatre côtés, & maintenues par un petit chassis de bois moins grand que l'ouverture ; elles se ferment par l'élévation du soufflet, & s'ouvrent par son abaissement. Les bords de ce volant sont garnis de liteaux ou tringles mobiles (*ff*), contenus par les clavettes (*gg*), qui les empêchent de se soulever ; ils sont pressés vers le dehors par les ressorts ou bandes de fer (*hh*), qui les font jouer sur les bords du volant, de façon qu'ils touchent toujours la caisse du soufflet. A chacun des côtés étroits du volant, est placée une bande de cuir en duplication, laissant l'espace qu'il faut pour soutenir le jeu

des soupapes, dont l'une est placée devant l'ouverture supérieure (n), & l'autre devant l'ouverture (m), de façon que par l'élévation du soufflet, c'est-à-dire de sa partie mouvante, l'air extérieur entre par (m), coule par une ouverture profonde, pratiquée dans une des parois (t); & par l'abaissement du soufflet, ce même air se porte en haut par les soupapes (ee): & pendant que le fond de la pièce (cc) est levée au moyen du levier (a), l'air est pressé de sortir par l'ouverture (n); par conséquent les deux soupapes s'ouvrent par l'élévation du soufflet, & se ferment par son abaissement.

Lorsque la disposition est telle que ce soufflet puisse jouer horizontalement en faisant agir son volant, on se sert, dit le College des Mines de Freyberg, du soufflet représenté par la figure quatrième, qui est disposé pour cela, & dont on voit la coupe en (E). Ce soufflet étant pressé en dehors, sa soupape extérieure se ferme, & toutes les intérieures qui sont placées dans les parois du soufflet s'ouvrent, ou pour mieux dire, son ouverture aspirante se ferme pendant que celles-ci s'ouvrent; mais aussitôt que le volant est relevé, le contraire arrive.

Le célèbre M. Hales a imaginé une machine qu'il a nommée ventilateur; elle consiste en une grande roue renfermée dans une caisse, assez spacieuse pour qu'elle y puisse tourner facilement. Cette roue qui se meut très rapidement, produit beaucoup de vent, & force l'air à descendre, parcequ'il ne trouve aucune issue par en haut.

REMARQUE.

Pour mieux connaître cette machine, il faut consulter l'ouvrage de M. Hales, ou la traduction qu'on en a faite en Français. M. Duhamel en fait aussi mention dans son ouvrage sur les moyens de renouveler l'air. Martin Triwald a donné encore dans le sixieme volume de l'Académie de Suede, la description d'un nouveau soufflet pour produire un courant d'air dans les mines. Mais Agricola avait déjà décrit dans son sixieme livre *de re metallica* une roue à vent, pour être employée au renouvellement de l'air ; aussi-bien que Lœhneisen, qui a décrit plusieurs moyens de porter de l'air dans les endroits les plus profonds des mines, & d'en évacuer & porter dehors l'air intérieur, dans son Traité de l'Exploitation des Mines : on peut consulter la figure deuxieme de son ouvrage, & son explication.

Pour se former des idées justes sur la disposition que doivent avoir ces machines, il faut consulter le Cours de Physique expérimentale de Desaguillers, & ses notes sur la onzieme leçon.

Toutes les especes de machines, soufflets, ou ventilateurs, doivent être placés où il est le plus avantageux d'exciter un courant d'air pour chasser & renouveler celui qui s'y trouve. Mais il faut observer de les établir de maniere qu'ils puissent toujours aspirer un nouvel air, & d'allonger leur porte-vent autant qu'il est nécessaire, pour diriger l'air à l'endroit désiré. Il ne faut jamais perdre de vue le principe déjà établi ailleurs, qui est qu'il ne s'agit pas tant de porter un air nouveau, que de déplacer un air stagnant, pour donner la facilité à un autre air qui en

est près, de le remplacer aussi-tôt, & successivement en attirer ainsi du dehors: c'est en effet le plus grand avantage qu'on en puisse tirer. Il y a aussi des endroits où l'on place sur les puits de grands soufflets, qu'on fait mouvoir par la même roue qui fait agir les pompes. Ces soufflets posés dans un plan incliné, & mus par les tirants des pompes, poussent leur air par un tuyau dans la mine. C'est ainsi que sont disposés les soufflets de la mine de sel de Sultz, dans le Duché de Wirtemberg.

C'est aussi ce que le College des Mines de Freyberg propose; & il faut avouer que sans cela ces machines seraient presque sans utilité, puisque l'emploi des hommes pour les faire agir deviendrait trop dispendieux. Ces soufflets sont ordinairement de cuir, d'une grandeur considérable; on en fait jouer plusieurs ensemble, dont le vent se réunit dans un tuyau commun. Plus les tuyaux sont étroits, dit le College des Mines de Freyberg, plus l'air y coule rapidement; mais aussi plus les soufflets trouvent de résistance à y pousser l'air.

R E M A R Q U E.

C'était un préjugé reçu parmi les anciens Mineurs Allemands, de distinguer ces sortes de soufflets en pompeurs d'air méchant, & en souffleurs d'air bon. Aux soufflets destinés pour souffler l'air bon, comme ceux dont il est ici question, quelques-uns mettaient une soupape dans le canal porteur d'air, qui se fermait lors de l'élévation du soufflet, de manière que l'air poussé ne pouvait revenir dans le soufflet. Il est vrai que ce préjugé tire son origine de l'opinion où l'on est que l'air des mines se corrompt:

ce qui a fait qu'on a distingué de tous temps l'air des mines en bon & en mauvais. Mais c'est là très mal raisonner ; car l'air en lui-même est incorruptible. Par ce prétendu air mauvais, il ne faut entendre qu'un air stagnant, c'est-à-dire qui n'a point d'issue, ou un air rare ou échauffé, ou mêlé avec des vapeurs qui se sont accumulées faute d'évacuation. On a aussi pris en conséquence de cette opinion d'autres arrangements, & fait différentes observations ; mais comme tout ceci n'est point nécessaire, & n'a pris son origine que dans une fausse opinion, puisque l'on a toujours ignoré le véritable but qu'on devait se proposer dans cette occasion, qui est d'établir un courant d'air, nous ne nous arrêterons pas davantage sur cet objet. (Voyez d'ailleurs ce qui a été dit précédemment sur les qualités de l'air.)

Parmi les machines propres à pousser l'air dans les mines, on peut citer celles dans lesquelles, au moyen d'une chute d'eau, on oblige l'air à se porter avec violence dans un tuyau. Ces machines sont connues par les Allemands sous le nom de *wassertrummel*, & par les Français sous le nom de *trompe*. Nos Auteurs présentent sur la planche dixième, figure première, une de ces machines, dont la coupe se voit en (o) ; c'est une grande cuve dans laquelle entre un fort tuyau par où l'eau tombant perpendiculairement sur une platine placée au bas de la cuve, jaillit avec violence, & pousse l'air, en sorte qu'il est forcé d'entrer dans un autre tuyau placé à une distance plus haute que celle où les eaux peuvent s'élever. Au bas de la cuve est une écluse qui vuide l'eau à mesure dans la proportion qu'il faut pour empêcher qu'elle n'aille jusqu'au tuyau par lequel elle pourrait s'en aller comme l'air.

On connaît aussi une autre espèce de trompe qui consiste en un grand tonneau rempli d'eau à moitié, dans lequel on place un autre tonneau renversé, disposé pour cela convenablement : on y joint vers le haut, c'est-à-dire à son fond, un tuyau de cuir qui s'adapte à un canal de bois ou porte-vent; ce canal doit être assez long & assez souple pour suivre l'abaissement du second tonneau dans le premier. L'air comprimé & rassemblé dans la chute du second tonneau par l'eau contenue dans le tonneau inférieur, est forcé d'entrer dans le tuyau de cuir, & ensuite de passer dans un tuyau de bois, qu'on nomme porte-vent, & qui sert à le conduire dans la mine. Mais cet appareil, quoique simple en lui-même, en exige cependant un autre beaucoup plus composé & plus dispendieux pour le faire agir, & qui, par cette raison, n'est pas comparable à celui que nous venons de décrire, auquel on peut faire produire d'autant plus de vent, que la cuve sera plus grande, & la quantité d'eau plus considérable.

C'est au reste la même disposition que celle des trompes dont on se sert pour porter le vent dans quelques fourneaux de fontes. On peut consulter à ce sujet l'Architecture hydraulique de M. Belidor, tome second; l'Art des Forges; la Collection des Actes de Breslau; le Regne souterrain par Swedenborg; mais principalement l'ouvrage de M. Lewis, tome second, traduction française. Ce dernier Auteur, qui récapitule tout ce qu'on a écrit à ce sujet, donne les véritables idées qu'on doit avoir de ces machines, & les moyens de les rectifier.

Ces machines peuvent se placer à l'entrée des puits ou

à l'entrée des galeries, selon qu'il est nécessaire, ou plutôt selon la commodité que l'on a pour disposer d'une chute d'eau. Elles peuvent aussi produire un excellent effet dans les mines mêmes : établissement qu'on y peut faire d'autant plus aisément, qu'on peut y employer l'eau des mines, & la rassembler en chute au bas d'un puits, ou à l'origine d'une galerie. On peut diriger leur tuyau comme on veut, & les faire aller aussi loin qu'on le juge à propos.

Le Collège des Mines de Freyberg dit qu'en 1719, on plaça une de ces machines ou trompes devant l'embouchure d'une profonde galerie près d'Annaberg, qu'elle procura de l'air sur une longueur de six cents trente-huit toises. Une autre placée sur le sol d'une autre galerie à Marienberg, a dirigé de l'air le long de cette galerie, à une distance de cinq cents toises, en quantité suffisante, avec plein succès, sans qu'il y eût aucun puits qui y répondît, jusqu'à l'année 1765; & par la suite ayant allongé ces tuyaux, on a fait parvenir l'air jusqu'à mille toises de distance.

En 1755, on posa sur une galerie à Schemnitz en Hongrie, une machine d'une dépense considérable qui peut aussi être regardée comme une espèce de trompe, dans laquelle l'air pressé par les eaux qui y tombent, est conduit dans un vaisseau profond, où les eaux de la mine le forcent de sortir avec tant de violence, qu'il s'éleve en haut à dix-sept toises; ce qui peut donner une idée de la force & du grand effet de ces sortes de machines. Mais ce qui n'est pas moins digne d'attention, c'est

qu'une partie de l'air enfermé dans ce vaisseau se fait jour à travers ses parois, avec une humidité qui paraît gelée ou semblable à du frimat.

Une autre disposition de machine propre à faire descendre l'air dans les mines, encore plus simple que les précédentes, & dont l'effet est d'un heureux succès, quand on a de l'eau suffisamment, consiste à pratiquer avec des planches auprès d'un puits, dans le sol, une caisse carrée ou ronde, plus ou moins grande, selon la chute d'eau qu'on veut y faire entrer; par exemple, une caisse de huit à neuf pieds de hauteur, & de cinq ou six de largeur, bien planchée, toutes les jointures bien fermées & les planches bien contenues au-dehors par la terre, ou plutôt par une bâtisse. Cette caisse doit être également bien fermée par en haut, si ce n'est qu'on y laisse l'espace qu'il faut pour y faire passer un tuyau d'un diamètre de douze à quinze pouces. Vers le bas de cette caisse, à un de ses côtés, un peu au-dessus du sol de la caisse, on doit pratiquer un autre tuyau plus étroit que celui d'en haut, de sorte qu'il ne soit pas capable de vider toute la quantité d'eau qui y tombe, & qu'il puisse y rester continuellement deux pieds de hauteur d'eau au-dessus de cette ouverture. Vers le côté du puits dans l'épaisseur de la séparation, on pratique un canal d'un diamètre de cinq à six pouces, s'élargissant en entonnoir en dedans de la caisse. Ce tuyau s'abouche de l'autre côté, c'est-à-dire dans le puits, avec un tuyau ou canal de quelques pouces plus large, pour porter l'air dans la mine. Il faut disposer la chute d'eau à tomber
perpendiculairement

perpendiculairement au moins de vingt-cinq pieds de hauteur. Le tuyau dont nous parlons, doit être fait, autant qu'il est possible, d'une seule piece, & pour le mieux, de métal; il doit être de six pieds de hauteur, dont deux entrent dans la caisse, à laquelle il est scellé de maniere que rien ne puisse s'échapper par les jointures : on fait entrer dans ce tuyau, par son extrémité supérieure, quatre ou cinq petits tuyaux, scellés dans celui-ci, & qui doivent s'élever assez haut pour recevoir la chute d'eau tous ensemble, à cinq ou six pieds au-dessous du canal qui la conduit; pour cet effet, ils doivent être réunis ensemble & terminés par une espee d'auge ou d'entonnoir, dans le fond de laquelle on met à quelques pouces de hauteur une espee de grille de fer. L'eau tombant dans cet entonnoir, est éparpillée & divisée par cette grille; elle enfle ensuite les tuyaux, & de cette maniere, elle entraîne beaucoup d'air avec elle. Cet air est forcé par l'eau de se concentrer, en tombant avec violence dans le grand tuyau : parvenu dans la caisse, & ne pouvant s'y dilater, mais pressé par l'air qui y est contenu, il est obligé de passer avec rapidité dans le tuyau du puits, & d'enfiler ensuite celui qui le conduit dans la mine. On pourrait, comme dans la trompe ordinaire, placer dans cette caisse une pierre sur laquelle l'eau se briserait & jaillirait avec force. Mais outre que cela est inutile ici, puisqu'on a assez d'air, on a remarqué que de cette maniere il ne laisse pas de passer beaucoup d'eau en même temps que l'air : ce qui est convenable pour souffler un fourneau, mais ne peut être que

pernicieux ici ; car on ne respire que trop l'air humide dans les mines , sans y en apporter de nouveau.

Il est recommandé que le tuyau qui porte l'air dans la mine soit un peu plus large que celui qui s'abouche dans la caisse , parceque l'air qui se dilate au moyen de ce plus grand espace , ne peut pas s'opposer à celui qui entre ensuite , ni rétrograder ; au contraire , il est très disposé à courir le long de son canal. On recommande aussi que le grand tuyau entre dans la caisse de deux ou trois pieds , afin que l'air déjà élevé plus haut que cette ouverture , ne puisse pas non plus rétrograder.

D'après cet exposé , il est aisé de voir qu'on peut , au moyen d'une plus grande chute d'eau & d'une plus grande quantité de tuyaux , augmenter à volonté l'action de l'air , ou en faire passer une plus grande quantité dans les mines.

R E M A R Q U E .

A tout ce que nous venons d'exposer , nous pourrions ajouter encore beaucoup d'autres détails ; mais cela suffit , attendu que depuis qu'on a mieux connu l'art de percer les mines , ou depuis qu'on est en usage de faire un plus grand nombre de percements , on a trouvé le moyen de se passer de ces machines & d'aérer suffisamment les mines : aussi aux endroits où ces machines sont encore en usage , n'y a-t-il que peu de percements , souvent qu'un seul puits ou une seule galerie , répondant à plusieurs galeries intérieures ; de manière que comme l'air ne peut pas y trouver d'issue , il faut nécessairement qu'il y devienne stagnant , alors les ouvriers s'y trouvent dans le cas dont j'ai parlé ci-devant. Mais si , dans pareille circonstance , on pousse

un puits qui réponde à cette galerie, ces sortes de machines ou porte-vent deviennent inutiles. C'est là précisément ce qui est arrivé dans plusieurs exploitations. Mais comme on avait toujours eu par là l'idée de substituer un air bon à un air mauvais, & qu'on croyait que ces machines, placées dans un air frais, étaient plus propres à produire cet effet que tout autre moyen, on n'a pas toujours dirigé les percements qu'on a faits par la suite à ce dessein; mais il s'est trouvé qu'on a produit cet effet parfaitement sans s'y attendre. En effet, comme nous l'avons déjà établi ci-devant, toute exploitation sera suffisamment aérée lorsqu'elle se trouvera pourvue de deux percements dans des points opposés, ou d'un puits correspondant à une galerie: quand même l'un ne répondrait pas à l'autre en droite ligne, la circulation de l'air ne pourra manquer que dans la partie qui se prolongera vers le bas, sans avoir d'autre issue qu'un puits.

En rassemblant donc avec ceci tout ce qui a été dit précédemment, il résultera qu'on doit se ménager les moyens d'établir dans les mines la circulation de l'air, & que, tant qu'on aura une circulation libre, on n'aura pas à craindre le mauvais air, à moins qu'il n'existât dans cette mine des moffettes; ce qui est autre chose, comme il a été dit au commencement. Il n'y a pas d'espace dans les mines qui ne soit plein d'air, lorsque cet espace a une communication libre avec le dehors. A mesure qu'on approfondit un puits, par exemple, l'air le remplit; mais parvenu dans une grande profondeur, l'air n'y pouvant pas avoir la même circulation qu'en haut, il devient pénible pour l'ouvrier qui le respire.

Ainsi quand on dit qu'il manque de l'air dans une mine, cela ne signifie rien autre chose, sinon que l'air y est stagnant: dire qu'il est mauvais, c'est dire qu'il est chargé de vapeurs provenant de l'humidité, de la respiration, de la fumée des lampes, &c.

Le plus grand effet qu'on produit par les machines dont nous venons de parler, n'est pas tant de porter dans la mine un meilleur air, que d'occasionner un choc ou ébranlement d'air contre air; en sorte qu'il en résulte une espece de circulation ou de courant. Nous disons espece de circulation, parcequ'elle n'est point parfaite; elle est même, dans certains endroits, très imparfaite, parceque l'air poussé par le soufflet, lutte contre la résistance de l'air intérieur, qui lui résiste d'autant plus fortement, qu'il n'a souvent point d'autre issue que la même galerie ou puits pour s'échapper. Le mouvement violent qui se fait ici d'un air contre l'autre, est si sensible, qu'outre le bruit qu'on entend, les lumieres ne peuvent pas souvent se soutenir dans les endroits où cet air est forcé de se distribuer. Malgré cet effort violent, cet air perd peu à peu sa force, ou ne peut aller que jusqu'à un certain point, au-delà duquel il ne se trouve plus avoir assez de force pour vaincre la résistance de l'air intérieur; & il arrive qu'il y a des endroits poussés ou creusés nouvellement, dans lesquels les ouvriers, quoique sur la ligne du porte-vent, ne sentent pas de changement d'air ou du moins suffisamment pour être à leur aise. Mais si en pareil cas on fait un percement, quel qu'il soit, répondant à l'air de ce soufflet, avec beaucoup moins de forces & sans tant de résistance, le soufflet portera & fera sentir beaucoup plus loin son effet.

On voit suffisamment, d'après ce que nous avons dit, que si, dans une exploitation, l'air malgré les percements n'a pas une issue libre, on peut y remédier aisément au moyen d'une pareille machine à eau, attendu qu'elles ne font pas d'une grande dépense. Nous verrons ailleurs dans quel autre cas ces machines peuvent être employées.



§. III.

Du Feu.

Nous avons déjà dit ci-devant que de tous les moyens employés pour établir un courant d'air dans les mines, il n'y en avait point de plus efficace que l'application du feu, & nous pouvons dire à présent qu'il n'y en a pas de plus facile, lorsqu'on a la commodité d'avoir du bois ou du charbon aisément & suffisamment, sans beaucoup de dépense; c'est par cette facilité que cette méthode est devenue si générale dans les mines de charbon. En outre, elle y est en elle-même encore plus importante, puisque par elle on s'exempte de faire ou de multiplier les percements. En effet, dans les mines de charbon, comme dans les mines métalliques, on peut parcourir ou exploiter des espaces immenses au moyen d'un seul percement pour le travail, & d'un autre pour établir le feu à son embouchure. Nous nous dispenserons ici de parler de cet effet merveilleux du feu, puisque nous en avons déjà parlé suffisamment dans le préliminaire de cette partie. Tout ce que je puis dire de plus, c'est qu'à mesure qu'on a apperçu cet effet du feu, & l'avantage qu'on en pouvait tirer, on a adopté cette méthode par-tout où on a pu l'établir. Un faux préjugé avait fait croire qu'elle ne pouvait être utile que pour les mines de charbon; mais malgré la prévention, on a reconnu le contraire en bien des endroits, sur-tout au Hartz, où elle est aujourd'hui presque

l'unique moyen artificiel de procurer aux exploitations la circulation de l'air.

Dans l'exploitation de quelques mines de charbon, on se contente, comme dans celles de Liege, de faire un grand puits, ou ce qu'on nomme puisard, qui sert pour tous les travaux, & un petit à quelque distance de là pour établir le feu à son entrée : par là on se procure un courant d'air suffisant, ou du moins, le moyen de pouvoir exister dans la mine. On bâtit à l'embouchure de ce puits une tourelle de dix à douze pieds de hauteur, qui se termine en quelques endroits en pointe, & qui prend toute la largeur du puits, dont le diametre est ordinairement de trois à quatre pieds; on pose une barre de fer au haut de cette tourelle, disposée en anse ou crochet dans un de ses côtés. A cette barre on attache un grand seau de fer, par une chaîne de trois ou quatre pieds plus ou moins de longueur, pour que le seau puisse être suspendu à l'entrée du puits; on met une grille de fer élevée de quelques pouces sur le fond du seau. Ce seau doit être aussi percé de quelques trous le long de ses parois, pour que le charbon qu'on met dedans puisse mieux brûler. Cependant, pour avoir la facilité d'agir & d'entretenir le feu dans le seau, on pratique vers le bas de la tourelle, c'est-à-dire sur le raiz-de-chaussée, une porte en dedans de laquelle on met une espee de balcon fait de quelques barres de fer, afin d'avoir le point d'appui nécessaire pour retirer le seau à soi au moyen d'un crochet, sans risquer de se précipiter dans le puits. La porte de la tourelle étant fermée, on voit sortir un tourbillon de fumée par en-haut.

Mais comme dans les mines métalliques on n'a point la commodité d'avoir du charbon, on peut aussi faire dans ce seau un feu avec du bois; mais il faut dans ce cas que le seau soit plus grand.

Pour que ce puits, qu'on appelle *la pompe de l'air de la mine*, puisse produire le meilleur effet possible, il est nécessaire qu'il s'ouvre en entonnoir vers le bas, c'est-à-dire, dans la mine; & plus ce puits ira en rétrécissant, à mesure qu'il monte vers le jour, plus son effet sera fort: cependant l'application du feu à l'entrée du puits est si sensible, qu'on peut établir un courant d'air dans la mine sans autre précaution que celle de suspendre un seau chargé de feu à l'entrée de tel puits qu'on veut, pourvu que celui-ci réponde à un autre percement. C'est aussi ce qu'on pratique dans le pays de Mansfeld.

Cependant, si, comme dans les mines métalliques, on a plusieurs percements l'un sur l'autre, & si l'air reste stagnant dans la plus grande profondeur, alors il faut conduire dans cette partie un canal répondant ou partant immédiatement de cette tourelle ou du feu. Dans cette circonstance, on a imaginé de pratiquer à l'entrée d'un puits un fourneau, avec une haute cheminée, au travers duquel on fait passer un tuyau de fer qui se termine dans la cheminée, & qui va se joindre par le bas, c'est-à-dire dans le puits, à quelques toises de distance, à un autre tuyau ou canal de bois bien fermé, qui descend dans le plus profond, & s'ouvre en entonnoir. Cette disposition produit le plus grand effet; & par là on établit un courant d'air très fort. Plus la cheminée de ce fourneau sera élevée, plus son

effet sera violent. C'est à peu près le même arrangement qu'on pratique au Hartz. On peut le varier d'une infinité de manières, selon les circonstances : par exemple, on peut faire distribuer autant de canaux ou tuyaux particuliers partant du premier dont nous parlons, qu'il y a d'endroits différents dans la mine où il faut renouveler l'air ; & il n'y a point de cas où cette méthode puisse être plus avantageusement employée, que dans celui où l'on exploite plusieurs couches les unes sur les autres. On peut faire parvenir un tuyau dans chacune des galeries : & de même lorsqu'une mine est exploitée dans une extrémité opposée au point où se trouve le puits à feu, il faut proportionner le fourneau, la cheminée, aussi bien que le tuyau en question, au nombre des conduits, afin que le pompement soit assez fort pour répondre à toutes ces distributions. Les Auteurs d'après lesquels nous travaillons ne présentent point de planches d'une pareille disposition : nous y aurions suppléé ici, si M. le Baron d'Holback n'en avait pas déjà présenté une dans la traduction des Œuvres de Lehmann, accompagnée d'une explication très bien détaillée. Au reste, ceux qui voudront prendre de plus grandes connaissances sur la théorie de ces sortes de fourneaux, peuvent consulter Samuel Sutton dans sa Méthode de pomper l'air mauvais des vaisseaux ; M. Duhamel, dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, année 1748, & dans son Traité des moyens de conserver la santé à l'équipage des vaisseaux (1).

(1) Ceux qui entendent la langue Allemande peuvent consulter sur le même sujet la description des machines du Hartz, par Galfer. On y
C'est

C'est ici que l'on pourrait employer avec grand avantage la méthode proposée par le College des Mines de Freyberg, de faire un percement, en se servant du perçoir de terre, ou tariere de montagne, jusques sur l'endroit où l'on a besoin d'un renouvellement d'air; & sur l'embouchure de ce percement, on pourrait établir un feu selon le premier arrangement, ou selon le second.

On peut aussi, dans les approfondissemens considérables en puits où la respiration des ouvriers est gênée, établir dans un coin un tuyau dont l'extrémité supérieure, qui serait en tôle, passerait ou aboutirait dans un endroit où l'on ferait du feu. Autrement, on pourrait se servir d'un petit feau de fer garni de charbons allumés, qu'on introduirait dans ce tuyau, & qu'on aurait soin d'allonger en dedans du puits, à mesure qu'on descendrait plus bas par l'entaille du rocher. De cette maniere, on produirait plus sûrement & plus aisément un courant d'air que par les ventouses dont il a été question ci-devant.

trouvera des détails très étendus & très circonstanciés sur la disposition & l'arrangement qu'on donne à ces sortes de machines au Hartz.



CHAPITRE III.

Moyen d'économiser l'air dans les Mines.

JUSQU'ICI nous avons parlé des moyens d'établir un courant d'air dans les exploitations, d'y amener de nouvel air ; mais nous n'avons parlé encore qu'imparfaitement de la manière de l'y économiser. Il est vrai que cela n'est point nécessaire dans la plupart des exploitations, où souvent il y a des percements suffisants pour que le courant se trouve également bon par-tout ; mais dans celles où il ne se trouve, par exemple, qu'un seul ou deux percements, il faut bien se résoudre à le ménager pour le faire parvenir dans les endroits où l'on en a le plus de besoin. Pour cela on ferme le passage à l'air aux endroits où il pourrait se distribuer inutilement, au moyen de portes ; cet usage est sur-tout pratiqué dans les mines de charbon, où les galeries se multiplient comme les poursuites. Lors donc que deux poursuites se trouvent vis-à-vis l'une de l'autre, ou à côté l'une de l'autre, que l'une est en train, & que l'autre n'y est plus, on pose une porte à celle-ci, pour obliger le courant d'air à se porter dans celle-là.

On fait aussi de même dans une mine où il y a plusieurs percements, mais fort éloignés les uns des autres, pour détourner l'air & l'empêcher de se porter vers un endroit où il n'est pas nécessaire, & pour l'obliger soit à passer d'un autre côté, soit à faire un grand détour, soit à descendre plus bas, pour de là se distribuer encore plus loin.

Quant à ce qui concerne l'économie de l'air procuré par les moyens artificiels, nous en avons déjà expliqué

une partie, en disant qu'on étend les canaux jusques dans le lieu même où l'on desire avoir un renouvellement d'air : mais si dans ce lieu il y a plusieurs détours ou plusieurs quartiers attaqués par les ouvriers, dans lesquels on veuille distribuer l'air également, il faudra nécessairement établir des portes aux avenues des autres galeries qui y aboutissent ; il faudra même fermer le chemin par lequel aboutit le canal.

Pour poser ces portes, on plante de chaque côté de la galerie des poteaux, sur lesquels on met une solivette de corniche : on assujettit bien le tout, & on bouche le plus exactement possible avec de la terre les jointures qui peuvent rester entre elles & les parois : à cette charpente on attache la porte comme à l'ordinaire. Mais pour obliger la porte à se fermer d'elle-même, on donne un peu de pente à cette charpente du côté opposé à la porte, pour qu'elle retombe aussi-tôt qu'on est passé, & qu'elle ne donne pas assez de temps à l'air pour s'échapper.



CHAPITRE IV.

Différents états de l'air dans les mines, & les variétés qu'il éprouve selon la différence des saisons.

MALGRÉ les attentions qu'on apporte pour soutenir un courant d'air dans les exploitations, on y doit éprouver nécessairement des changements relatifs au temps & à la saison; & ces changements sont ou avantageux à la circulation de l'air dans les mines, ou défavorables.

Ces variétés dans l'air des mines sont fondées sur ce que l'air y est plus fixe & moins variable que celui de dehors; car s'il était susceptible de recevoir dans la même proportion le chaud ou le froid, & dans le même espace de temps, il n'y aurait de différence que proportionnellement au temps. Cet air serait le même que l'air extérieur; conséquemment il y aurait toujours un courant d'air: mais comme le contraire arrive, il faut aussi que la différence de température soit sensible dans le même rapport.

Lors donc que l'air de dehors se raréfie & passe le degré de densité de celui des mines, l'air des mines a moins de résistance à vaincre pour sortir, & l'air extérieur est moins disposé à y entrer, par rapport à cette densité même. Cependant, si les percements de la mine sont disposés favorablement, de sorte qu'ils aident au renouvellement de l'air, tout sera ou dans la même proportion qu'auparavant, ou le cours de l'air sera augmenté selon les dispositions de cette mine, c'est-à-dire de son emplacement, de son étendue, de son plus ou moins de percements. Nous allons expliquer ceci. Si

cette mine est située dans une haute montagne, où il y a par conséquent de profondes vallées, & si on a tiré dans le fond de ces vallées des galeries qui répondent à des percements faits à la surface de la montagne, il est certain que les choses seront fort différentes. Dans ce cas, le courant d'air sera très rapide, parceque l'air de la mine est facilité, comme nous venons de le dire, à sortir par en haut, à cause du peu de résistance que lui oppose l'air vers ce côté de la montagne : il sera donc poussé vivement par l'air des galeries ; & cette pression sera d'autant plus forte, que les galeries seront plus longues & plus profondément placées ; mais encore bien plus, si l'air du fond de la vallée se trouve d'une plus grande densité que l'air du haut de la montagne : ce qui doit être, en effet, sans supposer même une variation dans la température de l'air ; car, comme on le fait, l'air est plus pesant & plus dense naturellement vers le bas d'une montagne que vers le haut, comme le montre l'expérience faite avec les barometres ; conséquemment la pression doit être plus forte à l'entrée des galeries qu'à l'orifice supérieur des puits. C'est la même chose que ce que nous avons dit touchant deux tuyaux de bois ou ventouses, dont l'un s'éleverait fort haut dans l'atmosphère, & l'autre resterait fort bas : le premier, éprouvant moins de résistance par l'air supérieur, vuiderait l'air de la mine, pendant que l'autre, sur lequel presse une colonne d'air plus pesante, le porterait dans la mine. Cependant s'il n'y avait point encore une autre cause subsistante, cet effet ne pourrait se soutenir aussi fortement ; mais,

comme nous avons dit, la température des mines & des souterrains étant constante par rapport à celle du dehors, l'air qui y passe contracte bientôt ce degré, & se trouve par-là différent de celui du dehors. C'est par cette même raison que la température de l'air des mines se trouve si disproportionnée à celle de l'air du dehors dans l'été & dans l'hiver; d'où est venu le préjugé de croire que l'air des mines est chaud dans l'hiver & froid dans l'été, quoique certainement ce degré ne change que très peu, au moins dans les grandes profondeurs, ainsi que le thermometre le fait voir. Cette constante température de l'air dans les mines est un argument invincible contre ceux qui prétendent que la chaleur du soleil influe beaucoup sur la nature & sur la qualité de l'air dans les mines (1).

Nous venons de considérer ces choses pour une exploitation en montagne; il s'agit maintenant de les considérer pour une exploitation faite dans un terrain bas & uni, comme sont la plupart des mines de charbon en Flandre, où les puits ou percements sont à peu près au même degré d'élevation. Dans ce cas il doit arriver nécessairement une grande difficulté dans la circulation de l'air, même dans toutes les circonstances ou températures de l'air, puisque les colonnes d'air qui pesent & pressent sur ces puits ou percements, sont égales entre elles. Mais

(1) Nous ne disons rien du sentiment de ceux qui prétendent que la chaleur du soleil contribue en quelque chose aux changements des minéraux dans les souterrains; il est reconnu aujourd'hui trop faux & trop absurde pour nous y arrêter.

que fera-ce si l'air extérieur est calme, & si l'embouchure des puits n'offre pas à l'air plus de facilité à sortir ou à entrer d'un côté que de l'autre? Il est certain que, dans ce cas, l'air deviendra tranquille & stagnant dans la mine: alors les ouvriers seront en danger d'être étouffés par ce même air dont ils sont environnés, comme je l'ai éprouvé plusieurs fois dans de pareilles mines.

Dans ces circonstances, il faut nécessairement, pour le premier moyen que nous avons à indiquer, & qui doit être général, élever l'embouchure d'un de ces puits, pour rompre l'égalité des colonnes d'air, ou poser dans l'un d'eux une ventouse élevée dans l'air supérieur, en ayant soin de fermer toutes autres ouvertures du puits. Mais s'il faut remédier sur le champ à l'inconvénient dont je viens de parler, on augmentera la raréfaction de l'air à l'embouchure d'un de ces puits, par le moyen d'un feu de feu; c'est ce qu'on fait à Saalfeld, sur-tout dans les temps d'orage.

En hiver ou lorsque l'air extérieur est plus froid que l'air intérieur, & par conséquent plus dense, nous avons le contraire à éprouver. L'air extérieur est déterminé fortement de tous côtés à entrer dans les mines; & celui de la mine est d'autant plus obligé de céder, qu'il est plus éloigné du degré de densité de l'air extérieur. Si les percements se trouvent égaux entre eux, il y aura la même difficulté dont nous venons de parler; mais si au contraire les percements sont inégaux ou si l'exploitation est en montagne, ayant des percements horizontaux ou des galeries longues, la même proportion subsistera

dans la circulation de l'air, mais avec des différences assez considérables; car la densité de l'air étant augmentée par le froid, sa force de pression doit aussi être augmentée à proportion. Mais cela est utile pour soutenir le courant d'air & pour vaincre la résistance de l'air extérieur; ainsi tout va bien dans ce cas, comme dans ceux dont il est fait mention ci-devant : il n'y a que les percements égaux entre eux, tant en situation qu'en profondeur, qui exigent les mêmes remèdes dont nous venons de parler.

Le défaut d'équilibre produit toujours un courant d'air, c'est-à-dire que l'air tend à entrer par un côté & à sortir par l'autre, pour peu que la disposition des percements y soit favorable; par exemple, s'il se trouve d'un côté trois puits, & de l'autre côté un seul puits plus étroit, les colonnes d'air qui peseront sur les trois puits, vaincront la résistance que l'air extérieur oppose à la sortie de l'air du quatrième puits; de manière qu'il s'établira nécessairement dans la mine un courant d'air.

C'est par là, je crois, qu'on peut expliquer la raison pourquoi, malgré l'uniformité du terrain & l'égalité des lignes sur lesquelles sont faits les percements, on peut subsister dans ces mines, à quelques difficultés près; mais on voit qu'il serait bien aisé d'aider au courant, & de l'augmenter en raréfiant l'air à l'entrée du puits étroit & éloigné des autres, au moyen d'un seau de feu, sur-tout dans les mines de charbon où cela est si peu coûteux. Il est bien fâcheux qu'on ne mette pas plus souvent cette méthode en pratique. Je souhaite que ceux qui liront ces observations en

sentent

sentent l'importance, & que leur suffrage se réunisse au mien pour la faire établir.

Il nous reste à considérer les différences qu'apportent les variétés du temps & la différence des saisons au courant d'air, & nous trouverons qu'ils doivent quelquefois changer, quand toutes choses sont égales d'ailleurs, c'est-à-dire quand les percements sont égaux entre eux en largeur & en longueur. L'air étant raréfié par en haut, tandis qu'il est fixe & fort dense au bas d'une montagne, doit entrer par la galerie, & sortir par les puits : quand au contraire l'air est plus dense au haut de la montagne que dans la vallée, il doit prendre son entrée par les puits, & sortir par les galeries. Il est bien vrai qu'il faut que ces différences de température soient bien sensibles & bien opposées, pour que le courant se détourne; car il ne faut pas perdre de vue la disposition ordinaire que l'air a pour entrer par les galeries, & pour sortir par les puits : il arrive même que, malgré la différence de température dont nous parlons, quand il y a plusieurs puits qui répondent à une seule galerie, le courant d'air se soutient dans la même direction, mais à la vérité avec plus de peine, ou plus lentement; en sorte qu'alors les Mineurs souffrent. C'est aussi la même chose aux puits, dont l'un est disposé pour aspirer l'air, & l'autre pour l'expirer. Quand l'embouchure de celui qui doit aspirer s'échauffe, l'air, bien loin d'entrer alors dans la mine par ce puits, est disposé à sortir; & si la disposition de l'autre est telle qu'elle balance l'effet de celui-ci, ou que celui-ci balance l'effet de l'autre, l'air deviendra stagnant dans la mine. C'est ce qui arrive lorsque le soleil donne sur

le puits expirateur ; mais si au contraire le soleil donne sur l'aspirateur , le courant d'air ira encore mieux. On en peut dire de même des ventouses & des canaux.

Enfin , si un puits ou une galerie destiné à expirer l'air est exposé au grand vent , & que l'autre ne le soit pas , le courant d'air changera ; au lieu d'entrer par le puits aspirateur , il entrera par l'expirateur ; ou il n'y aura pas de courant d'air , au cas que le vent ne puisse pas vaincre la résistance de l'air qui presse sur le puits aspirateur. On peut y remédier en diminuant l'ouverture du puits aspirateur , si on veut aider à la disposition du vent , ou en augmentant avec des planches l'orifice du puits expirateur , si on veut maintenir le courant d'air tel qu'il était auparavant.





TRAITÉ
DE L'EXPLOITATION
DES MINES.

QUATRIÈME PARTIE.

*L'Hydraulique, ou l'Art d'élever ou d'épuiser les
eaux des Mines.*

Tous les moyens que nous avons donnés précédemment pour évacuer les eaux à mesure qu'on poursuit une mine, sont ce que nous appellons les moyens naturels; ceux que nous présentons ici, sont les moyens artificiels.

Ces moyens artificiels d'enlever les eaux ne consistent que dans l'emploi des pompes & des seaux.

Il est vrai que ces moyens ne sont pas nécessaires dans toutes les exploitations de mines. Aux mines qui sont dans de hautes montagnes, environnées de profondes vallées, on n'en a pas besoin; car quand on attaque un filon par le bas, & qu'on l'exploite en montant, on se délivre des eaux à mesure qu'on avance: si dans ce cas on se sert de pompes, ce ne sera que quand on ne trouvera plus de mine dans la hauteur, & lorsqu'on se déterminera à l'aller chercher en profondeur. Mais dans les terrains bas, où l'on exploite les filons en descendant, on se trouve bientôt dans la nécessité d'évacuer les eaux de bas en haut, en attendant qu'on ait fait une galerie de décharge: on ne peut pas alors faire autrement que d'employer des pompes ou d'enlever les eaux à bras, comme on le va voir dans le chapitre suivant.



CHAPITRE PREMIER.

Épuisement des eaux des poursuites par la main des hommes.

LES eaux qui deviennent de plus en plus abondantes, dit le Collège des Mines de Freyberg, par l'agrandissement d'une poursuite, font une des plus grandes difficultés qui se présentent dans l'exploitation des mines; en conséquence, nous avons à considérer les moyens de les épuiser le plus facilement.

Quand on commence à percer un puits au jour, ou qu'on approfondit sous une galerie, on enlève les eaux avec des pompes à bras, par le moyen desquelles on peut élever l'eau (par deux ou trois tuyaux) jusqu'à trente-deux pieds de hauteur.

Comme les dispositions de ces pompes à bras sont aussi celles des grandes pompes, & que par ces dernières on peut avoir les idées générales de leur construction, ce qui sera dit sur cette matière dans le chapitre deuxième, convient ici également; d'ailleurs, ces machines sont trop communes en France pour qu'il soit nécessaire de s'arrêter à les décrire.

Le percement devenant trop profond pour qu'une seule pompe suffise à l'enlèvement des eaux, on doit en placer deux ou plusieurs l'une sur l'autre.

S'il arrive quelque dérangement dans le bas d'une pompe, que quelque chose y soit brisé, on est obligé d'arrêter les autres; pendant ce temps-là les eaux grossissent & se répandent plus loin; alors les ouvriers ne peuvent pas travailler. C'est pour cela qu'en quelques

endroits, au lieu d'employer des pompes, on enleve les eaux avec des seilles. Ces seilles, qu'on attache à des cordes, sont plus larges par en bas que par en haut; on les couvre avec des planchettes, qu'on maintient avec des pantes de fer, & on ne leur laisse qu'une ouverture pour l'entrée & la sortie des eaux.

Mais quand ces seilles doivent être employées dans des puits inclinés, on fait l'ouverture au côté opposé à la partie qui doit couler sur le chevet du puits; & comme cette partie de la seille s'usurait par le frottement, on y attache pour la conserver, des plaques de tôle. On attache deux de ces seilles aux deux extrémités d'une corde passant sur le cylindre d'une manivelle mue par deux ouvriers.

Avec ces deux seaux, deux hommes peuvent élever les eaux de vingt toises de profondeur, tandis que pour faire agir les pompes, il faut au moins cinq hommes, sans parler du continuel entretien qu'elles exigent, causé par le dépérissement des soupapes. Il est nécessaire d'employer pour l'élevation des eaux de vingt toises de profondeur, quatre & même mieux cinq pompes les unes sur les autres, & il ne faut pas moins de cinq hommes pour les faire agir. Ce travail est pénible & couteux, tandis que pour le tirage de deux seaux à la manivelle, deux hommes sont suffisants pour élever les eaux de cette profondeur. Néanmoins on observera que, si la disposition des pompes n'est point fautive, cinq pompes peuvent enlever en deux heures au moins autant d'eau que deux manivelles en cinq heures de temps; alors on trouvera

peut être qu'il vaut encore mieux employer des pompes, quand on le peut, que des seaux.

L'emploi d'une manivelle pour retirer les eaux peut être avantageux en attendant qu'on se dispose à poser des pompes, & jusqu'à ce que la corde des seaux se trouve trop courte pour conduire les seilles au réservoir où les eaux sont rassemblées.

On doit encore observer que les cordes qu'on se propose d'employer pour le tirage des eaux, doivent être un peu plus fortes que les cordes ordinaires des mines, parcequ'elles s'usent davantage. Il faut combiner, d'après toutes ces circonstances, les avantages de ces deux moyens pour tirer les eaux : on vient de voir les raisons qui peuvent faire balancer entre l'une & l'autre, jusqu'à ce que la suite du travail détermine à prendre des moyens plus efficaces & permanents, tels que l'établissement d'une machine à pompes, lorsqu'on a une chute d'eau suffisante.

Mais, indépendamment de ces deux moyens, on a trouvé encore depuis peu qu'on pouvait retirer les eaux dans les seilles avec avantage, au moyen d'un baritel mu par des chevaux. On a même été obligé dans certains pays de se borner à ce moyen seul, faute de pouvoir se servir de pompes, parceque les eaux vitrioliques rongeaient & détruisaient les soupapes, & occasionnaient par-là des dépenses beaucoup plus considérables que le moyen dont il s'agit.

C H A P I T R E I I.

*Etablissement des Machines à faire mouvoir les pompes
au moyen d'une Roue mue par l'eau.*

ON établit ces machines, selon le besoin, aussi bien dans les mines qu'au jour, sur les puits, ou à quelque distance. Nous considérerons ici chacune de ces manières en particulier.

Nous parlerons premièrement de ce qui concerne l'établissement d'une pareille machine dans les mines mêmes.

Non seulement on a pour cet établissement l'avantage de profiter quelquefois des chûtes d'eau qui naissent naturellement de l'exploitation des mines, mais encore celui de tenir cette machine à l'abri des inconvénients du froid & de la gelée dans l'hiver, quoique son établissement coûte alors quelque chose de plus que quand il est fait au jour. Cependant, si pour faire agir la machine on doit se servir des eaux extérieures, il faut observer si on n'a pas besoin de ménager les eaux pour d'autres objets: dans ce cas, il n'y a pas à balancer, il vaut mieux établir la machine au jour; car les eaux qui entreraient dans la mine, seraient perdues pour l'usage qu'on voudrait en faire ailleurs, à moins que la disposition ne fût telle, que les eaux ayant servi dehors, on pût les rassembler de nouveau, pour être employées à faire mouvoir la machine à pompes.

Cette considération convient sur-tout dans les exploitations où l'on est pauvre en eau, & où l'on est obligé de faire un étang pour les rassembler.

Toujours

Toujours est-il vrai que la première machine étant posée au jour, l'établissement de quelques autres dans la mine peut avoir lieu par la suite, après qu'on a fait de plus grands approfondissements.

Dès qu'on est décidé à établir la machine dans la mine, il ne s'agit plus que de considérer la place qu'elle doit occuper : cette place doit être, sans contredit, la plus avantageuse, c'est-à-dire, la plus propre pour enlever les eaux de la mine. On doit en même temps considérer qu'il faut disposer une galerie pour le cours de l'eau, ou pour le canal qui doit conduire l'eau sur la roue : il faut entailler cet emplacement, & même le revêtir de maçonnerie, s'il est nécessaire, en lui donnant plus de quatre pieds de largeur. Mais quand la roche est très dure, & que l'on craint la dépense, on ne laisse d'espace des deux côtés que trois jusqu'à quatre pouces, & l'on n'entaille que le moins que l'on peut.

Le Collège des Mines de Freyberg dit que, si le filon que l'on exploite tombe perpendiculairement, on peut diriger l'emplacement de la roue selon la direction du filon : mais s'il descend fort obliquement, on doit la placer en travers ou à peu près; ce qui dépend des circonstances, & l'on n'en peut pas faire une règle générale.

La hauteur de l'emplacement se règle sur la grandeur de la roue. On lui donne par en haut quatre pieds pour le passage du canal, & autant en bas pour la sortie des eaux; ainsi cela fait huit pieds qu'il faut entailler de plus que n'exige l'emplacement de la roue.

En même temps qu'on entaille la place nécessaire pour poser la roue, on doit songer aussi à faire le puits pour

la descente des pompes ; ou l'on se sert, s'il est possible, de quelque puits déjà fait.

On peut voir sur la planche dixième, figure quatrième, la disposition & l'arrangement de cette machine sur son puits, que l'on représente ici revêtu de maçonnerie, comme il a été dit dans le chapitre IV de la deuxième partie.

En général, on distingue les roues de ces machines en roues à eau supérieure, & en roues à eau inférieure. Par roues à eau supérieure, on entend celles sur lesquelles l'eau tombe en châte par-dessus dans les augets ; & par roues à eau inférieure, celles que l'eau fait mouvoir en choquant des aubes par-dessous. Ici nous n'entendons parler que des premières.

Ces roues sont plus ou moins hautes ; il y en a depuis vingt-cinq jusqu'à soixante & soixante-dix pieds : on les fait les plus hautes que l'on peut, parcequ'on a ainsi d'autant plus de force pour élever les eaux.

§. I.

Maniere d'emplacer & de disposer la Machine à pompes.

LORSQUE la place pour la machine est préparée, on pose les supports de la roue : leur hauteur doit être proportionnée à celle du rayon de la roue, c'est-à-dire qu'ils doivent laisser l'espace nécessaire pour que la roue puisse tourner sans s'arrêter. Ces supports se voient appareillés & arrangés en Z sur la planche onzième : en (a) est

La premiere piece implantée profondément dans la roche, afin qu'elle soit stable : sur celle-ci est enchâssée la seconde au moins d'un pouce & demi de profondeur, & sur cette seconde une troisieme, sur laquelle on place solidement la piece de fer (*d*), qui doit porter les bras ou tourillons de la manivelle.

La coupe de ce support, selon sa longueur & sa hauteur, est représentée par B, & selon sa largeur & son épaisseur par C; au surplus on fait ces supports de plusieurs autres manieres en bois ou en pierres. Sur la même planche, on voit en C la roue de face; en F, on la voit par-dessus avec les différentes parties qui la composent.

Pour former la roue on commence par poser sa manivelle sur les supports par les moyens connus, ensuite on y adapte l'arbre de la roue par une rainure faite exprès; ou, suivant le College des Mines de Freyberg, on peut faire cet arbre de plusieurs pieces qu'on cerce fortement avec six bandes de fer, entre lesquelles, pour rendre tout plus solide, on chasse à force des petits coins de fer, & dans les ouvertures qui peuvent se trouver entre le tourillon & l'arbre, des coins de bois de chêne. En un mot, on le dispose comme on le voit en (*n*): alors on y joint & on y attache les bras, que l'on assemble les uns dans les autres, comme on le voit en E, & on les assujettit par de fortes chevilles de fer (*pq*); mais en même temps, & à mesure qu'on joint ces pieces sur l'axe, on forme par en bas, c'est à-dire vers l'extrémité de ces bras, les parois de l'aubage de la roue, en unissant

ensemble les pieces de parois, qui sont de fortes planches épaisses de deux ou trois pouces; ces pieces s'enchâssent l'une dans l'autre à moitié de leur épaisseur. En (*i*) on voit une de ces pieces représentée telle qu'elles sont extérieurement, & en (*k*) telle qu'elles sont intérieurement, c'est-à-dire avec les entailles dans lesquelles on enchâsse les palettes qui doivent former les augets. Quand deux de ces pieces sont jointes ensemble, on pose sur leur jointure d'abord la grande piece (*l*) qui doit être entaillée en rainure d'un pouce & demi de profondeur, en deux endroits, ainsi qu'on le voit marqué, pour y recevoir les grands bras (*g*); après quoi on fait en même temps plus loin, c'est-à-dire, sur les autres jointures, l'application des pieces plus petites, dont une est représentée par (*m*), qui recoivent également les bras nommés de *secours* (*h*). Ces entailles ou rainures doivent recevoir les bras dans toute leur épaisseur; & afin qu'ils ne débordent que le moins qu'il est possible, ils doivent entrer de force dans les entailles.

On fait la même chose de l'autre côté; & lorsque les deux parois du cercle de la roue sont en place, les bras posés également dessus, & ajustés pareillement sur l'axe, on met entre eux vers le bas les planchettes ou bouts de bois (*r*), qui doivent former le fond, & faire joindre ces deux parois ensemble: on y pose les palettes (*t*) pour former les augets. L'une & l'autre de ces pieces doivent être de trois pouces d'épaisseur, d'un fort bois; elles doivent entrer dans les parois d'un pouce & demi de profondeur: ce n'est qu'alors qu'on serre le tout ensemble.

premièrement en faisant entrer à coups de marteau ces pièces les unes dans les autres, par leur rainures & languettes; après quoi on cheville le tout par les trous déjà faits, avec de fortes chevilles de bois de chêne, ou pour le mieux, avec des chevilles de fer: mais pour que la roue soit maintenue plus solidement, on passe en (v) des barres de fer d'un bras à l'autre, on les arrête des deux côtés avec des viroles, ou, si l'on veut, on en rive les bouts. Tout cela étant fait, on double le fond de la caisse ou aubage de la roue, à l'extérieur, par des fortes planches, qu'on attache avec des clous.

C'est ainsi qu'on continue de construire la roue en détournant à mesure la partie faite.

R E M A R Q U E.

Il est bon de faire observer ici qu'il faut que la roue soit aussi ronde qu'il est possible, & qu'elle doit être faite avec un bois d'une égale qualité & d'un égal degré de sécheresse, afin qu'il ne s'y trouve pas de parties qui se déjettent plus les unes que les autres, ce qui la rendrait inégale. Il n'est pas non plus inutile de faire observer que les chevilles de fer doivent être bien forgées, & qu'elles ne doivent point avoir de division, afin qu'elles ne cassent pas dans les grandes secousses qu'elles éprouvent. On doit avoir l'attention de bien faire joindre les palettes avec leur fond; il faut aussi garnir exactement les intervalles qui pourraient s'y trouver avec de la mousse, afin que l'eau ne passe pas à travers.

La roue étant faite, on ajuste aux deux bras de la manivelle, le tirant (x) qui se joint aux pistons. Lorsque le

tirant est joint à la manivelle, on l'y arrête par l'anneau (γ), que l'on ferme par l'essé (p), ou espee de palette que l'on passe dans le trou de l'anse de la manivelle.

L'emplacement de ces machines au jour coûte bien moins que dans la mine, car on est maître d'employer les bois de telle longueur que l'on veut; au lieu que dans les mines on est souvent borné, eu égard à la disposition des percements; de sorte qu'on est obligé quelquefois de les faire de plusieurs pieces: on a de plus la commodité de construire les supports en pierre, & de faire aisément l'entraille dans laquelle doit tourner la roue, puisque souvent on n'a que le terrain à creuser. Cependant c'est un très grand avantage quand on peut fermer l'emplacement de cette machine; car par là on évite les inconvénients qu'apporte la gelée: c'est aussi ce qu'on fait en quelques endroits, comme on le voit à Braunsdorff en Saxe.

Soit que la roue soit placée dans l'intérieur de la mine ou au-dehors, on est souvent obligé de l'entourer d'une cloison faite en chassis & en planche, comme on le voit sur la planche dixième, figure quatrième. Cette cloison supporte en haut le canal par où coulent les eaux de la chute.

Dans quelques endroits on éprouve pour cet établissement beaucoup plus d'inconvénients que pour celui qui se fait dans la terre, comme dans les pays où le sol est trop uni, & où il n'y a point de commodité pour se procurer une chute d'eau: il est vrai qu'on a la ressource des étangs, qu'on peut établir fort loin de la mine, quand

les circonstances l'exigent ; mais toujours est-il certain qu'il faut faire venir cette eau en chute sur la roue, & c'est là le plus difficile, sans parler de la dépense qui devient d'autant plus grande, qu'il faut amener les eaux de plus loin. Alors on doit mesurer la hauteur du terrain, reconnaître son inclinaison, pour savoir, en amenant les eaux de cet endroit, combien il faut donner de profondeur à l'axe de la roue, pour qu'elle se trouve disposée à recevoir l'eau en chute.

Sur la planche douzième, on voit une roue à eau inférieure, comme on les fait en Saxe : en A on la voit de face, & en B on la voit par-dessus. La forme des principaux bras se voit en (a), aussi bien que celle des bras de secours en (b) ; on voit comment ces derniers sont appuyés l'un à l'autre par les fortes traverses (c), de même que les grands bras sont chevillés l'un à l'autre en (d) : des coins de bois poussés entre les deux bras servent à les maintenir plus solidement, en les appuyant l'un à l'autre. On peut voir aussi sur la même figure la manière dont les bras sont ajustés dans les parois de la roue ; leur épaisseur est représentée sur la figure C : on voit la manière dont ils sont chevillés en (l) & en (i) sur la même figure.

La figure D représente l'extérieur des parois, & la figure E leur intérieur : ces pièces sont de trois pouces d'épaisseur, comme celles de la roue précédente, & sont doublées par-tout. On les dispose de manière qu'une troisième vient fermer la jointure de deux, comme la figure D le montre ; elles s'enclavent l'une dans l'autre par des

échancrures : le tout est bien chevillé; en sorte qu'on a par cette construction l'aubage le plus fort & le plus solide que l'on puisse faire.

En B, on voit la forme intérieure de la roue; vers (f) sont les jointures des pièces de parois. Les *pales* ont dix-huit pouces de hauteur; elles sont épaisses d'un pouce & demi, & s'enchâssent exactement dans les deux parois, en entrant dans les entailles marquées sur la figure E. Mais comme ces roues sont quelquefois très larges, dans la crainte que les pales ne plient par l'effort de l'eau, on les appuie l'une à l'autre, comme on le voit dans leur centre, par des traverses (h) qui portent des deux côtés sur des plaques de bois; le tout est maintenu par des chevilles de fer.

Comme ces roues n'ont point de fond, il faut que les pales soient fortement assujetties dans les parois; aussi le sont-elles avec des crampons de fer.

R E M A R Q U E.

Les roues en général vont par deux effets, par le poids & par le choc de l'eau. Quant aux roues à eau supérieure, il ne faut pas que l'eau tombe trop perpendiculairement sur elles; car alors elle pourroit se distribuer sur les deux côtés de la roue, & troubler son mouvement dans la direction qu'elle doit prendre. Indépendamment de cela, l'eau tombant de haut par une ligne perpendiculaire, se divise plus aisément, & perd, en se mêlant avec l'air, une partie de sa force : au contraire, il faut qu'elle tombe presque horizontalement, & que son canal avance d'un pied au-delà du point le plus haut de la roue, afin que les eaux tombent par une ligne oblique sur deux ou trois
 augets.

augets. De cette maniere, l'eau se trouvant rassemblée en une seule masse, sa force en est plus grande. On connaît au reste qu'une roue marche bien, & qu'elle a suffisamment d'eau, lorsque l'eau paraît remplir également deux augets à la fois.

Plus une roue est grande, plus elle est capable d'effort; & quand une fois elle est mise en mouvement, plus elle est capable de faire agir les machines qui en dépendent, & de vaincre les résistances: par conséquent, avec moins d'eau, une grande roue peut beaucoup mieux aller & faire plus d'effet qu'une petite. Mais comme les grandes roues exigent de hautes chûtes d'eau, on trouve en les établissant au jour des inconvénients qui balancent l'avantage qu'on peut s'en promettre; en sorte qu'on est souvent forcé d'en employer de moins grandes. C'est pour cette raison qu'on tâche de leur donner autant de force, en les faisant plus larges, & de regagner ainsi ce qu'on perd en diminuant la hauteur.

Il faut d'ailleurs, dans les endroits où l'on est forcé de ménager l'eau, mesurer la quantité nécessaire pour faire marcher la roue; ce qui se fait en observant à quelle hauteur l'eau courant dans le canal, lui donne la plus grande vitesse. Dès qu'on a reconnu cette hauteur, il est facile de régler la sortie des eaux de l'étang, de maniere qu'il n'en donne que ce qu'il faut pour entretenir toujours le courant nécessaire: il faut aussi mettre en considération le temps & la saison. Dans l'été & dans les temps de grande sécheresse, on doit donner plus d'eau que dans l'hiver, à cause de l'évaporation, & d'autant plus, qu'il y a plus d'espace à parcourir de l'étang à la roue. Il faut encore remarquer que la largeur du canal doit être proportionnée à celle des augets, afin que l'eau y tombe sur une largeur convenable, pour en toucher en même temps tous les points, & qu'elle ne saute pas hors de la roue ou des augets.

On peut consulter là-dessus le Cours de Physique expérimentale de Defaguillers, & sur-tout l'Architecture hydraulique de Belidor.

§. I I.

Disposition & arrangement des Pompes de la Machine.

SUR la planche treizieme, figure premiere, se voit une de ces pompes toute disposée pour agir, munie de son tirant (*g*), dont on voit la coupe en *Q*.

Lorsque la manivelle de la roue est en mouvement, elle fait agir la barre du piston (*k*), qui est tiré ou baissé selon la position du bras de la manivelle. L'eau pompée est versée dans une galerie de décharge. Ces équipages sont plus ou moins grands, & on les multiplie selon la quantité d'eau qu'on veut enlever, la profondeur d'où l'on veut tirer, & la force de la roue qui les fait mouvoir.

Ces appareils de pompes sont composés de plusieurs tuyaux entrant l'un dans l'autre, comme on le voit en (*o*) & en (*d*). La pompe qu'on y représente est composée de trois corps marqués (*cb* & *a*). Le premier est nommé tuyau du clapet ou du piston. Les autres sont les aspirateurs, & c'est dans ceux-ci que l'eau est pompée.

Les proportions des parties qui composent cette pompe sont données par l'échelle n°. 1, & les autres le sont par l'échelle n°. 2.

L'effet des pompes est dû à leur soupape. En (*n*),

voit l'orifice sur lequel est posé le clapet ou soupape, dont la disposition est représentée en F : ce sont des plaques de cuir (cc) posées l'une sur l'autre, & maintenues ensemble par une feuille de fer courbée en haut (b), & par une autre plus petite en dessous (a); le tout est assujetti par une virole & une clavette à vis. En G sont représentées les plaques selon leur longueur; elles sont attachées les unes aux autres, & clouées avec deux ou trois chevilles de fer sur l'orifice du tuyau.

Le cuir soutenu & affermi sous la feuille de fer recourbée, fait l'effet d'un ressort lors de l'élévation & de l'abaissement du piston : il ferme le passage à l'eau qui est montée dans le tuyau supérieur au clapet, & bouche les ouvertures de la moufle ou corps du piston pendant son élévation. Mais ce jeu d'aspiration dépend principalement de ce que le piston élevé laisse un espace vuide d'air au-dessous de lui; il faut alors que l'air enfermé dans la pompe se dilate, & fasse place à l'eau qui monte dans le tuyau avec d'autant plus de vitesse, qu'elle est poussée plus fortement à la bouche inférieure de la pompe par l'air du dehors; & lorsque le piston redescend, une portion de cette eau est forcée de passer par la moufle, & de gagner le dessus, parceque la résistance inférieure se trouve encore plus forte que la résistance supérieure.

REMARQUE.

On fait, par une multitude d'observations & d'expériences journalières, que l'eau est pompée dans les tuyaux aspirateurs, selon les principes de l'hydrostatique, & qu'elle

peut s'y soutenir sans retourner en arriere, comme le mercure dans le tuyau d'un barometre.

La hauteur perpendiculaire jusqu'à laquelle l'eau peut être pompée, est comparable à la hauteur perpendiculaire à laquelle le mercure se soutient dans un espace vuide d'air. La pesanteur spécifique du mercure représente en cette occasion celle de l'eau.

L'eau pure peut être pompée en tout temps sur cinq toises de hauteur perpendiculaire, ou environ trente-un pieds & demi. Cette hauteur de cinq toises ne peut être cependant mesurée que par la distance perpendiculaire entre la surface inférieure du piston, lorsqu'il est à sa plus grande hauteur, & la surface de l'eau lorsqu'elle est la plus basse dans le réservoir où elle est pompée.

Mais l'eau peut être élevée par quatre petites pompes qui se versent l'eau l'une à l'autre sur une hauteur perpendiculaire de vingt toises; on peut de même parvenir à élever l'eau à cette hauteur avec trois pompes basses, dans une direction qui n'ait pas plus de trente-cinq à quarante-huit degrés d'obliquité; & même on peut y parvenir avec deux pompes basses, si cette hauteur a trente degrés d'obliquité. Cette détermination est très importante par rapport à la disposition des puits ou profondeurs dans lesquelles doivent descendre les pompes.

On fait les corps des pompes où les pistons jouent en fer de fonte, & mieux encore avec du cuivre jaune ou laitron; mais la grande cherté de ces derniers en a empêché jusqu'ici l'emploi dans la plupart des mines. Le College des Mines de Freyberg dit que le meilleur bois & le plus

durable pour faire les tuyaux aspirateurs, est le bois de mélese : ces tuyaux doivent être bien cerclés en fer, comme ils sont représentés ici. Le tuyau supérieur (c) doit être plus fort que les deux autres, parcequ'il éprouve plus d'effort à cause du jeu du piston ; & c'est en conséquence que ce tuyau est fait de métal : il faut aussi, par la même raison, qu'il ait plus de largeur.

R E M A R Q U E.

Nous ne nous arrêterons pas ici à parler de la maniere de faire & de percer les tuyaux du piston, parcequ'on l'a déjà publiée en France dans plusieurs Ouvrages, aussi bien que la maniere de les égaliser ou de les user en dedans. Il convient cependant que nous fassions remarquer, d'après notre texte, que les tuyaux de cuivre jaune ne sont point attaqués par l'eau, & rongés comme les tuyaux de fer ; ce qui doit les faire préférer quand on le peut.

Dans la disposition d'un appareil de pompes, le principal objet est de lui donner toute la solidité nécessaire, & de faire en sorte que les tuyaux qui le composent soient maintenus solidement entre eux : il faut aussi qu'ils soient joints avec justesse l'un dans l'autre sur une même ligne ; ce qu'on peut reconnaître lorsqu'ayant placé une lumière dans l'embouchure inférieure, on la voit par celle d'en haut. Toutes les ouvertures & fentes doivent être bien bouchées, afin qu'il n'en sorte pas d'eau, & que l'air extérieur n'y puisse pas pénétrer. Il est donc essentiel de se servir d'un bois égal, ferme, exempt de fentes : mais comme on ne peut pas toujours appercevoir ces défauts à la vue, on se sert d'une

lumière qu'on y porte de tous côtés; & lorsqu'on apperçoit que la flamme est attirée, on peut être assuré qu'il y a en cet endroit une ouverture qu'il faut boucher avec de la terre glaise, ou, si cela est nécessaire, la fermer avec une bande de fer. Il faut de plus avoir l'attention de veiller sur les changements qui pourraient y arriver.

Lorsqu'on place une pompe sur le réservoir des eaux, on doit avoir soin d'en écarter toutes parties terreuses & pierreuses, qui, en se mêlant avec l'eau, pourraient être pompées avec elle. C'est aussi pour prévenir cet inconvénient, que l'on place en quelques endroits des especes de corbeilles ou de paniers à l'embouchure inférieure des pompes.

On doit être sur-tout très attentif à rassembler, autant qu'il est possible, les eaux de tous côtés dans ce réservoir: mais ce qui demande encore plus d'attention, c'est de faire ce réservoir aussi étroit qu'il est possible, & seulement de la largeur nécessaire pour l'introduction des bouts de tuyaux; car plus le réservoir est large, plus les tuyaux aspirent d'air, parceque la surface de l'eau est souvent trop basse sous la bouche des tuyaux; & l'on sent aisément l'inconvénient qui résulte de l'introduction de l'air avec l'eau dans les pompes.

Nous venons de voir comment l'eau monte dans les pompes; il s'agit de voir maintenant, en continuant notre description, comment l'eau, parvenue dans les tuyaux, est versée ou menée au dehors. L'eau ayant surmonté la soupape, est poussée de plus en plus haut à mesure que le piston agit, & parvient au haut de la partie supérieure; elle passe

dans un canal représenté en (f), fig. Q, qui se trouve de niveau avec elle.

Ce canal qui dirige l'eau dans la rigole de la galerie de décharge, est enchâssé dans cette partie, & s'y joint de maniere que l'eau ne peut pas passer entre le tuyau & le canal pour retomber dans la profondeur d'où elle vient. Ce canal, qui doit être assez large vers l'endroit où l'eau y doit entrer, est fait d'une seule piece de bois ou de plusieurs planchettes bien jointes ensemble.

Les pieces (d & e) sont faites d'un seul morceau de bois de chêne, & jointes aux tuyaux de la maniere suivante. Ces pieces sciées de la grandeur convenable, sont percées d'abord dans leur centre perpendiculairement : on y passe une barre de fer rougie au feu, autant de temps qu'il est nécessaire, pour que l'on puisse ensuite l'agrandir aisément avec un long ciseau en cuiller, ce que l'on fait jusqu'à ce que cette ouverture soit en état de recevoir le tuyau qu'on y assujettit & affermit bien avec des coins, qu'on pousse de force dans les intervalles. Comme ces pieces sont fort sujettes à se fendre, elles doivent être bien cerclées par de bons liens de fer : l'inférieure, qui est encore plus sujette à se fendre que la supérieure, doit avoir un cercle de plus.

En (n), est pratiquée une porte qui donne la facilité de remédier aux inconvénients qui pourraient survenir au clapet, sans qu'on soit obligé de démonter la pompe ; pour cet effet, on ôte le cercle qui passe sur cette porte : il doit donc être disposé & fermé de maniere qu'on puisse le défaire quand on veut. Souvent ce cercle n'est maintenu

que par le passage d'un coin en dessous, que l'on fait sauter à coups de marteau. On sent qu'il est nécessaire que cette petite porte joigne bien exactement; aussi n'est-ce, à proprement parler, qu'un tampon qui entre dans toute l'épaisseur de la pièce. On peut aussi faire jouer le piston dans un tuyau de bois en place de celui de métal; mais le bois est trop facilement usé par le frottement du piston, quoiqu'on se serve du bois le plus dur, tel que le chêne. Les tuyaux de bois n'ont pas besoin des pièces (*ed*), mais ils doivent être bien cerclés; alors le tuyau (*b*) entre immédiatement dans le tuyau (*c*), & le canal (*f*) y est aussi enchâssé lui-même.

On fait de différentes façons & de différentes formes les moufles ou corps des pistons. La façon la plus commune de les faire à Freyberg, est celle dont on voit sur la figure A la coupe perpendiculaire, & dont le côté est représenté par la figure B. On prend un gros morceau de bon bois de chêne, de cinq jusqu'à huit pouces de haut: on le taille d'abord circulairement, selon la figure C, & du diamètre convenable pour qu'il entre dans le tuyau. Vers le bas en (*b*), on fait une échancrure dans laquelle on pose un lien de fer marqué en (*m*), sur les figures A & B; en (*a*) le bois conserve sa largeur; en (*d*) est une autre échancrure pareille à celle (*b*), & en (*c*) encore une autre plus profonde, & taillée de façon que son diamètre est plus petit en bas qu'en haut. Lorsque ce morceau a été taillé, comme on vient de le dire, par ses côtés extérieurs, on le dispose en dessus selon la figure D, où on le voit percé de six trous (*bb*), qui doivent être

à égale distance les uns des autres : on y voit aussi le trou du centre (*a*).

Les trous (*b*) sont destinés à faire passer l'eau lors de l'abaissement du piston, & le trou (*a*) à recevoir l'écrou du piston. En (*f*), sur les figures A & B, est une enveloppe de cuir, qui, lorsque le piston est tiré vers le haut, s'applique sur tous les côtés des parois intérieures du tuyau; en (*d*), sur la figure C, il est retenu par un lien de fer marqué en (*g*), sur la figure B; ce lien est poussé en haut contre le cuir, & on l'assujettit par des morceaux de bois (*ii*). Enfin, on place sur la moufle une plaque circulaire de même diamètre, représentée en E pourvue aussi d'un trou quarré, pour laisser passer l'écrou du piston. Cette piece fait l'office de soupape, & bouche les ouvertures (*bb*), après que l'eau a été obligée d'y passer & de franchir l'obstacle par l'abaissement du piston, en sorte que l'eau ne peut plus repasser ni retomber d'où elle vient.

Comme l'enveloppe de cuir fait vers son bord supérieur un cercle plus grand, & qu'elle s'applique par conséquent plus exactement en cet endroit contre les parois que vers le bas, on doit y avoir égard dans sa coupe; c'est pourquoi on fait un modele en papier, sur lequel on coupe les morceaux de cuir qui composent cette piece, de la maniere suivante.

Si la figure A, dit le College des Mines de Freyberg, est la coupe perpendiculaire de la moufle, selon sa véritable grandeur, on tire obliquement deux lignes (*wx* & *vy*), selon lesquelles l'enveloppe de cuir doit s'élargir par en

haut, & se rétrécir par en bas : la réunion de ces lignes au point (γ) donne le centre des arcs de cercle (ns & po), entre lesquels tombe l'enveloppe. Chacun de ces morceaux ne doit pas être seulement coupé selon ce cercle en haut & en bas, mais il doit aussi se terminer des deux côtés en deux lignes droites qui se réunissent au point (γ) : par là on a l'avantage, lorsque le modele en papier est ainsi coupé, de supputer ($ns-po$), en sorte qu'un morceau couvre l'autre, & que chacune des parties du modele tombe entre ces deux lignes droites, qui se prolongent & passent par le point (γ).

Lorsqu'on n'a qu'un faible cuir à employer pour faire toutes ces pieces, on en place plusieurs ensemble l'une sur l'autre, qu'on unit par des liens ou lanieres enduites de poix ou de goudron, en sorte qu'elles forment une épaisseur d'un pouce à deux pouces & demi. Au reste, toutes les parties de cuir, dans les pompes, doivent être enduites avec des matieres grasses, parcequ'elles sont fort sujettes à se briser. Le College des Mines de Freyberg conseille de se servir de suif avec un peu d'huile, aussi bien que pour les autres parties de la machine, à l'exception de celles qui sont en fer, qui doivent être enduites avec quelque chose de plus tenace, avec des résineux, par exemple, tels que la térébenthine mêlée avec de l'huile de poisson ou de navette : enfin le goudron est aussi bon pour cet usage; c'est une attention qu'on ne doit jamais perdre de vue.

Dans cette moufle est fixée la barre (k), représentée sur la figure premiere : elle est de fer ou de bois, maintenue en haut par la ferrure représentée figure quatrieme,

& en bas par la ferrure représentée par figure cinquieme: c'est au moyen des écrous (*bbb*). La queue ou l'écrou du ferrement inférieur passe à travers la moufle, ainsi que la figure A le montre. La moufle y est arrêtée en bas au moyen d'une virole montée à la vis (*e*), dont le point d'appui est sur le degré (*c*); elle comprime & resserre la plaque de cuir vers (*d*), en sorte que la moufle ne peut vaciller ni en haut ni en bas. C'est ainsi, dit le College des Mines de Freyberg, que doivent être conditionnées les barres ou tiges des pistons pour les hauts appareils de pompes. Si l'on avait à craindre que la piece de bois ne fût fendue ou écartée par les trous que l'on fait pour le *chevillement*, on y passerait une cheville particuliere au travers, comme on le voit en (*i*) sur la figure premiere. La tige du piston vient s'attacher au tirant de la machine (*gp*) en (*h*) par son anneau qui est visible sur la figure quatrieme, au moyen de la piece de fer représentée par la figure deuxieme. Cette piece est fixée au tirant en haut & en bas par des écrous (*aaa*): l'anneau du piston passe dans le cou (*b*) de cette piece, & y est arrêté par une cheville; cette même piece est aussi assujettie en haut par le bras courbé de la figure troisieme, afin qu'elle soit plus stable, & qu'elle ne vacille pas dans les efforts qu'elle éprouve.

Le cou de cette piece ne doit pas avoir une largeur superflue, mais celle qui convient pour que le piston soit mu sans changer de direction dans la pompe. Elle ne doit pas être non plus placée sur le tirant ni trop haut, ni trop bas, mais dans la situation qui convient le mieux pour que,

dans l'abaissement du tirant, le piston atteinne le fond du tuyau.

Nous ne suivrons pas plus loin nos textes, & notamment le College des Mines de Freyberg, dans ce qui est dit de la théorie de l'effet des pompes, & de la différence qu'il y a entre le jeu des hautes & des basses, attendu que cette matiere a été traitée amplement en France, sur-tout par M. Belidor, dont l'Ouvrage est devenu d'un usage général dans les mines de France. Nous ne rapporterons que ce qui regarde particulièrement les mines.

Si l'on n'avait qu'un seul appareil de pompe, il ne faudrait qu'un seul tirant; mais comme on met plusieurs pompes les unes sur les autres, selon le besoin qu'on en a, on ajuste aussi plusieurs tirants les uns au bout des autres, dont chacun fait sa fonction par le même effort de la roue. On peut voir sur la figure quatrieme, planche dixieme, la disposition & l'arrangement des pompes le long du puits avec leurs tirants; on peut y voir aussi comment l'eau est élevée d'une pompe à l'autre au moyen des réservoirs ou *baches* dans lesquels les eaux sont versées de chaque pompe, d'où ensuite elles sont aspirées par la pompe supérieure. Mais pour que les tirants dans leur mouvement ne s'écartent pas, il sont maintenus avec l'espace suffisant pour agir, dans des anneaux ou liens de fer attachés à des solives de traverse qui sont appuyées selon la maniere expliquée au détail des cuvelages; autrement on fait passer les tirants entre deux solivettes. Au reste, tous les tirants ne sont pas faits de la même façon, ni de la même forme; chacun les

fait à sa maniere, & selon les différentes occasions; mais plus ils ont de masse, plus ils ont de solidité.

Outre celui qui est joint à l'appareil de la pompe, figure premiere, on en voit un autre sur la même planche, figure sixieme, qui en représente la largeur: on en voit le côté sur la figure (*b*); en (*a*) est une ouverture par où le tirant s'enchâsse au bras de la manivelle de la roue. Le mouvement circulaire que lui fait faire ce bras, produit le mouvement de haut en bas, qui est nécessaire au tirant pour faire agir les pistons; & afin que le grand fardeau qui lui est attaché ne le fasse pas fendre ou briser au-dessous du trou (*a*), il doit être bien chevillé & bien cerclé. Non seulement il faut le maintenir par des chevilles de fer ferrées par des viroles (*bb*): il doit être de plus ferré en longueur, comme on le voit en (*c*), & cerclé en (*d*): on doit mettre aussi une forte plaque de fer de fonte sur le trou en (*h*), suivant la mesure représentée figure septieme, assujettie par les écrous (*aa*) au moyen de leurs viroles. En cet état, les tirants sont capables de résister à l'effort de la manivelle, & même de se conserver fort long-temps. Au surplus, on voit en (*f*) la maniere dont sont jointes les alonges des tirants, maintenues de part en part par dix forts écrous à vis, & cerclés en (*gg*). L'alonge (*e*) a quatre pieds de longueur, six pouces de largeur, & sept pouces vers la *jablure*, afin qu'elle y puisse entrer de quelques pouces de profondeur. Il est nécessaire aussi d'avoir une provision de ces tirants & bouts de tirants, aussi bien que de toutes les autres parties qui composent les appareils de pompes, taillées de mesure sur

celles qui sont en service, afin que si quelqu'une vient à manquer, on se trouve en état de la remplacer le plutôt possible, pour ne pas donner le temps aux eaux de s'assembler en trop grande quantité; car dès lors les pompes ne seraient peut-être de long-temps en état de vider les eaux du fond de la mine; ce qui mettrait les ouvriers dans l'impossibilité d'y travailler.

Le morceau de bois qui est passé dans l'alonge du tirant (*p*) de la figure première sert à arrêter cette pièce dans les puits aux barres ou pièces de bois qui les maintiennent dans le cas où elles viendraient à se défaire.

Dans les bas appareils des pompes, il est inutile que ces tirants soient aussi forts ou aussi fortement ferrés, puisqu'ils n'ont pas tant à souffrir; il faut d'ailleurs qu'ils soient proportionnés à la hauteur des pompes: cependant on doit avoir égard à la profondeur d'où l'on veut élever les eaux, & proportionner le tirant supérieur à l'effort qu'il doit communiquer aux autres, ou au nombre de ceux qui lui doivent être attachés par la suite, si l'on augmente les appareils des pompes.

Mais on observera de plus que dans les puits inclinés où les tirants sont sujets au frottement, ils doivent être beaucoup plus forts, parcequ'ils sont dans le cas de s'user davantage; il est vrai qu'on tâche tant qu'on peut de diminuer le frottement, au moyen des soutiens dont nous avons parlé, soit en plaçant sur la partie inclinée du puits de distance en distance des solives de traverse, qui les élèvent & les séparent des parois du filon, soit en établissant le cuvelage qu'on nomme de roulage, expliqué dans le chapitre des puits.

Outre le cas dont nous parlons où se trouvent les puits des machines, il en est encore un autre qui cause plus d'incommodité; c'est lorsque ces puits, faits sur le filon, changent d'inclinaison, & qu'ils s'élevent ou s'inclinent, ou qu'ils s'étrécissent ou s'élargissent plus dans un endroit que dans un autre: il faut, dans ce cas, autant qu'il est possible, rendre la direction de ces puits uniforme en entaillant les avances de la roche, ou en les élargissant autant qu'il est nécessaire, pour rendre l'espace libre; ce qui, à la vérité, peut causer de grandes dépenses. En même temps, il faut songer à l'emplacement des baches ou réservoirs qui doivent être posés le long de ces puits, & placés à l'orifice supérieur de chaque pompe, pour en recevoir l'eau, & la transmettre à une autre pompe; en cela, il faut se souvenir de l'avantage qu'il y a de les faire plus profonds que larges, pour que les pompes soient moins dans le cas d'aspirer de l'air. Il faut encore avoir la précaution, quand on rencontre dans ces puits des veines d'eau, ou des fentes qui donnent de l'eau, de les diriger dans les baches les plus voisines, soit en menant ces eaux par une rigole qu'on fait exprès, soit en y plaçant un canal de bois proportionné à la quantité d'eau.

§. III.

Appareil de la Machine avec des tirants horizontaux.

COMME dans l'établissement d'une Roue à pompes on n'a pas toujours l'avantage de trouver une chute d'eau près de

L'exploitation, soit sur les puits, soit sur les galeries, on est quelquefois forcé d'établir la roue ailleurs, dans un emplacement convenable; alors on est obligé d'en diriger les mouvements & les efforts vers le puits ou la galerie, au moyen de ce qu'on appelle tirants horizontaux, ou tirants du jour, qui sont, à proprement parler, les alonges du tirant de la roue. Cet établissement est fait quelquefois fort loin de la mine, comme cinquante à cent, jusqu'à huit cents toises: les tirants allant horizontalement, soit en plaine ou dans une vallée, ont toujours un bon succès; mais alors la dépense est bien plus considérable que dans les cas expliqués précédemment, parcequ'il faut employer beaucoup plus de pieces de bois.

Quelquefois aussi les circonstances obligent de faire un pareil établissement à l'entrée d'une galerie: alors il en est de même qu'au jour; les tirants vont horizontalement le long de la galerie jusqu'au puits où descendent les pompes.

Le College des Mines de Freyberg distingue deux especes de ces dispositions de machines, l'une simple & l'autre double; mais, dit-il, la premiere est peu employée & exige d'être travaillée exactement pour qu'on puisse s'en servir avec avantage. La seconde est beaucoup plus en usage dans les mines: la premiere figure de la planche quatorzieme en représente une répondant à un puits; la figure deuxieme de cette même planche en présente les parties détaillées.

Ordinairement on donne, en pareil cas, à la manivelle de la roue, deux pieds d'élévation de plus qu'à l'ordinaire:

naire : elle est mue aussi bien par une roue à eau choquée par-dessus, que par une roue à eau mue par-dessous.

Le tirant de la roue est toujours adapté au bras de la manivelle, comme on le voit ici en (*a*) ; il répond au principal balancier, en s'y attachant par le crochet (*h*), figure deuxième, & communique par lui son mouvement aux autres (*cc*). Ces balanciers sont tous éloignés de trente pieds les uns des autres. Ces pièces, dans un appareil qui s'étend au loin, peuvent avoir une longueur de douze aunes ; leurs dimensions dépendent de la longueur des tirants, & de la profondeur d'où ils ont à tirer.

Les barres (*dd*) de tirage ont ordinairement trente-six pieds de long, cinq pouces de haut, quatre pouces de large ; elles sont jointes en crémaillère les unes aux autres de la manière représentée en (*e*), figure deuxième. Lorsque leur assemblage est bien fait, c'est-à-dire lorsque les entailles sont assez justes pour qu'elles entrent exactement les unes dans les autres, elles peuvent tenir solidement, & n'ont pas besoin d'être chevillées, il suffit qu'elles soient bien cerclées. Cependant quand ces barres de tirage sont fort longues, on a coutume (est-il dit) de cheiller entre les liens les jablures qui sont les plus près de la roue pour plus grande solidité. On peut disposer les choses de manière que leur jablure se trouve entre deux balanciers, parcequ'alors elles ne sont pas aussi susceptibles de se rompre, & se conservent mieux. Pour les conserver, on peut, outre cela, mettre dessus un petit toit fait de planches minces, qui les garantit de la pluie.

Les balanciers sont joints à ces tirants par des écrous (*l*).

qui passent dans les trous (*k*), figure deuxieme B & C, de maniere qu'ils puissent agir librement l'un & l'autre. Ces balanciers sont ouverts, afin qu'on puisse enlever à volonté les tirants; cette ouverture est couverte d'une plaque de fer nommée femelle, ou espece de fer représenté en (*m*) sur la figure deuxieme; on l'y attache avec deux clous: à l'égard du dessous, c'est-à-dire de l'ouverture qui regarde le sol, il n'est pas nécessaire de la couvrir, on y met seulement une clavette qu'on pose en travers pour maintenir la premiere. Pour le principal balancier, on peut voir en B, figure deuxieme, la maniere dont il est ferré, & pour les autres en C.

Les barres ou maintiens des balanciers (*ff*) doivent toujours être placées en ligne droite, ce que l'inégalité du sol empêche souvent. Les balanciers y sont ajustés sur leur milieu, au moyen d'une espece de cheville de fer (*i*) qui fait en quelque sorte la fonction d'un axe: on la fait passer aux deux côtés dans un trou quarré; elle s'y joint, & y porte par ces deux bouts; autrement on fait porter cet axe sur des morceaux de bois très durs, disposés pour cela, & enchâssés dans ces pieces, ce qui produit moins de frottement.

Il faut, pour la solidité de cette charpente, que les supports marqués en (*g*) soient fermement maintenus; pour cela il faut qu'ils soient posés bien perpendiculairement & placés sur un fond solide.

Si on n'a pas cet avantage, il faut les faire porter sur une maçonnerie; ce qu'on doit faire aussi quand il est nécessaire de leur donner de l'élevation, pour les mettre

sur la même ligne autant que l'on peut. Les supports ou chevalets dont les pièces doivent être bien jointes ensemble, sont placés à seize ou dix-huit pieds de distance les uns des autres. Enfin les tirants (*dd*) se terminent sur le puits, en s'attachant à une croix (*n*) représentée en grand, figure deuxième, dont les bras sont égaux : aux deux bras horizontaux sont attachés les tirants perpendiculaires, auxquels répondent les pistons. En (*pq*), figure deuxième, on voit les deux principales pièces dont cette croix est faite, & en (*o*) est l'axe carré qui entre dans son centre, par un trou aussi carré. Cette disposition est nécessaire pour que l'axe soit maintenu solidement, & qu'il ne puisse pas vaciller. Cet aissieu est porté par des bouts de bois dur, comme nous avons dit précédemment, ou dans une échancrure revêtue de fer.

La croix transmet avec tout l'avantage possible le mouvement de la roue. Il serait à souhaiter qu'on pût multiplier ces croix de distance en distance; il est vrai qu'on est forcé de le faire, quand on est obligé de changer la direction des tirants pour venir aux puits. On a encore un autre avantage avec ces croix; c'est qu'au cas qu'il y ait un des tirants qui vienne à se casser, le jeu des pompes ne laisse pas d'aller à la vérité un peu mal.

Toutes les pièces qui composent cette charpente doivent être faites d'un bon bois dur; le principal balancier doit être fait au moins de bois de chêne.

En quelques endroits, on a la précaution, comme on le voit ici, d'enfermer la roue dans une hutte de planches, ou dans un bâtiment fait exprès, afin d'éviter les incon-

véniens des froids; mais souvent ces roues sont à l'air libre. Dans ce dernier cas, encore plus que dans le premier, lorsque le jeu des pompes est suspendu, on ne doit pas laisser chommer la roue, dans la crainte qu'en se desséchant, elle ne se fende; c'est pourquoi il faut faire tomber de l'eau dessus suffisamment pour la faire tourner. Que la roue soit à l'air ou non, lorsqu'on a besoin que les pompes agissent, on emploie le feu pour empêcher que le glacement n'arrête le mouvement de la roue, ou ne le rende trop lent. Dans cette circonstance, on construit une espece de fourneau ou tourelle, qui se termine par une espece de cheminée, soit par en haut, soit par côté, de maniere que la fumée qui en sort aille sur la roue. Ce moyen a produit de très bons effets aux endroits où on l'a employé.



CHAPITRE III.

De la Pompe à feu.

POUR terminer cette partie, il ne nous reste plus qu'à parler de la pompe à feu, dont l'emploi ne peut être avantageux que dans les mines de charbon où l'on a la matière combustible nécessaire à un prix très modique; tandis que pour faire aller cette même machine dans une mine métallique, outre les énormes dépenses qu'occasionne son établissement, les frais d'entretien & de consommation pourraient bientôt ruiner l'entreprise : nous n'en ferons donc mention ici que très succinctement.

On connaît les détails que M. Bélidor a donnés sur cette curieuse machine, dont l'effet est fondé sur l'alternative d'un effort produit par la vapeur de l'eau bouillante, & de la destruction de cette même force au moyen de l'eau froide; ce qui est beaucoup augmenté par l'équilibre où sont mises les pièces, & sur-tout par le grand balancier.

Dans toutes les exploitations des mines de charbon, comme dans celles des mines métalliques où l'on pourra avoir une chute d'eau, on fera mieux d'employer pour les épuisements les roues à pompes qui ont été décrites ci-dessus; on y trouvera beaucoup plus de profit : mais il est des cas où l'on est trop heureux d'avoir la ressource des machines à feu, comme dans les mines qui sont dans des terrains unis, éloignés de tous courants d'eau, telles que celles de Flandres. Cependant on trouve quelquefois un obstacle qui s'oppose au succès de cette machine; c'est lorsque les eaux du pays ou de la mine sont trop séléniteuses ou terreuses. On n'en apperçoit pas la raison au premier coup.

d'œil, sur-tout quand on n'a aucun principe de Chymie ni de Minéralogie; mais rien n'est plus vrai.

Si l'eau de la mine qui doit être employée, est, comme nous disons, trop séléniteuse, il se forme pendant l'ébullition, dans le fond de la chaudiere, une croûte qui augmente toujours à proportion de l'évaporation : cette croûte, en s'élevant, laisse un vuide entre elle & le fond; ce qui occasionne la calcination du cuivre, tant en dedans qu'en dehors. Dans ce cas, comme on le voit, on sera obligé de faire cesser souvent le jeu de la machine, soit pour enlever le dépôt de la chaudiere, soit pour la rétablir elle-même. Or si on calcule les dépenses qu'occasionnera par là cette chaudiere, on trouvera souvent qu'elles excèdent le profit; ce qui obligera d'abolir la machine : c'est aussi ce qui est déjà arrivé dans quelques exploitations, comme à Littry en Basse Normandie, où cette machine a coûté beaucoup depuis son établissement jusqu'à sa destruction. On aurait évité cette dépense si l'on eût examiné premièrement la qualité des eaux de la mine.





T R A I T É
DE L'EXPLOITATION
DES M I N E S.

CINQUIEME PARTIE.

De la sortie des Roches & Minerais des mines.

DANS le commencement de l'exploitation d'une mine, même pendant fort long-temps, on monte au jour les roches & les mines dans des seaux, au moyen des tours ou treuils à manivelles, comme on a dit précédemment : mais quand par la suite l'approfondissement devient trop considérable, & que l'emploi des hommes ne peut y suffire, il faut nécessairement d'autres moyens ; & ces moyens sont ce que nous connaissons en France sous le nom de *baritel*, de *cabestan*, ou de *machine à moulette*. Il y a deux especes de ces machines ; l'une qu'on fait aller par

des chevaux, qu'on nomme *baritel à chevaux*; & l'autre mue par l'eau, qu'on nomme *baritel à eau*. Il est vrai que cette dernière espèce de baritel n'est pas encore connue en France, & que son usage n'est pas même fort étendu en Allemagne: cependant je l'ai vu servir avec le plus grand succès à Altemberg. Par-tout où l'on peut avoir une chute d'eau naturelle, on ne saurait mieux faire que de l'établir; car par-là on peut épargner beaucoup. Mais il est des exploitations de mines où ces machines ne sont pas du tout nécessaires, telles que celles qui sont en hautes montagnes, où l'on n'a pas même souvent de puits de jour. Dans ce cas, on mène la mine au jour dans des brouettes le long des galeries, sur les planches dont il a été fait mention dans le chapitre des galeries. C'est ici le lieu de parler de ces brouettes: on en distingue de deux espèces; l'une pourvue d'une seule roue & de deux bras qui servent à la pousser; en un mot, elle est semblable aux brouettes ordinaires, mais plus petite: l'autre est quarrée, pourvue à chaque coin d'une petite roulette; celle-ci est sans bras; c'est, à proprement parler, une espèce de caisse quarrée, garnie de roulettes: on l'appelle aussi *le chariot de roulage*. Cette brouette est beaucoup plus en usage que la première, parcequ'elle est beaucoup plus commode aux jeunes garçons qui font ce travail; elle est menée de deux manières différentes, ou par une corde qu'on attache en double à une de ses faces, ou elle est poussée par derrière. Dans le premier cas, le garçon se passe la corde sur la poitrine, & marche en avant; dans l'autre il appuie ses deux mains sur le bord par derrière; & formant un point d'appui sur ses

pieds,

pieds, il pousse la brouette devant lui. C'est de cette dernière maniere qu'on mene la mine dans les galeries basses, où souvent il n'est pas possible de la mener autrement.

Il est bien vrai aussi qu'en toutes circonstances les brouettes sont toujours nécessaires; car c'est par leur moyen qu'on assemble les mines sur la place au bas du puits, d'où elles doivent être ensuite enlevées au jour; ou on les roule entièrement dehors, si les galeries y vont.



CHAPITRE PREMIER.

Etablissement & détail d'un Baritel à chevaux.

Nous croyons devoir parler premièrement de cette espece de baritel, parcequ'il est le plus connu & le plus en usage en France, sur-tout aux mines de charbon. Ce baritel n'est pas fait par tout de la même maniere; mais la construction la plus exacte & la meilleure est certainement celle qui est représentée sur la planche quinziesme, figure premiere. On en voit la coupe dans son angar, & le plan sur la figure deuxiesme. Cette machine est composée d'un axe (*g*) perpendiculaire, tournant sur ses pivots; à cet axe est attaché un tambour (*n*) sur lequel s'enroulent les cordes ou chaînes de fer qui suspendent les seaux, passant sur les roulettes (*tt*) & sur les poulies (*rr*) qui dirigent les chaînes dans le puits. Les chevaux sont attachés un ou deux à chaque bras (*k*): ces chevaux marchent l'un devant l'autre; & lorsqu'un des seaux est parvenu au fond du puits, & qu'il est prêt à être remonté, on détourne les chevaux vers le côté opposé.

Pour établir un baritel, on commence, après avoir fait un sol, par former un rond de maçonnerie, comme on voit en (*a*) sur les figures premiere & deuxiesme. Sur cette bâtisse, on pose dans des semelles ou bouts de bois qui y sont encastrés en (*c*), les chevrons (*b*) qui y sont bien assemblés & maintenus solidement par des potelets (*q*): ces chevrons se réunissent tous par en haut sur la piece (*d*), en sorte qu'ils forment ensemble un toit rond, qui se termine en pointe: de cette maniere, toutes les pieces établies au-dessous sont garanties de la pluie & de l'humidité;

on voit la maniere dont elles sont couvertes. Elles peuvent aussi l'être avec de la paille; mais, dans ce cas, on doit bien prendre garde au feu. Indépendamment de cet appui qu'ont les chevrons, ils en ont encore de particuliers en (*ee*); ce sont des liteaux placés comme des degrés les uns sur les autres, servant à lier toutes les pieces ensemble. Plus bas est une croix double faite de fortes pieces de bois; au centre de cette croix est enchâssé le pivot supérieur de l'axe, dans une crapaudine de fer, encastrée dans une piece de bois, & maintenue fermement dans l'ouverture quarrée que laissent entre elles les pieces croisées. L'axe porte vers le bas (*h*) sur une autre crapaudine de fer, qui doit être beaucoup plus forte que celle d'en haut, puisqu'elle supporte tout le poids, & que le frottement qu'elle éprouve est beaucoup plus considérable: cette piece de fer qu'on appelle en quelques endroits la cuvette, est enchâssée dans un morceau de bois de chêne.

Il serait superflu d'insister sur la nécessité d'établir solidement en ligne droite les fers des pivots de l'axe. On sent suffisamment que sans cette attention ils pourraient, surtout celui d'en bas, s'écarter dans le mouvement d'un côté ou d'un autre, & faire fendre le bois. Il est essentiel aussi, par la même raison, que les extrémités de cet arbre soient bien ferrées, comme elles le sont ici, par trois fortes bandes de fer.

Pour donner plus d'équilibre aux bras, on les double, c'est-à-dire qu'on fait passer en travers d'autres pieces pareilles, en sorte qu'elles forment une croix entre elles;

& pour les soutenir, outre qu'elles sont chassées à force dans le corps de l'arbre, on y ajuste, tant au-dessus qu'au-dessous de la croix, de forts liens ou contre-fiches, qui s'assemblent par des entailles aux bras & à l'arbre. De plus, on ajuste aussi horizontalement d'un bras à l'autre des entretoises qu'on peut voir beaucoup plus aisément sur la figure quatrième de la dix-septième planche.

Le tambour est fait de six fortes pièces horizontales, qui passent dans l'axe à des distances égales, & qui se croisent. Aux extrémités des croix qu'elles forment, on attache des potelets de bas en haut; & à ceux-ci on cloue des planchettes en travers au pourtour; par-dessus on pose encore d'autres potelets ou barreaux perpendiculaires très près les uns des autres: il y a de plus quatre pièces en dedans servant de contrefiches ou guettes, qui s'attachent à chaque angle du quadre d'en haut, & qui viennent s'ajuster par en bas dans l'axe de la machine; ce qui donne beaucoup de solidité au tambour.

Le plancher (z) est plus ou moins long, selon l'éloignement qu'il y a du baritel au puits; sa hauteur doit être proportionnée à celle du tambour: il est fait pour supporter les barres (ss), sur lesquelles les roulettes ou poulies sont posées; il doit s'avancer jusqu'au dessus du puits, afin que la chaîne y tombe perpendiculairement, & qu'elle ne frotte pas sur ses bords: mais pour que la corde ou la chaîne glisse plus facilement sur sa poulie, & pour qu'elle ne frotte pas sur le plancher, on la fait passer sur de plus petites roulettes qu'on pose en (tt). Il est essentiel que ces roulettes soient faites du bois le plus

dur, tel que le chêne, parcequ'elles s'usent très facilement par le frottement des chaînes; il faut aussi que leur axe soit d'un morceau de fer assez fort pour ne pas plier sous le poids de la chaîne. Ces poulies doivent être posées sur le milieu du puits, pour la raison dont on a parlé plus haut.

Avec ce baritel, au moyen de trois chevaux, on peut faire le tirage commodément, d'une profondeur de cent trente toises: mais quand le puits où les seaux descendent est incliné, en sorte que les seaux appuient sur le chevet, on n'a pas besoin de trois chevaux, puisqu'une partie de leur poids est soutenue par cet appui.

On fait encore des baritels plus hauts que celui-ci, comme de soixante & douze jusqu'à cent pieds, dont par conséquent l'axe est plus haut & doit l'être à proportion, aussi bien que les bras. Cet allongement des bras donne beaucoup d'avantage, & peut faire diminuer le nombre des chevaux. Au reste, la grandeur des baritels doit se régler sur la profondeur des puits; plus la profondeur est grande, plus les baritels doivent être grands. Cependant il faut observer que pour les mines métalliques, on ne peut pas se régler sur la profondeur actuelle, puisqu'elle peut augmenter de jour en jour, & que cette règle ne peut être juste qu'aux mines de charbon, où la profondeur de la couche fait celle des puits. Dans le premier cas, il vaut beaucoup mieux faire le baritel trop grand que trop petit; au surplus on supplée au défaut de grandeur du baritel, par l'emploi de quelques chevaux de plus. Quant aux cordes, quoiqu'elles puissent

très bien être employées pour le tirage dans les puits perpendiculaires, néanmoins on leur préfère des chaînes de fer, qui résistent mieux dans les puits obliques. Il est bien recommandé de faire ces chaînes avec le fer le plus doux; car on sent les accidents qui peuvent résulter de leur rupture; ce qui peut arriver quand le fer est aigre ou trop peu malléable, & ce qui n'est arrivé en effet que trop malheureusement. On fait des chaînes de plusieurs degrés de force; mais le plus ordinairement on leur donne un pouce d'épaisseur. Leur longueur doit se régler sur la profondeur du puits d'où l'on doit tirer; il vaut mieux qu'il y ait un peu plus que moins de corde ou de chaîne. Il est bon ainsi d'avoir toujours une provision de bouts de chaînes, afin que si l'un vient à manquer, on puisse en substituer un autre aussi-tôt.

Les seaux dont on se sert dans ce cas, sont beaucoup plus forts & plus grands que ceux qu'on emploie avec les treuils; c'est ceux qu'on nomme tonnes.



C H A P I T R E I I.

Baritel à eau.

LA représentation de ce baritel est sur la planche seizieme, & ses principales parties se voient sur la planche dix-septieme, marquées avec les mêmes lettres.

L'établissement de cette machine n'exige pas un plus grand espace que le baritel précédent, mais il exige un emplacement au-dessous pour établir la roue. Ce lieu doit être plus ou moins profond, selon que l'on a une chute d'eau plus ou moins haute, qui demande plus ou moins de hauteur depuis le sol jusqu'au toit; ainsi cet emplacement doit être divisé & partagé dans sa hauteur, par une voûte ou par un plancher. Au-dessous du plancher ou de la voûte est placée la roue, & au-dessus est l'embouchure du puits, sur laquelle passent les soutiens des poulies: cet arrangement ne peut être représenté que très imparfaitement.

Cette machine est composée d'une roue (*b*) à double rang d'augets, pourvue d'un axe fort long (*aa*), auquel on ajuste aussi la contre-roue *C*, nommée le modérateur ou volant. En (*ff*) sont les deux parties du cylindre sur lesquelles la corde s'enroule; & pour que ces cordes se dévident séparément & ne s'embarrassent pas l'une à l'autre, on pose de chaque côté les carrelets ou chassis (*g*), qu'on peut voir plus aisément sur la planche dix-septieme: de là les cordes s'élevent & roulent sur les poulies (*l*) dans le puits.

La chute des eaux sur la roue est gouvernée par le moyen des écluses: elles sont disposées de maniere qu'une ne laisse passer l'eau que par un côté, pendant que l'autre

ne la laisse passer que du côté opposé ; de sorte que l'un des seaux étant en bas , pour changer la marche de la roue , on ferme l'écluse qui donne l'eau , pour la faire aller dans ce sens , & on leve l'autre pour la faire aller en sens contraire. L'effet est à peu près le même qu'au *baritel à chevaux* ; celui-ci n'exige pas plus de précaution , un seul homme suffit pour gouverner la roue , en se tenant toujours prêt à baisser une écluse & à lever l'autre , en même temps qu'un autre homme gouverne les seaux à l'embouchure du puits ; ce dernier accroche & tire à lui le seau monté , le verse ou en retire ce qu'il contient , & le remet dessus le puits.

Après cet exposé préliminaire , nous allons suivre le Collège des Mines de Freyberg dans sa description. Le plus difficile pour l'établissement de cette machine est d'avoir une piece assez longue & assez forte pour former l'axe ou l'arbre , qui doit être au moins de quinze à vingt pieds de longueur. Il est inutile que nous nous arrêtions ici sur la maniere de construire cette roue ; il suffit que nous disions que c'est une roue à eau supérieure , & que les détails qui ont été donnés sur cet objet dans la partie précédente , conviennent également ici ; avec cette différence , que dans cette circonstance la roue est à doubles augets , & qu'en conséquence elle doit avoir une troisième paroi placée dans son milieu , à laquelle sont enchâssées des deux côtés les palettes , de maniere que chaque palette se trouve vis-à-vis le milieu ou dans l'intervalle de deux autres , comme on le voit sur la figure troisième de la dix-septième planche.

Sur la figure première on voit l'espace dans lequel la

roue