

Masses présumées tombées sur la terre.

Années depuis J. C.

Fer tombé, *cité par Scaliger.*Pierre tombée, faisant partie de la collection de
*de Drée.*Masse de fer natif, vue en Sibérie, par *Pallas.*Masse de fer à Otumpa, vue par *Rubin de Celis.*Autre masse de fer, vue en Amérique, *idem.*Fer natif, vu dans plusieurs parties du Mexique,
par *de Humboldt.*Fer natif de Durango et de Zacatecas, *idem.*Fer natif tombé au cap de Bonne-Espérance :
*Smithson Tenant.*Fer natif du Sénégal, vu par *Adanson.*Fer natif, trouvé à Aken par *Læber.*Fer natif de Bohême, cité par *de Born.*Masses de fer trouvées près de la rivière rouge,
dans la Louisiane : *Gibbs.*

SUR L'EMPLOI DES BOEUF S

AU SERVICE DE MACHINES A MOLETTES ;

Par M. GUENYVEAU, Ingénieur au Corps impérial des
Mines.

L'USAGE des machines à molettes est général dans toutes les mines, ainsi que dans tous les pays ; lorsqu'on les emploie à élever les eaux et les minerais, il faut souvent un grand nombre de chevaux pour suffire à l'extraction journalière. Quoique l'on ne choisisse pas, pour ce travail pénible, les meilleurs chevaux de trait, et que la faculté de se servir de ceux qui sont aveugles, diminue le prix d'achat, il faut cependant faire une dépense assez considérable pour monter le service d'une exploitation un peu importante. Il y en a plusieurs dans le département de la Loire, pour lesquelles trente chevaux suffisent à peine à l'épuisement et à l'extraction journalière ; d'autres n'en ont que dix ou douze, et quelques autres plus petites, trois ou quatre. En général, les chevaux ne résistent pas très-long-tems au travail des machines, surtout lorsqu'on tire beaucoup d'eau, et il n'est pas rare d'en voir périr un grand nombre pendant les chaleurs de l'été. Cela tient, à la vérité, en grande partie, à ce qu'on ne se sert pas toujours de bons chevaux, et surtout à ce qu'on les fait marcher au grand trot, au lieu de les laisser aller au pas comme les chevaux de rouliers. Cependant, l'achat des chevaux et leur fréquent renouvellement sont toujours des

sources d'une grande dépense à laquelle il faut ajouter celle, beaucoup plus considérable, qui résulte de la nourriture et du pansement de ces animaux. Le foin qu'on leur donne n'est pas ordinairement fort cher, mais l'avoine et le son coûtent beaucoup; lorsque le pays ne produit que peu de grain, et c'est le cas où se trouvent les parties du département de la Loire qui renferment les mines de houille.

On estime communément que chaque cheval employé aux machines à molettes ou bien aux transports de la houille, sur des charrettes, coûte annuellement *neuf cents* francs; résultat conforme à celui indiqué par M. Héricart de Thury (*Journal des Mines*), pour les houillères de Litry.

Toutes les exploitations qui donnent lieu à une extraction considérable, ou qui se font à une grande profondeur, seront bientôt pourvues de machines à vapeur de rotation, dont les avantages sont, chaque jour, mieux sentis, et qui présentent sans contredit le meilleur moyen de diminuer les dépenses d'extraction et d'épuisement dont j'ai parlé: mais un grand nombre de houillères, et principalement celles des environs de S.-Etienne, ne sont point assez riches; leurs débouchés ne sont point assez assurés ni assez avantageux, pour que l'on puisse faire les frais de machines à vapeur, et c'est pour cette classe d'exploitations que j'ai cherché à reconnaître si l'on ne pourrait pas substituer les *bœufs* dont on se sert dans le pays pour les travaux de l'agriculture et les transports, aux chevaux employés, jusqu'ici, exclusivement à mouvoir les machines à molettes.

Les avantages qui me frappèrent d'abord consistent dans la différence des dépenses annuelles relatives à la nourriture des bœufs, comparées à celles des chevaux, de la durée des premiers, et surtout de ce que, lorsqu'il leur arrive quelque accident qui les empêche de marcher, le propriétaire peut les engraisser et s'en défaire sans perte. Je ne croyais pas toutefois pouvoir obtenir du bœuf autant de travail, ou d'effet utile journalier, que du cheval, à cause de la lenteur ordinaire de sa marche. Malgré cet inconvénient, je ne doutais point qu'il ne restât encore beaucoup de motifs de préférence pour les bœufs; mais j'ai été singulièrement confirmé dans mon opinion par la lecture d'un Mémoire inséré dans le tome 43, page 210, des *Annales des arts et manufactures*. L'auteur affirme, après une longue expérience, que pour les labourages et les transports sur des charettes, les bœufs sont aussi profitables que les chevaux, qu'ils peuvent être attelés comme eux, qu'ils sont aussi dociles, et que leur emploi procure une grande économie. On ne lira pas sans intérêt (dans le Mémoire cité) les détails dans lesquels il entre sur la nourriture des bêtes à cornes, et leurs divers avantages, etc.

Pour bien juger de l'économie que l'on peut obtenir en remplaçant les chevaux par des bœufs, il faut comparer ensemble les dépenses et les effets produits par chacune de ces espèces d'animaux, et examiner ensuite quels sont les changemens qu'il convient de faire aux machines actuellement en usage pour les rendre propres à être mues par des bœufs,

sans cesser de produire l'effet journalier qu'on en attend.

1°. *Examen de la dépense annuelle.*

Les bœufs, beaucoup moins difficiles pour leur nourriture que les chevaux, se contentent des fourrages de médiocre qualité; en hiver, on peut leur donner diverses espèces de racines, etc. Dans le département de la Loire, une paire de bœufs consomme journellement environ 25 kilogrammes de foin et deux picotins d'avoine, ou bien seulement 36 kilogr. de foin sans avoine. Le ferrage coûte 8 fr., et peut durer trois mois. On peut évaluer la somme de ces consommations à une dépense annuelle de 600 fr. pour une paire de bœufs.

Ces frais ne sont que les *deux tiers* de ceux occasionnés par un seul cheval, ou le *tiers* de ce que coûtent la nourriture et le pansement de deux chevaux.

Le déchet de valeur qui a lieu sur les chevaux, tant à cause de l'augmentation de l'âge, que parce que le travail des machines les ruine promptement, est nul sur les bœufs; il paraît même que ces animaux sont plus promptement engraisés quand ils ont travaillé long-tems. Les prix d'achats des chevaux et des bœufs peuvent être regardés comme équivalens, lorsqu'il s'agit des chevaux que l'on emploie ordinairement au service des machines. Toutes ces observations me paraissent suffire pour mettre hors de doute qu'il y a une économie d'environ *deux tiers* à remplacer des chevaux par un même nombre de bœufs.

2°. *Comparaison des effets journaliers que l'on peut obtenir des chevaux et des bœufs.*

J'ai rapporté, pages 284 et suiv. de mon *Essai sur la science des machines*, les résultats d'un grand nombre d'observations sur les effets des machines à molettes mues par des chevaux; j'ai remarqué qu'en général on faisait prendre au moteur une vitesse beaucoup trop grande, pour en obtenir tout l'effet qu'il est capable de produire. Les chevaux employés à l'extraction de la houille produisent un effet utile journalier représenté par 1500 kilogr. élevés à 1000 mètr. de hauteur, pour chacun d'eux.

On peut croire que, attendu ces circonstances qui ne sont pas favorables au travail des chevaux, les bœufs, malgré leur lenteur habituelle, ne produiront pas journellement un effet beaucoup moindre qu'un pareil nombre de chevaux. Il faudra seulement leur donner plus de tems pour produire le même effet et les faire travailler, par cette raison, pendant neuf ou dix heures chaque jour, en deux postes égaux, ainsi qu'on le fait pour ceux qui sont attelés aux charrettes. Dans cette supposition, il y aura, comme je l'ai dit, une économie des deux tiers de la dépense annuelle des chevaux, et en outre tous les avantages dont il a été question: mais si par quelque cause que l'on ne peut découvrir d'avance, l'économie n'était que de moitié de la dépense actuelle, ce serait encore un objet très-important. Les exploitations qui ont 2, 3, ou 4 chevaux, trouveraient dans le changement proposé, un bénéfice réel de

900, 1350, 1800 fr., qui ne peut être négligé par aucun entrepreneur de mine soigneux de ses intérêts. Dans le département de la Loire, les exploitans pourraient trouver dans l'emploi des bœufs l'avantage particulier de faire faire le service des machines à molettes par entreprise, ce qui conviendrait également à l'agriculteur dont les bêtes ne travaillent pas souvent pendant l'hiver. L'un y trouverait une grande diminution de soins et de surveillance sur un objet important, l'autre un emploi des fourrages qu'il recueille, des domestiques que la culture l'oblige d'avoir, sans les occuper dans tous les tems.

3°. *Moyens d'employer les bœufs à mouvoir les machines à molettes.*

Les machines à molettes, telles que celles que l'on appelle à *tête-de-loup*, dans le département de la Loire, peuvent être mues par des bœufs, sans qu'il soit nécessaire d'y faire aucun changement : on peut atteler ces animaux à la manière des chevaux ; mais comme il faudrait en cela changer les habitudes actuelles, on peut également se servir du joug et de la méthode ordinaire de les faire tirer. On peut être assuré que les bœufs s'accoutumeront en peu de tems à ce travail, et qu'ils seront aussi dociles que les chevaux dont on se sert actuellement.

La lenteur avec laquelle les bœufs marchent ordinairement peut avoir quelques inconvéniens, surtout dans les exploitations où le jour et la nuit sont employés à extraire du minéral ou de l'eau. Il est certain que dans un cas sem-

blable, une machine mue par des bœufs pourrait ne pas produire, à beaucoup près, le même effet qu'avec des chevaux. Il se présente plusieurs moyens de surmonter cette difficulté : je vais les indiquer tous, parce qu'ils ont des avantages relatifs aux circonstances dans lesquelles on les emploie.

Si le poids des tonnes remplies n'est pas bien fort par rapport à la force motrice que l'on veut employer, et si le diamètre du puits permet d'augmenter la capacité de ces tonnes, on prendra ce dernier parti ; il en résultera une accélération dans le travail, qui compensera les effets de la lenteur des bœufs employés comme moteurs.

Quand ce moyen ne pourra être mis en pratique, on augmentera le diamètre du *tambour* sur lequel la corde s'enroule, en garnissant la surface avec des planches ou de toute autre manière ; ce changement donnera une augmentation de vitesse pour les tonnes qui montent ou descendent, et l'on sera maître de la porter au point où elle sera la même qu'elle était lorsque le mouvement provenait du travail des chevaux.

On trouvera que *la longueur du rayon du tambour qui satisfera à cette condition, est égale au produit de la vitesse des chevaux attelés à la machine, c'est-à-dire celle de l'extrémité du levier ou de la barre, par le rayon du tambour, tel qu'il est lorsqu'on emploie les chevaux, divisé par la différence de la vitesse dont il vient d'être question, et de celle que prendront les bœufs lorsqu'ils seront attelés.*

Cette différence peut être de *deux* mètres (par seconde), si les chevaux étaient employés au trot; et dans la supposition d'un tambour de *quatre* mètres de diamètre, il faudra porter l'augmentation jusqu'à ce qu'il ait *six* mètres, pour que la vitesse des tonnes reste la même. Il peut être utile d'observer ici que la longueur du câble ne subissant aucun changement, la hauteur du tambour pourra recevoir une diminution utile dans quelques circonstances, et principalement lorsque le toit qui recouvre la machine n'est pas très-élevé.

Quand on substituera des bœufs aux chevaux sans faire aucun changement à la machine, il en résultera que pour produire le même effet, il faudra employer un tems plus considérable, peut-être double ou triple: mais il pourra bien arriver aussi qu'on ne soit pas obligé d'atteler, à la fois, autant de bœufs que l'on était dans l'usage de mettre de chevaux; et si le travail nécessaire à l'exploitation peut être également fait dans la journée, on trouvera dans le changement proposé, l'avantage de diminuer le nombre des animaux employés au service de la machine.

Lorsqu'on augmentera, en suivant les données précédentes, le diamètre du tambour, c'est-à-dire, le levier de la résistance, afin d'obtenir une plus grande vitesse, il sera nécessaire, dans quelques circonstances, d'atteler ensemble un plus grand nombre de bœufs qu'il n'y avait de chevaux auparavant; mais comme les premiers travaillent beaucoup plus longtems dans chaque journée que les chevaux, on n'aura pas besoin d'avoir plus de bœufs dans

son écurie qu'il y avait des autres; souvent même il en faudra moins. Au lieu d'avoir plusieurs relais de chevaux travaillant successivement, on attelera toujours les mêmes bœufs, en les laissant reposer au milieu de la journée, ou bien on aura seulement deux relais.

L'expérience fera bien facilement connaître quel est le nombre de bœufs qu'il faut atteler à une machine à molette; cependant si l'on voulait le calculer, cela serait sans difficulté.

La résistance moyenne que le moteur doit surmonter, se compose, 1°. du poids de la tonne remplie, que l'on connaît toujours exactement; 2°. de la moitié du poids du câble. En effet, quoique le moteur soit obligé d'élever au commencement du mouvement, tout le poids de la corde avec celui de la tonne pleine, il est évident que cette charge diminue successivement, et que la *moyenne* est la moitié du poids total. Il peut arriver même que le poids de la tonne vide qui descend, et celui du câble qui la soutient, deviennent plus considérables que celui de la tonne pleine qui monte: dans ce cas, le moteur n'a plus rien à faire, et il est à craindre qu'il prenne une vitesse dont il pourrait résulter des accidens graves. On peut remédier à cet inconvénient, soit en combinant les poids des tonnes, de manière que les circonstances précédemment indiquées, n'aient jamais lieu, et si cela n'est pas possible, on augmente la résistance, en accrochant à la machine, un traîneau chargé de pierres, lorsque celle-ci tend à prendre une trop grande vitesse. Un moyen encore préférable, c'est de munir la machine d'un frein semblable à celui

des machines à vapeur de rotation. J'observerai ici, puisqu'il est question de cet objet, que les machines dans lesquelles la corde s'enroule sur des cônes dont les diamètres sont bien combinés, ne présentent point l'inconvénient dont il s'agit.

3^o. Les frottemens et les résistances provenant de la roideur des cordes, peuvent être évalués à raison de 10, 15 ou 20 kilogr. appliqués à l'extrémité du levier du moteur, suivant la grandeur des machines, etc.

Pour trouver la résistance totale, il faut multiplier les deux premiers élémens, par le rapport du rayon du tambour au levier du moteur; ajouter la troisième résistance due aux frottemens, c'est-à-dire, 10, 15, ou 20 kilogram. Maintenant, on déduira facilement la quantité de bœufs ou de chevaux qu'il faut atteler ensemble pour vaincre la résistance calculée, en divisant cette quantité par 80 kilogr. que l'on peut regarder comme l'expression de l'effort moyen que font ces animaux en prenant leur vitesse accoutumée.

Si l'on avait besoin d'une machine qui produisît une grande vitesse, il faudrait faire usage des engrenages; on placerait le tambour et le levier du moteur sur des arbres différens. Celui que le moteur fait tourner immédiatement porterait une roue dentée, en fonte de fer, qui engrenerait avec une autre roue dentée fixée au tambour ou à son axe: celle-ci aurait un nombre de dents moindre que la précédente, et par le rapport des leviers combinés avec le nombre des dents de chaque roue, on obtiendrait telle vitesse que l'on vou-

drait. Je ne m'arrêterai pas davantage à cet objet qui ne présente aucune difficulté; d'ailleurs je crois qu'il sera bien rare d'avoir besoin du secours des roues dentées.

L'emploi des bœufs au service des machines à molettes me paraît avantageux dans toutes les hypothèses. Il ne présente aucun inconvénient qu'il ne soit facile de faire disparaître par les moyens les plus simples, et je crois donc devoir engager les exploitans du département de la Loire à essayer ce changement, surtout dans les mines où ils n'emploient pas plus de six ou huit chevaux.