
FABRICATION

Des LAMES DE PLOMB en Chine.

M. Thompson ayant eu besoin de plomb pour quelques expériences chimiques, et ne pouvant disposer que d'une feuille de plomb qui avait servi de doublure à une caisse de thé provenant de la Chine, fut très-surpris de trouver ce plomb allié avec l'étain. L'analyse qu'il en fit lui donna 95,8 de plomb et 4,2 d'étain. On sait que l'alliage de l'étain donne plus de dureté et de ténacité au plomb, et le rend moins nuisible pour la fabrication des vases employés aux usages domestiques.

Voici le moyen très-simple que les Chinois pratiquent pour former les feuilles d'étain.

On prend deux tuiles larges et plates, qu'on double intérieurement d'un papier très-épais; après les avoir placées l'une sur l'autre, l'ouvrier les ouvre un peu à l'un des angles, et y verse la quantité de plomb nécessaire pour former la feuille; ensuite il les presse fortement avec le pied.

Pour prévenir l'oxidation du métal, on emploie une espèce de résine nommée *dummer*.

Les boîtes à thé, qui ont une apparence cristallisée, et qu'on nomme feuilles de *bambou*, sont faites en étain dans ce pays par le même procédé.

DES CHEMINS DE FER

EN ANGLETERRE,

NOTAMMENT A NEWCASTLE,

DANS LE NORTHUMBERLAND;

PAR M. DE GALLOIS, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

DEPUIS long-temps on faisait usage, en Angleterre, de chemins garnis de *bois* pour le roulage des mines. Ces chemins différaient peu de ceux des mines d'Allemagne; seulement les applications étaient faites plus en grand. Les chemins de fer ne sont qu'un perfectionnement de ceux-là. Il y a une trentaine d'années qu'ils ont été proposés par M. *John Curr*, ingénieur civil à Sheffield.

Ils ont été adoptés généralement en Angleterre, pour les petites comme pour les grandes exploitations. Cet usage n'est point borné aux mines ni aux usines: on voit de ces chemins sur les quais, dans les ports, jusque dans les cours et dans les magasins des négocians. Il y en a qui se montent et se démontent à volonté pour les travaux éventuels, pour le transport des matériaux, pour les terrassements, les déblayemens, pour la construction des ponts, des routes, le creusement des canaux, etc.

Les chemins de fer sont uniquement destinés à des transports réguliers, et pour une entreprise

Tome III. 2^e livr.

déterminée. Les voitures ordinaires ne pourraient point y passer.

On en place sur des échafaudages, et sur des espèces de digues, pour traverser les vallées.

Ces chemins ont été considérablement perfectionnés, et peut-être nulle part ne le sont-ils autant que dans les environs de Newcastle, à raison de leur grand emploi pour le service des mines de houille. On peut compter un développement de 75 lieues de ces chemins établis au jour, sur un territoire de 7 lieues de long et de 4 de large. Il en existe autant sous terre, ce qui forme un développement total de 150 de nos lieues (1). Tous les chemins au jour partent des mines, et aboutissent au *Tyne* ou au *Wear*, deux rivières portant de gros navires marchands jusqu'à plusieurs milles de leur embouchure dans la mer.

Les chariots sont sur des roues en fonte, et quelquefois ils sont entièrement construits en fer. Leur charge est d'environ 25 quintaux métriques. La plus petite inclinaison suffit pour que leur propre poids les mette en mouvement. Cinq ou six de ces chariots, enchaînés ensemble, roulent à de grandes distances sans chevaux, ni moteurs, guidés par un enfant qui en modère la vitesse au moyen d'un *levier de friction* ajusté aux roues. Lorsque la pente du terrain est plus rapide, ces chariots descendent un à un de la

(1) Le GLAMORGAN renferme un développement de près de 100 lieues de ces chemins, pour conduire la houille et le fer sur les côtes ou sur des canaux. Le chemin de CARDIFF à MERTYR-TYDVIL a environ 12 lieues. Le chemin de SURREY, près de Londres, a 7 lieues, et sert à charrier de la pierre à chaux. Celui projeté de Newcastle à Carlisle aurait 25 lieues.

même manière; un cheval est attelé derrière: arrivé au bas de la côte, il remonte le chariot vide.

Ainsi le poids, quelque considérable qu'il soit, n'est plus un obstacle au mouvement; l'effort ne se mesure que par celui nécessaire à faire remonter les chariots vides, et le cas le plus favorable est celui où la pente n'a que l'inclinaison nécessaire pour vaincre les frottemens et déterminer la descente des chariots chargés, parce qu'alors un cheval peut en remonter le plus grand nombre possible à-la-fois.

Quand la pente est assez forte pour produire, par la quantité de mouvement acquise du chariot, une force surabondante, on en profite au moyen d'une machine; le chemin prend le nom de *plan incliné*. C'est à *Smeathon* qu'on doit cette idée; les plans inclinés ont ensuite été perfectionnés par *Fulton*. On se sert ici d'une grande poulie et d'une corde de *renvoi*, à l'aide de laquelle on fait descendre les chariots chargés, qui, comme un contre-poids, font remonter un égal nombre de chariots vides. La vitesse de la descente est modérée par un *frein* qui presse à volonté la poulie. Ainsi dans ce cas un moteur étranger devient tout-à-fait inutile, même pour remonter les chariots vides; la seule force de gravitation suffit à l'aide d'un câble.

Enfin, quand la pente devient très-rapide le frein ne suffit plus; la chaleur, dégagée par le frottement, mettrait le feu à la poulie: on a imaginé divers moyens pour maîtriser la force de gravitation et assister le frein. En voici un qui paraîtra ingénieux, et que j'ai vu parfaitement réussir aux mines de *Witthaven* dans

le Cumberland. Il consiste en principe, comme tous les autres, à opposer un obstacle à la rapidité de la rotation de la poulie. Ici c'est une pompe à air dont le piston est mû par une manivelle fixée à l'arbre du tambour, autour duquel s'enroule la corde qui tient le chariot. Par le jeu de la machine l'air est refoulé dans un réservoir, et résiste conséquemment au mouvement rapide du piston et à celui de la poulie qui tourne avec le tambour. L'on règle facilement cette résistance, par un robinet ajusté à l'orifice qui permet à l'air de s'échapper. Tels sont les moyens employés pour la descente des chariots chargés.

Pour les faire monter une colline, on a recours à des chevaux ou à des machines à vapeurs. Dans la principauté de Galles, où l'on se sert de petits chariots, on fait remonter les pentes par des chevaux. Les chariots chargés sont d'abord enchaînés les uns aux autres, et un cheval en traîne plusieurs; mais au pied de la côte le cheval ne monte qu'un chariot à-la-fois, et quand tous les chariots sont ainsi parvenus au sommet, on les enchaîne de nouveau pour les rouler ensemble comme auparavant. Lorsque la colline est élevée et la pente trop rapide, ou lorsque les travaux se font plus en grand, comme à Newcastle, une machine à vapeur, placée au sommet de la colline, tire les chariots au moyen d'un câble.

Si le chemin est horizontal, ou s'il ne monte que d'un pouce à un pouce et demi par toise, on se sert de chariots armés de machines à vapeur à haute pression, qui amènent après eux jusqu'à 20 chariots, dont la charge est de 500 quintaux métriques. Telle est du moins la

force d'un chariot à vapeur perfectionné par MM. *Losh* et *Stephenson*, et qui est en activité aux mines de *Killingworth*, parcourant, si je m'en rapporte à l'évaluation qui m'a été donnée, jusqu'à quatre milles à l'heure avec sa charge, et jusqu'à dix milles à vide.

Il y a trois chemins dans les environs de Newcastle, sur lesquels les chariots à vapeur sont en usage. On en voit également plusieurs à Lédés. On devait en établir un à *Witehaven*, sur lequel ces chariots se promeneraient souterrainement. Les ouvriers appellent ces machines *Iron Horses*, chevaux de fer.

L'emploi de ces divers moteurs varie pour chaque degré d'inclinaison, et forme autant de parties distinctes d'un même chemin et autant d'espèces de *relais*, qui se succèdent avec ordre et promptitude, sans jamais embarrasser le service.

Les navires attendent leur chargement, rangés le long des quais du *Tyne* et du *Wear*. Le charbon arrive par tous les moyens que l'on vient d'indiquer, depuis l'orifice des puits jusqu'aux quais. Il est versé au moyen de *couloirs*, qui le précipitent dans le navire. Lorsqu'on ne veut point briser le charbon par sa chute, on se sert de grandes *bascules* qui tiennent suspendu le chariot, et le portent à 42 pieds de profondeur et à 42 pieds de distance d'une rive escarpée. Le chariot, ainsi posé sur le navire même, s'ouvre par le fond pour se décharger, remonte pour se replacer sur le chemin de fer, et de là reprend sa course pour se rendre de nouveau à la mine.

La mine d'*Ouston*, qui est la plus éloignée

des rivières; et conséquemment la plus défavorablement située, offre un exemple complet de toutes les difficultés vaincues. Elle transporte ses charbons sur la rivière *Wear*, à la distance de plus de quatre milles, et sur la rivière *Tyne*, à la distance de sept milles. Ainsi ce seul établissement entretient un chemin en fer de près de douze milles ou quatre et demi de nos lieues. Du côté du *Wear*, le chemin a deux plans inclinés descendans, et une machine à bascule pour le chargement des navires. Sur l'autre chemin, vers le *Tyne*, il faut traverser trois collines, dont la montée totale est de 406 pieds, et la descente totale de 509 pieds, ce qui s'exécute par trois plans inclinés ascendans pour monter les collines, au moyen de machines à vapeur placées au sommet; trois plans inclinés descendans, dont un a près d'un mille, et enfin deux *bascules* pour le chargement. Toutes ces machines remplissent admirablement leur but. M. Thomson, principal propriétaire de ces mines, y apporte chaque jour de nouvelles améliorations.

La mine d'*Ouston* n'est exploitée que par un seul puits. On extrait régulièrement par jour 120 chariots ou 3,000 quintaux métriques de houille, qui sont transportés partie sur le *Wear*, partie sur le *Tyne*. Quand le besoin l'exige, on peut extraire jusqu'à 5,000 quintaux métriques, qui sont transportés sur le *Tyne*, distant de sept milles, par vingt chevaux.

Les plans inclinés, les machines à vapeur, et tous ces puissans moyens de transport employés au jour, sont également en usage souterrainement. Nous n'en citerons qu'un seul exemple. Nous le tirerons des mines de *Percy-Maine*,

dirigées par M. *Buddle*, l'un des actionnaires, et en même temps l'ingénieur des mines le plus renommé d'Angleterre. Ces mines ont deux puits; l'un a 120 toises de profondeur, et l'autre 135. Ce dernier puits est garni intérieurement d'un *tubage* en fonte de fer, de 40 pieds de hauteur et de 13 pieds de diamètre, au lieu d'un *cuvelage* en bois, pour contenir une couche de sable mouvant et les eaux du *Tyne* qui passent près de ces mines, et dont l'affluence à travers le sable avait mis les plus grands obstacles au percement du puits. On comptait il y a trois ans, dans l'intérieur de ces mines, 203 chevaux vigoureux occupés à conduire la houille depuis les ateliers d'extraction jusqu'aux puits. La houille est transportée dans des paniers; vingt de ces paniers forment un grand chariot, et deux paniers sont placés sur un chariot allongé, mais très-bas; un cheval mène trois de ces chariots à-la-fois. On peut juger de l'activité de ces travaux par le nombre des chevaux, sur-tout si l'on considère que leur action est favorisée par des chemins en fer, que leur allure est le grand trot, et qu'il n'y a pas un moment de perdu durant huit heures de travail. Aujourd'hui la même activité règne, et les mêmes produits sont obtenus avec 73 chevaux; les 130 autres sont épargnés. Près de l'un des puits est un plan incliné ascendant pour faire monter les chariots au moyen d'une machine à vapeur à haute pression, qui sert à l'exploitation de la partie de la couche, inférieure à la *galerie principale*; pour le prolongement opposé de la couche, qui est exploitée en remontant près de l'autre puits, le charbon

arrive de lui-même par quatre plans inclinés, placés à la suite les uns des autres, mais s'entre-croisant sous diverses directions, tant à cause des irrégularités du terrain, que pour faciliter le service des divers ateliers. Les chariots chargés descendent au nombre de trois à-la-fois, en faisant remonter par leur seul poids un égal nombre de chariots vides. A l'intersection de deux plans, les chariots s'arrêtent sur un pont tournant en fonte, qui transporte les chariots de leur première direction dans la seconde: on les enchaîne de nouveau à une machine semblable à la précédente, pour les faire descendre sur le second plan, et ainsi de suite, en répétant la même manœuvre, jusqu'au dernier plan, d'où ils sont transportés au puits par des chevaux.

Beaucoup d'autres applications ont été faites de ces moyens de transport. On voit sur lesbords du *Tyne*, entre Newcastle et Shields, plusieurs monticules formés de pierres et de terres, rapportées *en leste* par les navires, que l'on débarasse de cette manière, sans encombrer le lit du fleuve qui tient lieu de port. A mesure que ces matières s'entassent, on ajuste à la machine à vapeur des renvois de mouvemens qui font monter les chariots à un niveau supérieur. Le commerce est tellement considérable, et en faveur de Newcastle, que la quantité de *leste*, échangé contre le charbon exporté, forme déjà des montagnes, qui attesteront à l'avenir, plus honorablement que les monumens élevés par l'orgueil, ce que peut la puissance humaine guidée par le génie de l'industrie.

Enfin, on a proposé des *doubles plans inclinés*

et des chariots, à l'aide desquels on pouvait transporter des bateaux d'un niveau à un autre, en passant par-dessus une colline, qui séparerait les deux branches d'un canal, de manière à conserver au bateau une position toujours horizontale, malgré les irrégularités de la pente, soit en montant, soit en descendant. Ce moyen, utile dans quelques circonstances, est un perfectionnement du *plan incliné* que le duc de Bridgewater a fait exécuter souterrainement dans ses mines de houille pour un semblable usage. On en trouve une application aux montagnes qui viennent d'être élevées dans les jardins de Paris pour les courses *aériennes* du public; mais il est fâcheux de voir des capitaux si mal employés, et que ces grands moyens mécaniques ne puissent encore être cités que pour des frivolités.

Nous avons en France des chemins de fer au Creusot. Il en existe à Indret depuis plus de trente ans. Les mines de houille d'Anzin et les mines de plomb de Poullaouen offrent des exemples de chemins en bois comme en Allemagne. Espérons que bientôt leur emploi sera plus général. On est surpris de voir si négligés les grands effets produits par les chemins en fer, quand on examine les principes infiniment simples, et très-connus d'ailleurs, sur lesquels ils sont fondés. Ils se réduisent à éviter le frottement et les petites inégalités du terrain, et à profiter de la force de gravitation toutes les fois qu'elle peut être substituée à une force étrangère; les *plans inclinés* ne sauraient être trop recommandés, et on doit en effet regarder comme un défaut d'industrie de faire chercher

péniblement, et à grands frais, par des hommes et par des animaux, des matériaux exploités sur des hauteurs, quand leur seul poids est toujours un agent naturel et suffisant pour les faire descendre, pour peu qu'on leur en prépare la voie.

Ordinairement, on suppose qu'un chemin en fer est fort dispendieux, et l'on s'exagère les difficultés de l'exécution. Mais une route de 24 à 30 pieds de largeur coûte autant, et un chemin pavé de 15 pieds coûte plus du double. Or les frais de charrois sur les chemins de fer étant réduits des deux tiers, on peut voir tout de suite l'économie qui en résulte sur la masse transportée. Ce bénéfice est l'objet et le salaire de l'entreprise.

On sentira combien ce moyen peut être utile au commerce et favorable aux consommateurs, en facilitant les transports et en abaissant le prix des denrées. La plupart des matières brutes ou manufacturées, d'un usage général et journalier, sont d'un grand encombrement, d'un poids considérable, relativement à leur valeur intrinsèque; le charroi les grève de frais accessoires, qui dépassent bientôt leur prix réel. Alors la cherté restreint la consommation, et par conséquent la production, et elle nuit à-la-fois aux bénéfices du négociant et au bien-être du peuple. Ainsi, quelquefois la valeur de la houille double par un transport de trois lieues; souvent les bois, les matériaux de construction, les denrées d'un grand volume ne sont chers et rares, une foule de produits naturels ne sont inaccessibles, et certains points de notre territoire ne restent sans valeur que par l'embarras des communications.

Une forme de chemin, pas plus chère que les

routes ordinaires, la moitié moins chère qu'une route pavée, d'un entretien plus facile et moins dispendieux, économisant les deux tiers des frais de transport, doit convenir dans bien des circonstances; et les frais d'établissement qu'on paraît redouter, non-seulement seraient à la portée de nos spéculateurs, mais leur offriraient un placement de fonds à un intérêt très-élevé.

Ces considérations sont d'autant plus importantes, que les chemins en fer peuvent être établis sur une plus grande échelle. Ils semblent destinés à tenir lieu de canaux de navigation dans beaucoup de circonstances, comme étant plus économiques, et offrant plusieurs avantages qui leur sont propres. On s'occupe déjà d'un projet de cette nature pour joindre, par *Newcastle* et *Carlisle*, les côtes de l'est et de l'ouest au nord de l'Angleterre; et nul doute, si ce projet s'exécute, que ce système de communication ne prenne un nouveau développement, et qu'en peu d'années des routes en fer ne traversent en tout sens la Grande-Bretagne, et n'ajoutent encore aux avantages incalculables que ses vastes côtes et deux mille lieues de canaux procurent déjà à cette nation, la plus éclairée de toutes sur ses véritables intérêts.

(Le but de cette Notice étant d'indiquer l'esprit dans lequel il faut concevoir l'ensemble des chemins en fer, on a réuni, ci-après, les principales données économiques relatives à leur exécution.)

Il y a deux sortes de chemins en fer : 1°. les *Rail-Ways*, qui sont formés de barreaux placés de champ, sur lesquels s'appuient les roues, qui ont un rebord à leur circonférence pour servir de guide et empêcher le chariot de sortir de la

voie ; 2°. les *Tram-Ways*, qui sont formés de barreaux placés à plat avec un rebord servant de guide, et alors les roues n'en ont pas. La première espèce est préférable pour des chemins établis à la superficie du sol, quand les chariots sont pesans, et que l'exploitation se fait en grand. On les emploie dans le nord de l'Angleterre ; je n'en ai point vu dans le midi, où les *Tram-Ways* font le même service, mais avec de petits chariots. Cette seconde espèce de chemin est généralement d'usage pour le transport intérieur des mines. C'est plus particulièrement de la seconde espèce dont M. *John Curr* est l'inventeur.

Les grands chemins extérieurs, indiqués dans les *Voyages métallurgiques de Jars*, comme étant en usage à Newcastle il y a quarante ans, étaient des chemins en bois. Les chemins en bois sont moins chers qu'une route ordinaire, et il est surprenant qu'on n'ait point songé à en faire des applications en France, où ils seraient si utiles.

Les *barreaux*, dont se composent les chemins, sont en fonte, et ont 4 pieds de long. Deux barreaux, avec leurs supports, pèsent 40 à 50 kilogrammes pour les grands chemins de la première espèce ; 25 kilogrammes pour ceux de la seconde, quand le transport se fait par des chevaux et avec des petits chariots ; enfin, 18 kilogrammes quand le transport se fait avec de plus petits chariots encore, traînés par des hommes.

En Angleterre, on évalue les frais de construction des grands chemins de fer, établis à la superficie du sol, à environ 1,000 livres sterling par mille de longueur, tout compris, à l'exception des machines et des frais extraordinaires que nécessitent les grandes difficultés de terrain. En admettant cette base, la lieue de France de 2,000 toises reviendrait à 66,000 fr. Or, une lieue de route ordinaire, de 24 à 30 pieds de large, coûte de 50 à 80,000 fr., suivant les difficultés de se procurer des matériaux ; une lieue de pavé, de 15 pieds de large, coûte, indépendamment du chemin, 140,000 fr. aux environs de Paris. La lieue de grand canal peut être évaluée, terme moyen, à 700,000 fr. ; les petits canaux coûtent le tiers. Ces diverses données varient suivant les localités ; nous ne les indiquons qu'approximativement pour offrir quelques points de comparaison, et faire voir que les chemins en fer sont moins chers que d'autres moyens de transport déjà usités. On concevra en effet qu'il doit en être ainsi : la voie est au

plus de 4 pieds 6 pouces ; il suffit de donner au chemin 8 pieds de large, sauf les portions doubles réservées de loin en loin pour le croisement des chariots, et le chemin apporte déjà dans sa propre construction une économie considérable dans le charriage des matériaux dont il est formé. Le tracé horizontal, qu'il doit conserver, exige quelquefois moins de développement qu'un chemin ordinaire pour contourner les irrégularités du terrain, parce que de longs circuits peuvent, presque toujours, être abrégés par un *plan incliné*.

Voici quelques conditions essentielles à remplir. Le moteur, un cheval je suppose, pouvant mener un fardeau plus ou moins considérable, suivant le degré d'inclinaison du chemin, il faut que d'un relais à l'autre la pente soit uniforme, et que la portion comprise entre deux soit la plus longue possible, afin d'occasionner le moins que l'on pourra de ces changemens de relais. Il est encore plus important, pour les chemins en fer que pour les routes ordinaires, de combiner avantageusement les déblais et les remblais, de manière à obtenir un tracé rigoureux sans inclinaison vague, ni contre-pente ; de bien déterminer les points sur lesquels il conviendra d'ouvrir le chemin, afin que chaque portion puisse se finir à mesure que l'on s'étend, pour opérer avec économie le mouvement des terres, et que tout se raccorde exactement ; enfin, on aura soin de faire passer le chemin à travers quelques bancs de pierre, dont l'excavation servira à former les *deux*, sur lesquels sont encastrés les barreaux, et à fournir les matériaux nécessaires pour charger la route.

Ces chemins, ainsi que les voitures, n'éprouvent point de cahotement ; ils sont peu sujets à être dégradés, et leur entretien est très-peu dispendieux.

Les petits chemins, pour les travaux intérieurs des mines, n'exigent qu'un système régulier d'exploitation et l'achat des barreaux. Ces barreaux s'assemblent facilement sur des bouts de planches, et les frais de posage sont presque nuls.

Les prodigieux résultats attribués aux *chariots à vapeur* appartiennent aux chemins de fer ; car ces chariots représentent la force d'un certain nombre de chevaux, qui, employés de même, produiraient autant d'effet.

Le chariot de Newcastle contient 25 quintaux métriques de houille ; vide, il pèse 15 quintaux métriques ; ainsi, la charge totale est d'environ 40 quintaux métriques. Sur un chemin, incliné de 0,46 de pouce par toise, les chariots

chargés descendent par la seule force de gravitation. Un cheval peut aisément faire remonter quatre chariots vides, pesant ensemble 60 quintaux métriques. Il s'effectuera donc en descendant un transport de 100 quintaux métriques. Si la pente est de 0,94 de pouce par toise, le cheval ne fera remonter que trois chariots vides, pesant 45 quintaux métriques, et il ne s'effectuera en descendant qu'un transport de 75 quintaux métriques de houille. L'entrepreneur du premier de ces relais reçoit, par millier métrique et par lieue, 0^f,069, et celui du second 0^f,072.

Sur un chemin montant de 0,78 de pouce par toise, un cheval ne conduira que deux chariots, transportant net 50 quintaux métriques de charbon, et avec le poids des chariots, 80 quintaux métriques. En revenant il descend à vide, et sa charge est 30 quintaux métriques. Elle n'est pas assez forte pour vaincre les frottemens, et déterminer la descente des chariots sans l'aide du cheval. Cependant il sera très-peu en action; mais sa charge en remontant ayant été plus forte que dans les deux cas précédens, il sera plus fatigué, et il faudra faire choix d'un cheval plus vigoureux, ou lui faire parcourir un moindre trajet. L'entrepreneur reçoit 10 centimes par millier et par lieue.

Aux mines de *Glasgow*, les chariots sont beaucoup plus petits qu'à *Newcastle*. Un chariot pèse 5 quintaux métriques, et contient 6 quintaux métriques de houille. Un cheval mène ordinairement 16 chariots chargés, et quelquefois 20, sur un chemin incliné de 0,02 de pouce par toise. Il transporte conséquemment de 96 à 120 quintaux métriques de houille en descendant, et il remonte à vide avec une charge de 48 à 60 quintaux métriques.

Nous pourrions encore rapporter plusieurs autres résultats analogues qu'il serait bon de comparer; mais nous nous bornons à indiquer, comme un terme moyen assez exact, pour les chemins qui ont de légères pentes ascendantes et descendantes, qu'un cheval de charrette de force ordinaire, conduira 7 milliers métriques, et fera par jour une allée de 10 1/2 milles, ou 5 3/4 de nos lieues, et autant pour le retour, c'est-à-dire, parcourra en tout 7 1/2 de lieues. Mais comme, d'après la nature des transports qui nous occupent, il y aura rarement des retours à espérer, il ne faudra compter que sur 7 milliers, transportés à la distance de 3 3/4 de lieues.

On a indiqué dans le corps du mémoire les machines dont

on se servait pour exécuter les transports sur des pentes, auxquelles on donne le nom de *plans inclinés ascendans ou descendans*. Ces cas sont moins fréquens qu'on le pense dans les pays qui ne sont point essentiellement montueux. On peut, presque toujours, donner un tracé horizontal à la plus grande partie de la route, et réunir les pentes dans des espaces très-limités, sur les *plans inclinés*. La charge doit être d'autant plus forte sur un *plan descendant*, que la pente est moins rapide, et que le plan est plus long, afin de surmonter le frottement des roues et celui du câble qui glisse sur le terrain. Une pente de 4,32 pouces par toise, et une longueur de 1,100 mètres, exigent jusqu'à six chariots chargés pour faire remonter un égal nombre de chariots vides. Une pente de 9,24 pouces n'exige que deux chariots chargés pour faire remonter deux chariots vides, et même un seul suffit; mais on préfère en faire descendre deux à-la-fois pour la promptitude du service. Enfin, si la pente est plus forte encore, non-seulement la descente ne peut s'opérer qu'avec un seul chariot, mais il faut *assister le frein*, ainsi que nous l'avons déjà expliqué. Les frais de transport se réduisent ici à l'entretien du câble. La mine d'*Ouston* offre trois exemples de *plans ascendans*, pour lesquels on emploie des machines à vapeur. La pente moyenne est de 8,74 pouces par toise; la longueur totale est de 850 mètres, et la force réunie des trois machines égale celle de soixante-neuf chevaux. Quatre chariots, chargés de 100 quintaux métriques, montent avec une vitesse d'un mètre par seconde. Le résultat est 5,000 quintaux métriques, élevés verticalement à 103 mètres en vingt-quatre heures. Il serait plus considérable si les machines étaient constamment en mouvement, et s'il n'y avait point de temps perdu pour attendre l'arrivée des chariots. Or la nourriture des chevaux produisant le même effet, coûterait plus que la houille consommée par les machines. Ainsi ce moyen, le plus dispendieux de tous, offre cependant de l'économie. Valeur de terrain, intérêt du capital, entretien, charriage, tout compris, le transport coûte, terme moyen, 70 cent. par millier métrique et par lieue, malgré la situation défavorable de la mine d'*Ouston*, et les prix très-élevés des journées d'hommes et de chevaux en Angleterre.

En résumant tout ce qui précède, nous pensons que, sur un chemin bien tracé, la dépense d'un cheval et celle de son conducteur, transportant par jour 7 milliers métriques à la distance de 3 3/4 lieues, peut assez généralement (même en ayant

recours à des plans inclinés) être admise comme un terme moyen des frais de transport.

La journée de transport étant de 5 fr., les frais seraient de 19 centimes par chaque millier métrique transporté à une lieue, non compris l'intérêt du capital employé à l'établissement du chemin, et dont la portion à répartir sur chaque transport partiel est d'autant plus légère, que la matière totale transportée devient plus considérable.

La journée de transport de Saint-Etienne à la Loire est de 3 fr. 50 cent.; mais comme la charge n'est que 700 kilogr., à cause du mauvais état des chemins, le millier métrique revient actuellement à 1 fr. 66 cent. par lieue. Au même taux, il en coûterait 15 cent. sur un chemin de fer. Le roulage, sur nos grandes routes, coûte 1 fr. 25 cent. quand il y a retour. Le *minimum* des droits sur les canaux de France est de 0^{fr.}04 pour la houille et 0^{fr.}18 pour les fers. Les droits et les frais, tout compris, sur les canaux de Briare, de Loing et du Centre, sont d'environ 18 cent. pour la houille et de 32 cent. pour les fers; sur le canal de *Worcester*, en Angleterre, ils sont de 28 cent.; dans les environs de *Dudeley*, de 41 cent. pour le charbon et le fer, et de 14 cent. pour la pierre à chaux: le tout réduit au millier métrique et à la lieue de France.

Concluons: Les chemins de fer offrent un moyen de transport intermédiaire, entre les routes et les canaux, trop imparfaitement connus jusqu'à présent, pour avoir reçu de grandes applications en France. Ils coûtent beaucoup moins que les canaux, et ils ont sur eux l'avantage de servir en toutes saisons, d'exiger moins d'entretien et de convenir à des localités où les canaux seraient impraticables, soit par les difficultés du terrain, soit par l'impossibilité de se procurer l'eau nécessaire pour les alimenter. Les chemins de fer formeront un jour le complément de notre système de communications intérieures; ils méritent d'être considérés comme un objet d'utilité publique du plus grand intérêt.

Voyez, pour les chemins de fer, le 1^{er}. vol. de la *Mécanique appliquée* de M. Borgnis; le *Bulletin* du mois d'octobre 1817 de la Société d'Encouragement; notamment les *Annales* d'O'Reilly, qui en donne les détails de construction dans le N^o. de fructidor an XI.

(25 lieues de 2,280 toises correspondent à 69¹/₂ milles. Le mille anglais est de 1,760 YARDS; le yard est de 3 pieds anglais; un pied anglais vaut 0^m.304799.)

CHIMIE. (EXTRAITS DE JOURNAUX.)

1. *Perfectionnement de la lampe à air inflammable, et appareil pour se procurer instantanément du gaz hydrogène dans un laboratoire; par M. Gay-Lussac. (Annales de Chimie, tome V, page 301.)*

LA lampe ordinaire à air inflammable a l'inconvénient d'exiger qu'on en renouvelle le gaz hydrogène très-fréquemment. L'appareil de M. Gay-Lussac a l'avantage de s'alimenter de lui-même, et il peut servir à procurer instantanément du gaz hydrogène dans un laboratoire. Il consiste en un flacon à trois tubulures, un ballon percé d'un petit trou à son fond, et en un cylindre de fer ou de zinc attaché à un fil de laiton, ou enveloppé dans un treillis de ce métal. On remplit le flacon d'acide sulfurique, étendu de une à deux fois son volume d'eau; l'une des tubulures est fermée par un bouchon auquel on attache le cylindre métallique, qui ne doit descendre qu'à une certaine hauteur au-dessus du fond; la tubulure du milieu reçoit le ballon, dont le col, un peu rétréci à son extrémité, plonge dans l'acide au-dessous de la partie inférieure du cylindre: la capacité du ballon doit être assez grande pour recevoir tout le liquide dans lequel plonge son col; la troisième tubulure porte un tube droit à robinet, ou un long tube recourbé, propre à entrer sous les cloches à l'appareil pneumaticochimique.

Le flacon étant plein d'acide agit sur le métal, et il se dégage de l'hydrogène; on laisse le robinet

Appareil.

Effet.

Tome III. 2^e. livr.

K