

B 3770

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL

ADMINISTRATION DES MINES

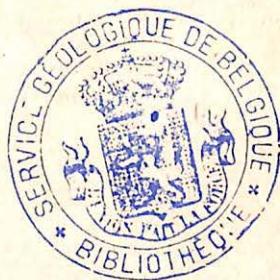
ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

[622.05]

ANNÉE 1913

TOME XVIII. — 1^{re} LIVRAISON



BRUXELLES

IMPRIMERIE L. NARCISSE

4, rue du Presbytère, 4

1913

234

Annales des Mines de Belgique

COMITÉ DIRECTEUR

MM. L. DEJARDIN, Directeur général des Mines, à Bruxelles, *Président*.
J. LIBERT, Inspecteur général des Mines, à Liège, *Vice-Président*.
J. JACQUET, Inspecteur général des Mines, à Mons.
J.-B. BEAUPAIN, Ingénieur en chef, Directeur des Mines, à Liège.
O. LEDOUBLE, Ingénieur en chef, Directeur des Mines, à Charleroi.
L. DEMARET, Ingénieur en chef, Directeur des Mines, à Mons.
V. FIRKET, Ingénieur principal des Mines, à Liège.
V. WATTEYNE, Inspecteur général des Mines, à Bruxelles, *Secrétaire*.
G. LEMAIRE, Ingénieur de 1^{re} classe des Mines, à l'Administration centrale, Bruxelles, *Secrétaire-adjoint*.

La collaboration aux *Annales des Mines de Belgique* est accessible à toutes les personnes compétentes.

Les mémoires ne peuvent être insérés qu'après approbation du Comité Directeur.

En décidant l'insertion d'un mémoire, le Comité n'assume aucune responsabilité des opinions ou des appréciations émises par l'auteur.

Les *Annales* paraissent en 4 livraisons respectivement dans les mois de Janvier, Avril, Juillet et Octobre de chaque année.

Abonnement { pour la Belgique fr. 10-00 par an.
pour l'Étranger : fr. 12-50 par an.

LES ABONNEMENTS SE PAIENT PAR ANTICIPATION.

Pour tout ce qui regarde les abonnements, les annonces et l'administration en général, s'adresser à M. L. NARCISSE, éditeur, rue du Presbytère, 4, Ixelles-Bruxelles.

Pour tout ce qui concerne la rédaction s'adresser au Secrétaire du Comité Directeur, rue Lambermont, 2, à Bruxelles.

MÉMOIRES

Deux années de pratique

DES

LOCOMOTIVES A BENZINE

PAR

A. BAIJOT,

Ingénieur aux Charbonnages du Bois-du-Luc

Nos mines belges entrent d'une façon décidée dans la voie du machinisme. De plus en plus, les travaux de forage, de havage, de boutage, de transport, etc., dont la plupart paraissaient naguère un monopole du travail de l'homme, sont devenus du ressort de la puissance mécanique. Parmi eux, le transport prend une place prépondérante. C'est que, de même que l'aérage, l'évacuation des produits est la clef de l'exploitation; une ventilation abondante de tous les endroits et un transport bien outillé sont, dans une large mesure, le garant du succès d'une exploitation.

En outre de la traction par chevaux, qui persistera, je crois, aussi longtemps que l'industrie houillère elle-même, on eut d'abord recours aux trainages par câbles, intermittents ou continus, et à ceux par chaînes; leur vogue fut grande un moment dans certaines contrées, notamment dans les mines anglaises où ces procédés trouvaient les conditions convenables d'accommodation. A l'heure actuelle, ils semblent céder le pas aux systèmes par locomotives, les unes électriques, d'autres à benzine, d'autres enfin à air

comprimé; ces machines, rencontrant dans le gisement belge un champ propice à leur application, y font en ce moment de rapides conquêtes.

Le critérium économique d'un mode quelconque de transport paraît à première vue le prix de la tonne-kilomètre; à mon avis, ce n'est là qu'un côté de la question; la répercussion du trainage sur le prix de revient de la houille extraite se fait sentir de bien d'autres façons. N'est-ce pas sur le trainage que le porion, qui rentre après une mauvaise journée, rejette généralement toute la responsabilité de ses mécomptes: « le trait ne va pas », « les chariots déraillent à tel endroit ou à tel croisement », « un tel cheval refuse », etc., ce sont là des refrains auxquels nous sommes habitués, et on serait certes effrayé de la perte en argent qui résulte de ces petits incidents. Non seulement donc, il faut que le moyen de transport soit économique par lui-même, mais il importe surtout qu'il soit exempt d'aléas, et assez puissant pour battre d'un côté les fronts qui livrent les chariots pleins, et d'autre part le puits qui rend les rames vides.

Cette mise au point établie, déterminons à quel prix le travail de la tonne-kilomètre peut être obtenu avec des locomotives à benzine, et voyons quelles sont les conditions à remplir pour qu'un transport fonctionne de façon parfaite et assurée.

La dépense par poste (actuellement, d'après la législation belge, les postes sont de 9 heures, soit 32,400 secondes) compte deux parties: l'une, variable avec le travail effectué, comprend la dépense en benzine et en huile de graissage; l'autre est fixe et sa valeur est fonction du taux des salaires, de l'organisation du transport, de l'amortissement, etc.

Le type de locomotive le plus courant et le plus applicable aux mines belges étant celui de 12 H.-P. roulant à

une vitesse de 2 mètres par seconde (1), c'est de lui uniquement que je m'occuperai.

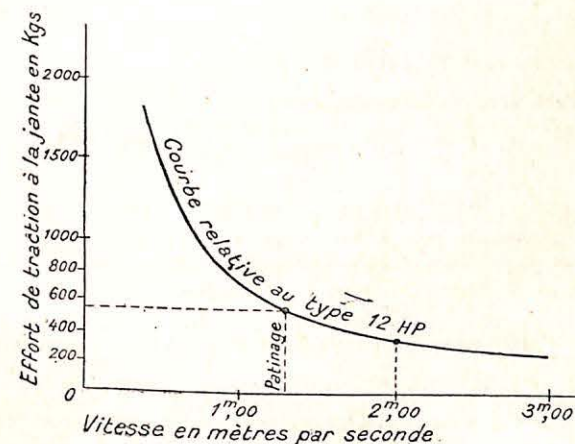
Les consommations de combustible et de graissage suivent des lois très complexes et très variées qu'il n'est pas possible d'analyser. Pour le but poursuivi dans cette étude, l'erreur ne sera pas très grande, en admettant une loi linéaire, laquelle serait déterminée par le rapport entre les consommations des deux cas limites suivants:

1° Le moteur est en marche, mais la locomotive n'est pas utilisée;

2° La machine développe pendant toute la durée du poste,

(1) L'effort de traction à la jante T résulte de l'égalité $T = \frac{N \times 75 \times R}{V}$

N étant la puissance en chevaux, R le rendement mécanique, V la vitesse; on voit que cet effort est d'autant plus élevé que V est plus petit. La courbe ci-après



donne les valeurs relatives de ces deux facteurs pour une locomotive de 12 H.-P., en admettant un rendement $R = 0.80$. Il existe une vitesse inférieure en dessous de laquelle l'effort de traction T sur la jante des roues prend une trop grande valeur par rapport au poids qu'elles supportent, la machine alors patine. Dans le cas qui nous occupe on peut admettre que cette valeur oscille autour de $1/8$

du poids de la locomotive, soit $T_{\max} = \frac{4500}{8} = 563$ kilog., correspondant à une vitesse de 1^m28. Par ces diverses considérations on a été conduit à admettre comme vitesse la plus recommandable 2 mètres par seconde; on s'écarte ainsi suffisamment de la vitesse critique pour parer aux ennuis des démarrages et des passages sur voies humides, et on reste à un chiffre très acceptable, sans aucun danger, dans les galeries des travaux souterrains.

sa puissance normale de 12 H.-P. sans aucun arrêt, sur un roulage équilibré et avec un bon matériel roulant. Dans le premier cas, les constructeurs assignent moins de 1 kilogramme de combustible par heure; posons 9 kilogrammes par poste; dans le deuxième cas, comptons 0^k500 par cheval-heure, soit $0^k500 \times 12 \times 9 = 54$ kilogrammes par poste. Quant au travail effectué, il est, d'un côté, 0 tonne-kilomètre; de l'autre, le calcul rapporté en note (1) l'établit à 1,350 tonnes-kilomètres.

(1) Le poids total entraîné est L (locomotive) + M (poids mort) + P (charge utile); l'équation de l'effort à la jante s'écrit $T' = (L + M + P)(f \cos \alpha - \sin \alpha)$. L'angle α est toujours très petit et on peut faire, d'une part $\cos \alpha = 1$, et d'autre part $\sin \alpha = \tan \alpha$; ce dernier terme peut d'ailleurs se représenter par $\frac{m}{1,000}$ (m étant la pente de la voie en millimètres par mètre courant). On a donc

$$T' = (L + M + P) \left(f - \frac{m}{1000} \right).$$

A vide on peut écrire $T'' = (L + M) \left(f + \frac{m}{1000} \right)$.

Sur trainage équilibré ces deux valeurs sont égales :

$$T' = T'' = (L + M + P) \left(f - \frac{m}{1000} \right) = (L + M) \left(f + \frac{m}{1000} \right)$$

d'où

$$m = f \frac{1000 P}{2L + 2M + P}.$$

D'une façon générale on peut admettre que le poids mort M vaut 0.45 de la charge utile et que la locomotive en représente les 0.15; il vient dès lors :

$$m = f \frac{1000 P}{(0.3 + 0.9 + 1) P} = \frac{1000}{2.2} f.$$

Le coefficient f serait très satisfaisant s'il était de $f = 0.01$; dans ce cas

$$m = \frac{1000}{2.2} \times 0.01 = 4.5 \text{ millimètres}$$

Le roulage équilibré se réaliserait sur une voie présentant une pente de 4.5 millimètres par mètre.

Reprenons l'équation de l'effort de traction à charge

$$T' = (L + M + P) \left(f - \frac{m}{1000} \right);$$

remplaçons-y L par 4,500 kilogrammes et les autres termes par les valeurs précédemment déterminées, il vient :

$$T' = (4500 + 0.45 P + P) \left(0.01 - \frac{4.5}{1000} \right) = 360 \text{ kilogrammes}$$

(voir diagramme de la note page 2), d'où $P = 4200$ kilogrammes.

Pendant les 32400 secondes du poste, la machine fera (32400×2) mètres de parcours, dont la moitié à charge, soit 32400 mètres. Le travail en tonnes-kilomètres dans ces conditions idéales atteindrait le chiffre de $42 \times 32.4 = 1350$ tonne-kilomètres en chiffres ronds.

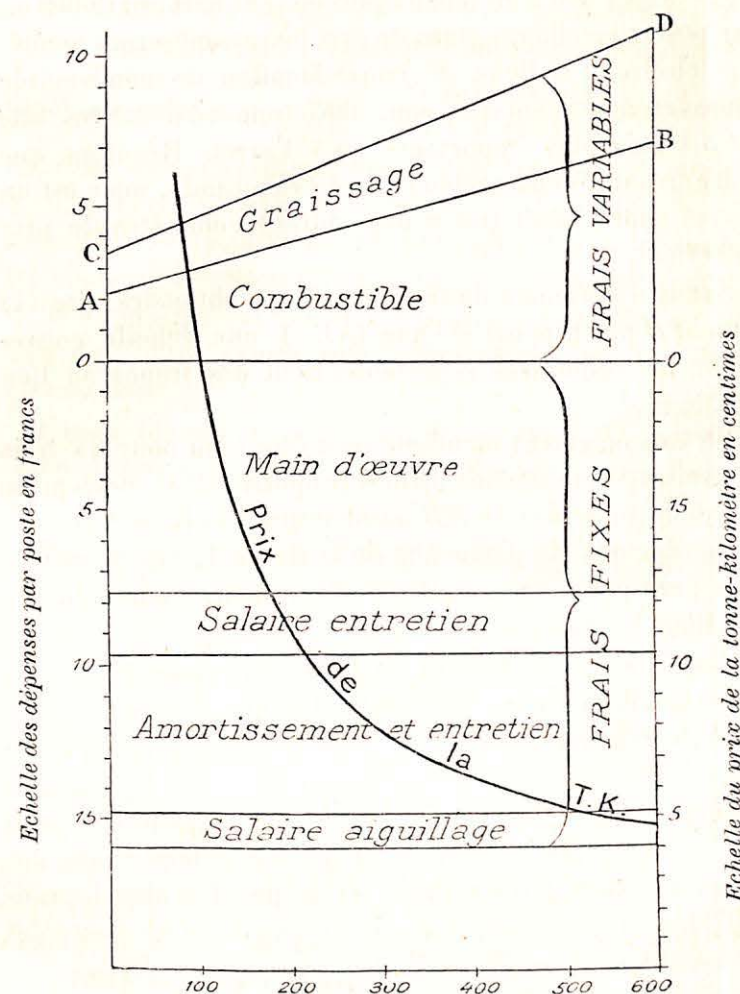


Fig. 1. — Echelle du travail en tonne-kilomètre par poste.

Il en découle que la consommation maximum équivaut à six fois celle de marche à l'arrêt. En pratique, les locomotives ne fourniront jamais plus de 600 tonnes-kilomètres par poste; les diagrammes de prix de revient seront arrêtés à ce chiffre et la ligne de consommation de combustible tracée en admettant que pour 600 tonnes-kilomètres elle est 3.2 fois plus importante qu'à l'arrêt. Répétons que notre hypothèse ne prétend pas à l'exactitude, mais est un moyen approché de tracer des courbes complètes de prix de revient.

Sur le diagramme de la figure 1, on obtiendra ainsi la ligne AB par rapport à l'axe OO . A une échelle convenable, les ordonnées représenteraient des francs au lieu de kilogs.

Un raisonnement identique peut être tenu pour les frais de graissage et dans les mêmes proportions; si on en porte la valeur au-dessus de AB on aboutira à la ligne CD .

En dessous de l'axe OO de la figure 1, inscrivons les frais fixes par poste: salaires d'entretien, main-d'œuvre, aiguillages, amortissement, etc.

Ces éléments permettent de tracer la courbe du prix de la tonne-kilomètre en fonction du travail effectué.

Ce diagramme résume tout le problème économique du transport et fait ressortir des conclusions que le bon sens indiquait déjà; pour aboutir à un prix unitaire réduit, il faut porter à son maximum la vitesse commerciale des machines, leur faire trainer les rames les plus lourdes possibles et enfin réduire autant que faire se peut, les dépenses tant fixes que variables.

Causes qui influent sur la vitesse commerciale. — Une locomotive ne roule pas pendant 9 heures sans arrêt, comme je viens de le supposer momentanément; un transport se fait sur une certaine longueur L ; et à chaque extrémité, la machine se détache de son train pour aller se

mettre en tête de la rame à emmener en sens inverse. En appelant m le temps en secondes nécessaire pour les manœuvres à une extrémité et m' celui qu'il faut à l'autre bout, il est clair que le temps maximum pendant lequel la machine pourra rouler sera $\frac{32,400 \times 2 L}{2 LV + m + m'}$. Cette formule

exprime tout l'avantage des longs transports; elle dit, d'autre part, que les manœuvres m et m' doivent être réduites à leur minimum. Le plus simple est de disposer les voies comme le montre l'extrémité droite de la figure 2; la machine arrivant en A est détachée et remise en B en tête de l'autre rame; une telle manœuvre peut durer 15 secondes.

L'inconvénient de cette disposition, c'est de laisser la rame A derrière la rame B ; si elles comptent l'une et

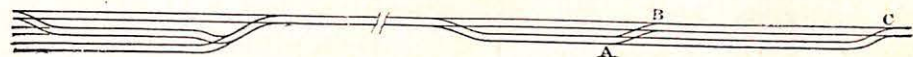


Fig. 2.

l'autre 40 chariots de 1^m30 chacun, le dernier chariot amené reste 120 mètres en arrière du croisement C de sortie de la double voie. Dans les fronts, c'est cependant le système le plus recommandable. Si l'on veut placer les deux rames l'une en face de l'autre (ce sera souvent le cas aux abords des puits), il faut alors triple voie, comme le montre l'extrémité gauche de la figure 2. La manœuvre cette fois durera environ 70 secondes. Enfin disons que dans certains cas spéciaux, les circonstances imposent des manœuvres plus compliquées, donnant aux facteurs m et m' une importance plus considérable; j'en montrerai plus loin des exemples.

Pour refroidir le cylindre du moteur et arroser les gaz de la décharge, la locomotive emporte une réserve d'eau

qui s'épuise et s'échauffe, et qu'on doit renouveler de temps en temps; avec certains types de machines on recommande de faire de l'eau à tous les voyages; avec d'autres, on se contente de la renouveler trois fois sur un poste, ce qui est un avantage. La perte de temps qui en résulte peut être estimée de 20 à 30 minutes par poste, si l'endroit de prise d'eau est judicieusement choisi.

Signalons aussi que la vitesse de 2 mètres par seconde n'est pas atteinte instantanément au démarrage d'une rame;

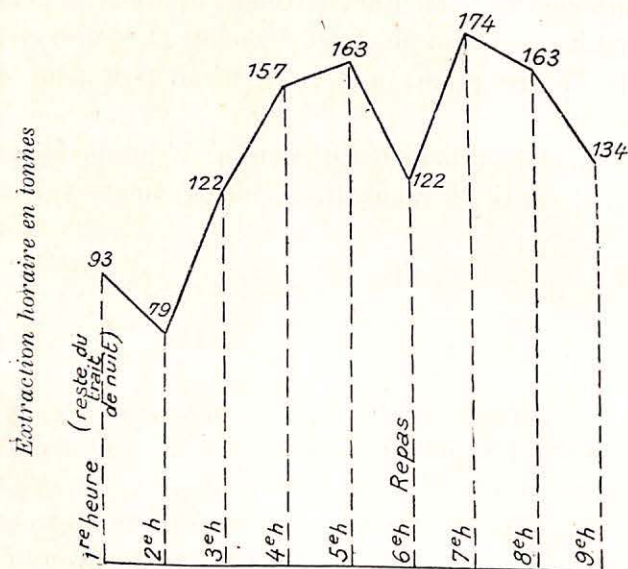


Fig. 3.

La mise en mouvement doit se faire d'une façon lente et progressive, non seulement pour ménager la machine, mais aussi pour éviter le bris des chaînettes d'attelage ou l'arrachement des timons des chariots. La diminution de la vitesse commerciale qui résulte de ce fait sera d'autant plus importante que le trajet sera plus court.

J'ai aussi supposé dans le cas idéal de travail maximum

que la durée totale du trait était de 9 heures; or il y a la mise en marche le matin, puis les repas, puis le remisage de la machine, ce qui représente *au moins* une demi-heure de perte.

Enfin l'extraction n'est pas constante pendant toute la durée du poste; elle suit une allure générale du genre de celle de la figure 3 relative à un siège extrayant 500 tonnes et tracée avec les moyennes d'un relevé mensuel (août 1912). Si on peut trouver des charbonnages de plus grande régularité, il est certain cependant que beaucoup accusent des variations plus fortes encore. Il faut que le transport soit suffisamment puissant pour le moment de production maximum; il s'en suit qu'il est trop fort pour le trafic moyen du poste, ce qui se traduit par une diminution de la vitesse commerciale.

Disons encore que les voies peuvent être humides, trop ou trop peu inclinées, toutes causes provoquant des ralentissements de vitesse.

A côté de toutes les raisons précédentes, il y les arrêts par suite d'accidents dont les principaux sont les déraillements des chariots ou même de la locomotive. Pour les éviter, il faut, d'une part, une voie solidement et soigneusement établie, d'autre part un matériel roulant bien conçu. D'une façon générale, les roues folles sont à déconseiller, malgré tous leurs avantages théoriques; en effet, après un certain temps d'emploi, il se produit entre l'ambase intérieure de l'essieu et le moyeu de la roue une certaine usure dont le résultat est de diminuer l'écartement; d'autre part, le jeu qui ne tarde pas à se montrer entre la fusée et la roue permet à celle-ci de se placer obliquement par rapport à son axe; il s'en suit que généralement ce genre de chariot déraille des quatre roues à l'intérieur de la voie, et si l'on a affaire à un trainage mécanique qui n'est pas arrêté par la résistance supplémentaire d'un chariot déraillé, ce

dernier, trainé à la façon d'un coin entre les deux rails, élargit la voie, force les clous et arrêts des traversines et prépare pour l'avenir d'autres déraillements.

Pour l'établissement de la voie, on peut se contenter de rails Vignole de 13.5 kilogrammes, assemblés par traversines Legrand; l'écartement le plus recommandable et presque universellement admis est 0^m60. Pour augmenter l'assise de la voie, il est à conseiller de placer tous les 3 ou 4 mètres une billette en chêne (0^m90 × 0^m15 × 0^m10) sur laquelle les rails sont fixés à l'aide de clous.

L'assemblage des rails doit être soigné, assuré par un éclissage double à quatre boulons; les saillies aux joints et les vides entre les bouts de rails fatiguent les ressorts de suspension des machines. Les courbes surtout doivent être construites avec grand soin; les rails seront cintrés à l'avance à l'atelier au rayon exact préalablement déterminé, et un léger surhaussement du rail extérieur est recommandable. Le rayon de 10 mètres convient parfaitement et nous conseillons de ne pas descendre en dessous. Le point le plus critique d'une voie au point de vue des déraillements se présente aux aiguillages; leur construction doit être soignée, les aiguilles commandées par contrepoids, doivent s'appliquer exactement dans leur logement; tous les rayons de courbure seront de 10 mètres au moins. Je recommanderai des croisements présentant une direction droite, qu'ils soient destinés à une double voie ou à une courbe. La figure 4 montre la disposition adoptée au point de branchement de deux costresses à simple voie sur un bouveau à double voie; tous les aiguillages partent de la voie à pleins du bouveau, laquelle est absolument rectiligne. Les passages d'une voie à l'autre, dans une galerie à double voie, seront assurés par une traversée comme le montre la figure 4, construite également aux rayons de courbure de 10 mètres au moins; toutes les fois que la

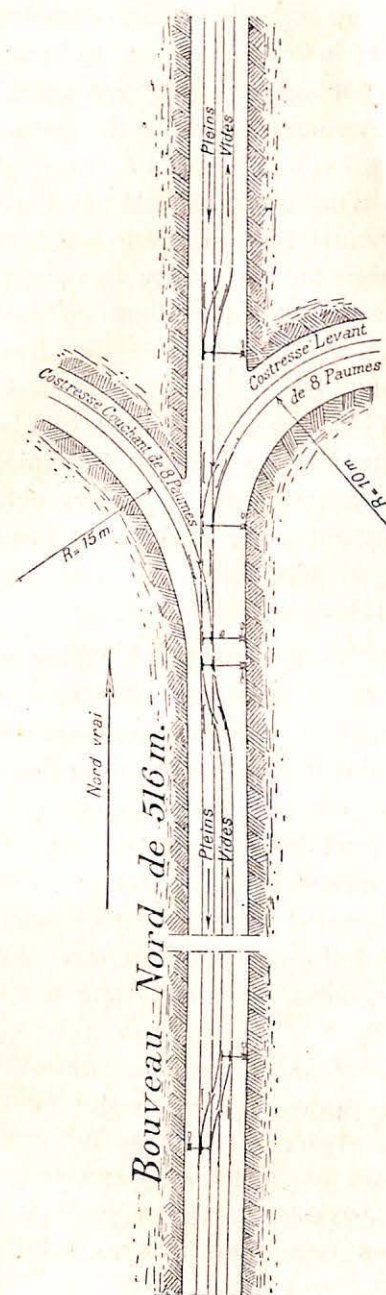


Fig. 4. — Branchement des voies de 8 Paumes sur le bouveau nord.

chose sera possible, les aiguillages devront être disposés pour être abordés par le talon; c'est le cas, par exemple, de la « traversée » de la figure 4. Avec des aiguillages bien faits et bien disposés, comme je viens de l'expliquer, les déraillements sont rares; s'ils se produisent, c'est par suite soit de la rupture d'une tringle, soit par l'interposition d'un corps étranger entre l'aiguille et le rail; on prévient ces accidents en établissant un service de visite périodique et en maintenant les alentours des aiguilles dans la plus grande propreté. On peut disposer le long des voies des appareils spéciaux pour remettre automatiquement les chariots sur rails, mais j'estime qu'avec une voie à laquelle on a donné tous les soins indiqués plus haut, maintenue à bon écartement, et avec chariots à roues calées, normalement entretenus, ces appareils sont absolument inutiles; tout au plus peuvent-ils être nécessaires à la sortie des aiguilles, du côté de la charnière.

Les déraillements de locomotive, à moins d'une voie fortement négligée, ne se présentent qu'aux aiguilles par une des causes précitées. Pour la remise sur rails, on a préconisé des crics, des leviers ferrés, etc.; j'estime que le moyen le plus rapide et le plus facile, quand on a plusieurs machines en service, est de préparer un chemin de roulement avec quelques morceaux de bois et de remorquer la machine déraillée avec une autre appelée à son secours, laquelle tire du côté de la pointe de l'aiguille; l'opération, qui réussit d'ailleurs toujours, ne demande pas un temps exagéré.

A toutes les causes précédentes qui réduisent la vitesse commerciale des machines, il faut en ajouter une importante provenant des arrêts aux stations de formation. Si, eu égard à toutes les considérations ci-devant énoncées, une locomotive est capable, dans un cas déterminé, de produire 300 tonnes-kilomètres, il faudra lui adjoindre

une aide aussitôt que ce chiffre sera dépassé, même de peu; on est alors trop fortement outillé et les machines ne sont pas constamment utilisées. La même chose se passe lorsque le transport est compliqué; si cinq ou six chantiers forment des rames à cinq ou six endroits différents, il sera impossible de régler l'envoi des machines à chacun de ces endroits au moment exact où la rame sera complète; il arrivera fréquemment qu'une locomotive se présentant à une station devra y faire une pose assez longue avant de pouvoir repartir; de même, il arrivera, à cause de cette dispersion, que plusieurs machines se présenteront en même temps pour aborder le puits; forcément l'une devra attendre que la rame de l'autre soit engagée; en un mot, pour un travail déterminé, il faut être d'autant plus puissamment outillé que les ramifications du transport seront plus nombreuses.

Enfin pour terminer, citons le manque de chariots, les éboulements dans les galeries, les accidents de puits, etc., causant des arrêts momentanés, qui doivent être regagnés par la suite, ce qui ne peut se faire que si le service des machines n'est pas normalement surchargé.

Causes qui agissent sur le tonnage transporté par rame.

— La charge utile de 42 tonnes a été calculée, en supposant que la locomotive développait son effort de 360 kilogrammes correspondant à 12 H. P. Or, c'est là une limite que l'on ne peut atteindre en marche normale, parce qu'aux démarrages, la machine a besoin d'un supplément de puissance pour vaincre l'inertie du train et lui communiquer sa vitesse.

La formule de la pente à donner aux voies pour atteindre le roulage équilibré, a été donnée plus haut: $m = \frac{1000}{2.2} f$; plus la résistance des chariots est grande, plus il faut donner d'inclinaison à la voie. Avec des trains de roues à

rouleaux, les plus recommandables à l'heure actuelle, à la condition qu'ils soient construits soigneusement et avec de bons matériaux, j'ai trouvé $f = 0.012$ sur une grande série d'expériences par la méthode du plan incliné. Il en résulte que la pente avec ce matériel devrait être de $5^{\text{m}}/5$ par mètre. Pratiquement, j'ai constaté que les meilleurs résultats étaient atteints avec une pente de 7 millimètres par mètre; cela provient de ce que le coefficient f réel est plus élevé que celui résultant des expériences; il y a des chariots usagés dont les roues frottent sur les tôles; les rails sont couverts de poussière ou de boue; dans les galeries humides il se forme contre les rails un petit talus de boue dans lequel pénètre d'une part le bourrelet des roues et sur lequel roule d'autre part la jante, ce qui rend ces voies particulièrement résistantes.

Malgré tous les soins que l'on puisse apporter à l'établissement des voies, on ne parvient jamais à obtenir une pente uniforme et moins encore à la maintenir, surtout dans les voies costresses où les terrains sont mouvants. Pour l'établissement d'un bon niveau, l'usage du niveau Lenoir est indispensable avec stations tous les 10 ou 20 mètres.

Il faut tenir compte également de la résistance supplémentaire dans les aiguillages et les courbes.

Enfin dans les mines de houille on transporte du charbon et des pierres, et la densité de ces dernières est d'environ 1.5 fois celle de la houille. Les rames étant constituées d'un nombre invariable de chariots, il s'en suit que la locomotive devra, le cas échéant, être assez puissante pour remorquer une rame de terre; en temps normal, en transportant du charbon, elle aura donc une charge réduite.

Avec le type de 12 H.-P., à la vitesse de 2 mètres par seconde, on adopte généralement des rames de 32 à 40

wagonnets (40 wagonnets de terre représentent environ 30 tonnes) suivant leur poids, le type de trains de roues, la pente moyenne des voies, etc.

Travail des locomotives. — De la combinaison de la vitesse commerciale et du tonnage par rame, découle le travail de la machine en tonnes-kilomètres. M. Haliez (1) rapporte un essai de 404 tonnes-kilomètres par poste sur un trajet de 600 mètres de longueur; beaucoup d'exemples atteindront 250 tonnes-kilomètres; enfin, on peut être limité à 125 ou 150 tonnes-kilomètres et même moins par des conditions spéciales, comme je le montrerai plus loin.

Consommation de combustible. — La loi des variations de la consommation de benzine en fonction du travail en tonnes-kilomètres, que j'ai admise précédemment, peut être considérée comme assez rapprochée pour se rendre compte du prix de revient de la tonne-kilomètre. Le facteur qui varie le plus dans cette consommation, c'est le prix de la benzine; en avril 1910, on cotait 18 francs les 100 kilogrammes; en juillet 1912 on atteint 30 et même 37 francs les 100 kilogrammes.

Graissage. — Ici, comme dans tous les moteurs à gaz, il est nécessaire de posséder une bonne huile de graissage à cause de la haute température du cylindre, d'une part, et de la grande vitesse des organes, d'autre part. Le prix du kilogramme sera voisin de fr. 0-60.

Salaires d'entretien. — Un bon ajusteur intelligent et dévoué, est nécessaire pour la bonne marche des locomotives; aussi son choix présente-t-il une très grande importance. Le service de cet agent consiste à faire des visites fréquentes et minutieuses de tous les organes des machines, à les nettoyer, les graisser avant leur départ, roder pério-

(1) Publications de l'Association des Ingénieurs de l'Ecole de Mines de Mons, Année 1910-11, p. 417.

diquement les soupapes, nettoyer en leur temps les culasses d'allumage et la magnéto, régler la distribution; surveiller les articulations, et faire toutes les réparations qui peuvent se présenter. J'estime qu'un homme peut assurer l'entretien de six locomotives; si son salaire atteint 6 francs par jour, on peut compter 1 franc par machine et par poste. Lorsqu'une installation comporte moins de six locomotives, l'ajusteur peut être occupé un certain temps à d'autres travaux. Il faut aussi tenir compte du salaire du surveillant spécial, imposé par les arrêtés d'autorisations belges pour accompagner le wagonnet-citerne de benzine depuis son départ de la surface jusqu'à son retour; ce surveillant fait lui-même le remplissage des réservoirs. Dans une installation de six locomotives, on peut compter fr. 0-25 par jour et par machine. Au total le salaire d'entretien sera donc voisin de fr. 1-25.

Main-d'œuvre. — Une locomotive en service exige deux hommes: un conducteur et un suiveur.

Dans les transports peu compliqués, le poste d'aiguilleur est inutile, mais là où se rencontrent plusieurs galeries, dans lesquelles circulent en même temps plusieurs locomotives, il faut, au point de bifurcation, un homme chargé de les diriger; suivant les cas, ce poste prendra donc une valeur plus ou moins grande.

Amortissement et entretien. — Une locomotive coûte environ 9,000 francs. L'amortissement en 10 ans et l'intérêt à 5 % du capital représentent annuellement une somme de 1,350 francs. Si la machine fait un poste par jour, soit 300 postes par an, l'amortissement par poste atteindra fr. 4-50. Généralement, on compte 5 francs, pour tenir compte des pièces de rechange à acheter pour l'entretien.

Il est indispensable d'avoir au moins une machine en repos sur trois ou quatre en marche. Si elles ne travaillent qu'à un poste, il en faut des supplémentaires; elles accom-

pliront par conséquent chacune moins de trois cents postes en moyenne par an et l'amortissement devra être augmenté en proportion.

Si le service est réparti sur plusieurs postes, on aura souvent une réserve suffisante en possédant autant de machines qu'on doit en mettre en service sur un jour (pour un transport utilisant trois locomotives le matin et une la nuit, on en possédera quatre); chacune faisant alors ses 300 postes en moyenne, l'amortissement se comptera comme indiqué plus haut.

Enfin, dans le cas de deux postes fortement chargés, on pourra atteindre un service moyen de plus de 300 postes par an, tout en possédant de la réserve (ainsi pour trois locomotives de jour et trois de nuit, on se contentera d'en posséder cinq); l'amortissement s'allègera cette fois proportionnellement.

Doit-on faire intervenir dans ce chapitre l'amortissement des travaux accessoires exigés pour la mise en service des locomotives: remise, élargissement des voies, garages, etc. A mon avis, non; généralement, on ne fait pas intervenir les frais de creusement des écuries, de recarrage des galeries et des garages quand on étudie le transport par chevaux. On ne saurait souvent où se limiter; d'ailleurs les frais dans l'un comme dans l'autre mode de transport s'équilibrent; une écurie coûte autant qu'une remise abritant les appareils d'une puissance mécanique équivalente; quant aux galeries, les sections qu'exigent les locomotives sont celles que demanderait le transport par chevaux et que réclame l'aérage. J'estime recommandable les deux types de galerie des figures 5 et 6 ci-après, à moins que des questions de ventilation ou de coutume ne plaident en faveur de profils plus larges; le premier type, de 1^m60 à la bèle, à simple voie, permet le passage, sans danger, du personnel à côté des machines en marche; le second

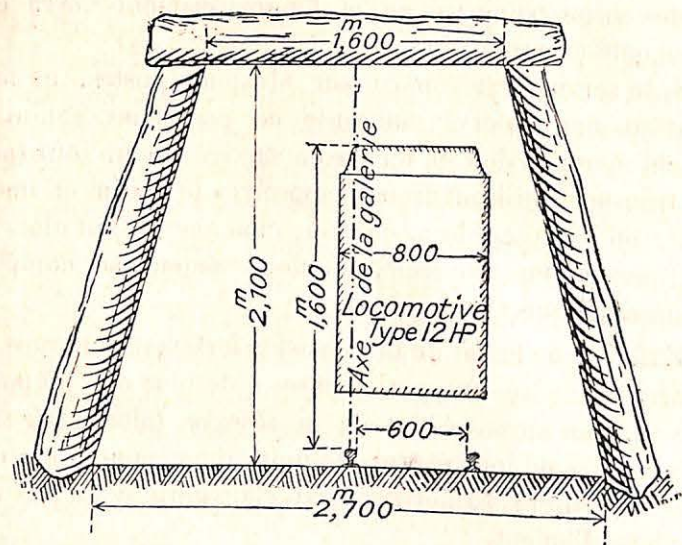


Fig. 5.

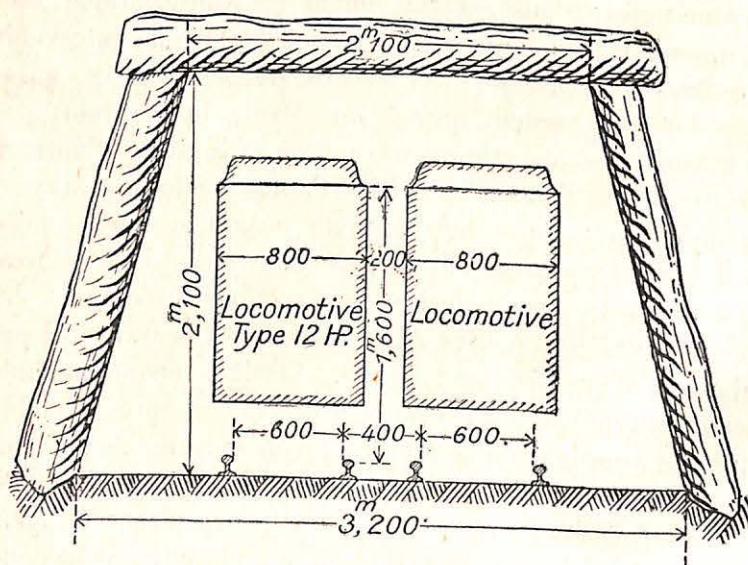


Fig. 6.

type, de 2^m10, s'emploiera dans les garages ou dans les galeries à double voie où circulent plusieurs machines.

Quelques exemples. — M. l'Ingénieur Fourmarier a publié une étude sur le fonctionnement d'une locomotive à benzine au Charbonnage du Horloz (1) qui m'a permis de tracer le diagramme de la figure 7. Seulement il a fallu ajouter les salaires d'entretien, convoyage de benzine, etc., au taux déterminé précédemment, soit fr. 1-25 par poste. Il est possible que pendant la durée de l'essai, on n'ait pas eu à payer de frais d'entretien, mais pour l'établissement d'un prix de revient moyen, il convient d'assigner à cette dépense la valeur moyenne qui ressortirait d'un essai de plusieurs années. Le rapport ne donne ni le poids ni le prix de la benzine consommée. Il est vraisemblable, eu égard à la consommation renseignée, que ce prix était voisin de 18 francs les 100 kilogrammes. Pour un travail de 150 tonnes-kilomètres que produisent ici les machines, le diagramme accuse un prix de revient de 13.3 centimes, légèrement supérieur à celui du tableau de M. Fourmarier par suite de l'ajoute du salaire d'entretien.

M. l'Ingénieur Defalque donne sur les locomotives en service à Ressaix, les renseignements permettant de construire le diagramme de la figure 8 (2). Dans l'établissement du prix de revient, il n'est pas tenu compte des salaires d'entretien, de convoyage de benzine, etc.; comme pour le Horloz, comptons fr. 1-25. Par contre, M. Defalque porte fr. 6-35 à l'amortissement que nous réduisons à 5 francs, suivant les conventions précédentes. D'autre part, le rapport ne mentionne qu'un homme par machine; il est probable que le suiveur de rame est normalement porté dans un autre chapitre dans la comptabilité du charbonnage; j'ai

(1) *Annales des Mines de Belgique*, année 1912, p. 439.

(2) *Ibid.*, année 1911, p. 669.

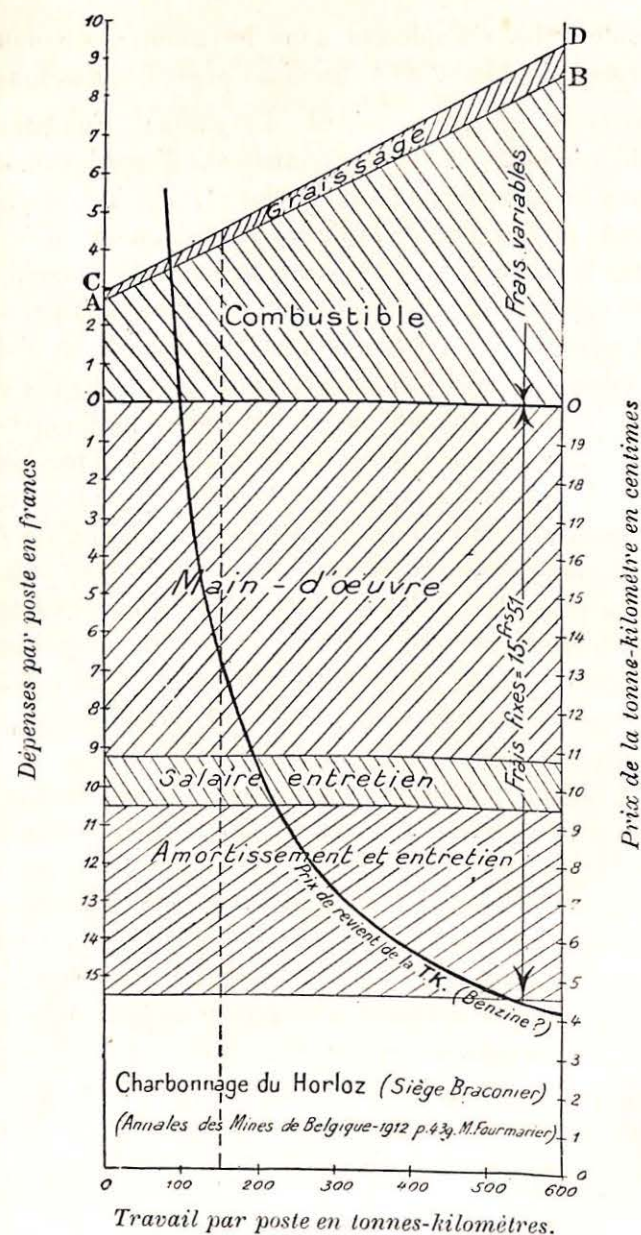


Fig. 7.

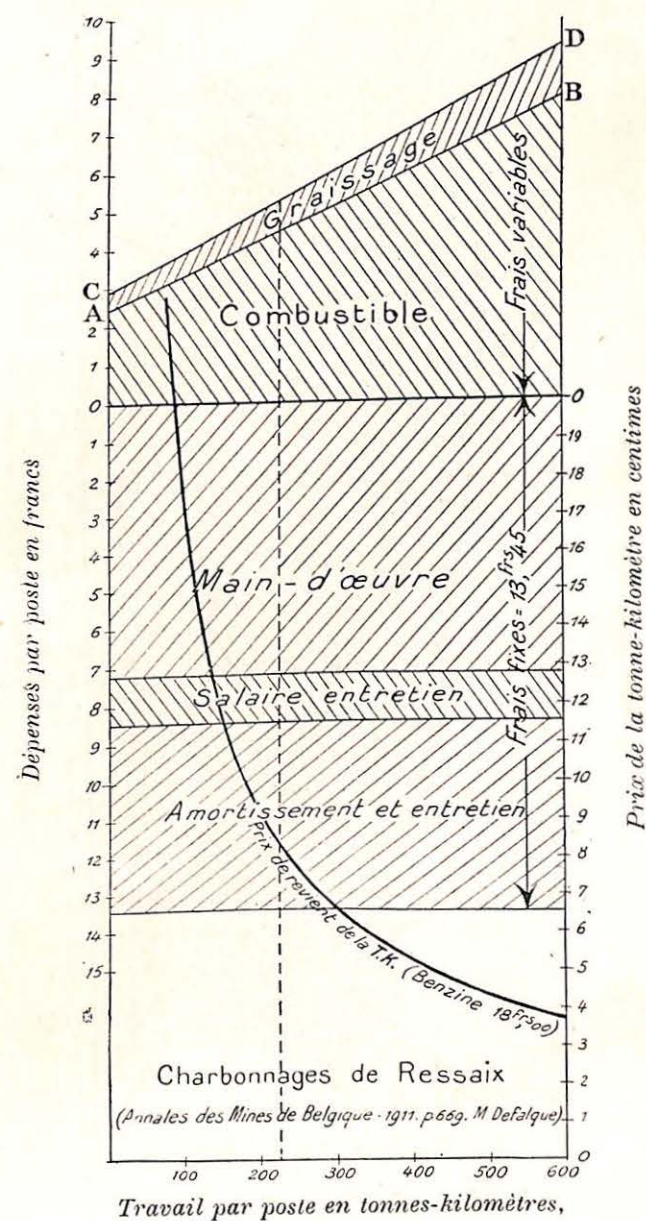


Fig. 8.

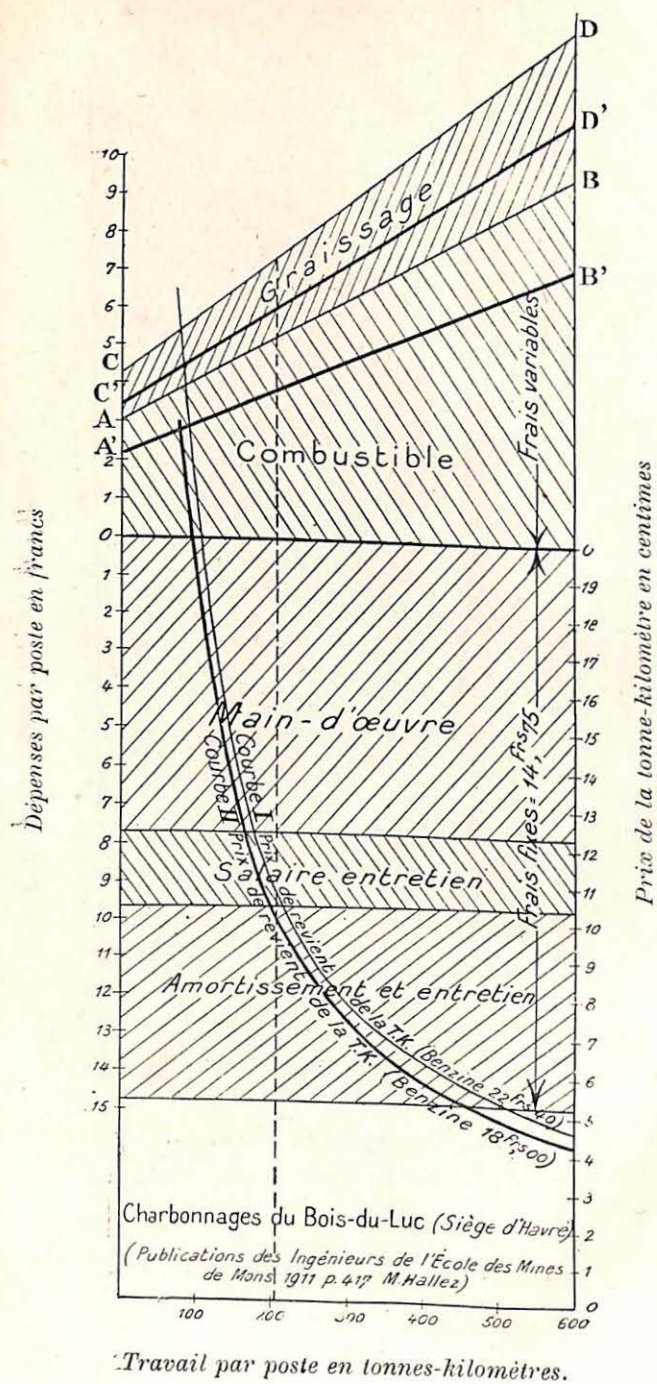


Fig. 9

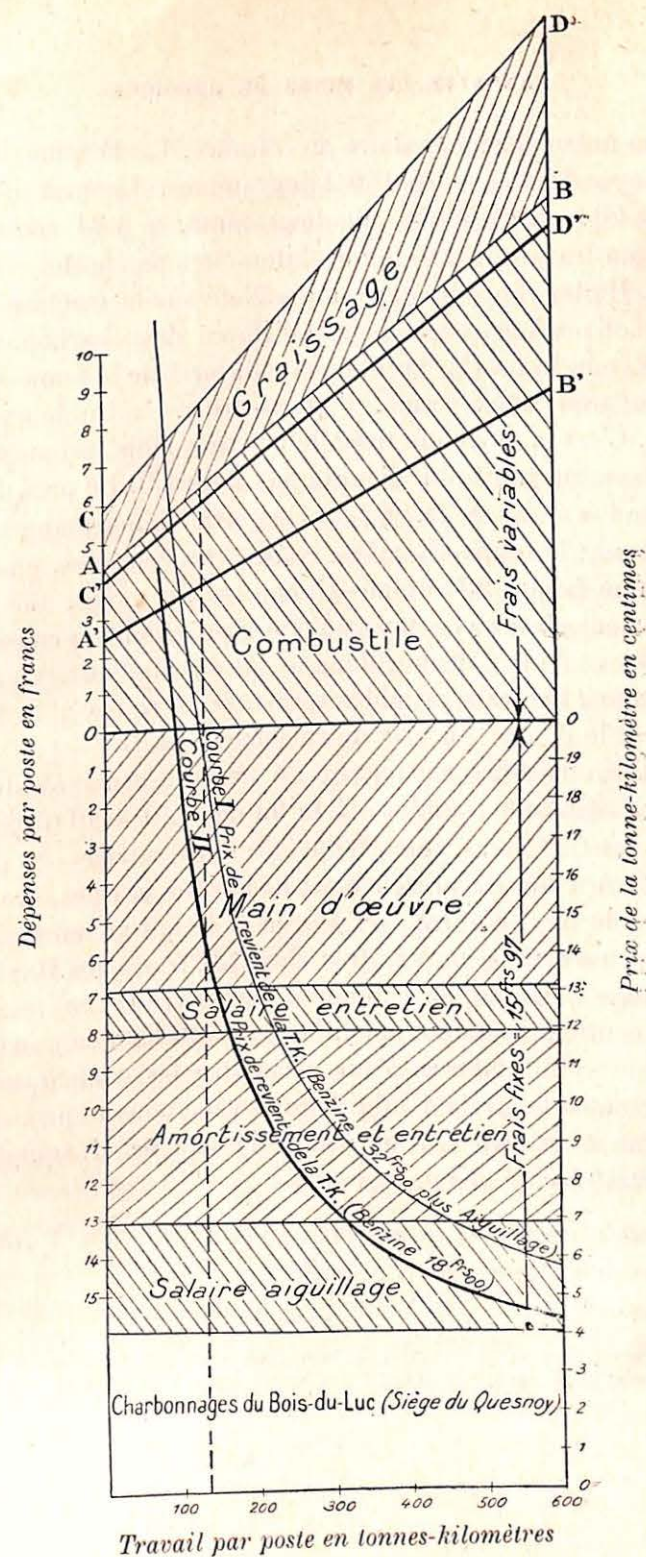


Fig. 10.

ajouté un suiveur au salaire de 3 francs. La benzine ici a été payée 18 francs les 100 kilogrammes. Le prix de la tonne-kilomètre s'élève, au diagramme, à 8.34 centimes pour un travail de 225 tonnes-kilomètres par poste.

M. Hallez rapporte dans une « Note sur la traction par locomotives à benzine au siège d'Havré des charbonnages du Bois du Luc » (1), les éléments du prix de la tonne-kilomètre pour deux essais, l'un de trois, l'autre de quatre mois. C'est la moyenne tirée de ces sept mois qui a servi de base au tracé du diagramme figure 9. Le prix de la benzine s'élève à fr. 22-40 les 100 kilogrammes en moyenne; la tonne-kilomètre coûte 10.8 centimes, chaque machine faisant 204 tonnes-kilomètres par poste. Ce prix de revient n'est pas comparable aux précédents à cause du prix élevé de la benzine; dans le cas où on l'aurait payée 18 francs, les frais variables seraient descendus à A' B' et C' D' et la courbe du prix de revient de I à II.

Enfin, mettons en regard de ces différents résultats, ceux du Quesnoy, analysés à la fin de ce travail (fig. 10). Dans les frais fixes, interviennent ici les salaires de deux aiguilleurs dont la présence est nécessitée par des circonstances de lieu; d'autre part, l'essai a été fait au moment où la benzine était à un prix très élevé (32 francs les 100 kilogrammes). La tonne-kilomètre est obtenue au prix de 18.7 centimes, chaque machine accomplissant en moyenne 132 tonnes-kilomètres. Pour permettre les comparaisons, supprimons les frais d'aiguillage et ramenons le prix de la benzine à 18 francs, il en résulte la courbe II, qui peut être mise à côté des précédentes.

Conclusions. — Les renseignements pratiques à retenir de ces diagrammes sont précieux :

(1) Publications de l'Association des Ingénieurs de l'Ecole des Mines de Mons, année 1910-11, p. 417.

Tout d'abord, les frais fixes sont presque partout les mêmes et dépendent du taux des salaires; exceptionnellement il y a un surcroît de dépense si le transport nécessite des aiguilleurs.

Les frais variables dépendent surtout du prix de la benzine, la consommation en kilogrammes étant à peu près identique de l'un à l'autre cas. Il est à craindre que les besoins de plus en plus grands de ce combustible ne fassent encore monter les prix.

Quant à la consommation d'huile et graisse, elle paraît sujette à de grandes différences d'une installation à l'autre. Les prix du Quesnoy sont, nous le savons, légèrement exagérés (voir p. 38), mais ceux d'Havré paraissent être à un taux que je suis tenté de considérer comme normal. Quant aux consommations de la figure 8 et surtout de la figure 7, je les trouve extraordinairement réduites, sans m'en expliquer la raison.

D'une façon générale, la figure 10 peut résumer tout le problème; la courbe des prix de revient se placera en II quand on payera la benzine 18 francs; elle s'élèvera progressivement avec le cours de ce combustible pour atteindre les valeurs I quand le prix sera de 32 francs.

Mais ce que les diagrammes apprennent de plus important, c'est la nécessité de faire accomplir aux locomotives le plus grand travail possible; si on parvient à fournir 400 à 500 tonnes-kilomètres, le prix sera de 5 à 7 centimes; dans de nombreux cas on atteindra 250 tonnes-kilomètres au prix de 8 à 11 centimes. Si on doit tomber à 125 ou 150 tonnes-kilomètres, le prix de revient atteindra 13 à 20 centimes.

Quelques considérations générales. — L'étude qui précède montre clairement que les locomotives à benzine donnent à l'exploitant un moyen de transport très économique; là où ce genre de machines accusera un prix trop

élevé, la faute n'en sera pas au système lui-même, mais uniquement à des circonstances défavorables ou à un manque de soins et d'organisation; tout ce qui a été dit dans les pages précédentes, le démontre péremptoirement.

Outre un bon prix de revient, il faut encore, disions-nous, au début, que le transport soit exempt d'aléas parce que la répercussion qu'un transport défectueux peut avoir sur les autres chapitres du prix de revient de la tonne extraite est des plus importante. Comparativement aux chevaux, le tonnage qu'il est possible de faire passer dans une voie déterminée est beaucoup plus élevé; tel transport intensif qui semblera être la limite de ce que les chevaux sont capables de produire, pourra, même fortement accru, s'accomplir posément, sans énervement, avec des machines; la régularité du transport sera améliorée; la traction au lieu de se faire par à-coups continuels sera beaucoup plus douce, ce qui soulagera les attaches des chariots malgré les rames plus longues; la voie et les aiguillages seront plus propres, ce qui évitera le déraillement et leurs funestes conséquences. Les arrêts pour indisposition, etc., si fréquents avec les chevaux, sont inconnus avec les locomotives; les arrêts en cours de marche nécessitant le remisage immédiat sont tellement rares, qu'il ne faut pas en tenir compte. Les accidents de personnes eux-mêmes sont plus rares, d'une part parce que pour un transport donné le personnel y occupé est beaucoup moindre, d'autre part parce que les machines sont plus dociles que les chevaux dans la main de l'homme.

C'est le moment de dire un mot des signaux à placer sur les trains là où circulent plusieurs locomotives. Quand les voies présentent des courbes et des bifurcations, je trouve recommandable de mettre au dernier chariot de la rame une lampe rouge; de cette façon, le conducteur s'aperçoit immédiatement si une partie de sa rame se décroche;

d'autre part, si la voie est obstruée, soit par une rame arrêtée, soit par des chariots restés en arrière, il le remarque, et on évite ainsi non seulement des accidents de matériel, mais aussi des accidents de personnel, qui se produiraient si une machine venait tamponner un train dans lequel on est occupé à remettre les chariots déraillés; un train complet, mesure de 40 à 50 mètres de longueur, et cet accident serait très possible. Pour l'attache de cette lampe, point n'est besoin de chercher des complications; suspendue au bord du dernier chariot (fig. 11) par l'inter-

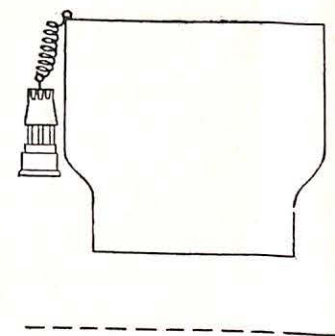


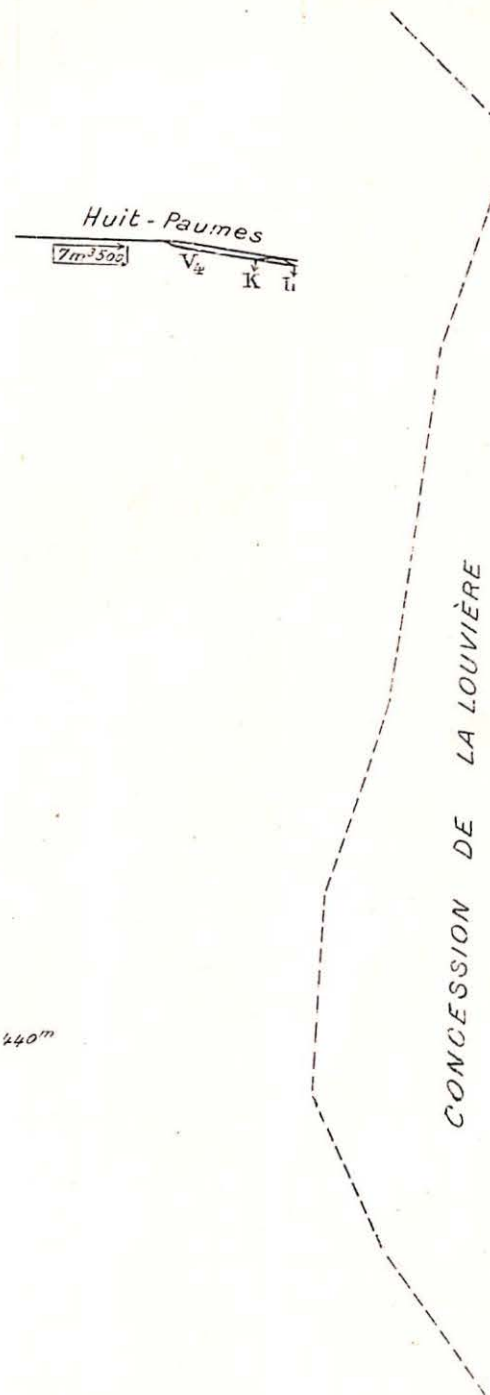
Fig. 11.

médiaire d'un ressort formé d'un fil d'acier roulé, la lampe supporte tous les chocs aux démarrages, aux arrêts, aux passages d'aiguillage..., etc., sans s'éteindre; les suiveurs confectionnent eux-mêmes ces ressorts au moyen de bouts de fil provenant de vieilles cordes de plans automoteurs.

De même aussi, chaque machine est munie à l'avant et à l'arrière de deux lampes, l'une jaune qui sert à éclairer la marche, l'autre rouge, également suspendues sur ressorts; de cette façon les conducteurs sont prévenus à l'avance des rencontres dans les galeries à double voie. De même le personnel et les aiguilleurs reconnaissent de loin les machines et prennent, si c'est nécessaire, leurs précautions.

Comparées aux autres modes de transport mécanique, les locomotives à benzine possèdent le grand avantage d'une complète indépendance; elles font tout le service que l'on puisse imaginer avec une grande aisance et une grande sûreté. Elles ne présentent aucun danger pour leur conducteur, ni pour le personnel; elles s'accommodent des sections de galerie généralement admises dans nos bassins. On a cité parfois des prix de revient exceptionnellement bas pour certains trainages continus; il s'agissait presque toujours de transports intenses en ligne droite, entre deux points bien définis; cette fonction n'est nullement comparable à celle que remplit dans une mine une locomotive indépendante comme celle à benzine; dans le cas où on ferait faire à celle-ci un travail de même genre, son effet utile pourrait atteindre 500 tonnes-kilomètres, avec un prix de revient de 5 centimes.

Un point désavantageux, c'est l'odeur que les machines accuseraient si le courant d'air n'était pas suffisant. Je pense qu'on peut admettre dans une galerie autant de locomotives qu'il passe de fois 4 à 5 mètres cubes d'air par seconde. Là où cette condition ne serait pas réalisée, les locomotives à benzine perdraient leurs avantages sur leurs concurrentes à air comprimé.



ANNEXES

I. — Transport par locomotives à benzine au siège du Quesnoy.

Les locomotives à benzine ont été appliquées ici, non plus pour le service des voies principales seulement, mais pour le transport total de l'unique étage de 516 mètres. Un schéma (fig. 12) fera comprendre l'organisation ; il porte la position de toutes les voies de niveau, des garages, aiguillages, l'indication de la quantité de chariots fournis à chaque étage par vingt-quatre heures, ainsi que celle des cubes d'air jaugés dans les différentes sections du parcours des machines.

Les deux puits du siège sont l'un et l'autre semblablement outillés ; pour le moment, le puits Saint-Paul fait généralement le service d'extraction ; Saint-Frédéric assure la translation du personnel ; cependant, il arrive que pour des raisons spéciales, on fasse tout ou partie du service par ce dernier puits. Il existe de plus un puits aveugle, sur lequel aspire le ventilateur de 440 mètres.

Les rames sont de 32 chariots invariablement ; elles arrivent dans l'accrochage par la voie du couchant du bouveau nord ; la locomotive se détache au point *A* et, grâce à la double voie, vient se placer, en *B*, en tête du train vide ; cette manœuvre peut se faire en 80 secondes. La rame pleine est alors décomposée en tronçons de 8 chariots (les cages enlèvent 8 chariots), qu'un cheval avance l'un après l'autre jusqu'à près de la cage ; les vides sortant du côté opposé sont emmenés, par rames de 16 chariots, dans le contour du levant pour préparer les trains. Si c'est par Saint-Frédéric que se fait l'extraction, le service des pleins s'accomplit de la même façon, mais la rame vide est formée en *CD* ; la locomotive, après avoir déposé sa charge en *A*, vient s'atteler en *C* ou en *D*, suivant qu'elle doit partir pour le bouveau nord ou pour les chantiers qui existent à l'extrémité de la voie de Regout. La manœuvre cette fois dure 140 ou 200 secondes. Plus tard, quand les chantiers ramenés par Regout couchant seront épuisés, tout le trafic se fera par le bouveau nord et la formation des trains vides de Saint-Frédéric aura lieu dans le contour du couchant, tout comme ceux de Saint-Paul, actuellement au levant.

Passons en revue l'un après l'autre les différents circuits et donnons tout le personnel occupé au transport au niveau de 516 mètres pendant le poste du matin, le seul important ; le personnel du poste de nuit est trop irrégulier pour pouvoir être étudié.

A l'accrochage de Saint-Paul, notons 1 chef accrocheteur, 3 accrocheteurs, 2 conducteurs de chevaux et 2 chevaux.

Transport par la voie de Regout couchant 516. — La locomotive partant de *B* ou de *D* vient s'arrêter en *E* et laisse la rame vide en *V₁* ; elle se place en *F* et part avec sa rame pleine ; durée de la manœuvre : 20 secondes. Comme l'indique le schéma, la voie de Regout est préparée pour recevoir les locomotives 200 mètres plus au couchant, quand le troisième bouveau de recoupe sera creusé et mis en exploitation. La formation de la rame *P₁* se fait par les deux costresses de « du Pon » (dans peu de temps un plan incliné fonctionnera pour desservir les tailles supérieures), la vallée de la veine de « Goussencourt » et les terres du creusement du troisième bouveau de recoupe au bout de la costresse de « Goussencourt ». Les chargeurs de taille de « du Pon », amènent leurs chariots dans le bouveau de recoupe ; un gamin aidé d'un âne est chargé de leur avancer les chariots vides que la locomotive a laissés en *V₁* ; plus tard, quand le plan incliné sera en marche, l'accrocheteur qu'on mettra au pied du plan pourra en faire seul le service.

A la tête de la vallée de « Goussencourt », un seul meneur suffit pour assurer, outre la conduite du treuil, le trafic des chariots, prenant les vides en *V₁* et mettant les pleins en *P₁* ; les terres du troisième bouveau de recoupe sont amenées en *P₁* par le chargeur même (chaque poste comprend un bouveleur et un chargeur), aidé d'un âne.

Transport par la voie de 8-Paumes couchant. — Les rames vides partent de *B* ou de *C* et viennent se placer en *V₂* ; la machine détachée en *G* prend place en *H* à la tête du train plein ; temps de manœuvre : 15 secondes. Au pied du plan incliné de 8-Paumes, il y a un accrocheteur, aidé par un gamin et un poney, lequel avance également les chariots des bouveleurs.

Transport par la voie de 8-Paumes levant. — Il y a quelque temps, la couche 5-Paumes livrait du charbon par le premier bouveau de recoupe ; cette exploitation est terminée : sous peu, on y entreprendra une vallée dans 5-Paumes. La locomotive venant de *B* ou de *C* amènera sa rame vide en *V₃*, sur la voie du midi ; elle se placera en tête de la rame pleine *P₃* sur la même voie ; temps de manœuvre : 15 secondes. Comme on le voit, la voie du nord conser-

vée en ligne droite, permet le passage libre dans les deux sens des rames destinées aux chantiers plus au levant (voir fig. 13).

La même disposition est adoptée au deuxième bouveau de recoupe livrant actuellement 100 chariots environ par un plan incliné de 5-Paumes. L'accrocheteur du pied du plan est aidé par un gamin et un âne.

Au troisième bouveau de recoupe, la rame vide s'arrête en *V₅*, sur la voie du midi et le train plein est préparé en *P₅* sur celle du nord. Temps de manœuvre : 15 secondes. Les chariots y aboutissent ;

1° D'un plan incliné dans 8-Paumes dont le service est assuré par un accrocheteur et un petit meneur ;

2° Des tailles de la voie de niveau de 8-Paumes ; un meneur aidé d'un poney ramène les chariots de ces tailles au garage *P₅* ;

3° D'un plan incliné dans 5-Paumes ; un accrocheteur fait le service du plan ; un gamin aidé d'un poney fait la navette entre le plan et *P₅* ;

4° Des tailles de la voie de niveau de 5-Paumes ; le gamin et le poney renseignés au 3° font le service entre les fronts et le garage *P₅* ;

5° D'un montage dans la veine du Limet ; le chargeur de cette entreprise est desservi également par le gamin et le poney du 3°.

Tous les garages, *P₃*, *P₄*, *P₅*, échelonnés le long de la voie de 8-Paumes levant, peuvent recevoir des rames de 32 chariots, et la locomotive s'arrête à l'un ou à l'autre pour y faire un chargement complet.

Transport de la veine Inconnue. — Ici la manœuvre présente une certaine difficulté à cause du peu de distance qui existe entre 8-Paumes et cette veine ; les rames qui partent de l'accrochage pouvant être arrêtées à l'Inconnue ou poursuivre vers une autre destination, doivent toutes comprendre 32 chariots ; comme il est impossible de placer les 32 chariots pleins entre les deux couches, on utilise les deux voies pour former la rame pleine *P₆*. La ma-

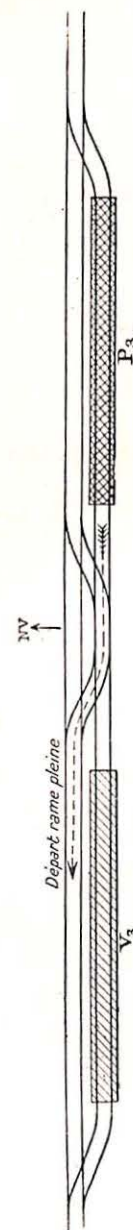


Fig. 13.

nœuvre se fait ainsi : la locomotive venant de *B* ou de *C* s'arrête en *R* et se détache de sa rame ; elle vient en *Q* tirer la première partie de rame pleine qu'elle refoule ensuite contre la deuxième partie garée dans l'autre voie et vient finalement s'arrêter en *S* avec son train complètement formé ; grâce aux aiguillages qui se trouvent en cet endroit, elle peut dès lors refouler la rame vide jusqu'en *V₆* et reprendre enfin sa place en *S* pour retourner vers les puits. Durée de la manœuvre : 4 minutes. Vu le faible trajet (500 mètres) et les longues manœuvres, cette partie du transport réduit considérablement la vitesse économique des machines. Disons de suite que des travaux sont entrepris pour supprimer cette manœuvre compliquée.

Les chariots proviennent :

1° D'un plan incliné de l'Inconnue ; un seul homme assure tout le service au pied du plan ;

2° Des tailles du niveau de l'Inconnue dont les produits sont ramenés par un gamin aidé d'un âne ;

3° Du creusement du nouveau nord de 516 mètres ; l'âne de la costresse de l'Inconnue est utilisé pour le roulage des terres.

Transport de la balance 516-440. — Les produits de l'étagé de 440 mètres descendent à 516 par une balance située à 140 mètres environ au nord de l'axe des puits et débouchant dans le nouveau même de 516 sur une triple voie. La locomotive partie de *B* ou de *C* s'arrête en *T'*, refoule les vides en *V₇* et s'en détache au point *T* : elle revient ensuite en *U*, en tête de la rame chargée. Cette balance, creusée avant l'établissement des locomotives, avait été étudiée pour mener avec chevaux des rames de 16 chariots ; de là l'impossibilité de garer en *P₇* plus de 20 chariots. Le temps nécessaire pour faire le circuit complet est de 7 minutes ; c'est, on le voit, un service très onéreux ; on peut calculer qu'une machine qui ferait sans arrêt ce travail, ne parviendrait pas à produire par poste plus de 60 à 65 tonnes-kilomètres. Les courbes des prix de revient par tonne-kilomètre (fig. 1) permettent de se rendre compte de l'influence défavorable de ce trafic sur le prix de revient général.

Au pied de la balance il y a deux meneurs.

La figure 14 donne à une échelle plus grande, la disposition de toutes les voies qui se trouvent aux environs des puits, la position de la balance, l'emplacement et les dimensions de la remise des locomotives.

Outre le personnel renseigné, il faut tenir compte de deux aiguilleurs, l'un aux « Quatre-Chemins » des contours d'accrochage (voir

fig. 14), l'autre à la bifurcation des voies de 8-Paumes sur le nouveau nord (voir fig. 4). Tout le service est assuré par quatre locomotives « Ruhrthaler », dont trois sont occupées le matin et une la nuit.

J'ai exposé avec certains détails l'organisation complète du trainage pour faire ressortir avec quelle souplesse les locomotives à benzine se prêtent aux services les plus compliqués ; à l'heure actuelle, tous les plans inclinés, vallées, balances et fronts de taille de niveau du Quesnoy sont directement desservis par ces machines. Si on ajoute que les plans inclinés arrivent toujours sans report sur la voie de niveau et qu'ils sont relevés à des distances telles que les chargeurs de taille puissent y amener leurs chariots, on comprendra que les frais de main-d'œuvre de transport soient réduits à leur minimum.

Avant de rechercher la courbe du prix de la tonne-kilomètre, résumons-nous : le nombre de points d'aboutissement des locomotives est actuellement de six ; bientôt il sera de sept, ce qui exige d'être plus fortement outillé à cause des arrêts inévitables que les machinistes doivent faire aux fronts et aux puits, comme il a été expliqué dans la première partie de ce travail ; certaines manœuvres commandées par des considérations spéciales sont longues ; le trafic de la balance 440-516 est particulièrement onéreux ; le nombre de chariots par rame n'a pu être porté qu'à 32 au lieu de 40 à cause de la pente défectueuse de 2 millimètres seulement par mètre de certaines voies anciennes ; on voit qu'on est loin ici du transport théorique entre deux points déterminés, comme on le suppose généralement dans les avant-projets ; le travail en tonnes-kilomètres ici sera forcément réduit par unité. Bien plus, la locomotive qui fait le service de nuit ne produit que 70 tonnes-kilomètres et comme le prix de revient s'établit sur l'ensemble des deux postes jour et nuit, il en résultera une nouvelle réduction du travail moyen par poste et par machine.

D'autres circonstances ont encore une influence défavorable : il faut poster des aiguilleurs en deux endroits différents des parcours ; d'autre part, l'essai a été fait pendant une période où la benzine cotait un prix très élevé (32 francs les 100 kilogrammes en moyenne) et de plus la consommation, donnée par le magasin, est supérieure à celle qu'on aurait portée en compte si on avait pesé journallement le remplissage des locomotives, parce qu'il y a des pertes inévitables par fuites, évaporation, manipulations diverses, marche des machines

en réparation etc.; enfin la consommation d'huile de graissage sera aussi exagérée du fait de changement de machinistes pendant la période d'essai (les nouveaux ayant toujours une tendance à graisser trop, de crainte d'accidents); cette consommation est d'ailleurs établie également par le magasin, et les déperditions portées, de ce fait, en compte aux machines.

Maintenant que le lecteur connaît exactement la situation, établissons le prix de la tonne-kilomètre :

L'essai a porté sur une période de 257 postes de machines.

Le travail total a été de 33,821 tonnes-kilomètres.

Par machine et par poste on a donc produit 132 tonnes-kilomètres

Frais fixes. — Salaires d'entretien :

Pour l'ajusteur	fr. 209.60
Pour divers (aidant en cas de grosse réparation, nettoyage salle de machines, convoyage de benzine et remplissage des réservoirs)	115.50
	fr. 325.10
Dépense par machine et par poste	fr. 1.26

Main-d'œuvre :

Machinistes	949.60
Suiveurs	810.50
	fr. 1,760.10
Dépense par machine et par poste	6.85
Aiguillage	736.30
Dépense par machine et par poste	2.86

Amortissement et entretien. Les quatre machines ont coûté 35,000 francs, y compris le chariot à benzine, et les diverses pièces de rechange; l'amortissement en 10 ans et l'intérêt à 5 % représentent annuellement une somme de 5,250.00

Ajoutons 750 francs, pour remplacement des pièces usées ou brisées, ce qui est certainement trop 750.00

	fr. 6,000.00
Dépense par machine et par poste	5.00

Frais variables. — Combustibles :

Benzine 5,184 kilogrammes	1,658.93
-------------------------------------	----------

ce qui représente un prix moyen de fr. 0.32 le kilogramme.

Dépense par machine et par poste 6.45

Graissage :

Huile, 980 kilogrammes à fr. 0.60	588.00
Graisse Stauffer, 32 kilogr. à fr. 0.33	10.56
Lavettes (sont nettoyées au magasin dans machine spéciale et continuellement réemployées)	1.00
	fr. 599.56

Dépense par machine et par poste 2.33

Dépense totale par machine et par poste . fr. 24.75

Prix de la tonne-kilomètre : 18.7 centimes.

Etablissons notre diagramme en admettant pour les frais variables la loi convenue dans la première partie de ce travail; il s'en découle la courbe I de la figure 10 accusant un prix de 18.7 centimes pour l'ensemble de deux postes jour et nuit. Le travail moyen au poste du jour étant de 163 tonnes-kilomètres, la tonne-kilomètre y est produite au prix de 15.5 centimes.

La courbe ainsi tracée n'est nullement comparable à celles d'Havré du Horloz, de Ressaix, parce que d'une part les circonstances particulières imposent ici des postes d'aiguilleurs qui n'existent pas dans ces charbonnages, et parce que d'autre part les essais ont été faits à une période où la benzine se payait 32 francs les 100 kilogrammes au lieu de 18 et fr. 22-40. Nous basant sur ce prix de 18 francs, et supprimant les frais d'aiguillage nous aboutissons à la courbe II, la seule qui puisse entrer en comparaison.

L'adoption des locomotives au Quesnoy a diminué dans de grandes proportions le prix de revient de la tonne-kilomètre. Un essai fait en octobre 1910 avec traction par chevaux et en n'envisageant que les voies principales seulement m'a donné fr. 0-204 au poste du matin, et fr. 0-443 durant la nuit; la moyenne s'élevait à fr. 0-247 y compris l'amortissement et l'entretien. A ce taux, l'économie annuelle s'élève actuellement à 9,500 francs. Mais le bénéfice qui en est résulté est bien plus considérable; au moment des essais avec usage de chevaux, le transport sur le nouveau nord de 516 était à sa limite de capacité et le moindre arrêt occasionnait des retards qu'on ne pouvait plus regagner; il en résultait des pertes de temps pour les meneurs, chargeurs, ouvriers à veine et par répercussion

aussi pour les coupeurs de mur, sans compter que souvent il fallait payer supplémentairement pour charger et garer pendant la nuit le charbon qui gênait pour le bosseyement; enfin les porions venaient fréquemment passer quelques heures sur les voies principales pour assurer l'évacuation de leurs produits, temps pendant lequel leurs chantiers restaient sans surveillance. A l'heure actuelle, tout est changé : jamais plus on n'attend de chariots vides, les fronts de tailles sont toujours nettoyés, et les chargeurs quittent les chantiers avec les abateurs, leur ouvrage complètement terminé; les porions ne sont plus retenus dans les voies de transport.

L'économie qui est résultée de ces considérations non calculables, est bien plus grande, surtout avec la législation actuelle, que celle que j'ai chiffrée plus haut sur le prix propre du transport. Ne terminons pas sans dire que l'emploi des locomotives au Quesnoy a solutionné en partie une des questions les plus brûlantes actuellement dans le bassin du Centre : rareté de personnel et surtout de meneurs.

Septembre 1912.

II. — Chambre de garage des locomotives à benzine du Quesnoy.

Des collègues ayant à plusieurs reprises demandé des renseignements sur la chambre de garage des locomotives du Quesnoy, j'ai cru qu'il serait intéressant d'en faire une description succincte. Les arrêtés d'autorisation, exigeant, qu'en cas d'incendie dans la remise, le personnel puisse se sauver sans passer dans son retour d'air, il sera tout indiqué dans la plupart des cas de la creuser très près des puits; la facilité du service et de la surveillance plaideront dans le même sens. A cause de la complication des voies existant déjà près des puits à l'étage de 516 mètres, on ne crut pas prudent d'ouvrir une nouvelle salle de grandes dimensions dans un trop petit rayon, et on se décida à la placer le long du bouveau nord principal au nord de la bifurcation des voies de contour (fig. 14). Une couche inexploitable située à 180 mètres des puits, dans laquelle existait déjà un montage de reconnaissance et qui, de plus, est recouverte d'un banc de grès dur d'une épaisseur de 20 mètres, fut l'endroit qui parut le plus propice. La résistance des galeries à travers bancs étant considérablement plus grande que celle des galeries en chassage, on disposa la remise parallèlement au bouveau en laissant entre les deux une

épaisseur de terrain de 4 mètres. J'ai ajouté sur le plan de la figure 14 une coupe longitudinale *EF* et deux coupes transversales *gh* et *lm* de cette salle. Elles indiquent en tout premier lieu que la remise proprement dite mesure 29 mètres de longueur, avec une section de $\frac{2.30 + 3.00}{2} \times 2.35$; l'extrémité nord, qui sert d'atelier de réparation, est surélevée de façon à permettre de lever les machines avec des palans (voir coupe *lm*); elle possède également sous l'une des voies une cave de 1^m00 $\times$ 0^m80 $\times$ 6^m00, pour les visites sous les machines. Une telle salle peut abriter huit locomotives.

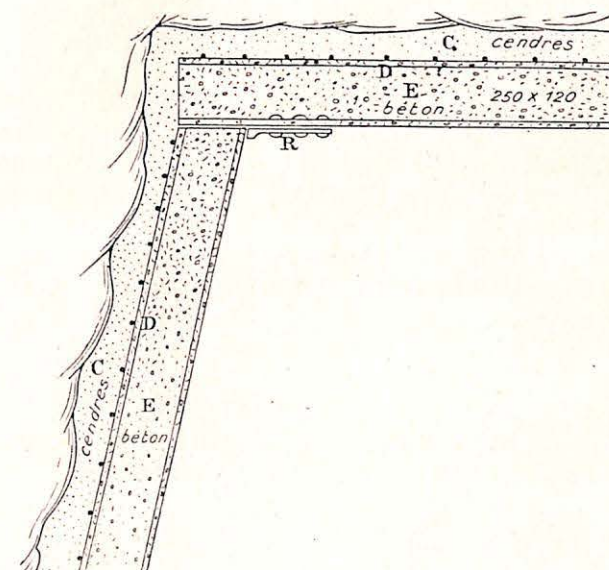


Fig. 15

Quoique les terrains encaissants soient du grès, on crut bon, à cause de la grande largeur, de leur donner un soutènement; la chambre fut donc armée de cadres en poutrelles de 250 $\times$ 120 millimètres (poutrelles de réemploi dont on pouvait disposer) posés tous les mètres. L'assemblage se faisait en coupant la tête des montants suivant un angle de 82°; sur les bèles on avait solidement rivé (fig. 15) des pièces d'arrêt *R* contre lesquelles les montants venaient se caler. Extérieurement, on terminait l'assemblage par des queues Daburon *D* placées tous les 0^m15 et on bétonna la largeur de la

poutrelle *E* avec une composition de 1/3 ciment, 1/3 poussier de grenaille, 1/3 grenailles $< 30 \text{ }^m/m$.

Dans la partie *C* séparant cette construction du terrain on damas des cendres. Le niveau du sol fut également bétonné pour satisfaire à l'arrêté d'autorisation qui exige un pavement imperméable. Il en fut de même de la cave.

Toute remise doit être munie d'une canalisation d'eau pour le remplissage des réservoirs avant le départ des machines; le premier projet était de puiser au cuvelage d'un des puits par une canalisation spéciale où la pression aurait atteint plus de 50 atmosphères, mais la rencontre dans les grès, d'une cassure *ZZ* (voir coupe *EF*) donnant de l'eau vint heureusement faciliter le problème; la venue qui reste invariable de 3,600 litres par 24 heures, fut captée dans des réservoirs d'une capacité de 600 litres placés entre les poutrelles du toit (voir coupe *EF*). La consommation du poste du matin étant plus importante que celle du reste de la journée, on établit un réservoir de $1 \frac{1}{2}$ mètre cube, en dérivation (voir vue en plan fig. 14), en utilisant dans ce but un tube de réemploi.

En *m* (coupe *EF*) se trouve un banc d'ajusteur avec armoires pour outils. D'autre part dans le bétonnage deux armoires de grandes dimensions furent aménagées pour remiser les pièces de réserve. Enfin sur un tableau sont classées toutes les clefs dont on peut avoir besoin en l'absence de l'ajusteur; ce tableau porte, peint en rouge sur fond noir, le dessin de toutes les clefs, de sorte que la disparition de l'une quelconque d'entre elles est tout de suite observée; cette précaution est suffisante pour empêcher les vols. D'ailleurs l'accès de la remise n'est autorisé qu'à certaines personnes, les portes en sont normalement fermées et les clefs mises sous la garde des chefs accrocheurs du puits Saint-Paul.

L'éclairage de la salle est assuré par six lampes à incandescence, dont une portable.

A cause de la venue d'eau, on ne peut maintenir à sec la cave de visite; pour l'assécher il fut branché sur la conduite à air comprimé passant dans le bouveau, un tuyau de $\frac{1}{4}$ pouce amenant un jet d'air comprimé à la base d'un tuyau de refoulement de $1 \frac{1}{2}$ pouce (fig. 16); ce pompage par émulsion mis en action quelques minutes tous les jours suffit pour enlever toutes les eaux.

L'entrée de la salle se fait par les deux bouts grâce à des courbes en S au rayon minimum de 10 mètres; les aiguilles placées dans le bouveau, l'une sur la voie à charge, l'autre sur celle à vide, sont

toujours abordées par le talon dans le transport normal. Ces galeries en courbes sont revêtues de poutrelles de 120×80 millimètres (type adopté pour certains bouveaux en bons terrains) avec intercalation de maçonnerie disposée en cintre; entre les bèles on dama du béton.

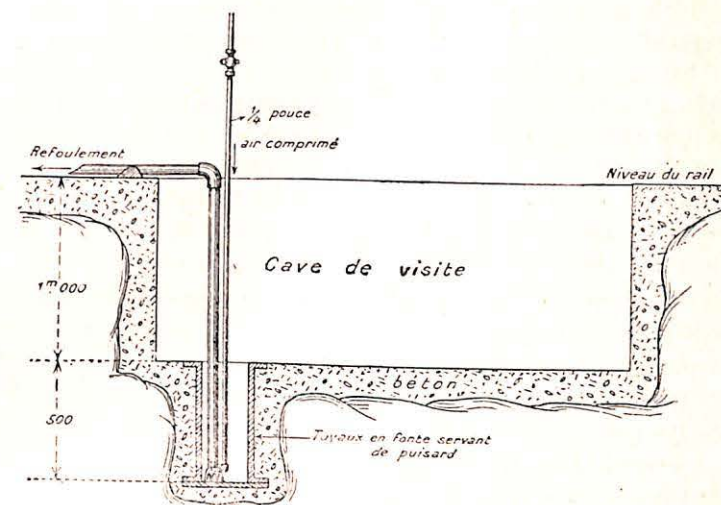


Fig 16.

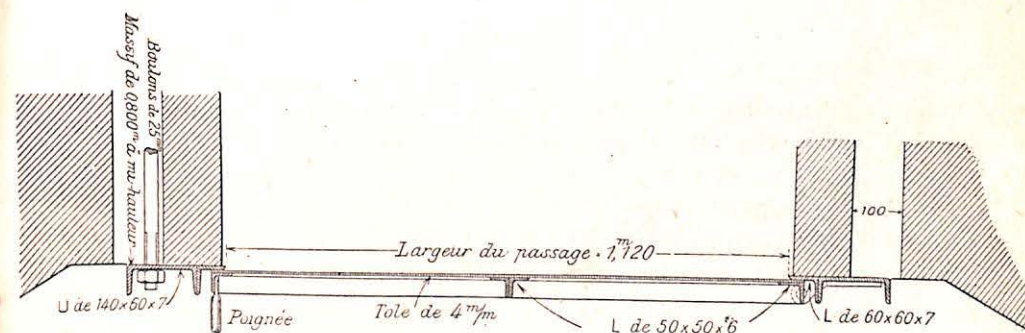


Fig 17.

Les portes métalliques exigées dans ces courbes par l'arrêté d'autorisation, laissent un passage de $1'12 \times 1'75$ (fig. 17). Elles sont constituées d'une tôle de 4 millimètres raidie par un cadre en cornières de $50 \times 50 \times 6$. Chaque porte est suspendue sur un encadrement composé d'un fer *U* de $140 \times 60 \times 7$ sur l'aile duquel est

rivé une cornière de $60 \times 60 \times 7$ faisant butée. L'encadrement mis à plat sur le bloc de béton y est tenu par des boulons de 25 millimètres, traversant le massif dans des trous de grand diamètre de façon à ce que, par le simple desserrement des boulons, les mouvements de terrains n'aient aucune action destructive sur les portes. Pour faciliter leur fermeture, leur plan, quand elles sont closes, forme avec l'horizontale un angle de 85° .

Enfin une des clauses de l'autorisation exigeait que le montage servant de retour d'air fut revêtu sur toute sa longueur de matériaux incombustibles. Vu la nature solide des terrains encaissants, on put se contenter de cintres en vieux rails hors service, type 10 kilogrammes du mètre courant, au diamètre intérieur de 1^m20 et armés de queues Daburon et de pierres.

Les chiffres qui suivent renseigneront sur le prix d'établissement de cette salle de garage :

Garage proprement dit :

Creusement	fr. 2,650
Poutrelles revêtement	1,350
Assemblage et placement	365
Queues Daburon	192
Bétonnage	800

fr. 5,357

Courbes d'entrée :

Creusement	fr. 700
Poutrelles revêtement	1,020
Placement, maçonneries et bétonnage	530

fr. 2,250

Retour d'air :

Cadres en rails	fr. 650
Queues Daburon	470
Placement	860

fr. 1,960

Divers :

Portes métalliques avec placement fr.	600
Eclairage	60
Captation d'eau et tuyauterie	250

fr. 910

Prix total. . fr. 10,497

Le prix d'établissement du garage s'établit donc par machine abritable à $\frac{10,497}{8} = 1,312$ francs.

Dans l'étude précédente, j'ai avancé que le prix d'une remise équivalait à peu près à celui d'une écurie logeant la même puissance. Faisons une comparaison avec les écuries telles qu'on les établit au Quesnoy : elles sont revêtues sur chacune des faces longitudinales de murs de 0^m60 d'épaisseur ; la largeur entre murs mesure 4^m50 et l'écartement entre chacun des chevaux est de 1^m20 ; le toit est soutenu par un poutrellage bétonné, supporté d'autre part par deux rangées de bois frêtés faisant la séparation entre les chevaux ; le sol est pavé de briques. Par cheval à loger (c'est-à-dire par 1^m20 de longueur), une telle écurie coûte :

Creusement	fr. 98
Poutrelles	51
Bois frêtés	10
Maçonnerie, bétonnage, pavage	62
Crèches, éclairage et divers	10
Retour d'air (variable; admettons)	10

Prix par cheval. . fr. 241

Comme on admet généralement qu'une locomotive assure le service de six chevaux au moins, le prix correspondant du garage des locomotives prend la valeur de $\frac{1,312}{6} = \text{fr. } 218.50$ environ. On voit que

les deux dépenses sont sensiblement les mêmes et semblent être moins élevées encore pour les machines que pour les chevaux ; il est bien entendu que les prix établis ci-dessus n'ont rien d'absolu, dans l'un comme dans l'autre cas ; ils varieront suivant la nature des terrains, le cube de logement par unité de puissance, le confort plus ou moins grand dont on veut s'entourer.