

CHAPITRE XIII

DIMENSIONS DES MACHINES, CAHIER DE CHARGES, DURÉE ET CONSOMMATION EN COMBUSTIBLE.

DIMENSIONS.

Dimensions des éléments principaux.

Nous indiquerons dans ce chapitre non-seulement les dimensions principales, mais encore celles de toutes les parties des machines en usage sur nos chemins de fer. Les chiffres seront extraits du *Guide du mécanicien*. Nous ferons aussi quelques emprunts à l'ouvrage anglais de Kinnear Clark.

Dans un chapitre suivant nous donnerons le résumé des expériences faites par MM. Gouin, Lechatelier, Clark, Gooch, Polonceau, etc., dans le but d'étudier les causes diverses qui peuvent influer sur les dimensions qu'il convient de donner aux machines.

Nous verrons aussi comment on peut, au moyen d'une formule, calculer les principales dimensions d'une machine locomotive eu égard à la charge qu'elle peut remorquer et à la vitesse à laquelle elle doit marcher avec cette charge, et jusqu'à quel point les données fournies par la pratique s'éloignent de celles fournies par la théorie.

Surface de chauffe totale. — La nécessité de marcher à de grandes vitesses avec de faibles charges a conduit les ingénieurs à augmenter les surfaces de chauffe autant que possible.

Ainsi, lorsque la surface de chauffe totale des machines à voyageurs de Sharp-Roberts, employées il y a vingt ans sur le chemin

de Versailles (rive gauche), n'était que de 56 mètres carrés, celle des machines actuelles du chemin d'Orléans, à roues indépendantes, marchant à toutes vitesses, est de 79 mètres carrés; des machines Gouin employées sur le chemin du Midi, de 96 mètres carrés; et celle des machines Crampton, au Nord, consacrées exclusivement au service des trains express, est de 98^{m²},42.

On fait aussi un grand usage de machines mixtes dont la surface de chauffe est de 85 à 95 mètres carrés.

Pour les machines à marchandises ordinaires, on a porté la surface de chauffe à 153 mètres carrés (machines du Bourbonnais), et pour celles qui sont destinées à un service exceptionnel (machines Engerth) à 196^{m²},40.

Rapport des surfaces de chauffe. — L'accroissement des surfaces de chauffe ayant porté en même temps sur la surface du foyer (surface de chauffe par rayonnement) et sur celle des tubes (surface par contact), le rapport des deux surfaces s'est trouvé plutôt diminué qu'augmenté. Il a même, dans certaines machines, considérablement diminué.

Ainsi, la surface de chauffe par rayonnement à celle par contact dans les anciennes machines de Sharp étant de 1 : 8 1/2, elle est dans les machines à voyageurs construites récemment (machines Polonceau) de 1 : 12 ou de 1 : 13 (machines Crampton); dans les machines à marchandises Polonceau de 1 : 14,50; dans celles du Bourbonnais de 1 : 15, et dans les machines Engerth de 1 : 19; dans les nouvelles machines à fortes rampes du Nord, elle est de 1 : 17,50.

Surface de chauffe du foyer. — Les plus grands foyers sont ceux des machines Crampton pour voyageurs, et Engerth pour marchandises. La surface de chauffe des premiers est de 7 mètres carrés, des seconds de 9^{m²},70.

Surface des tubes. — Les plus grandes surfaces de chauffe par contact sont aussi celles des machines Crampton et Engerth; les premières ont 91^{m²},42, les secondes 186^{m²},70.

Surface de la grille. — La surface de la grille a augmenté avec la grandeur du foyer. Le rapport de cette surface à la surface de chauffe est généralement plus faible dans les machines à voyageurs

que dans celles à marchandises. Ainsi, lorsque nous le trouvons de 1 : 71 ou 1 : 72 dans un certain nombre de machines à voyageurs (Polonceau, Guoin, Crampton), il est de 1 : 100 environ dans les machines à marchandises Polonceau, du Bourbonnais et Engerth.

Longueur des boîtes à feu. — La longueur des boîtes à feu dans les anciennes machines à voyageurs Stephenson, avec foyer en porte à faux sur l'essieu d'arrière, ne pouvait dépasser une certaine limite sans diminuer outre mesure la stabilité de la machine. Transportant dans ces machines un des essieux à l'arrière de la boîte à feu, on a pu en augmenter la longueur. Cette longueur prise à l'intérieur de la boîte est, dans les machines construites le plus récemment, celles du chemin d'Orléans de 1^m,20, celles du chemin du Midi de 1^m,28, et dans les machines Crampton de 1^m,57. Dans les machines à marchandises du Bourbonnais elle est de 1^m,55, dans les machines du Nord pour de fortes rampes de 1^m,59. Dans les machines Engerth, où, comme on sait, le foyer repose en partie sur le tender, on a porté cette longueur à 1^m,66 (machine Kessler, du Midi).

Largeur des boîtes à feu. — La largeur du foyer se trouve limitée par les longerons du châssis ou par les roues. Elle atteint un maximum dans les machines à marchandises à fortes rampes du Nord (1^m,26), et dans les machines Engerth du Nord (1^m,55). Dans les autres machines, elle ne dépasse pas 1^m,10.

Profondeur. — La profondeur des boîtes à feu, c'est-à-dire la distance de la grille au ciel, varie de 1^m,500 à 1^m,500.

Écartement des parois. — L'écartement longitudinal intérieur entre les parois du foyer et son enveloppe varie de 0^m,075 à 0^m,080. L'écartement transversal est quelquefois un peu plus faible.

Longueur du corps cylindrique. — La longueur du corps cylindrique, qui n'était que de 2^m,45 dans les anciennes machines à voyageurs de Sharp, est aujourd'hui dans les machines de cette espèce de 3^m,25 à 3^m,55 (machines Polonceau et Guoin). Pour les machines à marchandises ordinaires, elle dépasse 4 mètres (Polonceau et Bourbonnais).

Dans les machines Crampton, cette longueur est de 3^m,55; dans les machines Engerth, du Nord, de 4^m,89.

La longueur des tubes est en rapport avec celle du corps cylindrique. Elle est seulement un peu plus grande.

Sauf le cas où le régulateur est placé à l'origine du tuyau, les lumières du régulateur ont une section supérieure à celle du tuyau de prise de vapeur, qui a lui-même une section égale à un dixième de l'air de chaque piston.

Diamètre intérieur du corps cylindrique. — Le diamètre intérieur du corps cylindrique est au minimum de $0^m,95$ à $0^m,97$. Il n'a pas jusqu'ici dépassé $1^m,50$ dans les machines faites pour les chemins à petite largeur de voie.

Dimensions de la boîte à fumée. — Les dimensions de la boîte à fumée ne sont pas aussi indifférentes qu'elles peuvent le paraître au premier abord : elles influent, comme nous le verrons, sur le tirage. La longueur, variant de $0^m,60$ à $0^m,90$, est généralement moins grande que celle de la boîte à feu.

La largeur varie de $1^m,20$ à $1^m,40$.

La capacité, moins le volume des cylindres, de $0^m,750$ à $0^m,950$.

Dimensions de la cheminée. — En France, la hauteur des ouvrages d'art étant de $4^m,50$, la hauteur effective de la cheminée varie, suivant la hauteur de la chaudière, de $1^m,60$ à 2 mètres; son diamètre intérieur varie de $0^m,35$ à $0^m,45$.

Dans les machines très-élevées dont la hauteur de la cheminée est trop restreinte, on descend la base de celle-ci jusqu'au niveau des tubes.

Diamètre des cylindres. — Le diamètre des cylindres des machines à voyageurs, qui, dans les anciennes machines de Sharp, où l'on ne faisait pas usage de la détente variable, n'était que de $0^m,55$, a été porté dans les nouvelles machines à $0^m,40$ (machines Polonceau), et même à $0^m,42$ (machines Gouin). Dans les machines à marchandises, il est généralement plus grand : ainsi, dans celles du Bourbonnais, il a atteint $0^m,45$; dans les machines à fortes rampes du Nord, $0^m,48$, et dans les Engerth, $0^m,50$.

• **Course des pistons.** — La course du piston, qui n'était que de $0^m,46$ dans les machines à voyageurs de Sharp, est de $0^m,60$ dans les machines à voyageurs Polonceau; de $0^m,65$ dans les puissantes machines à marchandises du Bourbonnais et dans les Engerth.

Inclinaison des cylindres. — Les cylindres, dans toutes les machines à voyageurs récemment construites, sont horizontaux. Ils sont inclinés à $60^{\circ}, 38'$ dans les machines à marchandises Polonceau, horizontaux dans les machines Engerth et les machines à fortes rampes du Nord.

Avance. — L'avance angulaire est de 30 degrés dans la plupart des machines à voyageurs actuelles; de 15 degrés seulement dans les Crampton.

Dans les machines à marchandises, l'angle d'avance est assez variable. Dans les machines du Bourbonnais, il n'est que de $12^{\circ}, 15'$.

Diamètre des roues. — Le diamètre des grandes roues dans les machines à roues indépendantes, les grandes roues étant en avant de la boîte à feu, étaient, dans les machines de Sharp, de $1^{\text{m}}, 66$. Il a été porté dans un grand nombre de machines semblables à $1^{\text{m}}, 80$, et par M. Polonceau à $2^{\text{m}}, 02$. Dans les machines Crampton, on s'est servi de roues du diamètre de $2^{\text{m}}, 30$ (machines des chemins de fer de l'Est). Les roues d'avant, dans les machines ordinaires, sont de même diamètre que celles d'arrière. Dans les machines Crampton, les roues du milieu sont d'un diamètre un peu plus petit que celles d'avant ($1^{\text{m}}, 22$).

* Dans les machines mixtes, les roues couplées ont de $1^{\text{m}}, 60$ à $1^{\text{m}}, 70$; les autres roues $1^{\text{m}}, 10$.

Dans les machines à marchandises ordinaires, le diamètre des roues ne dépasse pas $1^{\text{m}}, 50$ (machines du chemin de Lyon), et descend à $1^{\text{m}}, 26$ (machines du Bourbonnais). Dans les Engerth, il est de $1^{\text{m}}, 25$. Dans les machines à fortes rampes du Nord, de $1^{\text{m}}, 06$ seulement.

Fusées. — Le diamètre et la longueur des fusées varient avec la charge.

Dans les machines à voyageurs de M. Polonceau, le diamètre de la fusée de l'essieu d'avant est de $0^{\text{m}}, 135$, de l'essieu du milieu, $0^{\text{m}}, 155$, et de l'essieu d'arrière, $0^{\text{m}}, 110$. La longueur des fusées est respectivement de $0^{\text{m}}, 250$, $0^{\text{m}}, 190$ et $0^{\text{m}}, 210$.

Pompes. — Course. — Lorsque les pompes sont mues par des excentriques, la course est égale au double du rayon d'excentricité, et varie de $0^{\text{m}}, 110$ à $0^{\text{m}}, 140$; son diamètre est habituellement de

0^m,10. La bielle qui commande le plongeur doit avoir au moins 0^m,50 de longueur. Quelquefois, à défaut d'un espace suffisant, on a placé ces pompes en avant de l'essieu moteur, mais cette disposition est exceptionnelle.

Le diamètre du plongeur est généralement de 0^m,04 à 0^m,07; la course de 0^m,46 à 0^m,70.

Tuyau d'aspiration et de refoulement. — Le tuyau en cuivre rouge au moyen duquel les pompes puisent leur eau dans le tender a de 0^m,04 à 0^m,05 de diamètre, et de 0^m,0025 à 0^m,004 d'épaisseur; il aboutit au tender, où son orifice peut être fermé à volonté par une soupape, comme nous l'indiquerons plus tard.

Le *tuyau de refoulement* est en cuivre rouge de 0^m,0025 à 0^m,004 d'épaisseur, et de même diamètre que le tuyau d'aspiration.

Poids des machines. — Le poids des machines est très-variable.

Les anciennes machines Buddicom à voyageurs ne pesaient que 17 tonnes, la chaudière portant la quantité d'eau nécessaire pour la marche; les machines à voyageurs du chemin d'Orléans récemment construites pèsent environ 25 tonnes. Les Crampton, 27 tonnes; les machines mixtes, 23 à 25 tonnes, quelquefois 36 tonnes (Gouin); les machines à marchandises (Polonceau), 50 tonnes; celles du Bourbonnais, 52 tonnes; les machines Engerth à marchandises, avec leur tender, 62^t,80.

Répartition du poids sur les essieux. — La répartition du poids sur les essieux varie suivant les machines.

En général, le poids sur un essieu ne dépasse pas 12 tonnes.

Dans les machines à voyageurs à roues indépendantes, l'essieu moteur supporte une partie considérable de la charge.

Si cet essieu est placé au milieu, comme dans les machines du modèle Stephenson, et que l'un des essieux se trouve en arrière de la boîte à feu, l'essieu de devant porte, au chemin de Strasbourg, la machine étant chargée, 6,400 kilog., celui de derrière 5,055 kilog., et l'essieu moteur 8,200 kilog.

La charge sur les essieux des machines Crampton à voyageurs, grande vitesse de Stephenson, Engerth mixte ou à roues coupées, et machines à très-petite vitesse du Nord, sera indiquée dans

le chapitre consacré à la description spéciale de ces machines.

Dans les machines à marchandises du système ordinaire autres que celles du chemin d'Orléans, la charge est répartie également ou à peu près sur les essieux, comme dans les machines de ce chemin.

Dimensions des parties composantes des éléments principaux.

Après avoir indiqué les dimensions adoptées pour les éléments principaux de la locomotive, nous allons passer en revue les parties composantes de chacun de ces éléments.

Foyer. — Une seule feuille de cuivre forme le *ciel* ou plafond et les *parois latérales du foyer*; deux autres feuilles dont les rebords sont pliés en forme de corniche forment, l'une la paroi *antérieure* ou plaque *tubulaire* qui reçoit les tubes, l'autre la paroi *postérieure* dans laquelle est percée la porte du foyer. Ces trois plaques sont assemblées entre elles au moyen de rivets en cuivre ou en fer.

Les armatures sont espacées d'axe en axe de 0^m,10, et, les boulons étant à la même distance entre eux, le diamètre de ces boulons est calculé de manière à supporter un effort de 720 kilog. environ.

Les armatures des machines Crampton, dont la longueur est de 1^m,55, sont formées de deux feuilles de 0^m,010 d'épaisseur sur 0^m,180 de hauteur au sommet.

Grille. — L'écartement des barreaux de la grille varie avec le combustible employé. Pour des cokes de pureté moyenne, il est de 0^m,018 à 0^m,025; pour des cokes contenant une grande quantité de mâchefer, il doit être plus grand; pour le bois, dans les machines américaines, il est de 0^m,025.

Les barreaux ont habituellement 0^m,100 de hauteur au milieu, 0^m,015 de largeur à la partie supérieure, et environ 0^m,010 à la partie inférieure, que l'on amincit pour faciliter le passage de l'air.

Les barres transversales supportant les barreaux sont en fer carré de 0^m,04 de côté; elles reposent elles-mêmes sur des consoles ou pattes en fer forgé vissées et boulonnées sur la pièce qui établit la jonction entre les boîtes à feu intérieure et extérieure; ces barres portent des goujons qui entrent dans des trous correspondants ménagés sur les consoles.

La surface de la grille est généralement placée à 0^m,05 ou 0^m,04 en contre-haut du fond de la chaudière, afin que les dépôts d'incrustations qui s'accumulent et se solidifient dans cette partie, pendant le temps que la machine reste en service, ne s'élèvent pas plus haut que le point où le combustible incandescent est en contact avec les parois.

Porte et trou d'homme. — La porte est de forme ovale ou rectangulaire avec angles arrondis; le trou qu'elle ferme est percé à travers les parois postérieures des deux boîtes à feu, qui sont reliées par un anneau en fonte ou fer forgé et des entre-toises qui traversent l'épaisseur de cet anneau. Elle est en tôle de 0^m,01 d'épaisseur, et garnie intérieurement d'une autre plaque qui en est maintenue à 0^m,06 ou 0^m,07 de distance par des entre-toises en fer; cette plaque reçoit l'action directe du feu, concourt à empêcher le refroidissement et conserve la porte. Elle a habituellement 0^m,35 sur 0^m,27 d'ouverture.

Diamètre, épaisseur, écartement des tubes. — Le diamètre intérieur des tubes dans nos machines où l'on brûle du coke ou de la houille varie de 0^m,045 à 0^m,050; dans les machines à fortes rampes du Nord, il n'est que de 0^m,037; dans les machines américaines où l'on brûle du bois ce diamètre est de 0^m,051.

L'épaisseur varie de 0^m,002 à 0^m,025; dans les machines à fortes rampes du Nord elle n'est que de 0^m,0015.

L'écartement varie avec la nature de l'eau. Pour les eaux les plus pures, il ne descend pas au-dessous de 0^m,015. D'après les auteurs du *Guide du mécanicien*, 0^m,017 serait la moyenne la plus convenable.

Trous de la plaque du foyer. — On donne, en construisant, aux trous de la plaque du foyer un diamètre de 0^m,002 inférieur à celui des trous de la plaque opposée, et, après trois ou quatre changements de tube, les premiers se sont agrandis, par le refoulement du métal, au diamètre des derniers; cette différence est d'ailleurs nécessaire pour l'enlèvement facile des tubes qui se recouvrent d'incrustations.

On fait entrer les viroles à coups de marteau et on serre fortement le bord des tubes contre les trous qu'ils remplissent. Les

viroles doivent rester de 1 ou 2 millimètres seulement en saillie sur la plaque tubulaire.

Boîte à fumée. — L'épaisseur des parois latérales en tête de la boîte à fumée est de $0^m,010$ dans les machines ordinaires. Dans les machines Engerth elle atteint $0^m,015$. — L'épaisseur de la plaque tubulaire de la boîte à fumée varie de $0^m,015$ à $0^m,020$ (machines Engerth).

Corps cylindrique. — L'épaisseur de la tôle formant l'enveloppe de la chaudière varie de $0^m,011$ à $0^m,0125$ dans la plupart des machines; elle est de $0^m,015$ dans les machines Engerth du Creusot.

Cheminée. — La cheminée est de forme cylindrique et construite d'une seule feuille de tôle de $0^m,004$ à $0^m,005$ d'épaisseur; elle se place sur le sommet de la boîte à fumée, à laquelle on la rattache par des boulons, dont il faut avoir soin de placer les écrous en dehors pour faciliter le démontage.

Registre. — On donne habituellement au registre unique que porte chaque machine une ouverture de $0^m,25$ sur $0^m,20$.

Tuyaux des prises de vapeur. — La section intérieure des tuyaux de prise de vapeur varie de un dixième à un douzième de celle de chaque cylindre; celle des tuyaux de bifurcation doit être égale à la moitié au moins de la précédente.

L'épaisseur des tuyaux de prise de vapeur n'est que de $0^m,0015$ dans les dernières machines de M. Polonceau.

Tiroirs. — On laisse au tiroir un jeu de $0^m,003$ à $0^m,004$ dans ses guides; c'est l'existence de ce jeu qui rend surtout nécessaire l'interposition du ressort.

Tuyau d'échappement. — Lorsque le tuyau d'échappement est unique et placé dans l'axe de la boîte à fumée, on est forcé de lui donner une forme elliptique dans toute la partie qui correspond aux tubes, afin de faciliter le nettoyage de ceux-ci.

La section du tuyau d'échappement est habituellement, pour chaque cylindre, égale à celle du tuyau de prise de vapeur, c'est-à-dire à environ un dixième de l'aire du piston; quelquefois elle lui est supérieure d'un cinquième; si le tuyau est commun, cette section doit être doublée.

Cylindre. — Le fond du cylindre, lorsqu'il est mobile, et le couvercle, doivent être parfaitement dressés; ils sont boulonnés sur des brides venues à la fonte sur le cylindre; quelquefois les boulons ont la tête noyée dans le corps même du cylindre, dont la tranche est exactement planée et forme joint avec le rebord du couvercle. Les brides sur lesquelles sont boulonnés les couvercles ont de 0^m,03 à 0^m,04 d'épaisseur sur 0^m,06 de largeur; on les dresse exactement, afin que la juxta-position soit aussi parfaite que possible. Les parois du cylindre ont de 0^m,025 à 0^m,030 d'épaisseur, et sont quelquefois renforcées par des nervures annulaires de 0^m,01 de saillie. Il convient de donner aux cylindres neufs une sur-épaisseur, afin de pouvoir les aléser deux ou trois fois sans craindre de compromettre leur solidité; on donne immédiatement à l'entrée et au couvercle qui y pénètre le diamètre maximum que les alésages successifs peuvent atteindre. Les plateaux doivent être aussi minces que possible, pour que, dans le cas de rupture ou de dérangement du piston, ils puissent casser, mais préserver le cylindre lui-même d'une rupture qui occasionnerait des réparations dispendieuses.

Boîte du tiroir. — La boîte du tiroir, quelles que soient sa forme et sa disposition, a une capacité assez grande pour que le tiroir ne fasse pas obturateur et ne gêne pas le passage de la vapeur. La surface, qui comprend les orifices des lumières et sur laquelle glisse le tiroir, ou, en d'autres termes, la *table du cylindre* ou le *siège du tiroir*, est exactement dressée et rodée. Les parois n'ont guère que de 0^m,015 à 0^m,022 d'épaisseur; une bride et des boulons fixent le couvercle, qui est renforcé par des nervures.

Tension. — La section des lumières ou conduits de vapeur à l'introduction est à peu près égale à celle du tuyau de prise de vapeur, celle de la lumière d'échappement à peu près égale à la somme des deux autres. Le développement des conduits d'introduction est variable.

Couvercles. — Les couvercles entrent à frottement doux, et sur une longueur d'environ 0^m,03 à 0^m,04 dans les cylindres. Le fond ou couvercle d'arrivée, lorsqu'il est mobile, porte les glissières; et,

dans ce dernier cas, il doit être assujéti très-solidement; il porte un *stuffing-box* ou *boîte à étoupes*, composé généralement d'un anneau en bronze, appelé *grain*, et d'un *chapeau* ou *presse-étoupes*, également en bronze ou en fonte, garni alors d'une bague en bronze, dans lesquels glisse, à frottement doux, la tige du piston; une *garniture* en chanvre enduit de suif est pressée entre le grain et le chapeau, et forme un joint imperméable à la vapeur, tout en permettant à la tige de glisser sans trop de résistance. La hauteur de la garniture est de 0^m,08 à 0^m,10, et son épaisseur de 0^m,015 à 0^m,020. On a souvent essayé, mais sans suite, des garnitures métalliques.

Les couvercles dont la surface est plane ont une épaisseur un peu plus grande que celle des cylindres; les boulons qui servent à les attacher sont au nombre de huit à dix, et ont environ 0^m,025 de diamètre.

Robinets purgeurs. — Les robinets purgeurs ne présentent rien de particulier comme disposition; ils sont en bronze, d'une section intérieure variant de 0^m,005 à 0^m,012.

Pistons. — On donne aux segments des pistons 0^m,03 de hauteur et près de la fente 0^m,015 à 0^m,020 d'épaisseur; cette épaisseur croît jusqu'à l'extrémité opposée du diamètre correspondant, suivant une progression que l'expérience et le tâtonnement indiquent pour chaque espèce de métal et pour les différents diamètres de cylindres. Les segments sont ajustés avec une grande précision, non-seulement sur leur surface extérieure, mais encore sur les deux tranches, car les fuites de vapeur pourraient s'établir tout aussi bien entre les plateaux et les segments qu'entre les segments et les parois du cylindre. Au point où le coin de serrage s'applique, les deux extrémités du segment présentent chacune un renflement qui sert d'appui au coin; l'angle de celui-ci est de 60 à 80 degrés. Dans le piston Ramsbottom et Suédois, l'épaisseur des segments ne dépasse guère 8 à 12 millimètres, elle est constante, et les segments font eux-mêmes ressorts.

Les tiges de piston sont cylindriques dans toute leur étendue, leur diamètre varie de 0^m,06 à 0^m,08.

Bielles. — La longueur des bielles en général est au moins cinq fois celle du rayon de la manivelle.

Excentriques. — Le diamètre des poulies d'excentrique dépend du diamètre de l'essieu et de la course du tiroir ; il s'augmente de toute la quantité qui est nécessaire pour embrasser l'essieu du côté opposé au centre de l'excentrique, et que l'on peut réduire à $0^m,025$, en fabriquant en fer la petite moitié, dans le cas où les poulies sont indépendantes. Leur épaisseur varie de $0^m,05$ à $0^m,07$.

Les colliers d'excentrique, lorsqu'ils sont indépendants de la barre, sont en bronze. Leur largeur est égale à celle des poulies ; cependant, quand les deux excentriques sont accolés, on réduit leur épaisseur de $0^m,001$ sur chaque face, afin d'avoir $0^m,002$ de jeu entre les deux colliers. Leur épaisseur varie de $0^m,04$ à $0^m,07$; elle doit être assez forte pour que l'on puisse aléser plusieurs fois, tout en conservant une résistance suffisante.

Les barres d'excentrique sont en acier fondu ou en fer plat, de $0^m,08$ à $0^m,09$ de hauteur à un bout, et $0^m,05$ à $0^m,06$ à l'extrémité opposée à l'excentrique ; elles ont $0^m,015$ à $0^m,020$ d'épaisseur. Dans quelques cas, pour éviter un essieu placé au même niveau que l'essieu moteur, on a coudé l'une des barres d'excentrique.

Coulisse. — La coulisse, ainsi que toutes les pièces de la distribution, sont aciérées et trempées pour résister à l'usure produite par le frottement.

Appareils de changement de marche (leviers). — On fait quelquefois venir les leviers de forge sur l'arbre, sur une longueur de $0^m,10$ à $0^m,20$, pour souder ensuite à ces amorces les barres de fer qui les complètent ; on a commencé par les ajuster au moyen de clavettes ; mais on peut se contenter de les souder par encollage, aujourd'hui que le travail de la forge est assez perfectionné pour qu'un tel mode de soudure donne toute espèce de garantie.

L'arbre de relevage doit être très-fort pour résister à la torsion ; son diamètre varie de $0^m,05$ à $0^m,08$. Il est solidement encastré à ses extrémités dans de larges paliers fixés aux longerons intérieurs des châssis, et garnis de coussinets en bronze, ou plus simplement en fonte. Quelquefois on remplace le palier par une crapaudine en fer aciéré sur laquelle l'arbre s'appuie par son extrémité.

Châssis. — L'écartement des longerons du châssis, s'il est inté-

rieur, varie de 1^m,20 à 1^m,50. S'il est extérieur, il s'élève à 1^m,80 ou 2 mètres. Dans les machines Crampton, il atteint 2^m,40.

La hauteur des longerons est ordinairement de 0^m,20 à 0^m,24, quelquefois de 0^m,30; leur épaisseur, de 0^m,025 à 0^m,030.

La hauteur de l'axe des tampons au-dessus du rail varie entre 0^m,97 et 1^m,05. L'écartement des tampons d'axe en axe est 1^m,70 à 1^m,80.

Ressorts. — La largeur des ressorts est à peu près invariablement de 0^m,09. Quant à la longueur, elle est variable, ainsi que le nombre des feuilles.

Ainsi, dans les machines à voyageurs construites par M. Polonceau, la longueur des trois ressorts de suspension est constante (0^m,76), mais celle du ressort de traction est plus grande (1^m,10). L'épaisseur des feuilles est pour tous les ressorts de 0^m,01, mais le nombre, qui est de 14 pour le ressort d'avant, n'est plus que de 12 pour celui du milieu, et de 6 pour le ressort d'arrière; il est de 12 pour le ressort de traction. La charge sur chaque ressort d'avant ou du milieu est de 5,000 kilogrammes, sur chaque ressort d'arrière de 1,500 kilogrammes seulement.

Dans les machines à marchandises du même constructeur, la largeur des ressorts de suspension et de traction est la même que dans les machines à voyageurs, mais la longueur de chacun des ressorts de suspension est de 0^m,94 lorsque celle du ressort de traction est de 0^m,87. Le nombre des feuilles est de 12 pour chacun des ressorts de suspension extrêmes, et de 10 pour celui de milieu, et de 12 pour le ressort de traction. La charge est sur chacun des ressorts de suspension de 4,500 kilog.

Tous ces ressorts sont en acier fondu. L'épaisseur des feuilles varie ordinairement de 0^m,010 à 0^m,012, rarement elle atteint 0^m,015.

CAHIER DE CHARGES.

Les conditions générales des cahiers de charges pour les locomotives à voyageurs et pour celles à marchandises étant les mêmes, il nous suffira d'indiquer celles du cahier de charges des locomotives à marchandises des chemins de fer de l'Est. Ce cahier de charges diffère peu de celui des autres Compagnies et peut être considéré comme le résultat de longues études pratiques.

L'article 1^{er}, après avoir indiqué le type de machines auquel appartient celle qui a donné lieu au traité dont le cahier de charges est une annexe (machines à six roues couplées et cylindres extérieurs), fait mention des principales dimensions de la machine. Voici quelles sont ces dimensions :

Diamètre intérieur des cylindres.	0 ^m ,440
Course des pistons.	0 660
Diamètre des roues.	1 400
Épaisseur des côtés de la chaudière.	0 013
Épaisseur des parois latérales et du ciel de la boîte à feu.	0 ^m ,013 à 0 018
Épaisseur de la plaque tubulaire.	0 025
Écartement des entretoises d'axe en axe.	0 100
Diamètre.	0 020
Nombre de tubes.	197
Composition des tubes. { Cuivre.	68
{ Zinc.	32
Diamètre extérieur.	0 ^m ,049
Épaisseur.	au moins 0 025
Chaudières et cylindres timbrés à.	8 atm.
Épaisseur des feuilles de tôle recouvrant la chaudière.	0 ^m ,002
Épaisseur des cornières qui le supportent.	0 035
Le tout retenu par des cerces en fer feuillard.	
Épaisseur des bandages au milieu.	0 060
Composition des coussinets. { Cuivre rouge neuf de Russie.	82 p. 100
{ Étain pur anglais.	18 —

La proportion ci-dessus, 0,68 pour le cuivre et 0,32 pour le zinc, avait été, sans autorisation, modifiée par les fournisseurs, qui employaient 0,35 de zinc et 0,65 de cuivre. — L'expérience a condamné bientôt cet alliage, et l'on revint au premier fixé par le cahier de charges.

Le même article impose certaines conditions d'exécution; ainsi la machine doit être munie de tuyaux à rotules *en caoutchouc* pour l'alimentation, de deux robinets et tuyaux réchauffeurs, d'une barre d'attelage, d'un cendrier, avec porte mobile placée à l'avant, ainsi que le prescrit la dernière ordonnance ministérielle, et de tous les appareils de sûreté prescrits par la police.

Les machines doivent avoir une grille dans la boîte à fumée, conformément à la dernière ordonnance ministérielle, un couvercle à la cheminée, un tuyau d'échappement variable. Elles doivent être livrées complètes avec tous leurs accessoires, y compris un assortiment de clefs en fer pour tourner les écrous et les vis de la machine, les tablettes portant le nom de la machine et celles portant le numéro d'ordre. Les ressorts doivent être en acier fondu et provenir d'une usine agréée par la Compagnie.

L'article 2 traite de la fabrication des essieux des roues et des boîtes à graisse.

Les essieux doivent être en fer au bois et corroyé, et les bandages en fer de première qualité, de la fabrication de MM. Petin, Gaudet et C^{ie}.

Les bandages doivent être tournés. Les six roues de la machine doivent avoir rigoureusement le même diamètre à l'extérieur des bandages et au contact du rail.

Les boîtes à graisse doivent être en fer forgé, trempé, et les coussinets en bronze.

Sur d'autres lignes que celles de l'Est, dans quelques machines, les bandages sont en acier puddlé ou en acier fondu.

L'article 3 indique que toutes les parties des machines à exécuter seront faites exactement sur le même modèle et sur les mêmes dimensions. En conséquence, le constructeur est tenu de se conformer rigoureusement aux plans et aux calibres approuvés par la Compagnie.

Aucun changement ni aucune modification ne peuvent être apportés sans l'autorisation de l'ingénieur en chef du matériel, sans la remise d'un plan indiquant le changement ou la modification.

Tous les pas de vis doivent être pris dans la série dont les plans sont remis par la Compagnie ou dont les étalons doivent être acquis chez le constructeur qu'elle désigne.

Une collection complète des dessins d'exécution doit être remise gratuitement à la Compagnie par les constructeurs.

L'article 4 traite de la qualité des matériaux employés à la construction des machines. Ils doivent être de la meilleure qualité et de premier choix.

Les tôles formant l'enveloppe de la boîte à feu doivent être en fer au bois provenant des fontes affinées au charbon de bois. Les tôles formant le corps cylindrique de la chaudière peuvent provenir de fontes au bois puddlées. L'emploi de tôles provenant de fonte au coke est interdit.

L'exécution doit être égale, sous tous les rapports, à celle des meilleures machines provenant des ateliers les mieux organisés.

La Compagnie peut, pour s'assurer de la qualité et de la bonne exécution des machines, procéder à toutes les épreuves qui paraîtront nécessaires, et les frais auxquels ces essais donneront lieu dans les ateliers sont à la charge des fournisseurs.

L'entrée des ateliers de construction sera toujours accordée aux agents de la Compagnie chargés de surveiller la fabrication et la construction desdites machines.

L'article 5 établit que si, pendant le cours de la construction, il se présentait des modifications avantageuses constatées par l'application sur des chemins en cours d'exploitation, la Compagnie aurait droit de les adopter pour les machines non livrées.

Les changements indiqués par l'ingénieur en chef du matériel étant de nature à modifier le prix ou entraînant le sacrifice de quelques pièces déjà confectionnées, la Compagnie devrait en être prévenue, et le constructeur ne pourrait se mettre à exécuter ces changements qu'après avoir reçu le consentement écrit du Comité de direction.

Aux termes de l'article 6, les machines devront être livrées montées, complètement terminées et marchant bien. Tous les frais de transport, montage, etc., sont à la charge du constructeur.

L'article 7 est fort important. Il réserve pour la Compagnie le droit de faire autant d'essais qu'il sera nécessaire. Ces essais doivent avoir lieu immédiatement après l'achèvement du montage sur la ligne.

Ils sont faits aux frais de la Compagnie, en présence du constructeur ou de ses agents, avec des employés agréés par lui.

La réception définitive n'a lieu qu'après un parcours effectif de 6,000 kilomètres au moins en service ordinaire. Toutes pièces venant à casser ou à être avariées, ou présentant des défauts pendant ce délai de garantie, seront remplacées par le constructeur à ses frais.

Il doit prendre à sa charge les réparations dues à des défauts de construction ou à la mauvaise qualité des matières ; mais il n'a pas à supporter les frais ordinaires d'entretien.

Le traité réuni au cahier de charges contient, indépendamment des clauses qui fixent le prix de la machine, ainsi que le mode de paiement, un article semblable à celui du cahier de charges pour les rails, qui détermine le mode d'arbitrage en cas de contestation entre le fabricant et la Compagnie, en un point où l'influence du fabricant ne saurait être à redouter.

Quelquefois on rédige des cahiers de charges spéciaux pour les ressorts, les plaques de garde, les roues, etc. C'est aux ouvrages tout à fait spéciaux, tels que le *Guide du Mécanicien*, qu'il faut recourir pour connaître ces cahiers de charges.

Le cahier de charges des machines à marchandises du Bourbonnais renferme un article que nous ne retrouvons pas dans celui des machines de chemins de fer de l'Est. Cet article est ainsi conçu :

Il est formellement stipulé que le poids de la machine vide n'excédera pas un maximum fixé, et que le constructeur s'appliquera à réduire ce poids autant que possible. La machine étant en service avec 15 centimètres d'eau au-dessus de la partie supérieure du foyer, le poids supporté par un essieu ne devra, dans aucun cas, excéder 11 tonnes $1/2$.

Cet article nous paraît bon à insérer dans tous les cas, mais surtout quand les machines sont payées au poids.

Dans certaines machines récemment construites par la Compagnie de l'Est, on a fait diverses pièces neuves en deux métaux; l'un, servant de coquille ou enveloppe extérieure, est en fer et inusable; l'autre, l'enveloppe intérieure, est en alliage, fusible et dur, coulé dans la coquille, les pièces étant ajustées à la dimension voulue avec les outils ordinaires. C'est à ce procédé qu'on a donné le nom de *doublage*.

On se servit d'abord comme alliage du composé de plomb, d'étain et de régule d'antimoine qui sert à fondre les caractères typographiques. Aujourd'hui on l'a remplacé par un alliage composé de quatre-vingts parties de plomb et vingt d'antimoine. Afin d'obtenir une adhérence parfaite, on étame, à l'exemple des chaudronniers et ferblantiers, la partie de la coquille où doit être coulé l'alliage.

DURÉE DES MACHINES.

Quelques ingénieurs ont essayé de fixer la durée d'une locomotive.

On peut assigner une certaine durée à chacune des parties de la locomotive, mais non à la locomotive tout entière, qui pourrait servir éternellement si on en remplaçait chacune des parties au fur et à mesure qu'elles sont usées.

Durée des différentes parties de la machine. — Ainsi, d'après M. de Billy, inspecteur général des mines, auteur d'un travail fort intéressant sur la durée du matériel, inséré dans les *Annales des Mines* (tome XIV, 1858), les foyers en cuivre rouge, ayant aux chemins de fer de l'Est 0^m 012 d'épaisseur lorsqu'ils sont neufs, sont remplacés lorsque cette épaisseur est réduite par l'usure à 0^m 006. Le cuivre étant de bonne qualité et les cokes de qualités ordinaires, l'usure est de 0,0011 par 100,000 kilomètres parcourus, ce qui supposerait qu'une machine peut parcourir en moyenne 550,000 kilomètres avec le même foyer. D'habiles constructeurs et des chefs de service de traction fort expérimentés admettent néanmoins qu'un foyer, fût-il dans les meilleures conditions, doit être remplacé quand il a parcouru 500,000 kilomètres.

C'est, dit M. de Billy, que dans cette appréciation il est probablement tenu compte non-seulement de l'usure progressive et régulière, mais aussi des avaries éventuelles, qui sont d'autant plus à craindre que le foyer a plus de service et d'amincissement.

Les tubes bouilleurs en laiton durent environ cinq ans.

Quant à la durée des bandages en acier fondu, elle paraît être considérable, mais nous ne saurions lui assigner une limite exacte.

La durée des essieux droits est presque indéfinie. Il n'en est pas de même des essieux coudés. M. de Billy, d'après des observations faites sur les machines de deux réseaux différents, établit pour le parcours moyen des essieux coudés fabriqués en découpant le coude avant la rupture :

Si ce sont des machines à marchandises. . .	100,000 kilom.
— machines mixtes.	120,000 kilom.

On fabrique aujourd'hui des essieux en acier puddlé et acier fondu sans entamer par le découpage les fibres du fer.

Ceux-ci dureront sans doute beaucoup plus longtemps que les essieux en fer, mais on ne possède pas encore de données exactes à cet égard.

La couverture en tôle des chaudières ne dure que six ans, la peinture deux ans. La durée du mécanisme est à peu près indéfinie.

Durée de la machine entière. — Le temps pendant lequel on continue à se servir d'un même système est la seule limite que l'on pourrait assigner à la durée de la machine entière. Mais ce temps est assez court. Ainsi les Compagnies qui possèdent encore aujourd'hui des machines telles qu'on les construisait il y a une quinzaine d'années trouvent plus d'avantage à les réformer pour les remplacer par des machines d'un modèle plus nouveau, lors même qu'elles seraient encore capables de faire un service passable; ou elles se bornent à leur faire les réparations nécessaires pour éviter les accidents et leur font faire un travail excessif, ou encore elles n'en font usage que pour les terrassements. C'est ainsi que petit à petit le vieux matériel fait place à un matériel nouveau.

Durée des différentes parties d'un waggon. — Il en est des wag-

gons comme des machines. On ne saurait fixer la limite de leur durée.

D'après M. de Billy, les bandages à waggons en fer dur de première qualité ne sont généralement mis au rebut qu'après avoir parcouru 150,000 kilomètres environ, et lorsque leur épaisseur totale s'est trouvée réduite de 0,040 à 0,018.

La caisse en bois dure environ vingt ans.

La durée des panneaux en tôle est indéfinie.

La couverture en zinc dure environ dix ans.

La peinture deux ans.

Les garnitures en drap des waggons de première classe cinquante-deux mois.

Celles en coutil des waggons de deuxième classe quarante-deux mois.

Les tapis de pied deux ans.

CONSOMMATION EN COMBUSTIBLE.

La consommation en combustible des machines locomotives varie selon le mode de construction de la machine, la nature du combustible employé, l'habileté du mécanicien et la saison, la résistance opposée à leur marche, l'état des rails, etc.

Combustibles employés. — On emploie comme combustible dans les locomotives :

La houille en nature,

Des briquettes de houille,

Le bois,

Le coke,

L'anthracite,

La tourbe.

Houille. — La houille en nature produit presque toujours plus ou moins de fumée, surtout au moment du stationnement des machines. Toutefois on en fait souvent usage par raison d'économie pour les trains de marchandises et même pour ceux de voyageurs. En Suisse, par exemple, sur le Chemin central, on ne brûle que de la houille de Sarrebruck pour les trains de voyageurs, aussi bien que pour ceux de marchandises.

On a essayé différents appareils pour brûler la fumée de la houille dans les locomotives : nous les décrirons plus loin.

Les houilles pour locomotives doivent être d'une certaine grosseur et d'une certaine densité; elles ne doivent être ni trop grasses ni trop sèches, et doivent donner le moins de cendres et de parties sulfureuses possible.

Briquettes. — Les briquettes se composent de petits fragments de houille, réunis par un ciment de goudron. On en fait grand usage sur certains chemins. Elles ont un inconvénient, celui de produire une certaine quantité de fumée provenant du goudron servant de ciment.

Bois. — On fait un grand usage de bois dans certains pays, aux États-Unis et dans quelques parties de l'Allemagne. Ce combustible produisant de nombreuses étincelles, les cheminées des machines où il est employé doivent présenter les dispositions particulières que nous avons décrites.

Coke. — Le coke des locomotives doit être compacte, pur, peu sulfureux, et ne contenir qu'une faible proportion de cendres. On diminue la proportion de cendres renfermée dans la houille, et par suite celle renfermée dans le coke qui en provient, en lavant la houille. Les bons coques ne laissent pas à la combustion plus de 6 pour 100 de cendres; à 8 pour 100, ils sont d'une qualité médiocre; à 10 pour 100 ils deviennent mauvais.

Anthracite. — L'anthracite est une espèce de houille très-sèche, brûlant très-difficilement. Certaines variétés d'anthracite, quelque difficulté qu'elles présentent à la combustion, n'en sont pas moins employées avec avantage aux États-Unis, dans des foyers particuliers.

Tourbe. — La tourbe est un combustible généralement léger et impur. On l'emploie cependant pour le chauffage des locomotives dans plusieurs parties de l'Allemagne, notamment en Bavière. On lui donne alors une densité suffisante au moyen de la compression.

Mesure de l'effet produit par les combustibles. — On mesure l'effet produit par un combustible quelconque dans une locomotive par la quantité de vapeur produite avec une même surface de chauffe, ou par la charge traînée sur une pente donnée.

Réduction de la consommation par la détente. — La consom-

mation en combustible dans les premières machines locomotives à chaudière tubulaire, bien qu'inférieure à celle des anciennes machines, était encore considérable. On l'a très-sensiblement réduite par l'emploi de la détente et de l'échappement, ou du tirage variable.

Ainsi l'emploi de la détente variable seul a réduit la dépense par kilomètre de 15 kilogrammes à 6 kilogrammes.

Quantité d'air exigée pour la combustion du coke. — M. Clark admet qu'un kilogramme de coke pur exige pour sa combustion :

En poids, 12 kilogrammes d'air ;

En volume, 45 mètres cubes à 60 degrés ;

En pratique, il faut admettre un excédant de 25 pour 100.

La température de la boîte à feu au milieu du combustible atteint 1,575 degrés : celle de la boîte à fumée de 185 à 370 degrés.

Puissance d'évaporation du coke. — La puissance calorifique de 1 kilogramme de coke pur complètement brûlé égale 2,025 unités de chaleur, et peut convertir en vapeur 12 kilogrammes d'eau à 60 degrés.

Le bon coke en pratique n'évapore pas plus de 8 à 8 1/2 kilogrammes d'eau, ou dans les conditions les plus favorables 9 1/2, c'est-à-dire 78 pour 100 de la quantité théorique.

On ne doit, pour les locomotives, compter que sur 5 à 6 kilogrammes d'eau évaporée par kilogramme de coke.

Puissance d'évaporation du bois. — La puissance évaporante du pin d'Amérique dans les locomotives varie de 1/2 à 2/5 de celle du meilleur coke, c'est-à-dire que 1 kilogramme de ce bois évapore environ 2 1/2 kilogrammes d'eau.

L'infériorité du bois comme combustible provient surtout de l'irrégularité de la combustion.

Influence de la friabilité du coke sur la consommation. — La friabilité du coke exerce une influence sensible sur la consommation, aussi bien que le contenu en cendres. Si le coke est très-friable, le courant d'air peut en emporter de 17 à 20 pour 100 dans les tubes.

Eau contenue dans le coke. — Le coke absorbe en moyenne dans les temps humides 8 pour 100 d'eau. L'absorption peut atteindre exceptionnellement 20 pour 100.

Puissance d'évaporation relative du coke, du charbon et du bois. — On a trouvé, suivant M. Clark, que, pour évaporer une même quantité, il fallait employer en volume :

1 de charbon,

1, 5 de coke,

Et 6 de bois de pin.

Consommation des machines par kilomètre parcouru. — La comptabilité des Compagnies n'étant pas tenue de la même manière, il est impossible d'en extraire des chiffres de consommation du combustible pour les locomotives comparables entre eux. Nous nous sommes donc borné à reproduire, d'après le *Guide du Mécanicien*, le tableau de l'allocation faite aux mécaniciens par kilomètre parcouru sur deux de nos grandes lignes, entre lesquelles il existe de notables différences dans les conditions du parcours et dans la qualité du combustible. L'allocation comprend : l'allumage et le stationnement.

Au chemin du Nord, la qualité est assez bonne et assez constante; les sections de parcours offrent d'ailleurs relativement des conditions assez identiques entre elles. On s'est donc borné, dans les allocations faites aux mécaniciens, à considérer seulement le type de la machine, le nombre de voitures remorquées et la saison.

Voici le tableau pour ce chemin :

NATURE DES MACHINES.	ÉTÉ.	HIVER.
	kilogr.	kilogr.
Machines à voyageurs, selon le type (le nombre de voitures étant 12 dans un cas et 15 dans l'autre.		
Allocation de <i>coke</i>	6 à 7,50	6 à 7,50
Machines mixtes, avec au plus 18 voitures.	8,00	8,50
Machines Crampton, avec au plus 12 voitures.	8,00	8,50
Mixtes-Engerth, avec 18 voitures au plus.	8,00	9,00
Machines à marchandises, selon le type, <i>houille</i>	9 à 12	10 à 15
Machines à marchandises Engerth, id.	16,00	18,00

Il est accordé en outre aux trains de voyageurs un supplément

de 1^k,50 pour les trains ayant de une à trois voitures en sus du nombre ci-dessus, et 3 kilogrammes si l'excédant est de quatre voitures et au delà.

Il est alloué aux machines de réserve 250 kilogrammes pour l'allumage, et 10 kilogrammes par heure de réserve.

Enfin les machines allant à vide ont droit par kilomètre :

Les machines à voyageurs, à 4^k,50; les machines à marchandises, à 5 kilogrammes.

Dans tous les cas, la prime d'économie est, pour le coke ou la houille, fixée à 6 francs par tonne économisée; mais l'excédant de consommation donne lieu, s'il n'est justifié, à une amende de 1 franc par tonne pour le mécanicien et 33 centimes pour le chauffeur.

Au chemin de fer de l'Est, où les conditions du parcours et du climat offrent de notables différences de nature à influencer sur les consommations, et où les combustibles, très-variables de qualité, sont en somme généralement médiocres, les allocations varient elles-mêmes, suivant les sections de la ligne.

NATURE DES MACHINES.	ÉTÉ.	HIVER.
	kilogr.	kilogr.
COKE DE PRUSSE, MOITIÉ LAVÉ, MOITIÉ NON LAVÉ.		
Machines à voyageurs ordinaires.	6 à 9,50	7,50 à 9,25
Machines Crampton.	8 à 9	9 à 10,80
Machines mixtes à 4 roues couplées, ayant 100 ^{m2} de surface de chauffe.	8 à 10	9 à 11,25
HOUILLE DE PRUSSE TRÈS-IMPURE.		
Machines à marchandises ordinaires, 100 ^{m2} de surface de chauffe.	12 à 16	15 à 15
Machines mixtes remorquant des trains de marchandises.	12,20	15,25
Machines Engerth sur tout le réseau.	20,00	25,00

Nous avons dit qu'il était à peu près impossible de séparer la consommation en marche des consommations accessoires; cepen-

dant, en Belgique, on s'applique à faire ressortir séparément chacun des éléments de cette dépense; il y a certainement un peu d'arbitraire dans cette répartition, mais cet exemple n'est pas moins instructif. Le chiffre de consommation kilométrique de 1848 se partage ainsi :

1° Pour le parcours.	8 ^k ,25
2° Pour le stationnement.	0 93
3° Pour l'allumage.	1 16
4° Pour le service.	0 54
TOTAL	<u>10^k,68</u>

Le rapport des consommations accessoires à la dépense totale est de 23 pour 100.

Des expériences faites sur le chemin d'Orléans ont donné comme consommation : pour allumage et mise en pression, 51 kilogrammes de coke; pour stationnement, 6^k,15 par heure.

Ces chiffres sont du minima; en pratique, il faudrait compter au moins :

Allumage.	60 kilog.
Stationnement par heure	7 —