

CHAPITRE XIV

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE CERTAINS TYPES DE MACHINES

INTRODUCTION

Nous nous proposons de donner dans ce chapitre la description d'un certain nombre de machines remarquables choisies parmi celles qui font le meilleur service.

Comme machines à grande vitesse, nous décrirons la machine Crampton anglo-française avec essieux fixes, et la machine Crampton badoise à train articulé; la machine Mac-Connell, et la machine à trois cylindres de Stephenson.

Comme machines à moyenne vitesse : la machine à voyageurs (roues indépendantes) d'Orléans, employée aussi pour les trains à grande vitesse, et la machine allemande de Borsig; la machine à voyageurs (mixte) d'Orléans, celle de l'Est et la machine mixte Engerth du Nord.

Comme machines à marchandises : la locomotive à marchandises d'Orléans, la locomotive Engerth du Nord, la nouvelle machine Engerth modifiée de l'Est, et la locomotive pour fortes rampes du Nord.

Comme locomotive-tender : la locomotive-tender d'Orléans et de l'Est, celle d'Auteuil.

Nous terminerons enfin le chapitre par la description des locomotives employées aux États-Unis, tant pour le transport des voyageurs que pour celui des marchandises.

LOCOMOTIVES A GRANDE VITESSE

SYSTÈME CRAMPTON

TYPE DU CHEMIN DU NORD

Conditions générales d'établissement.

Les premières locomotives à grande vitesse, système Crampton, qui aient paru en France ont été commandées par la Compagnie du Nord à la maison Cail et C^{ie}, en 1848. Elles ont permis d'organiser, dès l'année 1849, entre Paris et Calais, et correspondant avec Londres, des trains express marchant à des vitesses encore inusitées.

Les locomotives à grande vitesse du Nord remorquent, sur les lignes principales, à rampes de *quatre et cinq* millimètres, par des temps ordinaires, des convois de douze voitures à une vitesse moyenne, stationnements compris, de 60 kilomètres à l'heure.

La machine est montée sur trois paires de roues; les roues motrices ont, selon les séries de machines, de 2^m,40 à 2^m,50 de diamètre; les cylindres sont extérieurs aux roues et placés vers le milieu de la longueur de la chaudière; tout le mécanisme est extérieur.

Les dimensions ou données principales sont consignées dans le tableau suivant :

LOCOMOTIVE.		
Grille.	Longueur.	4 ^m , 582
	Largeur.. . . .	1 052
	Surface.. . . .	1 ^{m²} , 450
Hauteur du ciel du foyer au-dessus de la grille.		1 ^m , 288
Tubes.	Nombre.	173
	Longueur.	3 ^m , 657
	Diamètre extérieur.	0 050
	Épaisseur.	0 002

Surface de chauffe.	{	Foyer.	7 ^m , 000	
		Tubes.	91 420	
		TOTAL.	98 420	
Diamètre intérieur du corps cylindrique.			1 ^m , 204	
Nombre de cylindrées de vapeur disponibles.			11 500	
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus des rails.			1 ^m , 585	
Tension de la vapeur.			7 ^{at}	
Diamètre des cylindres.			0 ^m , 420	
Course des pistons.			0 550	
Course des excentriques.			0 184	
Lumières.	{	Longueur.	0 500	
			Entrée.	0 050
				Sortie.
Pompes alimentaires.	{	Diamètre.	6 055	
		Course.	0 550	
Manivelle motrice, rayon.			0 275	
Diamètre des roues.	{	1 Avant.	1 548	
		2.	1 217,5	
		3 Moteur.	2 100	
Écartement des essieux.	{	1. . . 2.	2 520	
		2. . . 3.	2 570	
Poids de la machine.	{	Pleine.	29 ^t , 200	
		Vide.	26 ^t , 100	
Pression des deux roues d'un même es- sieu sur les rails au départ.	{	1 Avant.	10 600	
		2.	8 000	
		3.	10 600	

TENDER.

Diamètre des roues.		1 ^m , 217,5	
Écartement des essieux.		2 500	
Contenance en eau.		7 ^t , 100	
— en coke.		1 500	
Poids de l'outillage.		300 ^k	
Poids total du tender.	{	Plein.	18 ^t , 700
		Vide.	9 900
Pression des deux roues d'un même es- sieu sur les rails au départ.	{	1 Avant.	9 600
		2.	9 100

MACHINE ET TENDER ACCOUPLES.

Longueur totale de tampon à tampon.		15 ^m , 784	
Écartement des essieux extrêmes.		10 518	
Distance horizontale des pièces les plus saillantes à l'axe de la voie.	{	Machine.	4 372
		Tender.	1 320
Distance aux rails des pièces les plus élevées.		4 120	
Distance aux rails des pièces les plus basses.	{	Intérieur des rails.	0 080 M
		Extérieur des rails.	0 105 M

Vitesse des trains, stationnement compris, en kilomètres, l'heure.	60 ^k				
Poids réglementaire des convois remorqués.	<table border="0"> <tr> <td>Ordinaire.</td> <td>97^t</td> </tr> <tr> <td>Maximum.</td> <td>130</td> </tr> </table>	Ordinaire.	97 ^t	Maximum.	130
Ordinaire.	97 ^t				
Maximum.	130				
Nombre de voitures remorquées.	<table border="0"> <tr> <td>Ordinaire.</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Maximum.</td> <td>16</td> </tr> </table>	Ordinaire.	12	Maximum.	16
Ordinaire.	12				
Maximum.	16				
Allocation réglementaire en coke par kilom.	<table border="0"> <tr> <td>Ordinaire.</td> <td>8^k, 5</td> </tr> <tr> <td>Maximum.</td> <td>11 5</td> </tr> </table>	Ordinaire.	8 ^k , 5	Maximum.	11 5
Ordinaire.	8 ^k , 5				
Maximum.	11 5				
Prix de la machine.	65,000 ^f				
Prix du tender.	13,000				
Effort de traction $\frac{P d^2 L}{D}$	2,772 ^k				
Adhérence ou poids sur les roues motrices.	10,600				
La consommation en combustible est en moyenne de 8 kilog. par kilo- mètre parcouru.					

Détails d'exécution.

Chaudière. — La chaudière est de la forme spéciale dite *Crampton* : sans dôme et sans renflement au-dessus de la boîte à feu, avec boîte à fumée dans le prolongement du corps cylindrique. Elle est montée sur les longerons à dilatation libre de l'arrière vers l'avant.

Le tuyau de prise de vapeur est placé horizontalement à la partie supérieure du corps cylindrique; il en occupe toute la longueur; il est fendu à la génératrice supérieure sur tout son développement, de manière à puiser la vapeur sur tous les points; il débouche, vers l'avant, dans la boîte du régulateur placée à l'extérieur. La vapeur se rend aux deux boîtes à tiroirs par deux tuyaux contournant le corps cylindrique et parfaitement enveloppés pour éviter le refroidissement.

Le régulateur des machines Crampton mérite une mention particulière.

Il est logé dans une boîte en fonte placée sur le corps cylindrique, fermée à sa partie supérieure par un couvercle plat et présentant à la partie inférieure une sorte de tubulure dans laquelle vient passer le tuyau de prise de vapeur, qui se prolonge de part et d'autre sur toute la longueur de la chaudière; les tuyaux qui conduisent la vapeur aux cylindres juxtaposés à la chaudière viennent s'embran-

cher sur les côtés de cette boîte, dans laquelle ils débouchent chacun par des lumières de forme pentagonale ; un tiroir, soit simple, soit double, commandé par une tige unique, couvre et démasque à la fois ces lumières ; la forme de celles-ci permet de ne donner à la vapeur qu'une issue extrêmement étroite au départ du tiroir, avantage qui n'est pas obtenu avec les lumières ordinaires.

Le régulateur est placé sur l'orifice externe de la conduite ou, intercalé dans une partie de son parcours. Quelques constructeurs l'ont placé dans la boîte à fumée. Si, au point de vue théorique, cette disposition offre quelque avantage, elle a, d'un autre côté, de graves inconvénients : elle augmente le volume de la culotte de distribution ; les joints sont altérés par l'action du feu ; le montage et le démontage en sont difficiles ; le tiroir grippe sur sa table, etc.

L'échappement employé est l'échappement à valves.

La grille est munie d'un jette-feu à la main du mécanicien.

A côté du sifflet d'alarme est placé, comme sur les autres machines à voyageurs, un sifflet d'avertissement qui peut être mis en jeu de tous les points du train.

Les tubes sont à épaisseur variable, montés avec viroles dans la boîte à feu, et sans virole dans la boîte à fumée.

La chemise en bois contre le refroidissement est recouverte de feuilles de tôle peinte et vernie, ou de feuilles de laiton brillant.

La cheminée est garnie d'un robinet souffleur pour activer le tirage en stationnement et pour abrégé la mise en feu.

Mécanisme. — Le mouvement de distribution emprunte la coulisse Stephenson : la détente et le changement de marche s'obtiennent en relevant les barres d'excentriques.

Dans le mouvement de propulsion il y a lieu de signaler :

1° L'emploi de bielles motrices simples ;

2° Les pompes alimentaires dans le prolongement des cylindres et les plongeurs formés par un prolongement de la tige de piston.

Bâtis et roues. — Le bâtis est du système dit *mixte*, et formé de quatre longerons : deux intérieurs aux roues et deux extérieurs solidement entretoisés et renfermant les cylindres.

Les plaques de garde d'arrière ou plaques de garde motrices font corps avec les longerons intérieurs; les plaques de garde du milieu et d'avant sont supportées après les longerons extérieurs.

Les boîtes à graisse motrices sont en fer cémenté et trempé, avec coins de serrage; celles du milieu et d'avant sont en fonte.

Les fusées des essieux moteurs sont intérieures, et jouent entre les plaques de garde faisant partie des longerons intérieurs; celles des essieux de support sont extérieures et jouent entre les plaques de garde rapportées aux longerons extérieurs.

Toutes les roues sont en fer forgé.

A la manivelle motrice se rattache une contre-manivelle qui reçoit les poulies d'excentriques.

Tenders. — Les tenders des locomotives à grande vitesse contiennent 7 mètres cubes d'eau, de manière à permettre de faire de grands trajets sans réapprovisionnement.

Le tender est porté sur deux paires de roues; les longerons sont extérieurs; les ressorts de suspension extérieurs aux longerons; les boîtes à graisse en fonte.

Deux genres différents de freins ont été appliqués aux tenders à grande vitesse de la Compagnie du chemin de fer du Nord :

1° Un frein à quatre sabots portés sur des barres-guides rattachées aux boîtes à graisse. Ces freins sont mis en mouvement tantôt par une vis, tantôt au moyen d'engrenages ressemblant à un mouvement de cric ;

2° Un frein à quatre sabots suspendus au châssis au moyen de bielles. Les pièces porte-sabots sont articulées sur ces bielles de manière que le sabot puisse toujours épouser parfaitement la forme de la roue dans toutes les positions. Ces freins sont mis en mouvement au moyen d'un mouvement de cric.

Récemment on a aussi essayé l'application de freins à vapeur à réaction agissant sur les deux paires de roues d'avant de la locomotive, afin d'augmenter la puissance d'arrêt des trains.

TYPE DU CHEMIN DE L'EST

Ces machines sont construites sur le type de celles du Nord; les dispositions générales sont conservées, mais les dimensions ont été modifiées. En voici les principales :

Surface de la grille.	1 ^{m²} , 290
Surface de chauffe du foyer.	7 600
— des tubes.	88 920
— totale.	96 520
Nombre de tubes.	180
Diamètre des pistons.	0 ^m , 400
Course des pistons.	0 560
Diamètre des roues motrices.	2 500
— d'avant.	1 550
— du milieu.	1 200
Distance d'axe en axe des essieux extrêmes.	4 500
Poids de la machine vide.	24 ^t
— — chargée de coke et d'eau.	27 1/2

Le service de ces machines consiste à remorquer les trains express et poste, composés en général de neuf à dix voitures, et quelquefois de douze à quinze.

La vitesse varie de 55 à 75 kilomètres à l'heure; la consommation de coke de Sarrebruck est de 8 à 9 kilos par kilomètre.

Comme au chemin du Nord, les machines Crampton, au chemin de l'Est, font un excellent service. Leur stabilité est parfaite, même lorsque les pièces principales, telles que bielles, essieux, coussinets, ont pris du jeu.

L'entretien est incontestablement moins coûteux que celui des autres machines faisant le même service.

TYPE ALLEMAND

Nous avons déjà indiqué, page 401, que dans ces machines, destinées à remorquer des trains de voyageurs à grande vitesse dans des courbes de petit rayon, l'avant-train était mobile, comme dans les machines américaines. Les roues motrices sont, comme dans les

machines Crampton des chemins du Nord et de l'Est, placées à l'arrière du foyer, et les cylindres au milieu de la longueur du bâti. Le châssis est extérieur.

Dans un article sur les machines de l'exposition parisienne, M. Nozo, directeur de l'atelier de construction et réparation des locomotives au chemin du Nord, critique la disposition des boîtes à graisse et des excentriques placés, dans la machine badoise, entre les roues motrices et les bielles. Cette disposition, dit M. Nozo, a nécessité un écartement considérable des cylindres qui doit avoir des conséquences préjudiciables à la stabilité en marche de la machine et à la conservation des boîtes à graisse, auxquelles il est difficile d'ailleurs de donner une longueur suffisante pour éviter le chauffage dans la marche à grande vitesse.

La chaudière de cette machine, différant essentiellement de celle des locomotives Crampton française ou anglaise, porte, outre un dôme-réservoir de vapeur au-dessus de la boîte à feu, un autre petit dôme de prise de vapeur situé au milieu de la chaudière, dans lequel on n'arrive à mettre le régulateur en mouvement qu'à l'aide d'un mécanisme ingénieux, mais un peu compliqué.

Les boîtes à graisse des machines badoises sont munies sur le devant de petites portes qui permettent de visiter les essieux en marche avec beaucoup de facilité.

Le train articulé ne tire pas l'arrière-train, comme dans les voitures ordinaires. Il est au contraire poussé par lui. Cette condition doit nécessairement causer une certaine incertitude dans le mouvement de translation. Pour la limiter et prévenir le danger de déraillement, le train articulé et le train fixe de la locomotive sont liés l'un à l'autre au moyen de chaînes de sûreté qui se tendent fortement dans la plus grande convergence des deux trains correspondant au plus petit rayon des courbes à franchir (260 mètres).

La plupart des pièces, et notamment les essieux de l'avant-train, sont en acier fondu. Les roues motrices sont en fer forgé.

Bien que la machine badoise semble laisser encore beaucoup à désirer tant sous le rapport des conditions géométriques du mouvement que sous celui de la parfaite sûreté à *grande vitesse*, les ingénieurs badois affirment qu'elle a déjà réalisé de grands par-

cours sans accident en marchant à la vitesse de 64 kilomètres par heure et en remorquant une charge de 75 tonnes. La charge brute *moyenne*, non compris le poids du tender, ne dépasse pas toutefois 62 tonnes 1/2.

Le poids et les principales dimensions des machines badoises sont les suivants :

Diamètre des cylindres.	0 ^m 58
Course des pistons.	0 61
Diamètre des roues motrices.	1 80
Écartement des essieux extrêmes.	5 95
Charge sur les essieux.	{ Moteur. 10 ^l 1/5
	{ Milieu. 5 2/5
	{ Avant. 10
Poids total de la machine en service.	26
Nombre des tubes.	168
Longueur.	5 ^m 547
Diamètre extérieur.	0 04
Surface de chauffe.	{ Tubes. 82 ^{m²} 80
	{ Foyer. 5 80
	{ totale. 88 60

SYSTÈME MAC-CONNELL

TYPE FRANÇAIS.

La figure 472, page 598, et la description qui l'accompagne donnent une idée assez nette de la machine Mac-Connell. Les détails suivants complètent cette description.

Cette machine présente un foyer de 5^m,60 de longueur, divisé en deux compartiments, suivi d'une chaudière tubulaire renfermant 414 tubes de 0^m,025 de diamètre. Les roues motrices ont 2,160 de diamètre, et leur essieu est logé dans un relèvement de la chaudière. L'essieu d'avant porte 8,500 kilogrammes, l'essieu moteur 9,000 kilogrammes, et l'essieu d'arrière 4,500 kilogrammes. Son tuyau d'échappement s'ouvre à 0^m,25 plus bas que la cheminée, tandis que, dans nos machines, le tuyau d'échappement entre de 0^m,07 à 0^m,11 dans la cheminée. La somme de la section des tubes est à peu près la même que dans nos machines; elle est très-légère.

Cette machine est timbrée à 8 atmosphères, et cependant les épaisseurs de tôle ne sont que de 0^m,018, ou même de 0^m,010, et les plaques de cuivre du foyer sont beaucoup plus minces qu'en France, ce qui la rend très-légère. Si en France les épaisseurs de tôle et celles des plaques de cuivre sont plus grandes, cela tient surtout aux exigences des règlements. On pourrait aisément et sans danger réduire ces épaisseurs, à la seule condition d'employer des matières premières de qualité supérieure, et rapprochant les entretoises qui réunissent les deux enveloppes du foyer.

L'usage de foyer plus mince, tout en diminuant un peu la dépense première d'établissement, augmenterait celle d'entretien; mais on y trouverait surtout le grand avantage de réduire la consommation en combustible, puisque dans les machines Mac-Connell cette consommation n'est que de 5 kilogrammes par kilomètre parcouru, alors qu'elle serait avec les machines Crampton, dans les mêmes conditions, de 7 à 8 kilogrammes.

La machine Mac-Connell fait depuis plusieurs années un bon service au chemin du Nord; mais elle a un peu moins de stabilité que la machine Crampton, moins d'adhérence et moins de puissance. Il est probable aussi que les frais d'entretien de cette machine seraient plus élevés que ceux de la machine Crampton; mais, comme au chemin du Nord on a fait à cette machine plusieurs changements, tels, par exemple, que le remplacement des ressorts en caoutchouc par des ressorts en acier, et celui des essieux creux par des essieux pleins, changements dont la dépense a été confondue avec la dépense d'entretien, on ne peut rien affirmer à cet égard.

En Angleterre, il y a vingt-cinq de ces machines qui conduisent les express, et qui rivalisent, de Londres à Liverpool, avec les machines du Great Western.

Voici quels sont le poids et les différentes dimensions de la machine et du tender :

MACHINE.

Grille (il y a deux grilles).	{	Longueur.	1 ^m ,155
		Largeur.	1 000
		Surface.	1 ^m ² ,155

Hauteur du ciel du foyer au-dessus de la grille.			1 ^m ,430		
Tubes	{	Nombre.	414		
		Longueur.	1 ^m ,830		
		Diamètre extérieur	0 031		
		Épaisseur.	0 0015		
Surface de chauffe.	{	Foyer.	15 ^{m²} ,589		
		Tubes.	66 640		
		totale.	82 229		
Diamètre intérieur du corps cylindrique.			1 200		
Nombre de cylindrées de vapeur disponibles.			10 ,200		
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus des rails.			1 ^m ,915		
Tension de la vapeur.			7 ^{at}		
Diamètre des cylindres			0 ^m ,380		
Course des pistons.			0 560		
Course des excentriques.			0 120		
Lumières.	{	Longueur.	0 375		
			Largeur.	Entrée.	0 041
				Sortie.	0 085
Pompes alimentaires.	{	Diamètre.	0 050		
		Course.	0 560		
Manivelle motrice, rayon.			0 280		
Manivelle d'accouplement, rayon.			»		
Diamètre des roues.	{	1 Avant.	1 160		
		2 Motrice.	2 160		
		3 Arrière.	1 160		
Écartement des essieux.	{	1. . . 2.	2 279		
		2. . . 3.	2 132		
Poids de la machine.	{	Vide.	19 ^t ,500		
		Pleine.	21 600		
Pression des deux roues d'un même es- sieu sur les rails au départ.	{	1 Avant.	8 300		
		2.	9 000		
		3.	4 300		

TENDER.

Diamètre des roues.			1 ^m ,160
Écartement des essieux.			2 456
Contenance en eau.			4 ^{m³} ,500
— en coke.			1 000
Poids de l'outillage.			300 ^k
Poids total du tender.	{	Plein.	12 ^t ,800
		Vide.	7 000
Pression des deux roues d'un même es- sieu sur les rails au départ.	{	1 Avant.	6 400
		2.	6 400

MACHINE ET TENDER ACCOULÉS.

Longueur totale de tampon	12 ^m ,010
Écartement des essieux extrêmes.	8 689
Distance horizontale des pièces les plus saillantes à l'axe de la voie.	Machine. 1 160 Tender. 1 320
Distance aux rails des pièces les plus élevées.	4 080
Distance aux rails des pièces les plus basses.	Intérieur des rails. 0 155 Extérieur des rails. 0 350
Vitesse des trains, stationnement compris, kilom. à l'heure.	60
Poids réglementaire des convois remorqués.	Ordinaire } 7 voitures. 55 t. Maximum }
Allocation réglementaire en coke par kilom.	Ordinaire. » Maxima. 7 ^k ,500
Prix de la machine.	55,000
Prix du tender.	11,500

SYSTÈME A TROIS CYLINDRES.

TYPE DE STEPHENSON.

Cette machine est disposée de manière à obtenir une très-grande stabilité, même en marchant à de très-grandes vitesses, sans faire usage de contre-poids. Elle fonctionne parfaitement sur le chemin de York à Newcastle.

Des trois cylindres, deux sont en dehors et un troisième à l'intérieur. L'axe de ce dernier coïncide exactement avec celui de la machine. Les trois cylindres sont horizontaux. Les tiroirs sont latéraux et verticaux. Le coude de l'essieu moteur faisant effet de manivelles extérieures, les masses en mouvement de l'un et de l'autre côté de l'axe se contre-balancent exactement. Le mouvement de lacet est entièrement annulé. Il ne reste que celui de tangage.

La chaudière est construite comme le sont généralement les chaudières qui sortent aujourd'hui des ateliers de Stephenson. La prise de vapeur se fait sous un dôme cylindrique. Le foyer est divisé en deux compartiments par un bouilleur parallèle aux faces antérieures et postérieures.

Le nombre des roues est de six; les roues motrices sont au milieu; les roues porteuses aux extrémités : une paire derrière la boîte à feu, l'autre derrière la boîte à fumée. Les roues motrices sont dépourvues de bourrelets.

Le châssis est double. Les fusées sont extérieures pour les roues porteuses, intérieures pour les roues motrices. Les longerons et une traverse placée en arrière des roues d'avant sont en tôle; les traversines extrêmes sont en bois. Les longerons intérieurs sont fixés par une de leurs extrémités à la boîte à feu, et par l'autre à la traverse de devant.

Les corps de pompe étant fixés derrière la boîte à feu, les tiges des plongeurs sont mises en mouvement par les excentriques de la marche en arrière.

Les tiroirs sont manœuvrés par deux coulisses, l'une pour le tiroir du cylindre intérieur, et l'autre pour ceux des cylindres extérieurs. Cette dernière agit sur un arbre transversal, au moyen duquel on la met en relation avec les tiges des tiroirs.

Les tiroirs sont réglés comme le sont généralement ceux des machines à voyageurs de Stephenson.

Voici enfin quelles sont les principales dimensions de cette machine :

Boîte à feu.	{	Largeur intérieure.	1 ^m ,10
		Longueur de chacun des compartiments.	1 15
		Hauteur des parois extrêmes.	1 523
Écartement des parois intérieures et extérieures des boîtes.			0 070
Écartement des deux parois du bouilleur.	{	Dans le haut.	0 101
		Dans le bas.	0 088
Surface de la grille.			1 ^{m²} ,10
Surface de chauffé par rayonnement.			10 00
Corps cylindrique.	{	Longueur.	3 ^m ,55
		Diamètre.	1 12
		Longueur des tubes.	3 43
		Diamètre intérieur.	0 047
		Nombre des tubes.	170
	{	Diamètre des tubes.	0 05
Surface de chauffe par contact.			88 ^{m²} ,50
Cylindres.	{	Diamètre du cylindre intérieur.	0 27
		Diamètre des cylindres extérieurs.	0 42
		Course des grands pistons.	0 46
		Course des petits.	0 56

Roues. . .	{	Diamètre des roues motrices.	2 ^m	,05
		Diamètre des roues porteuses.	1	14
		Écartement des roues extrêmes.	4	27
		Charge sur les roues motrices.	12 ^t	
		— — de devant.	9	
		— — d'arrière.	6	
Poids total de la machine.			27	
Diamètre des essieux au milieu.			0 ^m	,15
— de l'essieu moteur.			0	17
— de l'orifice d'échappement.			0	13
— du plongeur des pompes.			0	08
Épaisseur des parois latérales extérieures du foyer.			0	017
— de la plaque supérieure.			0	011
— des parois intérieures de la boîte à feu.			0	016
— de la plaque tubulaire.			0	022
— de l'enveloppe du corps cylindrique.			0	011
— des tubes plats.			0	019
— de la boîte à fumée.			0	010

MACHINES A MOYENNE VITESSE

SYSTÈME A ROUES INDÉPENDANTES.

TYPE DU CHEMIN D'ORLÉANS.

Description générale. — Les cylindres, dans cette machine, construite par M. Polonceau, sont extérieurs et horizontaux. On les a placés horizontalement afin d'éviter le balancement que produisent les cylindres inclinés. Les tiroirs sont verticaux.

Le châssis employé est, comme dans les machines Buddicom, le châssis mixte.

Attachés aux bâtis, les cylindres présentent, par suite de l'écartement de leur double attache, une grande stabilité et peuvent être facilement démontés.

La distribution de la vapeur est opérée au moyen de la coulisse renversée, dont nous avons indiqué les avantages page 496.

La coulisse n'est pas suspendue, comme elle l'est dans un grand

nombre de machines, à des bielles oscillantes. Maintenu entre deux guides, elle n'a qu'un mouvement horizontal qui détruit les perturbations.

Distribution. — Dans quelques machines M. Polonceau a essayé un nouveau système de distribution de vapeur. Voici quel est ce système.

M. Polonceau emploie deux tiroirs superposés. Le tiroir inférieur est une plaque percée de trous, avec saillies formant recouvrement. Le tiroir supérieur est une plaque évidée reposant immédiatement sur le tiroir inférieur.

Ces deux tiroirs sont conduits par une seule coulisse *fixe* composée de deux coulisses juxtaposées liées entre elles invariablement. Les tiges de chacun des tiroirs sont liées par des articulations à des bielles terminées par des coulisseaux qui se logent dans les coulisses juxtaposées. On peut, en soulevant ou abaissant les bielles, changer les courses des deux tiroirs indépendamment l'une de l'autre.

Le tiroir supérieur, selon que sa course est plus ou moins longue, ferme les lumières du tiroir inférieur et intercepte l'introduction de la vapeur pendant plus ou moins de temps. On peut donc, à l'aide de ce tiroir, varier la détente comme on la varie avec les blocs dans le système Mayer, où l'avance à échappement reste invariable, tandis que, dans les machines Polonceau, on peut l'augmenter ou la diminuer en changeant la course du tiroir inférieur.

Du mouvement combiné des deux tiroirs il résulte que les ouvertures de lumières sont très-grandes et restent longtemps ouvertes; que la vapeur est coupée brusquement par une marche rapide et même contraire des deux tiroirs.

Corps cylindrique. — Le cercle du corps cylindrique de la chaudière est de plus petit diamètre que celui de l'enveloppe du foyer, afin d'éviter les épaisseurs de tôle inutiles. La pression est de huit atmosphères.

Pompes. — Sous les clapets d'aspiration des pompes se trouve un réservoir d'air qui a pour objet de faciliter le jeu des pistons en détruisant la résistance que fait naître l'inertie de l'eau contenue dans le tuyau d'aspiration, résistance que les pompes ont à vaincre à chaque coup.

La traverse d'avant des locomotives, qu'on est obligé de démonter chaque fois qu'il est nécessaire de visiter les cylindres, a été rendue pivotante autour du crochet d'attelage, de manière à permettre de visiter facilement les pistons et réparer les joints des couvercles en stationnement.

Un paravent placé dans le haut de la cheminée est destiné à

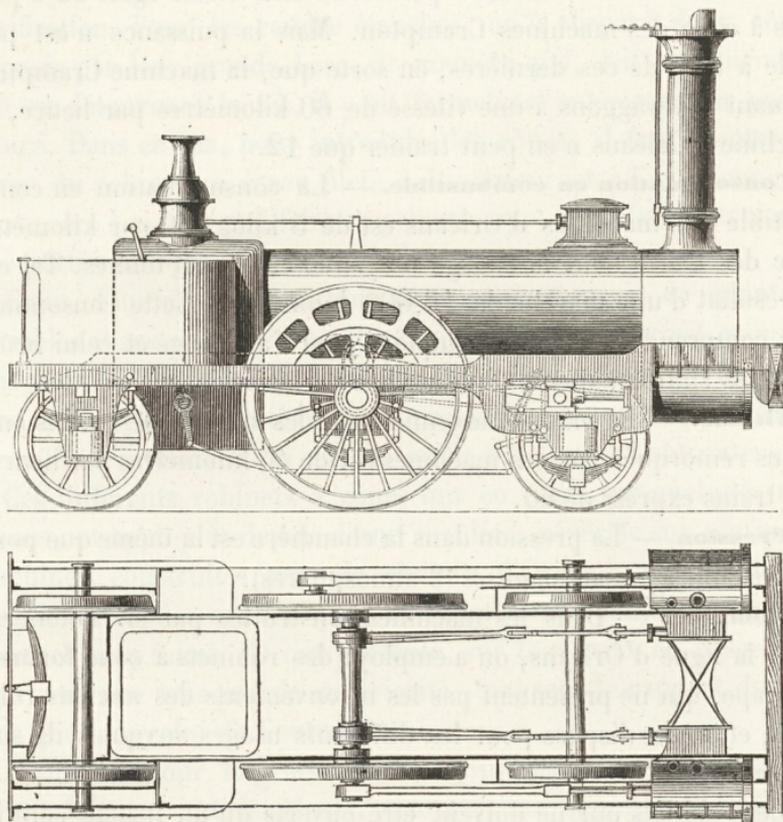


Fig. 615.

empêcher le rétrécissement de la colonne d'air chaud au sortir de la cheminée, par suite de l'inflexion brusque que lui fait prendre la vitesse de la marche.

Ce paravent, non-seulement empêche l'effet nuisible que nous indiquons, mais encore il forme un appel par suite du déplacement de l'air qu'il rencontre. Son effet sur le tirage est très-sensible.

La charge des roues d'avant exposait assez fréquemment leurs fusées à chauffer dans le cas des grandes vitesses. On a injecté sur les boîtes à graisse un jet d'eau par l'effet des pompes alimentaires, qui prévient très-efficacement cet échauffement, et les fusées prennent même bientôt un très-beau poli.

Le diamètre des roues motrices de la machine à voyageurs d'Orléans est calculé de manière à permettre une vitesse égale ou à peu près à celle des machines Crampton. Mais la puissance n'est pas égale à celle de ces dernières, en sorte que, la machine Crampton traînant 15 waggons à une vitesse de 60 kilomètres par heure, la machine d'Orléans n'en peut traîner que 12.

Consommation en combustible. — La consommation en combustible des machines d'Orléans est de 5 kilog. 30 par kilomètre avec des trains dont la charge moyenne est de 70 tonnes. Tel est le résultat d'une marche de 16,600 kilomètres. Cette consommation comprend tout le coke employé pour l'allumage et celui brûlé dans les stationnements d'un service ordinaire.

Vitesse. — La vitesse moyenne entre les stations des trains omnibus remorqués par ces machines est de 45 kilomètres par heure; des trains express de 60.

Pression. — La pression dans la chaudière est la même que pour les machines à marchandises (8 atmosphères).

Robinets. — Dans les machines construites par M. Polonceau pour la ligne d'Orléans, on a employé des robinets à cône formant soupape, qui ne présentent pas les inconvénients des anciens robinets, et on les dispose pour les différents usages auxquels ils sont destinés.

Les robinets qui ne doivent être ouverts qu'un instant sont les plus simples. Le corps du robinet est un tube droit, taraudé intérieurement sur une partie de sa longueur, présentant au-dessous du taraudage un rétrécissement qui forme un siège conique. La clef se termine par un cône et porte une partie taraudée qui s'engage dans celle correspondante du corps du robinet. En faisant tourner la clef, le cône fait obturateur en portant sur son siège. On donne issue à la vapeur ou au liquide par un orifice latéral, placé entre le rétrécissement conique et le taraudage.

La vis devant être assez lâche pour permettre au cône de se centrer sur son siège, il en résulte qu'elle permet des fuites lorsque le robinet doit rester longtemps ouvert; malgré cet inconvénient, la disposition est très-convenable pour les robinets de vérification de la chaudière et pour ceux d'épreuve des pompes.

D'autres robinets, tels que ceux du niveau d'eau, doivent rester constamment ouverts et n'être fermés qu'en cas d'accident ou de vérification. Pour les rendre étanches, on a disposé deux cônes opposés par leur grande base, de manière que, soit en tournant, soit en détournant la vis, il y ait fermeture antérieure ou postérieure. Dans ce cas, pour introduire les cônes, il faut ajouter au corps du robinet un écrou fileté à l'intérieur et à l'extérieur; cet écrou sert à guider et à faire marcher la tige; à l'intérieur se trouve une portée conique pour recevoir le contre-cône.

Enfin, d'autres robinets doivent pouvoir s'ouvrir de quantités variables et rester ouverts pendant un certain temps; c'est ce qui a lieu pour les robinets réchauffeurs. On a alors adapté sur la partie lisse de la tige de ces robinets un presse-étoupe serré par l'écrou taraudé à l'intérieur, qui sert de guide à la tige de l'obturateur.

Ces différents robinets à cônes mis en essai sur quelques machines, et appliqués depuis d'une manière générale sur toutes les machines construites pour le chemin d'Orléans, ont donné les résultats les plus satisfaisants; ils fonctionnent toujours parfaitement et sans fuites; ils ont présenté, sur tous ceux en usage jusqu' alors, une très-grande supériorité, tant sous le rapport du service que sous celui de l'entretien.

Jusqu'ici, pour le graissage des cylindres, on s'était contenté d'introduire, avant le départ, une certaine quantité de matière grasse, au moyen d'un robinet ordinaire.

Malgré la précaution de marcher avant le graissage pour échauffer le cylindre, ce dernier ne se trouvait jamais, au moment du départ, qu'à une température très-inférieure à celle de la vapeur introduite. Une notable quantité d'eau, résultant de la condensation, était alors projetée au premier coup de piston, avec l'huile qui surnageait à sa surface, de telle sorte que le graissage était presque nul.

Voulant obtenir un graissage continu, M. Polonceau avait essayé de placer sur le cylindre un réservoir fermé à l'air, dans lequel une mèche se trouvait placée entre deux tubes concentriques, de manière à ne pouvoir être ni aspirée ni rejetée dans les changements de pression. Le tube extérieur recevait l'huile, le tube intérieur était destiné à mettre en équilibre de pression le réservoir d'huile

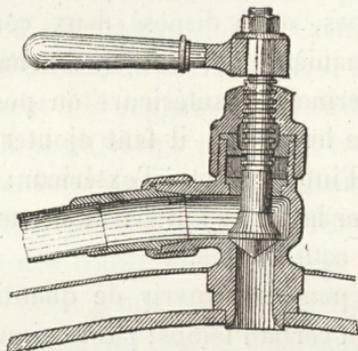


Fig. 614. — Robinet réchauffeur.

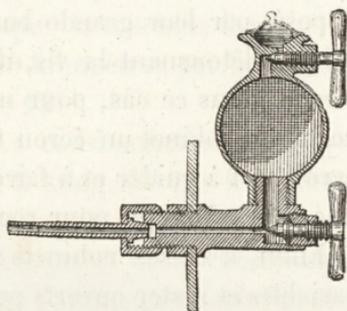


Fig. 615. — Robinet graisseur des tiroirs.

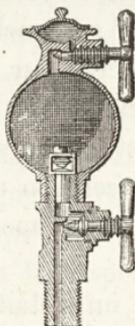


Fig. 616. — Robinet graisseur des cylindres.

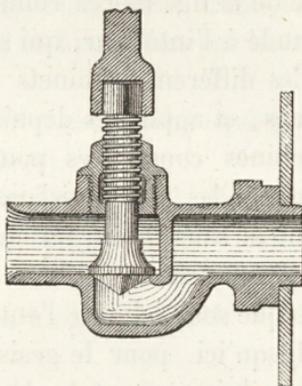


Fig. 617. — Robinet de vidange.

et le cylindre. Mais l'eau, se condensant dans le réservoir d'huile, élevait promptement le niveau du liquide, et l'huile qui était à la surface, débordant dans le tube conduisant au cylindre, était entraînée en très-peu de temps.

Il a donc fallu renoncer à l'emploi de la mèche; elle a été remplacée par une petite soupape placée au fond de la capacité fermée faisant godet à l'huile, soupape dont la levée est réglée à volonté

au moyen d'une vis de pression. A chaque admission de vapeur, la pression dans le cylindre soulève la soupape, et, lors de l'échappement, une goutte d'huile est introduite. La vapeur, en traversant l'huile et s'y condensant en partie, forme une émulsion qui fait durer le graissage plus longtemps que ne le comporterait la quantité d'huile introduite. Ces robinets graissent pendant 12 à 15 kilomètres au moins, avec une levée de soupape d'un quart de kilogramme environ.

Au lieu de placer ces robinets au milieu du plateau d'avant des cylindres, comme on a l'habitude de le faire, ce qui a l'inconvénient de faire tomber l'huile au fond du cylindre, près de la lumière d'introduction et de sortie, sur une partie que n'atteint pas le piston, ils ont été posés sur le dessus du cylindre, de manière que l'huile soit rencontrée par le piston.

Ces machines ont pour dimensions principales :

Diamètre des cylindres.	0 ^m 400
Course des pistons.	0 600
Longueur de la bielle.	1 800
Diamètre des roues au contact.	{ Avant. 1 247
	{ Milieu. 2 027
	{ Arrière. 1 247
Nombre de tubes.	182
Longueur des tubes.	3 ^m 367
Diamètre des tubes.	0 038
Surface de chauffe.	{ Foyer. 6 ^m 2,128
	{ Tubes. 77 930
	{ totale. 84 058
Poids total de la machine vide.	25 ^l 054
— — avec eau et coke.	25 320
Poids détaillé de la machine pleine sur le rail.	{ Avant. 9 260
	{ Milieu. 12 330
	{ Arrière. 3 730
Écartement des essieux extrêmes.	4 ^m 320
— d'axe en axe des cylindres.	1 840
Inclinaison des cylindres.	
Écartement des roues entre les bandages.	1 365
Longueur de la grille.	1 100
Largeur de la grille.	1 000
Surface de la grille.	1 ^m 2,100
Hauteur du premier rang de tubes au-dessus de la grille.	0 ^m 690
Hauteur du foyer.	1 290
Diamètre horizontal intérieur du corps cylindrique.	1 150

Diamètre vertical intérieur du corps cylindrique.	»	
Longueur du corps cylindrique.	3 ^m , 250	
Volume d'eau contenue dans la chaudière avec 100 millim. d'eau au-dessus du foyer.	2 ^{m5} , 012	
Volume de vapeur.	1 043	
Volume total de la chaudière.	3 055	
Longueur intérieure de la boîte à fumée.	0 912	
Largeur transversale de la boîte à fumée.	1 150	
Capacité de la boîte à fumée.	0 945	
Diamètre intérieur de la cheminée.	0 400	
Hauteur au-dessus de la boîte à fumée.	1 940	
Section du tuyau d'échappement.	0 015	
Section maxima de la tuyère d'échappement.	0 025	
Section minima — —	0 004	
Angle d'avance des excentriques.	50°	
Recouvrement intérieur (de chaque côté).	0 ^m , 030	
Maximum d'introduction de vapeur (en millim. de la course).	0 438	
Minimum — — — — —	0 152	
Rayon d'excentricité.	0 060	
Course des tiroirs.	0 118	
Lumières d'admission.	{ Longueur.	0 280
	{ Largeur	0 035
	{ Surface.	0 ^{m5} , 009
Longueur développée du conduit d'admission.	0 ^m , 400	
Volume d'eau du tender.	5 ^{m5} , 400	
Poids du coke.	3 555	
Poids du tender vide.	7 500	
Poids du tender plein.	16 455	

TYPE PRUSSIEN. — BORSIG.

L'atelier de M. Borsig, établi à Berlin, a fourni aux chemins de fer du nord de l'Allemagne un très-grand nombre de machines à voyageurs, toutes construites sur le type suivant, dont nous avons déjà fait mention page 394.

La machine est à six roues et séparée du tender. Une paire de roues est à l'arrière du foyer. L'essieu moteur est à l'avant. Le foyer est à dôme pyramidal, comme celui des anciennes machines Stephenson. Le bâti est intérieur, ainsi que le mécanisme et les pompes alimentaires. Les cylindres sont extérieurs et les tiroirs intérieurs.

On remarque dans la machine de Borsig, indépendamment de

l'emploi de l'acier fondu, le système de suspension qui rend solidaires, par l'intermédiaire d'un balancier, les quatre ressorts des roues d'avant et du milieu, tandis que l'essieu d'arrière a un ressort transversal. La machine est en quelque sorte suspendue sur trois points. Les glissières des pistons sont quadruples et embrassent un coulisseau mobile qui remplace avec avantage les crosses de piston ordinaires.

Un certain nombre de ces machines est employé sur le chemin prussien de Saarbruck et de Trèves. En voici les principales dimensions, ainsi que le poids et la puissance :

Poids de la machine sans eau et tender.	24 ^t ,58
Eau et charbon.	3 58
Poids total.	28 16
Vitesse par heure en kilomètres.	45 ^k
Pression dans la chaudière par centimètre carré.	6 ^k ,88
Charge traînée, non compris le poids de la machine.	
1° En plaine.	500 ^t
2° Sur rampe de 10 pour 100.	90
3° Sur rampe de 20 pour 100.	40
Cylindres.	{ Diamètre. 0 ^m ,380
	{ Course. 0 510
Tiroirs, course.	0 154
	{ Nombre. 2
Roues motrices.	{ Diamètre d'une roue. 1 ^m ,828
	{ Diamètre de l'essieu à la fusée. 0 157
	{ Nombre. 4
Roues libres.	{ Diamètre d'une roue. 1 ^m ,145
	{ Diamètre de l'essieu à la fusée. 0 124
	{ Longueur. 1 145
Boîte à feu.	{ Largeur. 0 942
	{ Hauteur. 1 596
Chaudière.	{ Longueur du corps cylindrique. 3 480
	{ Diamètre. 1 229
	{ Longueur. 5 610
Tubes.	{ Diamètre extérieur 0 049
	{ Nombre. 160
	{ Tubes. 76 ^{m2} ,990
Surface de chauffe.	{ Boîte à feu. 6 050
	{ totale. 85 ^{m2} ,020
	{ Diamètre. 0 10
Pompes.	{ Course. 0 133
	{ Plus grande section. 51 52
Échappement.	{ Plus petite. 21 48

	} Longueur	1 ^m ,919	
Bielles		Diamètre des tourillons de la petite tête	0 059
		Diamètre de la petite tête	0 078
Hauteur de la plate-forme du tender		1 216	
Plus grande largeur de la machine		2 406	

SYSTÈME A QUATRE ROUES COUPLÉES.

TYPE DU CHEMIN D'ORLÉANS.

Les machines mixtes construites par M. Polonceau pour la Compagnie d'Orléans ont le châssis, les tiroirs et le mécanisme exté-

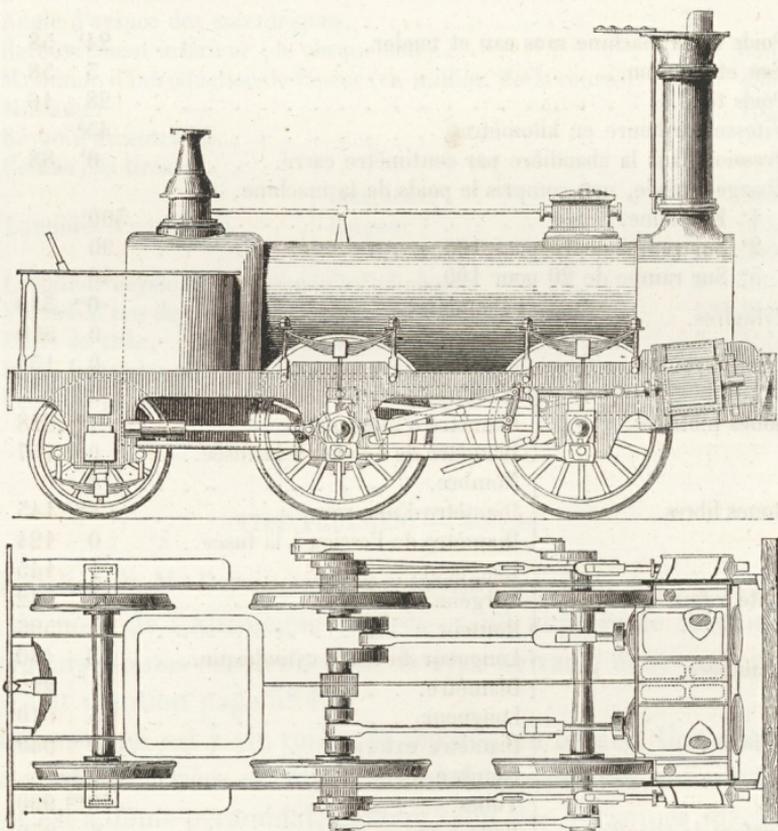


Fig. 618.

rieurs. Les cylindres sont intérieurs; les essieux sont coudés. — Les roues motrices sont placées entre la boîte à feu et la boîte à fumée; la roue libre est à l'arrière de la boîte à feu. Les détails de

construction sont les mêmes que pour les machines à voyageurs à roues indépendantes.

Dans ces machines, dont on paraît être très-satisfait, les cylindres et les tiroirs sont inclinés.

En voici les dimensions principales :

Diamètre des cylindres.	0 ^m , 420	
Course des pistons.	0 600	
Longueur de la bielle.	1 800	
Diamètre des roues au contact.	{ Avant. 1 627 Milieu. 1 627 Arrière. 1 247	
Nombre de tubes.		195
Longueur des tubes.		3 ^m , 368
Diamètre intérieur des tubes.	0 058	
Surface de chauffe des tubes.	85 556	
— du foyer.	6 440	
— totale.	91 996	
Poids total de la machine vide.	24 ^t , 754	
— — avec eau et coke.	27 130	
Poids détaillé de la machine pleine sur le rail.	{ Avant. 11 300 Milieu. 11 100 Arrière. 4 750	
Écartement des essieux extrêmes.		4 ^m , 200
Écartement d'axe en axe des cylindres.		0 790
Inclinaison des cylindres.	6° , 11	
Écartement des roues entre les bandages.	1 ^m , 365	
Longueur de la grille.	1 000	
Largeur de la grille.	1 100	
Surface de la grille.	1 ^m ² , 100	
Hauteur du premier rang de tubes au-dessus de la grille.	0 ^m , 680	
Hauteur du foyer.	1 520	
Diamètre horizontal intérieur du corps cylindrique.	1 200	
Diamètre vertical intérieur du corps cylindrique.	»	
Longueur du corps cylindrique.	3 250	
Volume d'eau contenue dans la chaudière, avec 100 millim. d'eau au-dessus du foyer.	2 ^m ⁵ , 142	
Volume de vapeur.	1 107	
Volume total de la chaudière.	3 249	
Longueur intérieure de la boîte à fumée.	0 ^m , 820	
Longueur transversale de la boîte à fumée.	1 550	
Capacité de la boîte à fumée.	1 172	
Diamètre intérieur de la cheminée.	0 420	
Hauteur au-dessus de la boîte à fumée.	1 765	
Section du tuyau d'échappement.	0 015	
Section maxima de la tuyère d'échappement.	0 025	

Section minima de la tuyère d'échappement.	0 ^m ,004	
Angle d'avance des excentriques.	50°	
Recouvrement extérieur (de chaque côté).	0 ^m ,050	
Maximum d'introduction de vapeur (en millim. de la course).	0 452	
Minimum — — — — —	0 103	
Rayon d'excentricité.	0 060	
Course des tiroirs.	0 118	
Lumières d'admission.	} Longueur. 0 280	
		} Largeur. 0 035
Longueur développée d'un conduit d'admission.	0 488	
Volume d'eau du tender.	5 ^m 5,400	
Poids du coke.	3' 555	
Poids du tender vide.	7 700	
Poids du tender plein.	16 655	

TYPE DU CHEMIN DE L'EST.

Ces machines, qui font un excellent service, ont été construites

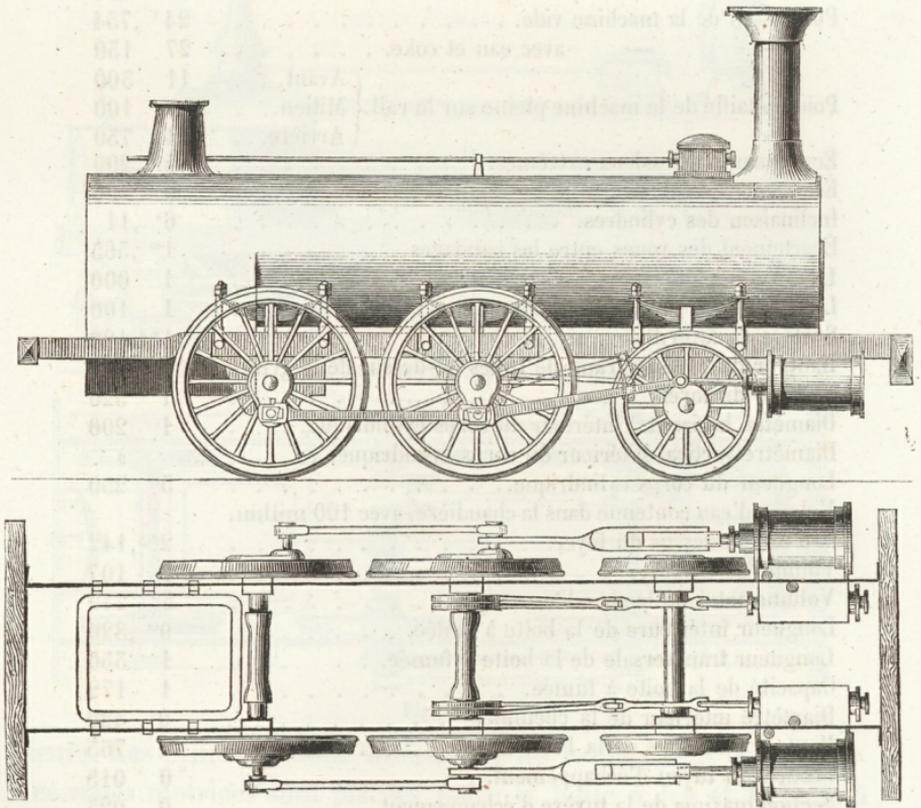


Fig. 619.

par MM. Kœchlin et C^{ie}, et par M. Gouin; elles diffèrent de celles du chemin d'Orléans par la position des roues motrices, qui sont placées à l'arrière. Elles ont les essieux droits, les cylindres et le mécanisme extérieurs; les tiroirs intérieurs. La chaudière est de la forme des chaudières Crampton.

Le poids moyen de la machine est de 26 tonnes. Elles remorquent des trains mixtes composés de 24 voitures, à la vitesse de 35 kilomètres, ou des trains de voyageurs de 20 à 22 voitures, à la vitesse de 46 kilomètres à l'heure. Leur consommation est de 9 à 10 kilogrammes de coke de Saarbrück par kilomètre.

Leurs dimensions principales sont :

Diamètre intérieur de la chaudière.	{ Grandes viroles.	1 ^m ,256
	{ Petites viroles.	1 230
Épaisseur de la tôle du corps cylindrique.		0 015
— — de la boîte à feu.		0 015
— du cuivre du foyer.		0 015
— de la plaque tubulaire en fer.		0 017
— — en cuivre.		0 025
— des tubes.		0 015
Nombre de tubes.		166
Longueur des tubes.		4 ^m ,056
Épaisseur des tubes.		0 002
Diamètre des tubes à la boîte à feu.		0 0475
— — à fumée.		0 049
Hauteur intérieure du foyer.		1 471
Longueur intérieure du foyer en haut.		1 202
— — avant la partie écrasée.		1 202
Largeur de la partie évasée.	1 ^m ,252 sur	0 936
— — du haut.		1 010
— — au milieu de la hauteur.		0 906
Surface de chauffé du foyer.		7 ^m 2,200
— — intérieure des tubes.		92 000
— — totale.		99 200
Diamètre du cylindre.		0 ^m ,420
Course du piston.		0 560
— maximum du tiroir.		0 116
— d'après une épure spéciale.		0 115
Avance à l'introduction.	{ Avant.	0 ^m ,005 à 0 007
	{ Arrière.	0 ^m ,001 à 0 005
Recouvrement extérieur.	{ Avant.	0 051
	{ Arrière.	0 028
Avance linéaire totale.	{ Avant.	0 ^m ,005 à 0 007
	{ Arrière.	0 ^m ,001 à 0 005

Recouvrement intérieur.	0 ^m ,002			
Avance à l'échappement.	0 029			
Angle de calage des excentriques.	{ Marche en avant. . . 35° — en arrière. . . 50			
Diamètre intérieur des tuyaux d'arrivée de vapeur.		0 ^m ,100		
— — d'échappement.	0 120			
Section des orifices d'échappement.	0 ^m ,500 sur 0 075			
— d'introduction.	0 ^m ,500 sur 0 040			
Course des excentriques.	0 116			
Avance angulaire.	{ Marche en avant. . . 35° — en arrière. . . 50			
Longueur des barres d'excentrique.		4 ^m ,550		
— des bielles motrices.	1 760			
Écartement des cylindres de milieu en milieu.	1 990			
— des longerons de milieu en milieu.	1 226			
Section des longerons.	0 ^m ,200 sur 0 050			
Pompes alimentaires.	{ Diamètre du plongeur. 0 105 Longueur du plongeur. 0 585 Course du plongeur. 0 116 Longueur de la bielle du plongeur. 0 868			
		D'axe en axe des tringles de tiroirs. 0 882		
		Essieu d'avant.	{ Longueur totale de l'essieu. 1 724 Diamètre au calage des roues. 0 180 — des fusées. 0 150 Longueur des fusées. 0 220 Diamètre du corps de l'essieu. 0 140 Distance entre les collets. 1 355 — entre les moyeux. 1 355	
				Essieux du milieu et d'arrière.
Diamètre des guides ronds. 0 070				
— des tourillons de manivelles des bielles motrices. 0 090				
Longueur — — — — — 0 090				
Rayon des manivelles. 0 280				
Écartement des bielles d'accouplement de milieu en milieu de leur épaisseur.	2 170			
Diamètre des tourillons des bielles d'accouplement au milieu.	0 080			
Longueur des tourillons des bielles d'accouplement au milieu.	0 070			

Diamètre des tourillons des bielles d'accouplement à l'arrière.	0 ^m ,080
Longueur des tourillons des bielles d'accouplement à l'arrière.	0 070

TYPE MIXTE DU CHEMIN DU NORD.

Nous avons fait connaître les dispositions générales des machines mixtes, système Engerth, employées au chemin de fer du Nord.

L'article suivant, dont les éléments nous ont été fournis par M. Nozo, ingénieur des ateliers de réparation des machines au chemin de fer du Nord, est une description détaillée des différentes parties dont elles sont composées.

Conditions générales d'établissement.

Les locomotives mixtes, système Engerth, du chemin de fer du Nord, ont été construites pour remorquer, sur des rampes de 0^m,005 par des temps ordinaires, des convois de 24 voitures, à une vitesse moyenne, stationnements compris, de 45 kilomètres à l'heure.

Ces locomotives sont portées par cinq paires de roues; deux paires couplées à l'avant, de 1^m,740 de diamètre de roulement, supportant directement la machine comme à l'ordinaire; et trois paires indépendantes, de 1^m,059 de diamètre de roulement, à l'arrière, supportant directement le tender, mais recevant aussi indirectement une portion notable du poids de la machine.

Pour fixer les idées, on peut supposer le véhicule divisé en ses deux parties essentielles, la machine et le tender, comme on le décompose effectivement dans les ateliers de réparation.

On trouve alors : d'un côté une locomotive à quatre roues couplées sous le corps cylindrique; à cylindres légèrement inclinés, longerons intérieurs et essieu coudé à l'arrière; à foyer très-notablement en porte à faux.

De l'autre côté, un tender de forme appropriée, porté sur trois paires de roues, dont deux sous la caisse à eau et à coke, et l'autre

placée à l'extrémité antérieure des longerons prolongés fort en avant de la caisse à eau; longerons extérieurs aux roues; ressorts de suspension et boîtes à graisse extérieurs aux longerons; frein à vis.

La saillie des longerons du tender et le porte à faux à l'arrière de la machine sont calculés de manière que le foyer puisse s'inter-

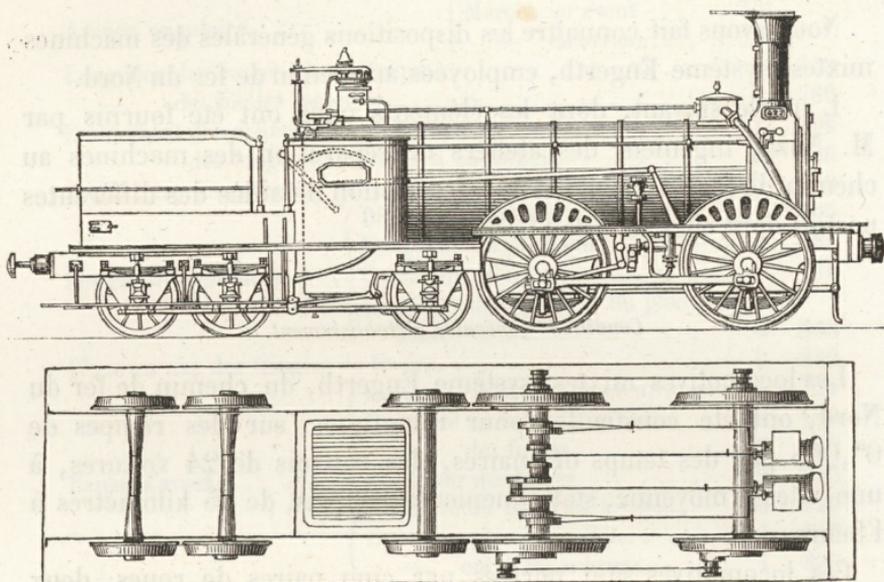


Fig. 620.

caler dans le tender, entre les longerons et l'essieu d'avant; si bien qu'après l'assemblage l'essieu d'avant du tender se trouve à l'avant du foyer, sous le corps cylindrique de la chaudière.

Une partie du poids de la machine peut dès lors être reportée sur le tender au moyen de supports fixés après le foyer et allant reposer sur le tender.

Comme on le pense bien, ces supports ne sont pas fixés aux longerons. Leur branche horizontale porte en dessous une saillie hémisphérique s'emboîtant dans un godet qui offre en creux la même demi-sphère que le support, et dont la base plane repose sur une glissière horizontale fixée solidement aux longerons du tender.

Par cette disposition, tous les mouvements relatifs des deux parties de la locomotive restent parfaitement libres et indépendants, et, quelle que soit l'importance de ces mouvements, la machine n'en continue pas moins de reposer sur le tender.

Le mode d'*emboitement* et de *superposition* des deux parties de la locomotive-tender une fois établi, il reste à expliquer comment s'opère la connexion.

Le système de connexion se compose :

1° De deux croisillons en forme d'*X*, espacés convenablement et fixés aux longerons de la machine;

2° D'une traverse introduite entre les deux croisillons par des ouvertures convenablement ménagées dans les longerons du tender ;

3° D'un boulon d'articulation spécial traversant les croisillons et la traverse rigoureusement dans l'axe de la voie.

Le boulon d'articulation doit, comme le support à rotule décrit plus haut, se prêter à tous les mouvements indépendants des deux parties de la locomotive. A cet effet, les deux extrémités du boulon sont cylindriques ou légèrement coniques et s'engagent à demeure dans les croisillons. Le milieu, de forme sphérique, est embrassé par un coussinet de même forme à l'intérieur, mais cylindrique à l'extérieur, pour pouvoir glisser verticalement dans la douille de la traverse.

Comme on le voit d'après cela, la connexion et la superposition des deux parties de la locomotive-mixte-tender du Nord laissent à chacune d'elles la liberté et l'individualité de tous les mouvements qui se produisent pendant la marche.

Les dimensions principales sont consignées dans le tableau suivant :

LOCOMOTIVE.

Grille.	{	Longueur.	4 ^m ,282
		Largeur.	1 050
		Surface.	4 ^{m²} ,340
Hauteur du ciel du foyer au-dessus de la grille.			4 ^m ,657

	{	Nombre.	180
Tubes.	{	Longueur.	4 ^m , 500
		Diamètre extérieur.	0 050
		Épaisseur.	0 002
Surface de chauffe.	{	Foyer.	8 ^{m²} , 500
		Tubes.	117 000
	{	totale.	125 500
Diamètre intérieur du corps cylindrique.			1 ^m , 258
Nombre de cylindrées de vapeur disponibles.			15 700
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus des rails.			2 ^m , 040
Tension de la vapeur.			8 ^{at}
Diamètre des cylindres.			0 ^m , 420
Course du piston.			0 560
Course des excentriques.			0 090
Lumières.	{	Longueur.	0 360
			0 031
		Largeur.	Entrée.
Sortie.	0 085		
Pompes alimentaires.	{	Diamètre.	0 090
		Course.	9 220
Manivelle motrice, rayon.			0 280
— d'accouplement, rayon.			0 220
Diamètre des roues.	{	1 Avant.	1 739
		2.	1 739
		3.	1 059
		4.	1 059
		5.	1 059
Écartement des essieux.	{	1. . . . 2.	2 700
		2. . . . 3.	1 500
		3. . . . 4.	2 600
		4. . . . 5.	1 200
Poids de la machine.	{	Pleine.	47 ^t , 405
		Vide.	36 315
Pression des deux roues d'un même es- sieu sur le rail au départ.	{	1 Avant.	11 400
		2.	11 000
		3.	8 200
		4.	8 200
	{	5.	8 700

TENDER.

Contenance en eau.	5 ^m , 000
— en coke.	1 600
Poids de l'outillage.	300 ^k

MACHINE ET TENDER ACCOUPLES.

Longueur totale de tampon à tampon.	11 ^m , 450
Écartement des essieux externes.	8 000

Distance horizontale des pièces les plus saillantes à l'axe de la voie.		1 ^m ,400
Distance aux rails des pièces les plus élevées.		4 200
Distance aux rails des pièces les plus basses.	{ Intérieur des rails. .	M 0 190
	{ Extérieur des rails. .	T 0 190
Vitesse des trains, stationnements compris, en kilomètres, à l'heure.		45 ^k
Poids réglementaire des convois remorqués.	{ Ordinaire.	177 ^t
	{ Maximum.	204
Nombre de waggons ou de voitures remorqués.	{ Ordinaire.	21
	{ Maximum.	24
Allocation réglementaire en coke par kilom.	{ Ordinaire.	10 ^k ,0
	{ Maximum.	11 5
Prix de la machine.		85,000 ^f
Effort de traction $\frac{P d^2 L}{D}$		3,976 ^k ,25
Adhérence ou poids sur les roues motrices.		22 ^t ,400

Détails d'exécution.

Chaudière. — La chaudière, montée à dilatation libre de l'avant à l'arrière sur les longerons, est de forme dite Crampton, avec prise de vapeur longitudinale. La boîte du régulateur est à l'avant, et la vapeur est amenée aux tiroirs par deux tuyaux extérieurs à double enveloppe, de feutre et de métal, contre le refroidissement.

L'échappement se fait, dans un certain nombre de machines, par un tuyau conique muni de valves, pour varier à volonté l'ouverture de l'orifice, et, dans d'autres, par deux tuyaux.

L'un, placé dans l'axe de la cheminée, forme échappement fixe ; l'autre, branché à la partie inférieure et en avant du premier, lui sert de décharge, en constituant échappement variable au moyen d'un papillon placé dans le bas, dont on varie l'ouverture à volonté.

Cette disposition, appliquée par M. Nozo en 1843 aux machines du chemin de fer de Lille à la frontière de Belgique, participe à la fois des avantages de l'échappement fixe et de l'échappement variable, sans avoir les inconvénients qu'on reproche à ce dernier.

La grille est munie d'un jette-feu à la main du mécanicien. Avec de grands foyers comme ceux des machines que nous étudions, le jette-feu est indispensable.

A côté du sifflet d'alarme, la Compagnie du Nord a placé, comme sur les autres machines à voyageurs, un sifflet d'avertissement qui peut être mis en jeu de tous les points du train.

Les entre-toises d'armatures du foyer sont montées avec écrous à l'intérieur. Nous avons décrit les avantages que présente cette disposition, généralisée au chemin de fer du Nord.

Les tubes sont à épaisseur variable montés avec viroles dans la boîte à feu, et rivés sans viroles dans la boîte à fumée.

La chemise en bois dont est enveloppée la chaudière est recouverte de feuilles de laiton. Le laiton ne s'use pas comme la tôle; il n'exige aucune espèce de peinture; il conserve toujours sa valeur.

Les cheminées sont garnies d'un robinet souffleur pour activer le tirage au stationnement, et pour abréger la mise en vapeur.

Mécanisme. — Le mouvement de distribution emprunte la coulisse fixe renversée, la détente et le changement de marche s'obtiennent par conséquent en relevant la *tige* du tiroir.

Dans le mouvement de propulsion, il y a lieu de signaler pour chaque cylindre :

1° L'emploi de deux systèmes de glissières, de bielles motrices simples, de tiges de pistons renflées à leur emmanchement avec la tête;

2° La grande longueur des bielles d'accouplement, et le rayon des manivelles d'accouplement, plus petit que celui des manivelles motrices.

Le système d'alimentation est placé extérieurement aux longerons, afin de dégager le mécanisme. Le mouvement est donné au plongeur de la pompe au moyen d'une bielle prenant son mouvement sur le bouton d'accouplement moteur, d'un balancier et d'une petite bielle de plongeur.

La deuxième chapelle de refoulement fait corps avec le robinet de retenue, comme dans toutes les locomotives de la Compagnie.

Bâti et roues. — Nous avons déjà eu occasion de voir dans le paragraphe premier que les longerons de la machine proprement dite étaient intérieurs, et que ceux du tender étaient extérieurs aux roues. Cette double condition, nous le savons, est commandée

par l'obligation de placer, avec un jeu suffisant pour les mouvements relatifs, l'arrière de la machine dans l'avant du tender.

Les plaques de garde de la machine font partie des longerons, celles du tender sont rapportées.

Les hoïtes à graisse de la machine sont en fer cémenté et trempé, celles du tender sont en fonte. Six machines sont montées sur essieux coudés en acier fondu de Krupp, garantis pour dix ans.

Le frein est à quatre sabots, agissant à l'intérieur des deux roues d'avant du tender.

Les bielles de suspension sont fixées au bâtis, mais les sabots sont articulés sur les bielles de suspension. Cette disposition, appliquée par M. Nozo dès 1844, simplifie la construction des freins, tout en permettant un contact rigoureux du sabot, à tous degrés d'usure et dans toutes les oscillations du véhicule.

Les clapets de prise d'eau sont mis en jeu au moyen d'un levier actionné par la vis motrice : cette condition, rendue obligatoire dans l'espèce, peut présenter quelquefois des avantages.

MACHINES A PETITE VITESSE

SYSTÈME A SIX ROUES COUPLÉES.

TYPE DU CHEMIN D'ORLÉANS.

Cette machine se distingue par les avantages suivants :

1° Abord facile de toutes les pièces du mécanisme pour la visite, le nettoyage et l'entretien ;

2° Augmentation des surfaces de frottement obtenue par suite de l'espace réservé à chacune des pièces, et par conséquent diminution de l'usé ;

3° Abaissement du centre de gravité de la chaudière et allongement de la cheminée.

Les cylindres sont fixés entre eux de la manière la plus invariable, ce qui assure le parallélisme de leurs axes et leur donne une

grande stabilité ; ils sont en outre pris dans les plaques d'avant et d'arrière de la boîte à fumée et y sont solidement boulonnés ; de plus, ils sont reliés aux deux bâtis par les larges surfaces des boîtes à tiroirs, et sont ajustés dans la fourche formée par l'avant de ces mêmes bâtis. Enfin, ils sont montés sur la plaque d'enveloppe de

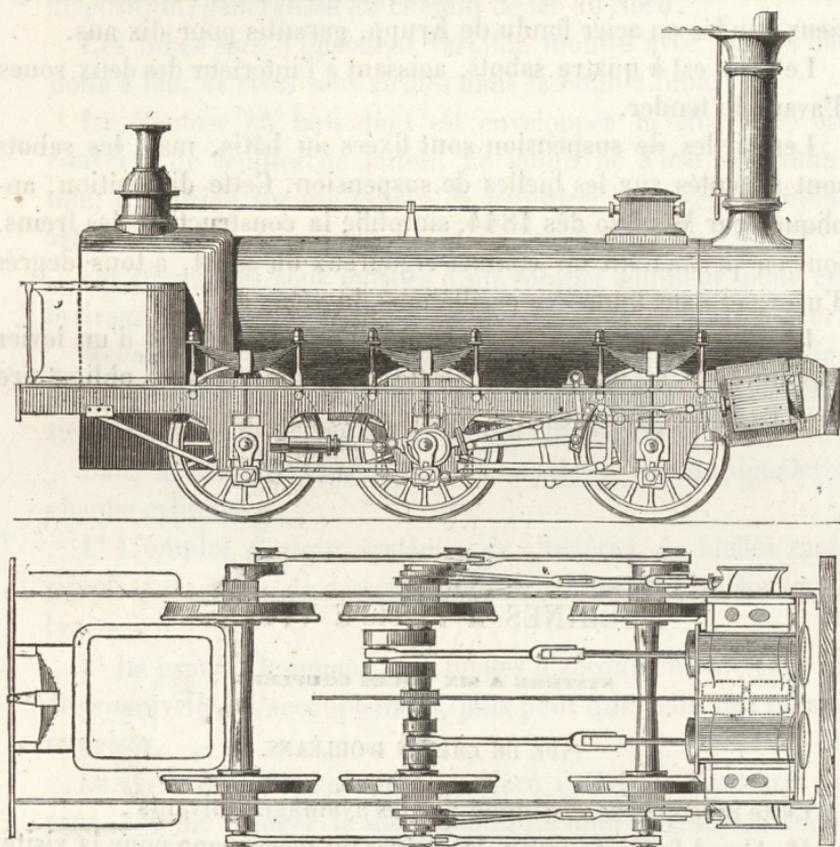


Fig. 621.

la boîte à fumée. Les longerons et les plaques verticales sont liés invariablement : 1° par le prolongement de ces plaques jusqu'au bâti ; 2° par une plaque de tôle horizontale sous les cylindres ; 3° par des plaques horizontales au-dessus du bâti ; 4° enfin par les cylindres eux-mêmes.

Tout mouvement des cylindres, ainsi que des bâtis par rapport aux cylindres, est donc impossible, et de plus les cylindres eux-

mêmes, fermant le fond de la boîte à fumée, sont moins exposés au refroidissement et évitent le remplacement fréquent du fond de cette boîte, qui entraîne une grande réparation. Les bâtis sont tous à dilatation libre.

La chaudière porte un système de balance à décliv instantané de MM. Vallée et Lemonnier, donnant spontanément une très-grande ouverture aux soupapes, aussitôt que la pression de la vapeur s'élève au-dessus de la limite réglementaire.

Le foyer est garni d'une grille inclinée, propre à la combustion de la houille en nature.

La traverse d'avant, au lieu d'être pivotante autour du crochet d'attelage, comme dans la machine à voyageurs, tourne autour de son arête supérieure au moyen de charnières qui la relie très-solidement au châssis.

Le mode d'entretien des plaques de garde donne une grande solidité au bâti et permet un démontage facile des boîtes à graisse. Les barres d'écartement des plaques de garde ne vont que d'une plaque à l'autre et y sont rivées.

La coulisse est renversée et à suspension fixe.

Le serrage par des coins de grande largeur ne produit pas le matage des surfaces et la casse des coussinets, il exige peu de place pour le passage en dessus et en dessous des bielles.

Elles ont pour dimensions principales :

Diamètres des cylindres.	0 ^m ,420						
Course des pistons.	0 650						
Longueur de la bielle.	1 650						
Diamètre des roues en contact.	<table> <tbody> <tr> <td>Avant.</td> <td>1 377</td> </tr> <tr> <td>Milieu.</td> <td>1 377</td> </tr> <tr> <td>Arrière.</td> <td>1 377</td> </tr> </tbody> </table>	Avant.	1 377	Milieu.	1 377	Arrière.	1 377
Avant.	1 377						
Milieu.	1 377						
Arrière.	1 377						
Nombre de tubes.	204						
Longueur des tubes.	4 ^m ,178						
Diamètre intérieur des tubes.	0 045						
Surface de chauffe des tubes.	114 900						
— -- du foyer.	7 500						
— — totale.	122 200						
Poids total de la machine vide.	26 ^t ,803						
— — avec coke et eau.	30 710						
Poids détaillé de la machine pleine sur le rail.	<table> <tbody> <tr> <td>Avant.</td> <td>9 905</td> </tr> <tr> <td>Milieu.</td> <td>10 790</td> </tr> <tr> <td>Arrière.</td> <td>10 015</td> </tr> </tbody> </table>	Avant.	9 905	Milieu.	10 790	Arrière.	10 015
Avant.	9 905						
Milieu.	10 790						
Arrière.	10 015						

Écartement des essieux extrêmes.	3 ^m	520		
— d'axe en axe des cylindres.	0	790		
Inclinaison des cylindres.	6°	38'		
Écartement des roues entre les bandages.	1 ^m	565		
Longueur de la grille.	1	100		
Largeur de la grille.	1	100		
Surface de la grille.	1 ^{m2}	210		
Hauteur du premier rang de tubes au-dessus de la grille.	0 ^m	800		
Hauteur du foyer.	1	520		
Diamètre horizontal intérieur du corps cylindrique.	1	500		
Diamètre vertical intérieur du corps cylindrique.	»			
Longueur du corps cylindrique.	4	050		
Volume d'eau contenue dans la chaudière avec 100 millim. d'eau au-dessus du foyer.	3	650		
Volume de vapeur.	1	550		
Volume total de la chaudière.	5	180		
Longueur intérieure de la boîte à fumée.	0	865		
Largeur transversale de la boîte à fumée.	1	525		
Capacité de la boîte à fumée.	1 ^{m3}	175		
Diamètre intérieur de la cheminée.	0 ^m	420		
Hauteur au-dessus de la boîte à fumée.	1	800		
Section du tuyau d'échappement.	0	015		
Section maxima de la lumière d'échappement.	0	025		
Section minima — — — — —	0	004		
Angle d'avance des excentriques.	30°			
Recouvrement extérieur (de chaque côté).	0 ^m	050		
Maximum d'introduction de vapeur (en millim. de la course).	0	468		
Minimum — — — — —	0	156		
Rayon d'excentricité.	0	060		
Course des tiroirs.	0	120		
Lumières d'admission.	{	Longueur.	0	280
		Largeur.	0	035
		Section.	0	009
Longueur développée du conduit d'admission.	0	465		
Volume d'eau du tender.	5 ^{m3}	400		
Poids du coke.	3 ^t	000		
Poids du tender vide.	7	980		
— plein.	16	322		
	AV.	7 606		
	AR.	8 716		

SYSTÈME ENGERTH.

TYPE DU CHEMIN DU NORD.

Conditions générales d'établissement.

Les locomotives à marchandises de grande puissance, système Engerth, du chemin de fer du Nord, dont la première figurait à l'Exposition universelle de 1855, remorquent sur les lignes principales à rampes de $0^m,005$, par des temps moyens, des convois de 45 waggons chargés à 10 tonnes, à une vitesse de 24 kilomètres à l'heure.

Dans le système Engerth, la locomotive, on le sait, est intimement liée au tender, et les deux véhicules ne font, à proprement parler, qu'un même tout. Ces sortes de locomotives sont donc, par le fait, des locomotives-tenders.

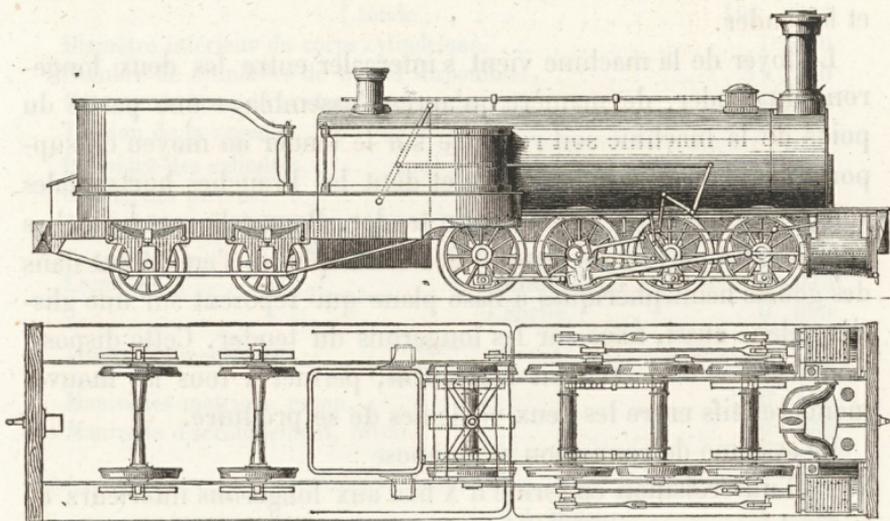


Fig. 622.

Les locomotives à marchandises, système Engerth, du chemin de fer du Nord, sont portées sur six paires de roues; quatre paires couplées à l'avant, de $1^m,258$ de diamètre, formant un premier train supportant directement la machine, et deux paires indépendantes, de $1^m,059$ de diamètre à l'arrière, formant un deuxième

train articulé avec le premier et supportant directement le tender, mais recevant aussi indirectement une portion du poids de la machine.

Pour bien comprendre cet ensemble, si on suppose pour un instant la machine-tender divisée en ses deux parties essentielles, comme on le fait dans les ateliers lors des réparations, on trouve :

D'un côté : une locomotive à huit roues couplées, placées sous le corps cylindrique ; à cylindres extérieurs ; longerons intérieurs aux roues ; tout le mécanisme extérieur ; le foyer en porte à faux.

De l'autre côté : un tender de forme appropriée, porté sur deux paires de roues, avec longerons extérieurs prolongés fort au delà de la paire de roues d'avant.

Ces longerons ainsi prolongés viennent reposer sur les extrémités des ressorts de suspension de la quatrième paire de roues de la machine, au moyen de l'interposition de pièces à rotules et glissières qui permettent tous les mouvements relatifs entre la machine et le tender.

Le foyer de la machine vient s'intercaler entre les deux longerons du tender, de manière qu'après l'assemblage une partie du poids de la machine soit reportée sur le tender au moyen de supports fixés après la boîte à feu et dont les branches horizontales vont reposer sur les longerons du tender. Pour cela, ces branches horizontales portent en dessous des demi-sphères s'emboîtant dans des godets hémisphériques à base plane qui reposent sur une glissière plane aussi, fixée sur les longerons du tender. Cette disposition, comme on le conçoit facilement, permet à tous les mouvements relatifs entre les deux véhicules de se produire.

Le système de connexion se compose :

1° D'un croisillon en forme d'X fixé aux longerons intérieurs de la machine ;

2° De deux systèmes de traverses parallèles entre-toisées passant au-dessus des longerons de la machine et fixées solidement aux longerons du tender ;

3° D'un boulon d'articulation spécial traversant le croisillon et fixé au système de traverses, rigoureusement dans l'axe de la machine.

Ce boulon d'articulation porte en son milieu une partie sphérique enveloppée par un coussinet aussi sphérique à l'intérieur, et cylindrique à l'extérieur, de manière à se prêter à tous les mouvements relatifs entre la machine et le tender.

Les dimensions principales sont consignées dans le tableau suivant :

LOCOMOTIVE.

Grille.	{	Longueur.	1 ^m ,440
		Largeur.	1 350
		Surface.	1 ^{m²} ,944
Hauteur du ciel du foyer au-dessus de la grille.			1 ^m ,680
Tubes.	{	Nombre.	255
		Longueur.	5 ^m ,045
		Diamètre extérieur.	0 055
Surface de chauffe.	{	Épaisseur.	0 0025
		Foyer.	10 ^{m²} ,756
		Tubes.	186 250
totale.			196 986
Diamètre intérieur du corps cylindrique.			1 ^m ,500
Nombre de cylindrées de vapeur disponibles.			19 300
Hauteur de l'axe de la chaudière sur les rails.			1 ^m ,970
Tension de la vapeur.			8 ^{at}
Diamètre des cylindres.			0 ^m ,500
Course des pistons.			0 660
Course des excentriques			0 115
Lumières.	{	Longueur.	0 350
			0 350
	{	Largeur.	Entrée.
			Sortie.
Pompes alimentaires.	{	Diamètre.	0 072
		Course.	0 660
Manivelles motrices, rayon.			0 350
Manivelle d'accouplement, rayon.			0 350
Diamètre des roues.	{	1 Avant.	1 258
		2.	1 258
		3 Moteur.	1 258
		4.	1 258
		5.	1 059
		6.	1 059
Écartement des essieux.	{	1. . . 2.	1 300
		2. . . 3.	1 300
		3. . . 4.	1 350
		4. . . 5.	3 050
		5. . . 6.	1 700

Poids de la machine.	}	Pleine.	62 ^t ,800
		Vide.	45 770
		1 Avant.	10 100
		2.	9 200
Pression des deux roues d'un même es-		3.	9 900
sieu sur les rails au départ.		4.	11 100
	5.	10 900	
	6.	11 600	

TENDER.

Contenance en eau.	8 ^t ,300
— en houille.	2 000
Poids de l'outillage.	500 ^k

MACHINE ET TENDER ACCOUPLES.

Longueur totale de tampon à tampon.	13 ^m ,100
Écartement des essieux extrêmes.	8 700
Distance horizontale des pièces les plus saillantes à l'axe de la voie.	1 472
Distance aux rails des pièces les plus basses, extérieur des rails.	0 070
Distance aux rails des pièces les plus élevées.	4 208
Vitesse des trains, stationnement compris, en kilomètres, à l'heure.	24 ^k
Poids réglementaire des convois remorqués.	655 ^t
Nombre de wagons remorqués.	45
Allocation réglementaire en houille par kilomètre.	20 ^k
Prix de la machine.	112,000 ^f
Effort de traction $\frac{P d^2 L}{D}$	9,181 ^k ,200
Adhérence ou poids sur les roues motrices.	40 ^t ,500

Détails d'exécution.

Chaudière. — La chaudière est de forme dite Crampton, avec prise de vapeur longitudinale. La boîte du régulateur est à l'avant du corps cylindrique; la vapeur, après avoir passé dans une pièce en fonte servant d'embase à la cheminée, se rend aux cylindres par deux tuyaux placés dans l'intérieur de la boîte à fumée.

L'échappement variable employé est l'échappement à valves.

La grille est munie d'un jette-feu à la main du mécanicien.

Les tubes à fumée sont à épaisseur variable, montés avec viroles dans la boîte à feu, et sans viroles dans la boîte à fumée.

La chemise en bois dont est enveloppée la chaudière est recouverte de feuilles de laiton.

La cheminée est garnie d'un robinet souffleur pour activer le tirage en stationnement, et pour abrégier la mise en vapeur.

La grille est à barreaux inclinés, pour faciliter l'emploi de la houille.

Mécanisme. — Ce qu'il importe de remarquer tout d'abord, dans le mécanisme, c'est l'accouplement, *au moyen de bielles*, des quatre paires de roues placées sous le corps cylindrique de la chaudière.

Dans les locomotives du chemin de fer du Nord, il n'a pas été nécessaire de recourir aux engrenages, comme au Sommering, puisque là un poids adhérent de 40 tonnes suffisait aux besoins du service.

Le mouvement de distribution est à coulisse fixe renversée.

La détente et le changement de marche s'obtiennent par conséquent en relevant la tige du tiroir.

Dans le mouvement de propulsion, il y a lieu de signaler :

1° L'emploi de tiges de pistons renflées à leur emmanchement dans la tête, et de bielles motrices simples ;

2° La grande longueur de la bielle motrice ;

3° Le mode spécial de connexion de la grosse tête de bielle d'accouplement du milieu avec la bielle d'accouplement d'arrière ;

4° L'assemblage de l'arbre de relevage en deux parties pour en faciliter le montage ;

5° La deuxième chapelle de refoulement faisant corps avec le robinet de retenue, comme dans toutes les locomotives de la Compagnie ;

6° Un réservoir à air placé sur le tuyau d'alimentation pour diminuer les chocs.

Bâti et roues. — Les plaques de garde de la machine font partie des longerons ; celles du tender sont rapportées.

Les boîtes à graisse de la machine sont en fer cémenté et trempé ; celles du tender sont en fonte.

Les roues sont en fer forgé.

Les bandages des roues du premier essieu (avant) et ceux du

quatrième essieu sont à boudins forts et à l'écartement de $1^m,355$ intérieurement.

Les bandages des roues du deuxième essieu sont sans boudins avec le même écartement intérieur.

Les bandages des roues du troisième essieu (moteur) sont à boudins faibles, avec écartement intérieur de $1^m,365$.

La manivelle motrice porte une contre-manivelle recevant les poulies d'excentriques, comme dans les locomotives à grande vitesse, système Crampton.

Dans le but de faciliter la répartition de la charge sur les rails, les roues du deuxième et du troisième essieu ont un ressort commun à branches d'inégale longueur pour tenir compte de la différence de poids des parties non suspendues.

Le frein est à quatre sabots agissant sur les deux roues de droite du tender.

Les bielles de suspension des sabots sont attachées aux bâtis, mais les sabots sont articulés sur les bielles de suspension. Cette disposition permet un contact rigoureux du sabot à tous degrés d'usure et dans toutes les oscillations du véhicule.

La circulation autour de la machine se fait par l'intérieur des rampes.

L'emploi des puissantes machines Engerth au chemin de fer de l'Est donne des résultats satisfaisants. Leur charge normale est de 60 waggons chargés à 5 tonnes ou 40 waggons à 10 tonnes; elles font un service aussi régulier que les autres machines. Elles produisent facilement la vapeur sans le secours de l'échappement variable. En général, leurs dispositions sont bonnes; on ne leur reproche que quelques vices de détail peu importants. On n'est pas encore exactement fixé sur leurs frais d'entretien, cependant il est certain qu'ils sont plus élevés que ceux des autres machines, ce qui, en raison de leur puissance et de la solidarité de la machine et du tender, était à supposer. La consommation de ces machines est de 19 kilog. par kilomètre en houille de Sarrebruck, ce qui équivaut à peu près à $15^k,50$ de houille du Nord.

TYPE DU CHEMIN DE L'EST MODIFIÉ.

M. Couche, ingénieur en chef des mines et du contrôle des chemins de fer de l'Est, ayant exprimé l'opinion que l'on pouvait obtenir une répartition satisfaisante du poids d'une locomotive Engerth sur huit paires de roues sans recourir à l'assemblage assez compliqué du tender à la machine, la Compagnie des chemins de fer de l'Est a essayé de faire marcher la machine proprement dite isolément.

La répartition du poids sur les essieux, telle qu'elle avait été livrée par le Creusot pleine d'eau et de combustible, prête à marcher, étant la suivante :

1 ^{er} essieu de la machine.	10,581 kilog.	} 59,515 kilog.
2 ^e	9,540 —	
3 ^e	10,794 —	
4 ^e	8,598 —	
1 ^{er} essieu du tender.	15,106 —	} 25,286 —
2 ^e	10,180 —	

la répartition du poids de la même machine après le découplément, et avec un lest de 5,505 kilogrammes à l'avant entre les cylindres, a été pour la machine garnie d'eau et de combustible :

Sur le 1 ^{er} essieu.	11,000 kilog.	} 45,400 kilog.
2 ^e	10,800 —	
3 ^e	10,800 —	
4 ^e	12,800 —	

Cette machine fait un bon service entre Forbach et Nancy, où elle est employée au transport de la houille. On lui a adjoint un tender ordinaire.

Le découplément n'a été fait que d'une manière provisoire. Lorsqu'il sera fait définitivement, le poids à l'arrière sera de 1 tonne de moins.

La répartition deviendra alors la suivante :

Sur le 1 ^{er} essieu.	11,000 kilog.	} 44,400 kilog.
2 ^e	10,700 —	
3 ^e	10,700 —	
4 ^e	12,000 —	

Il ne serait pas difficile, en réduisant un peu la longueur de la boîte à feu et reportant un peu sur l'arrière tous les essieux, d'obtenir une répartition uniforme ou à peu près de la charge entre eux, et un maximum moins élevé que celui qu'on obtient à l'aide de l'accouplement. Les prévisions de M. Couche se trouveraient donc ainsi justifiées.

Cet habile ingénieur admet toutefois l'accouplement pour les locomotives marchant à une certaine vitesse, telles que les Engerth mixtes du Nord, qui nécessitent de grands foyers aussi bien que les machines à marchandises.

L'accouplement du Creusot est admis sur le chemin central suisse pour toutes les machines, qu'elles fassent le service des voyageurs ou celui des marchandises, qu'elles soient mixtes ou à six et huit roues couplées. L'étendue des plus grandes surfaces de chauffe ne dépasse cependant pas 140 mètres carrés. On se demande si cet accouplement est, dans ces conditions, toujours bien motivé.

MACHINES POUR FORTES RAMPES ET TRÈS-PETITE VITESSE

TYPE UNIQUE DU CHEMIN DU NORD.

Conditions générales d'établissement.

Relativement aux conditions générales d'établissement de ces locomotives d'un type entièrement nouveau, étudiées dans les ateliers du chemin de fer du Nord, sous la direction de M. Jules Petiet, nous ne pensons pas pouvoir mieux faire que de donner un extrait des communications faites à la Société des ingénieurs civils par M. Nozo, dans les séances des 7 novembre 1856 et 23 janvier 1857.

Les lignes principales du chemin de fer du Nord sont établies avec des rampes qui ne s'élèvent pas au-dessus de 5 millimètres par mètre, et des courbes qui ne descendent pas au-dessous de 4,000 mètres de rayon. Mais, par contre, le chemin de ceinture et

divers embranchements de la partie septentrionale, qu'il faut considérer comme autant de traits d'union entre le chemin de fer du Nord, les lignes françaises et le réseau belge, présentent assez fréquemment des rampes de 10 à 18 millimètres, et des courbes d'assez petits rayons.

La Compagnie, on doit le présumer, sera appelée à faire certaines tractions sur ces lignes, et il y a lieu, dès à présent, pour

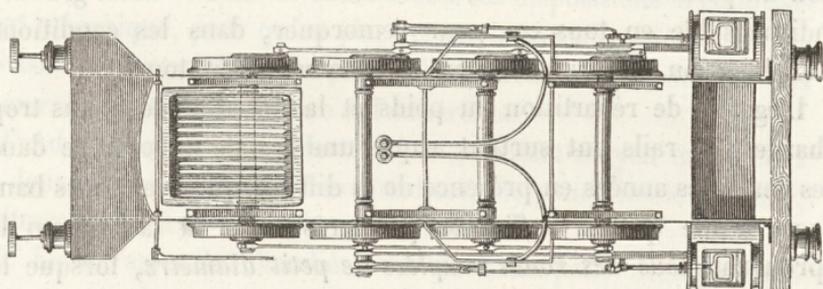
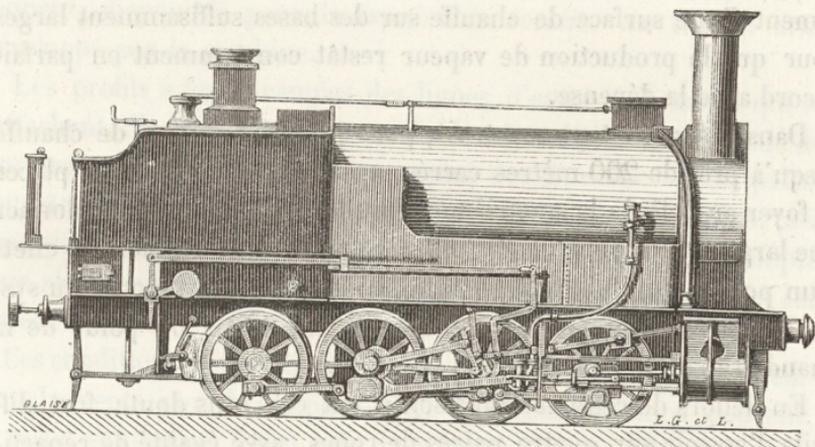


Fig. 623.

elle, d'étudier et construire un type spécial de locomotive pouvant remorquer sur de fortes rampes de lourds trains de marchandises plus économiquement que les puissantes machines actuellement en service sur les deux branches principales, où les conditions d'exploitation sont toutes différentes de celles des embranchements.

Lors de la construction des puissantes machines de la grande

ligne qui ont à parcourir des rampes d'inclinaison moyenne, il est vrai, mais généralement d'un très-grand développement, on a dû surtout rechercher les dispositions qui assuraient le mieux la *régularité de la vitesse normale des trains* dans toutes les circonstances de l'exploitation, afin de ne jamais apporter d'entraves au service des voyageurs. Pour cela, deux points ont été considérés comme essentiels : la conservation des diamètres des roues adoptés dès l'origine pour les premières machines à marchandises, et l'établissement d'une surface de chauffe sur des bases suffisamment larges pour que la production de vapeur restât constamment en parfait accord avec la dépense.

Dans le dernier type construit, pour porter la surface de chauffe jusqu'à près de 200 mètres carrés, on fut même obligé de placer le foyer au delà de la quatrième paire de roues, afin de lui donner une largeur suffisante; c'est alors que, pour éviter les fâcheux effets d'un porte à faux considérable à l'arrière, on eut recours au système Engerth, qui permet de reporter une partie du poids de la chaudière sur le tender.

En dehors de cette combinaison il eût été, sans doute, fort difficile d'asseoir sur quatre paires de roues, avec égalité de répartition du poids sur les essieux, une surface de chauffe aussi grande, indispensable en tous cas pour remorquer, dans les conditions d'exploitation relatées plus haut, des trains de 650 tonnes.

L'égalité de répartition du poids et la nécessité de ne pas trop charger les rails ont surtout acquis une grande importance dans ces dernières années en présence de la difficulté d'obtenir des bandages d'une qualité suffisante pour résister à la fatigue qu'ils éprouvent, *sous des roues couplées de petit diamètre*, lorsque la pression par essieu atteint 12 à 13,000 kilogrammes.

C'est cette même nécessité, de ne pas dépasser la pression sur les rails de 12 à 13 tonnes, qui a généralement conduit, dans les machines à marchandises, à reporter les approvisionnements d'eau et de coke sur un tender spécial, et nous venons même de voir que, pour le plus puissant type du Nord, le tender (qui doit être considéré comme distinct malgré sa connexion intime avec la machine) avait dû supporter une partie du poids de la chaudière.

Si l'emploi d'un tender spécial ne présente pas d'inconvénients graves sur les chemins à rampes ordinaires, il n'en est plus de même lorsque les rampes s'élèvent à 10 et 20 millimètres par mètre. Pour ces lignes, en effet, il y a un grand intérêt, en sacrifiant quelque peu la vitesse, à rechercher les combinaisons qui peuvent ramener le poids total du moteur (*machine et tender*) à ce qui est seulement nécessaire à l'adhérence. On supprime, en effet, par là, ce qu'on appelle les *poids morts*, et on laisse, par conséquent, disponible pour la traction la *totalité du travail utile* développé par la machine.

Les profils à fortes rampes des lignes d'embranchements qui se rattachent directement au réseau du Nord et la nature spéciale de leur trafic, moins impérieux que celui des branches principales, apportent donc, dans la construction du matériel de traction, des conditions nouvelles assez importantes dont il faut tenir compte pour abaisser autant que possible les frais d'exploitation de ces lignes.

Ces conditions nouvelles de l'établissement des locomotives d'embranchements, pour le cas particulier du chemin du Nord, peuvent, du reste, se résumer à peu près dans le programme suivant :

1° Combiner convenablement toutes les dispositions d'établissement mécanique, pour qu'en plaçant sur la machine même des approvisionnements suffisants pour 50 kilomètres on ne dépasse pas en marche le poids nécessaire à l'adhérence;

2° Adopter pour effort de traction un effort moyen entre ceux des deux puissants types à marchandises, et, pour vitesse normale, la vitesse de 16 à 20 kilomètres à l'heure;

3° Élever assez la chaudière sur le bâtis pour dégager complètement la boîte à feu des longerons, et pouvoir lui donner telle largeur qu'il faudra sans avoir à s'inquiéter de la position des roues, qui devront, au besoin, passer sous le cadre du bas du foyer;

4° Ne pas dépasser sur les rails la pression de 11 tonnes par essieu;

5° Réduire assez l'écartement des essieux extrêmes pour franchir sans difficulté les courbes à petits rayons.

Les deux premières conditions conduisent naturellement à une locomotive-tender du poids en charge d'environ 40,000 kilogrammes, présentant un effort de traction théorique maximum de 7,500 kilogrammes.

La quatrième condition (ne pas dépasser la pression de 11 tonnes sous chaque essieu) conduit à l'emploi de quatre paires de roues couplées par bielles, comme cela a eu lieu dans les machines à marchandises, système Engerth, construites au Creusot, et dans la machine viennoise, *Wien-Raab*, qui figurait à l'Exposition universelle.

Les roues de 1^m,06 de diamètre employées depuis l'origine dans les machines de gare de la Compagnie et dans celles du Sommering satisfont à la cinquième condition en les rapprochant autant que possible les unes des autres. Il est facile, en effet, d'arriver à un écartement total de 3^m,33, qui permet de passer aisément dans les courbes du plus petit rayon.

Tel est à peu près l'ensemble des considérations générales qui ont guidé M. Petiet, ingénieur en chef de l'exploitation et du matériel, dans la conception de la machine nouvelle, et tel est aussi le programme des études d'exécution qui m'ont été confiées et qui se poursuivent à l'atelier central de la Chapelle.

Comme il est facile de le remarquer sur les dessins :

La machine à fortes rampes porte son eau et son coke ;

Elle est montée sur quatre paires de roues couplées par bielles ;

La chaudière est placée assez haut sur le bâtis pour dégager complètement la boîte à feu et n'être pas limitée dans sa largeur par l'écartement des longerons ou l'écartement des roues, lesquelles passent avec un jeu suffisant sous le cadre du foyer.

Cette dernière disposition, qui caractérise plus spécialement le projet, présente divers avantages qu'il importe de faire ressortir.

Dès l'instant qu'on était libre de donner au foyer telle largeur qu'on voulait, il devenait très-facile, tout en montant la boîte à feu intérieure à la manière ordinaire, de remplir convenablement de tubes le corps cylindrique, si grand qu'il dût être, sans aucun espace perdu, et par conséquent avec un poids de chaudière moindre

que dans le *système de construction Crampton*, adopté pour les deux puissants types de machines du Nord.

La distance entre les plaques tubulaires ne dépendant plus d'une manière aussi absolue que dans les autres machines de l'écartement des essieux extrêmes, on a pu employer des tubes assez courts, de petit diamètre et à faible épaisseur, qui, pour la même section occupée dans le corps cylindrique, donnent la plus grande surface de chauffe pour un même poids de matière et d'eau.

La grille étant assez élevée au-dessus des rails, il a été possible de placer l'essieu d'arrière sous le foyer sans avoir à craindre le chauffage. Il en est résulté que le porte à faux à l'arrière a été limité à ce qui convenait pour l'égalité de répartition de la charge sur les quatre essieux.

Enfin, dans l'intervalle qui sépare la chaudière du bâtis, on a pu loger convenablement la caisse à eau, et la disposer de telle sorte, que les variations dans le poids des approvisionnements se fissent à peu près également sentir sur chacun des quatre essieux. La construction de cette caisse à eau, d'un seul morceau de chaudronnerie, ne présente d'ailleurs aucune difficulté; les dimensions sont telles, que toutes les rivures d'assemblage sont parfaitement accessibles.

Les soutes à coke sont de même disposition que celles des machines de gare, des deux machines-tenders, système Crampton, et d'une machine mixte construite par transformation aux ateliers.

Le chargement du feu dans la machine projetée se fera même avec plus de facilité que dans aucun des systèmes ci-dessus.

Le mode de construction générale permet, avec l'emploi des grues roulantes et en démontant préalablement quelques boulons, d'enlever successivement les deux soutes à coke ensemble, puis la chaudière, puis le tender, en mettant ainsi à nu tout le mécanisme attaché au bâtis et faisant système avec lui.

Tout le mécanisme (*propulsion, distribution et alimentation*), étant complètement extérieur, présente les mêmes dispositions générales que celui des machines Crampton à voyageurs et *Engerth* à marchandises.

La génératrice supérieure de la chaudière est à la même hauteur au-dessus des rails que dans les machines à marchandises dites du *Nord*. Le dessus de la cheminée n'est pas plus élevé que dans le matériel des grandes lignes.

Les pièces qui se rapprochent le plus des rails laissent le même jeu que dans les machines *Engerth*; la plus grande largeur ne dépasse pas celle des dernières machines construites.

Lorsque la machine est en feu et que la caisse à eau et les soutes à coke sont approvisionnées, le poids total, servant tout entier à l'adhérence, ne dépassera très-probablement pas 59,000 kilog., répartis également sur les quatre essieux, soit en moyenne par essieu. 9,750 kilog.

La suspension est disposée pour conserver constamment en marche cette égalité de répartition de la charge.

L'effort de traction *théorique* pour sept atmosphères de pression *effective* est approximativement de. 7,500 kilog.

Dans les machines *Engerth*, fonctionnant aussi à la pression effective de sept atmosphères, il est de. 9,500 kilog.

Dans les machines dites du *Nord*, fonctionnant à une pression effective de six atmosphères, il est de. 6,400 kilog.

Les dimensions qui servent à calculer l'effort de traction sont consignées dans le tableau suivant pour les trois systèmes de machines en comparaison.

DÉSIGNATIONS.	LOCOMOTIVES		
	A L'ÉTUDE.	ENGERTH.	DU NORD.
Surface de chauffe totale (foyer et tubes).. . . .	125 m. q.	19 $\frac{1}{2}$ m. q.	127 m. q
Diamètre des roues couplées.	1 ^m ,06	1 ^m ,25	1 ^m ,45
— des cylindres.	0 ^m ,48	0 ^m ,50	0 ^m ,46
Course des pistons.	0 ^m ,48	0 ^m ,66	0 ^m ,68
Nombre de kilomètres parcourus par heure lorsque les machines fonctionnent à deux tours de roues par seconde.	24	28	52

Le tableau qui suit donne le nombre approximatif de waggons