

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Exposition universelle. 1889. Paris
Titre	Notice sur le matériel et les objets exposés par la Compagnie du Chemin de fer du Nord à l'Exposition universelle de Paris
Adresse	Lille : Imprimerie L. Danel, 1889
Collation	1 vol. (147 p.-6 p. de pl.) ; 31 cm
Cote	CNAM-BIB 4 Sar 143
Sujet(s)	Appareils électriques -- Congrès et conférences Chemins de fer -- Équipement électrique -- Congrès et conférences Exposition internationale (1889 ; Paris)
Thématique(s)	Expositions universelles Machines & instrumentation scientifique Transports
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	17/01/2020
Date de génération du PDF	04/03/2020
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?4SAR143

NOTICE

SUR

LE MATÉRIEL & LES OBJETS EXPOSÉS

PAR

La Compagnie du Chemin de Fer du Nord

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS.



LILLE

IMPRIMERIE L. DANIEL.

—

1889

EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS. 1889.

NOTICE

SUR

LE MATÉRIEL ET LES OBJETS EXPOSÉS

PAR

LA COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD.

INTRODUCTION.

Le réseau concédé à la Compagnie du Chemin de fer du Nord a une longueur kilométrique d'environ 3738^{km.}, dont 3590 exploités ; il dessert totalement ou partiellement neuf départements, soit une population d'environ 5 millions d'habitants.

L'exposition de la Compagnie du Nord comprend le matériel et les appareils des trois Services de l'Exploitation, du Matériel et de la Traction, et de la Voie.

L'exposition du Service de l'Exploitation est située au premier étage, au centre de la plateforme de l'extrémité Ouest de la galerie des machines et comprend les appareils télégraphiques, les signaux électriques, le matériel d'éclairage électrique, les systèmes pour la manœuvre par l'électricité des aiguilles, des cabestans et des treuils ; des modèles de casiers à billets, de chaufferette et de lampe pour le chauffage et l'éclairage des voitures, etc. ; des dessins et des cartes.

L'exposition du Matériel et de la Traction est installée au rez-de-chaussée,

dans la travée latérale Nord de la grande galerie des machines et comprend des locomotives, des voitures à voyageurs, un groupe de machine outils mises en mouvement par une machine dynamo-électrique, etc...

Enfin l'exposition du Service de la Voie est placée à l'extérieur de la galerie des machines, près de l'entrée Sud-Ouest de l'avenue de Suffren, et comprend des appareils d'enclenchements, des types de voie à deux et à quatre rails, des signaux, des modèles de verrous et de compensateurs, etc...

La présente notice a pour but de donner une description sommaire du matériel et des objets exposés par la Compagnie, ainsi que le but des recherches et des études qu'elle a faites pour les réaliser.

I. — SERVICE DE L'EXPLOITATION.

A. — APPAREILS ÉLECTRIQUES.

1° Electro-sémaphores pour le Block-Système. — 2° Cloches électriques. — 3° Contact fixe pour le déclenchement des freins. — Avertisseur de gare. — 5° Avertisseur à lanterne. — 6° Contrôleur d'aiguilles. — 7° Contrôleur de désengageurs. — 8° Contrôleurs de signaux. — 9° Appareils de correspondance. — 10° Intercommunication des trains. — 11° Postes de secours. — 12° Appareils télégraphiques — 13° Poste téléphonique. — 14° Appareils divers et matériel de ligne et de pile. — 15° Treuil électrique. — 16° Manœuvre électrique d'aiguilles. — 17° Cabestan électrique. — 18° Eclairage électrique. — 19° Synchronisation électrique des horloges des gares.

I. — ÉLECTRO-SÉMAPHORES POUR LE BLOCK-SYSTÈME.

But des Electro-sémaphores. — Ces appareils ont pour but d'empêcher deux trains ou machines circulant dans le même sens, de s'engager librement sur la même voie, entre deux postes consécutifs ; ils réalisent le *Block-système* qui consiste à substituer à l'intervalle de temps réglementaire entre deux trains ou machines qui se suivent, la distance kilométrique séparant les postes. Chaque poste sémaphorique est muni, comme une station, de disques à distance ; un train ou une machine ne peut le franchir, à moins de circonstances déterminées par le Règlement et en prenant des précautions spéciales, que lorsque le sémaphore est à voie libre.

Les appareils répartis le long de la ligne et placés aux extrémités des sections sont les électro-sémaphores de MM. Tesse, Lartigue et Prudhomme. Leur propriété caractéristique est la solidarisation des signaux électriques et des signaux visuels s'adressant aux mécaniciens et aux agents des trains. La mise à l'arrêt du signal visuel couvrant un train qui s'engage dans une section et le *calage* du signal dans cette position, sont obtenus *mécaniquement* à l'aide de la rotation d'une manivelle : la manœuvre de la manivelle fait apparaître, *électriquement*, au poste suivant vers lequel se dirige le train, un signal prévenant l'agent de ce poste de l'arrivée de ce train.

Le signal d'arrêt fait par un poste, à l'extrémité d'une section, ne peut être décalé et effacé que par le poste placé à l'autre extrémité de la section, lorsque l'agent de ce dernier poste efface le signal à l'aide duquel il a été avisé de l'arrivée du train. En un mot, l'agent d'un poste met le signal à l'arrêt et le cale *mécaniquement* ; l'électricité n'intervient que pour l'effacer et l'effacement ne peut être fait que par le poste suivant.

Description des appareils. — L'électro-sémaphore d'un poste intermédiaire se compose :

1^o Pour les signaux à vue, d'un mât en fer, de 6, 8 ou 12 mètres de hauteur, qui est dressé dans un socle en fonte fixé sur un massif en ciment à l'aide de quatre boulons. Ce mât supporte deux grandes ailes peintes en rouge, placées à la partie supérieure et s'adressant aux mécaniciens qui circulent respectivement sur chacune des voies principales : au-dessous sont placés deux petits bras peints en jaune, situés vers le milieu de la hauteur du mât et servant à annoncer l'entrée ou la sortie des trains dans les deux sections, de part et d'autre du poste considéré.

Ces ailes et ces bras oscillent symétriquement, c'est-à-dire que les grandes ailes abandonnées à elles-mêmes pendent effacées et deviennent apparentes lorsqu'on les relève au moyen d'une tringle de tirage reliée à un appareil de manœuvre ; les petits bras, au contraire, sont apparents lorsqu'ils sont libres et s'effacent lorsqu'on les rabat contre le mât de la même manière que pour la manœuvre des grandes ailes.

2^o De quatre appareils de manœuvre électro-mécaniques, dont deux sont reliés mécaniquement, à l'aide de tringles et par l'intermédiaire d'un carillon, aux grandes ailes et les deux autres, aux petits bras, par des organes identiques.

3^o D'une lanterne avec un petit réflecteur et d'un grand réflecteur à trois faces ; l'un et l'autre sont disposés de manière que les rayons lumineux de la lanterne puissent éclairer la nuit, outre les écrans des grandes ailes, les petits bras placés au milieu du mât.

4^o D'un abri en ciment aggloméré, placé au pied du sémaphore et contenant une pile de 12 éléments.

Chaque appareil électro-mécanique se compose d'une boîte renfermant un commutateur inverseur, manœuvré par une manivelle dont l'axe commande une contre-manivelle articulée avec la tringle de tirage de l'aile correspondante. En faisant faire à la manivelle un peu plus d'une demi-révolution,

on exerce un effort de traction sur la tringle, et on amène l'aile à la position d'enclenchement où elle est maintenue horizontale par un doigt monté sur l'axe et reposant sur un buttoir.

L'appareil, une fois enclenché, ne peut être déclenché que par l'envoi d'un courant du poste correspondant. En effet, le buttoir est solidaire d'un levier en fausse équerre, portant une palette qui adhère fortement à un électro-aimant Hughes. Si l'aimant est affaibli par le passage d'un courant, le levier est écarté par l'effet d'un contre-poids ; le buttoir entraîné, laisse échapper le doigt d'arrêt, qui permet à la bielle de continuer sa révolution, et à l'aile de reprendre sa position primitive. Dans ce mouvement de l'axe, une came ramène la palette au contact de l'aimant, et le buttoir dans la situation voulue pour arrêter de nouveau le doigt d'arrêt. Le rôle de l'électricité se borne donc à affaiblir l'aimant pendant le passage du courant.

L'appareil de manœuvre de la grande aile d'un poste est relié par un fil télégraphique, à l'appareil qui agit sur le petit bras du poste correspondant ; le système, appliqué aux lignes à double voie, nécessite donc l'emploi de deux fils entre deux postes consécutifs.

Le courant électrique se transmet aux appareils des deux postes par la manœuvre mécanique elle-même, au moyen du commutateur inverseur qui, dans sa révolution, envoie successivement soit le courant positif, soit le courant négatif de la pile.

Le premier courant se produit pendant la première demi-révolution lorsque le garde manœuvre l'aile ; le second, pendant la seconde demi-révolution, au moment où le signal que l'on a voulu produire au poste correspondant est exécuté, et il fournit automatiquement, par un coup de timbre et par l'apparition d'un voyant dans l'appareil, un accusé de réception qui permet aux agents de connaître aussi bien la situation des ailes et bras des deux postes voisins que celle de leur propre appareil.

Les pièces qui donnent l'accusé de réception sont actionnées au moyen d'un second électro-aimant Hughes, monté symétriquement au premier et d'égale résistance, mais relié de manière que le courant qui affaiblit l'un renforce l'autre et réciproquement.

Les quatre appareils de manœuvre d'un électro-sémaphore sont à peu près identiques comme construction ; toutefois les appareils qui commandent les petits bras sont, en outre, pourvus d'un commutateur qui permet d'échanger avec le poste en avant ou avec celui d'arrière, à l'aide de la trembleuse disposée dans les appareils électro-mécaniques reliés aux grandes ailes, des signaux

conventionnels et acoustiques, dont il n'est fait usage que pour la vérification des appareils, et quand il n'y a aucun train annoncé.

Pendant la nuit, les signaux des électro-sémaphores sont produits au moyen d'une lanterne avec réflecteur hissée au haut du mât et devant laquelle viennent se placer deux écrans, l'un rouge, l'autre vert, ajustés sur les ailes. La position d'arrêt de la grande aile est donc indiquée, la nuit, par un double feu rouge et vert, conforme aux prescriptions du code des signaux.

L'électro-sémaphore d'un poste extrême ne comporte qu'une grande aile et qu'un petit bras avec deux boîtes de manœuvre.

Lorsque les électro-sémaphores sont manœuvrés par les aiguilleurs des cabines d'enclenchements, le mât est placé extérieurement contre la cabine et les boîtes de manœuvre sont installées sur une console en fonte à l'intérieur de la cabine : la liaison entre les boîtes et les tringles de tirage des ailes, est faite par des câbles métalliques et par l'intermédiaire de poulies et d'équerres de renvoi.

Une petite amélioration, consistant dans l'addition d'une roue à rochets, calée sur l'axe de la manivelle, a été apportée à la disposition primitive des appareils de manœuvre, de manière à empêcher qu'on ne déplace la grande aile, suffisamment pour produire l'apparition du petit bras au poste suivant, mais pas assez complètement pour que cette grande aile se maintienne à l'arrêt.

Enclenchement des boîtes entre elles et avec les disques. — Les électro-sémaphores Tesse, Lartigue et Prud'homme avaient été établis à l'origine, de manière à réaliser l'indépendance des sections successives du Block-système, c'est-à-dire que les manœuvres à faire, par le garde de chaque poste, pour couvrir un train au moyen de la grande aile (ou pour *bloquer* la section), puis pour déclencher la grande aile du poste précédent (ou *débloquer* la section que le train vient de quitter), sont sans solidarité l'une avec l'autre : il est seulement prescrit au garde de toujours bloquer avant de débloquer.

Cette indépendance des sections avait été adoptée, afin que quand un train avait à se garer dans une station, par exemple pour être dépassé par un autre train, le garde pût débloquer la section, après que le train était garé, sans être obligé de bloquer celle dans laquelle ce dernier train ne pénétrait pas.

Mais, d'autre part l'indépendance des sections présente cet inconvénient qu'un garde peut, si improbable que cela soit, débloquer une section que vient de quitter un train et oublier de bloquer celle où il vient d'entrer. Si les sections étaient dépendantes, un pareil oubli ne pourrait se produire. Il paraît donc intéressant, si non indispensable, de réaliser cette dépendance, mais à la

condition expresse et absolue, de pouvoir la *détruire* dans les stations de dépassement où les trains ont à se garer, aussitôt que l'agent responsable de la manœuvre de garage s'est assuré qu'il peut autoriser le déblocage à l'arrière.

A cet effet, dans quelques cas particuliers où les circonstances locales ont paru le rendre nécessaire, la Compagnie a fait, entre les boîtes de manœuvre des électro-sémaphores, l'addition d'un organe complémentaire d'enclenchement, répondant au programme suivant :

1° Etablir entre les sections du Block-Système une dépendance qui empêche le garde du poste B, par exemple,



de débloquer la section A B, en arrière, avant d'avoir préalablement bloqué la section B C, en avant, lorsqu'un train passe au poste B.

2° Empêcher le garde du poste B, quand la section B C est bloquée pour un premier train et qu'on lui annonce un second train venant de A, de supprimer cette annonce et de débloquer A B sans avoir rebloqué B C après le déblocage donné par le poste C à la sortie du premier train de la section B C. — Il en résulte que, si des trains ont successivement pénétré dans la section B C, le garde du poste B ne peut débloquer en arrière la section A B et les sections précédentes, qu'après avoir mis sa grande aile à l'arrêt autant de fois qu'il a introduit de trains dans la section B C.

3° Permettre aux gares de dépassement, telles que B, de supprimer la dépendance des sections BC et AB, lorsque l'on a garé un train, en conservant au contraire cette dépendance pour les trains qui passent sans garage dans la station ; empêcher de faire cette suppression par le garde du poste B lui-même, sans l'intervention d'un agent responsable situé près du point où a lieu le garage, et enfin remettre les choses en l'état initial, par le fait même du déblocage de la section AB, lorsque le garage est effectué.

En outre, chaque poste sémaphorique étant, sur le réseau du Nord, considéré comme une station (dont le chef de train est le chef temporaire) et étant, par conséquent, comme les stations elles-mêmes muni de disques à distance, le règlement prescrit au garde de mettre et de maintenir à l'arrêt le disque à distance précédant un sémaphore, pendant tout le temps que la grande aile du sémaphore est horizontale. Cette précaution est justifiée par la nécessité de prévenir un mécanicien qu'il va trouver une grande aile à l'arrêt et qu'il doit prendre ses mesures pour s'arrêter en temps utile et en tous cas, pour ne pas entrer dans la section couverte par ce sémaphore. Il est certain qu'on se mettrait à l'abri d'une erreur, si peu probable qu'elle soit, s'il était possible

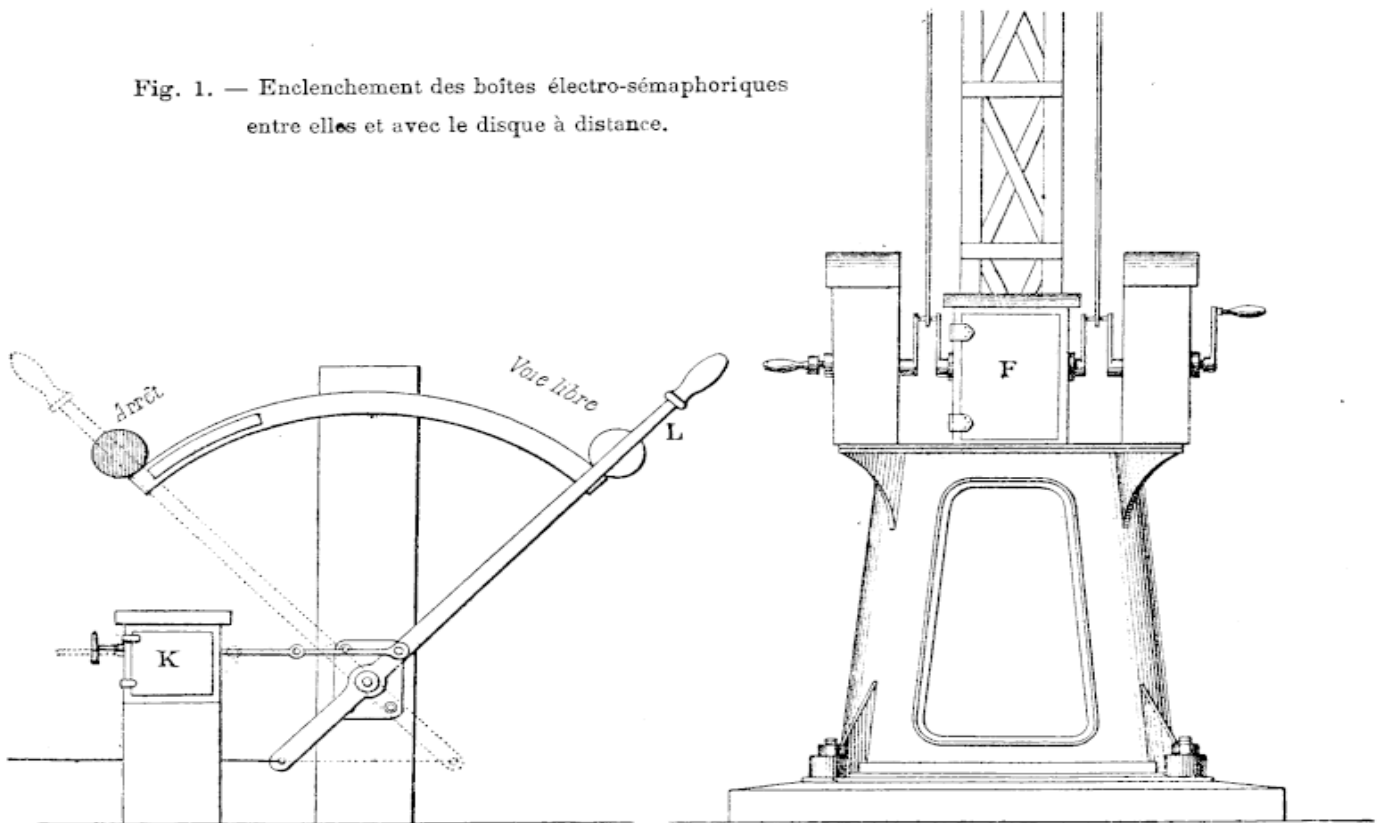
d'enclencher le disque à distance avec le sémaphore, de telle sorte que la grande aile ne puisse être mise à l'arrêt sans que le disque à distance qui la couvre ait été préalablement fermé.

Comme d'ailleurs le disque à distance du sémaphore est, en même temps dans les stations, le disque de la station, il doit pouvoir être mis à l'arrêt indépendamment de la grande aile du sémaphore.

La réalisation de la dépendance entre les sections a été d'abord obtenue par l'addition entre les boîtes de manœuvre de la grande aile et du petit bras, d'une boîte contenant un enclenchement électrique qui établit ou supprime la solidarité entre les axes des deux manivelles, de manière qu'on ne peut tourner l'une si l'on n'a pas préalablement tourné l'autre.

La réalisation de la solidarité entre la grande aile du sémaphore, le petit bras et le disque à distance a été réalisée par M. E. Sartiaux et obtenue par l'addition d'une serrure électrique K reliée au levier L du disque et d'un appareil supplémentaire ajouté dans l'appareil F d'enclenchement installé entre les boîtes de manœuvre.

Fig. 1. — Enclenchement des boîtes électro-sémaphoriques entre elles et avec le disque à distance.



Il résulte de ces dispositions qu'en temps normal, un train étant annoncé par la chute du petit bras, il est impossible de faire disparaître ce petit bras et de débloquent, par suite, la section dans laquelle circule le train annoncé, si l'on n'a

pas d'abord bloqué la section suivante en élevant la grande aile à la position horizontale, manœuvre que l'on ne peut d'ailleurs effectuer, sans avoir préalablement mis à l'arrêt le disque à distance.

La mise à l'arrêt du disque fait fonctionner la serrure adaptée au levier et envoie un courant dans l'appareil d'enclenchement de la grande aile qui peut alors être levée à l'arrêt. Pendant tout le temps qu'elle est dans cette position, il est impossible au garde de remettre le disque à voie libre : c'est seulement quand la grande aile tombe, déclenchée par le poste suivant, que la serrure est dégagée et qu'il est possible de ramener le levier du disque à la position normale.

Si, au contraire, le train ne doit pas dépasser le poste, soit pour s'arrêter, soit pour se garer dans une station, la dépendance des deux sections entre lesquelles est comprise la station, est supprimée après que le garage est effectué, par l'agent qui commande cette opération : à cet effet, il manœuvre, près du point de garage, un commutateur qui envoie un courant dans l'électro-aimant de la boîte F, et produit exactement les mêmes effets que la manœuvre de la grande aile, c'est-à-dire que le garde peut dès lors débloquer la section en arrière, sans bloquer la section en avant. Les appareils sont en outre, ramenés à leur position normale, prêts à fonctionner de nouveau et avec la dépendance des sections. Pendant tout le temps qu'on manœuvre le commutateur du garage, une sonnerie tinte au poste sémaphorique pour appeler l'attention du garde.

Enfin l'appareil d'enclenchement F contient un dispositif qui permet de le relier à un autre appareil électrique désigné sous le nom de répéteur, et dont le but est de reproduire à distance les signaux donnés par les électro-sémaphores.

Développement de l'installation du Block-système. — Le Block-système, réalisé au moyen des électro-sémaphores précédemment décrits, est installé ou en cours d'installation sur environ 975 kilomètres du réseau à double voie de la Compagnie du Nord, ainsi que l'indique d'ailleurs la carte exposée.

Le nombre total des postes sémaphoriques sera, quand cette installation sera terminée, de 515, et la longueur moyenne des sections, de 2000 mètres.

Quant aux postes munis de l'appareil d'enclenchement entre les boîtes de manœuvre et avec les disques à distance, leur nombre est actuellement de 36.

Répétiteurs d'électro-sémaphores. — Dans quelques gares d'une certaine étendue, où il n'est pas possible d'installer l'électro-sémaphore près du bâtiment

principal et à la portée de certains agents qu'il serait cependant utile ou nécessaire de prévenir quelque temps avant l'arrivée des trains, on a disposé un répéteur des indications données par le petit bras du sémaphore.

Cet appareil a été aussi établi à quelques passages à niveau où il n'existe pas de sémaphore, et qu'il est également intéressant de prévenir de l'approche des trains.

Il se compose d'une boîte en fonte renfermant deux électro-aimants Hughes, qui maintiennent chacun une palette portant un voyant légèrement incliné dans le sens de sa chute. Lorsque, par le passage du courant, les aimants sont affaiblis, les palettes se détachent et les voyants, entraînés par leur propre poids, apparaissent au dehors de l'appareil. Dès que l'un ou l'autre voyant est tombé, il établit un contact entre deux lames auxquelles sont reliées une pile locale et la sonnerie trembleuse de la direction : les sonneries ont des timbres différents qui correspondent chacun à un sens de la circulation.

La boîte qui contient ces appareils porte deux ouvertures verticales qui permettent le passage des deux voyants.

Lorsque le garde manœuvre la grande aile de son sémaphore pour bloquer la section et annoncer le train au poste en avant, il réalise le déclenchement du petit bras de ce poste et fait tourner, en même temps, un commutateur spécial, qui envoie un courant dans l'appareil répéteur, à l'extérieur duquel apparaît le voyant ; pendant tout le temps que ce voyant reste apparent, la sonnerie locale avertit le garde du passage à niveau. Celui-ci ne doit relever le voyant que lorsque le train est passé devant lui.

Il y a actuellement 20 de ces répéteurs en service sur le réseau du Nord.

II. — CLOCHES ÉLECTRIQUES.

Les cloches électriques d'annonce des trains ont été essayées, sur le réseau du Nord, en 1862. Définitivement adoptées en 1865, sur la proposition de M. Félix Matthias, elles sont appliquées d'une manière générale sur toutes les lignes à voie unique ou à double voie qu'exploite la Compagnie du Nord.

But des cloches électriques. — *Sur les lignes à voie unique* les cloches installées aux gares et aux stations, ainsi qu'à certains passages à niveau intermédiaires, sont employées pour annoncer la mise en marche des trains expédiés dans chaque sens. Elles confirment et complètent, sans les remplacer, les prescriptions du règlement pour la circulation des trains sur une seule voie ; les signaux acoustiques qu'elles donnent, constituent, en quelque sorte,

un *adjuvant* pour la sécurité. Leur rôle et leur but principal sont de permettre, le cas échéant, de réparer les erreurs qui pourraient être commises dans l'expédition des trains circulant en sens contraire et d'éviter ainsi les accidents qui en résulteraient.

Ainsi, par exemple, lorsqu'avant le passage d'un train annoncé et attendu, le garde d'un passage à niveau intermédiaire entre deux stations reçoit l'annonce d'un autre train en sens contraire, il prend immédiatement des mesures pour assurer les signaux nécessaires et arrêter les trains. Plusieurs accidents ont pu être évités dans ces conditions, depuis l'installation des cloches sur le réseau du Nord.

Les cloches permettent encore de transmettre des signaux d'alarme, dans le cas où il s'est produit une dérive de wagons, pour faire fermer les barrières des passages à niveau, pour faire arrêter les trains attendus de la direction vers laquelle les wagons sont échappés en dérive, et enfin pour faire diriger les aiguilles de la station la plus voisine vers une impasse d'évitement, afin de mettre un terme à la course des wagons échappés.

Sur les lignes à double voie, les cloches électriques sont plus généralement installées aux gares et aux stations, et accessoirement à des passages à niveau placés dans des conditions spéciales. Leur but est le suivant : les manœuvres qui s'exécutent dans les gares doivent, aux termes des règlements, cesser un certain nombre de minutes avant l'arrivée du train attendu. Ces manœuvres sont de deux natures : les unes se font à la machine et peuvent engager les voies principales par les aiguilles ; les autres se font à bras ou avec des chevaux, et peuvent traverser à niveau les voies principales. Tel est le cas d'un wagon qui passe d'un côté à l'autre des voies principales à l'aide d'une traversée rectangulaire. En outre, les gares terminus importantes, telles que celles de Paris, de Lille, etc., ont besoin d'être averties quelques minutes à l'avance de l'arrivée prochaine des trains venant de diverses directions, afin de préparer le personnel et les salles de bagages, de dégager les voies sur lesquelles ces trains doivent être reçus, etc.

C'est pour répondre à cette double nécessité que la Compagnie du Nord a décidé l'extension de l'installation des cloches électriques à toutes les lignes à double voie de son réseau : ces coups de cloches sonores, entendus de tous les agents d'une gare et confirmés par un signal optique, leur indiquent le départ ou le passage d'un train à la gare précédente et leur rappellent qu'ils doivent prendre leurs mesures en conséquence : leur usage ne dispense, bien entendu, d'aucune des précautions prescrites par les règlements.

Description des cloches. — Après avoir successivement appliqué et per-

fectionné trois types de cloches, se rapprochant de ceux qui existent sur tous les chemins de fer de l'Allemagne du Nord, la Compagnie du Nord a adopté un type plus récent, qu'elle expose, et qui comporte un signal optique, ayant à peu près l'apparence du petit bras des électro-sémaphores.

Ces cloches reposent sur une colonne en fonte extrêmement solide et le mécanisme en est d'une très grande simplicité.

La pièce principale est un tambour, autour duquel s'enroule la corde du poids moteur et qui porte à une extrémité une roue pleine en fonte, garnie à sa périphérie de neuf dents, destinées à faire osciller un marteau unique qui frappe intérieurement contre un timbre et qui donne une série de six coups simples, à chaque déclenchement. Le marteau, très lourd, est fixé à une tige verticale munie de deux buttoirs qui sont heurtés alternativement par les cames de la roue en fonte. L'appareil comprend, en outre, un électro-aimant, avec une palette de fer doux portant un doigt qui enclenche le mécanisme.

Le mouvement est contenu à l'intérieur d'une boîte cylindrique en tôle, posée sur une colonne en fonte de 2^m60 de hauteur, dans laquelle descend le poids. La base de la colonne enfouie dans le sol, à environ un mètre de profondeur, est consolidée avec de la terre battue mêlée de cailloux. Le timbre est monté à la partie supérieure de la boîte cylindrique et protège l'appareil contre la pluie.

L'addition d'un signal optique a été réalisée de la manière suivante : à la partie supérieure de la sonnerie, est monté sur un axe, un grand bras peint en jaune et analogue au petit bras des électro-sémaphores. Dans sa position normale, ce bras est vertical. Lorsqu'un train a été annoncé et que l'appareil a fonctionné, le bras est horizontal ; un ressort énergique tend toujours à lui faire occuper cette dernière position : on doit le ramener, à la main et l'enclencher dans sa position verticale. L'enclenchement est réalisé à l'aide d'une tringle verticale, dont l'une des extrémités est calée sur l'arbre du bras ; l'autre, pourvue d'un talon, est retenue sur l'axe prolongé du doigt d'enclenchement du mécanisme. Il en résulte que, lorsqu'un courant électrique est envoyé dans l'électro-aimant, il se produit deux actions : le déclenchement de la cloche et en même temps celui du petit bras.

Si, par exception, le contre-poids qui entraîne le mécanisme était à bout de course au moment de l'action électrique, le marteau n'agirait pas sur le timbre, mais le petit bras fonctionnerait. Il y a donc indépendance complète entre le signal acoustique et le signal optique. Cette cloche est, en outre, pourvue d'un cadran extérieur sur lequel se meut une aiguille destinée à indiquer la position du poids moteur. Enfin, la nuit, le bras est éclairé par une lanterne suspendue à une potence fixée sur la colonne de la cloche.

Source d'électricité des cloches électriques. — La Compagnie du Nord emploie comme source d'électricité des cloches d'annonce, soit un inducteur, soit un commutateur avec une pile.

1° L'inducteur se compose d'une grosse bobine qu'on peut faire tourner, au moyen d'une manivelle, entre les branches de douze forts barreaux aimantés. Un demi-tour de manivelle suffit pour faire déclencher toutes les cloches qui se trouvent dans un même groupe. Un commutateur permet de diriger le courant électrique de l'inducteur dans le sens de l'un ou de l'autre des groupes de cloches, entre lesquels la gare est placée. Pour éviter les erreurs de direction, le levier du commutateur est maintenu par deux verrous et ne peut être manœuvré qu'autant qu'on a relevé, au moyen d'une clef, le verrou du côté qui correspond au groupe de cloches qu'il s'agit de faire fonctionner. Une boussole, placée au-dessus du commutateur, dévie pendant tout le temps que passe le courant électrique.

Dans certains cas spéciaux, il est nécessaire de donner aux agents des gares la faculté d'annoncer exceptionnellement des trains ou des machines circulant entre deux postes, ou bien de donner à des agents de la voie le moyen de produire un signal d'appel. A cet effet la Compagnie fait usage d'un commutateur à bouchon, étudié par M. E. Sartiaux, et formé d'une boîte en chêne qui, dans sa position normale, c'est-à-dire fermée, n'interrompt pas le circuit des cloches. L'ouverture de la boîte a pour effet d'interrompre le fil des cloches. Lorsqu'on veut annoncer le départ d'un train ou d'une machine, on ouvre le commutateur, on introduit le bouchon métallique dans celui des trous qui se trouve au-dessous du nom du poste ou de la station vers laquelle se dirige le train ou la machine; puis on manœuvre l'inducteur auquel est relié ce bouchon, ce qui donne naissance à un courant électrique et fait déclencher les cloches. Une boussole placée dans le commutateur, sur le trajet du fil de terre, indique le passage du courant.

2° Le commutateur avec pile, se compose d'une boîte en fonte, renfermant un cylindre en buis sur lequel est disposé un large contact en cuivre : trois frotteurs, parfaitement isolés, se réunissent deux à deux sur le contact. Le cylindre, calé sur un axe, est actionné par une manivelle ordinairement enclenchée par une tige à ressort. Pour tourner la manivelle, il suffit de tirer la tige verticale qui fait saillie à l'extérieur de la boîte en fonte. Quand l'appareil est au repos, les frotteurs, auxquels sont reliés la ligne et la terre, sont réunis ensemble par le contact du cylindre; dès que l'on tourne la manivelle, les frotteurs reliés à la pile et à la ligne deviennent solidaires l'un de l'autre, et le courant actionne les cloches.

Ce commutateur se fixe, à l'aide de deux fortes vis, soit contre un mur, soit contre un poteau télégraphique. Il peut, en outre, être intercalé sur la ligne des cloches, en un point quelconque, pour transmettre les signaux habituels.

Avertisseur à trompe. — Lorsque, dans une même gare, comme à Paris par exemple, il est nécessaire d'installer plusieurs cloches correspondant à des directions différentes, on évite la confusion qui pourrait se produire dans l'annonce des trains des diverses directions, par l'emploi d'un avertisseur dont le timbre est remplacé par une trompe à air analogue à celles employées en France sur les voitures de tramway.

Cet appareil, étudié par M. E. Sartiaux, se compose d'un mécanisme d'horlogerie semblable à celui de la cloche, et d'un cylindre à air surmonté d'une trompe ; le piston du cylindre est mù par une crémaillère qui engrène avec une roue montée sur l'axe principal du mécanisme, et dentée seulement sur trois arcs de sa circonférence.

Lorsque le mécanisme se met en marche, la roue qui engrène avec la crémaillère, élève le piston dans le cylindre et chasse l'air qui fait entendre un son de trompe très puissant, en traversant la corne dont l'appareil est surmonté. Dès que le piston est au bout de sa course, la roue d'engrenage ayant tourné d'un angle correspondant au secteur denté, la crémaillère n'est plus en prise et le piston retombe par son propre poids dans sa position initiale, de manière qu'il est possible de le faire fonctionner de nouveau.

On a adjoint à l'appareil un indicateur optique qui doit être relevé à la main quand sa chute a annoncé l'approche du train ; il se compose d'une ailette montée sur un axe normalement enclenché par un ressort rigide. Lorsque l'appareil est en marche, l'un des buttoirs situés à la périphérie d'une roue parallèle à la roue dentée, abaisse le ressort et laisse échapper l'axe de l'ailette, qui tombe sous l'action de son propre poids.

L'appareil est, comme les cloches, monté sur une colonne en fonte et peut être installé en plein air au milieu d'une gare.

Répétiteurs de cloches. — Dans la plupart des cabines d'enclenchement, au lieu de cloches qui seraient trop sonores ou trop coûteuses, le Service télégraphique a, sur les indications de M. E. Sartiaux, installé des répétiteurs optiques avec trembleuse, indiquant au signaleur la provenance des trains annoncés par les cloches. La boîte du répétiteur porte, en permanence pour chaque direction, l'indication « *Train venant de.....* » et dès que le courant passe dans la ligne de cloches sur laquelle est intercalé le répétiteur, la son-

nerie trembleuse se fait entendre et la provenance du train apparaît dans un guichet placé sous la phrase ci-dessus. Quand le train annoncé a dépassé le poste, le signaleur en appuyant sur un bouton, fait disparaître mécaniquement l'inscription et cesser le tintement de la sonnerie.

Ce résultat est obtenu par un dispositif consistant en un électro-aimant ordinaire, dont les deux bobines sont enroulées en sens contraire. Selon que le courant vient d'une direction ou d'une autre, c'est-à-dire suivant le sens de la circulation des trains annoncés, la palette attirée par l'un des pôles de l'électro, oscille dans un sens ou dans l'autre et agit sur l'un ou l'autre des relais qui déclenchent le voyant correspondant à la circulation du train.

Il y a actuellement en service, sur le réseau du Nord, 1470 cloches sur les lignes à simple voie et 876 cloches sur celles à double voie, auxquelles il faut ajouter 94 répéteurs de cloches et quelques avertisseurs à trompe.

III. — CONTACT FIXE POUR LE DÉCLENCHEMENT ÉLECTRO-AUTOMATIQUE DU FREIN CONTINU A VIDE.

Les gares, les croisements et tous les points dangereux de la voie sont protégés par des signaux manœuvrés à distance qui ne s'adressent qu'à la vue des mécaniciens et il pourrait arriver, notamment en cas de brouillard, que ces signaux échappent à leur attention. Il est donc d'une utilité incontestable de doubler ces signaux visuels par des signaux acoustiques qui, comme le pétard, par exemple, éveillent ou appellent l'attention.

L'appareil employé, à cet effet, par la Compagnie du Nord, est un contact fixe électrique, dit *crocodile*, placé dans l'axe de la voie, en avant du signal dont il est destiné à doubler les indications, et servant à déclencher, quand le disque est à l'arrêt, un appareil acoustique placé sur la machine.

Au début, cet appareil acoustique était un sifflet électro-automoteur dont le principe et les détails avaient été étudiés par MM. Lartigue, Forest et Digney; le chemin du Nord ayant, dans la suite, adopté le frein continu à vide, le sifflet électro-automoteur a été remplacé, sur toutes les machines munies d'un éjecteur, par un appareil de déclenchement, appliqué à la manœuvre du frein à vide, avec ou sans la participation des agents du train; un spécimen de ce système est exposé sur la machine du petit modèle de train. Il y a actuellement 789 machines munies de l'appareil de déclenchement du frein; 1000 disques environ sont munis de crocodile.

L'appareil de déclenchement du frein à vide étudié par MM. E. Delebecque, Lartigue et Bandérali se compose d'un électro-aimant Hughes, maintenant en contact une armature en fer, qu'un puissant ressort antagoniste tend cons-

tamment à séparer de ses pôles. Si l'on vient à faire passer dans les bobines de l'électro-aimant, un courant de sens convenable, l'aimantation de l'électro se trouve détruite en partie, et l'armature devenue libre obéit au ressort. Cette armature est fixée à l'extrémité d'un levier repoussé en son milieu par un ressort antagoniste et articulé à une tige dont l'extrémité sort de la boîte et accomplit, au moment du passage du courant, un parcours de 0^m,01 avec une force de 4 kilog. environ.

L'appareil mécanique du déclenchement se compose d'une fourchette portant un plan incliné, qui soutient le levier de la valve d'entrée de la vapeur dans l'éjecteur du frein à vide ; la fourchette est maintenue par une tige horizontale appuyée, à l'autre extrémité, contre un buttoir. Le mouvement vertical de la tige de la boîte de déclenchement entraîne la tige horizontale au-delà de son buttoir et permet à la fourchette de déclencher le levier de la valve à vapeur qui s'ouvre alors et serre le frein.

Les deux sorties du fil de l'électro-aimant sont reliées, l'une, à la terre par l'intermédiaire des pièces métalliques de la machine, des roues et des rails, et l'autre, à une brosse métallique isolée, formée d'un faisceau de fils de bronze et placée sous la machine, dans l'axe de la voie, à quelques centimètres au-dessus du niveau des rails.

Sur la voie, et à une certaine distance du disque, se trouve le contact fixe. Cet appareil se compose d'une poutre en bois portée par deux pieds en fonte, et recouverte à sa partie supérieure d'une feuille de laiton isolée au moyen de rondelles de porcelaine ; sa position est réglée de manière qu'il se trouve au-dessous des pièces fixes les plus basses des machines, mais légèrement au-dessus de l'extrémité inférieure des fils des brosses métalliques. Cette feuille de laiton est reliée par un fil à l'un des pôles d'une pile spéciale, par l'intermédiaire du commutateur qui fait fonctionner la sonnerie du contrôle du disque.

Si le disque est effacé, le circuit de la pile n'étant pas complété à défaut de terre, le passage de la brosse d'une machine sur le contact fixe ne produit aucun effet. Lorsque, au contraire, le disque est à l'arrêt, si une machine passe sur le contact fixe, le circuit se trouve complété ; le courant électrique déclenche le frein dont le bruit avertit le mécanicien ; celui-ci, après avoir remis l'appareil électrique dans sa position normale, reste libre de laisser le frein serré ou de le desserrer, selon qu'il le juge convenable.

Cet appareil permet donc d'actionner directement et effectivement le frein continu par le disque lui-même, c'est-à-dire par le signaleur de la station.

L'appareil de déclenchement permet également de mettre le frein sous la main du conducteur chef de train. Dans ce but on a prolongé jusqu'à la machine la communication électrique Prudhomme existant sur le train, et on a installé

dans chaque fourgon, un commutateur spécial permettant d'envoyer dans l'électro-aimant de l'appareil de déclenchement électrique, un courant de sens convenable pris sur la pile des sonneries de train.

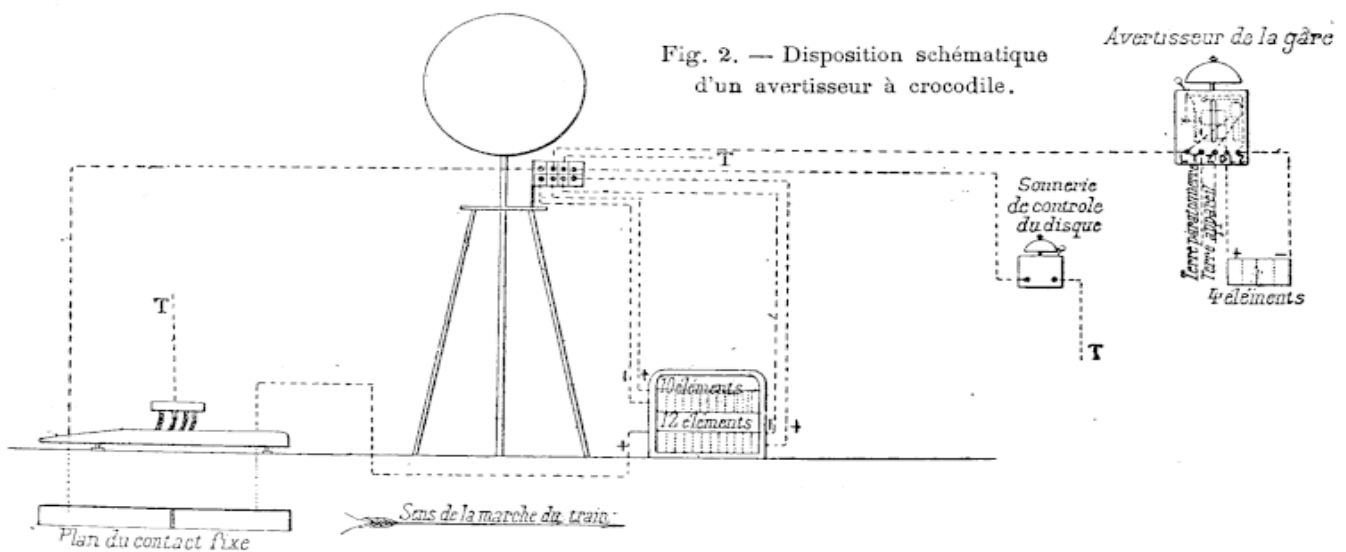
Le sifflet électro-automoteur, en usage avant l'adoption du frein à vide, ne différait de l'appareil de déclenchement électro-automatique du frein qu'en ce que le mécanisme de celui-ci était remplacé par un sifflet à vapeur, dont la valve était manœuvrée par la tige sortant de la boîte de déclenchement. Ce sifflet se faisait entendre jusqu'à ce que le mécanicien eût ramené l'armature au contact de l'électro-aimant.

IV. — AVERTISSEUR DE GARE.

Le règlement de la plupart des Compagnies françaises prescrit aux chefs de gare de mettre à l'arrêt le disque à distance, dès qu'il a été dépassé par un train se dirigeant vers la station. Pour faciliter à ces agents l'application de cette prescription, en particulier dans le cas où le disque n'est pas bien visible de la gare, la Compagnie du Nord, sur les indications de M. A. Sartiaux, a mis en expérience un appareil qui fait annoncer, par le train lui-même, le moment précis où il passe devant le disque, afin de prévenir la gare qui doit aussitôt mettre le disque à l'arrêt s'il n'y était déjà.

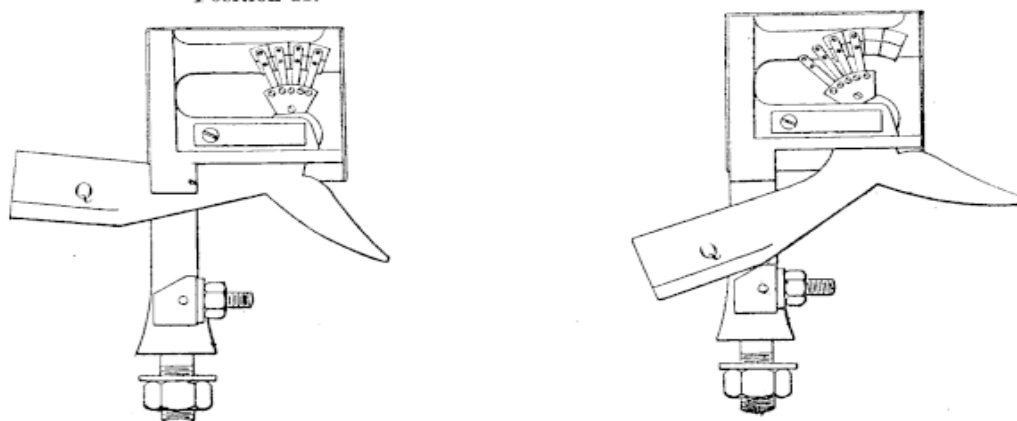
Pour obtenir ce résultat, le contact fixe ou *crocodile* décrit ci-dessus, dont sont munis les disques à distance, a été modifié et fendu transversalement, de manière à constituer deux appareils ; chaque fois qu'une machine munie d'une brosse métallique, passe sur ce contact, et quelle que ce soit la position du disque une grosse sonnerie à voyant se met à tinter dans la gare et ne cesse de fonctionner que lorsqu'on ramène à la main le voyant à sa position initiale.

La figure schématique (Fig. 2) indique la disposition d'ensemble des appareils, la marche des courants et l'emplacement des sources d'électricité, qui ont été étudiés par M. E. Sartiaux.



Commutateur. — Le commutateur du disque a également été modifié : la figure 3 indique les deux positions qu'il peut prendre suivant que le disque est à l'arrêt ou à voie libre ; la queue Q, qui est soulevée par un doigt monté sur le mât du signal, déplace, dans ce cas, les quatre ressorts de contact et leur fait établir les communications nécessaires entre les huit surfaces métalliques de commutateur, séparées entre elles par des isolants.

Fig. 3. — Commutateur de disque, modifié pour l'avertisseur de gare.
Position II. Position I.



Quand le disque est à voie libre (Position I), deux des ressorts de contact réunissent deux à deux : 1° le fil aboutissant à l'avertisseur spécial de la gare et de là à la terre, et le pôle positif de la pile de la sonnerie de contrôle du disque ; 2° le pôle négatif de la même pile et le fil du contact fixe. Par conséquent, lorsqu'un train passe sur le crocodile, la machine complète le circuit, sans que le frein se déclenche, puisque le courant qui le traverse est négatif ; mais l'avertisseur de la gare fonctionne pour annoncer l'arrivée du train et son passage devant le disque.

Quand, au contraire, le disque est déjà à l'arrêt (Position II), au moment où le train passe devant lui, les ressorts du commutateur réunissent deux à deux : 1° le fil de la sonnerie de la gare et la terre avec le pôle positif de la pile complémentaire ; 2° le pôle négatif de la même pile et la terre ; 3° le fil de l'avertisseur et la terre avec le pôle positif de la pile de la sonnerie de disque ; 4° enfin le fil du contact fixe et le pôle négatif de la même pile. Par conséquent, quand une machine passe sur le crocodile, le circuit des deux piles se trouve complété alternativement à travers la machine elle-même, l'avertisseur spécial de la gare fonctionne, ainsi que le frein placé sur la machine, tandis que la sonnerie du contrôle du disque tinte comme à l'ordinaire.

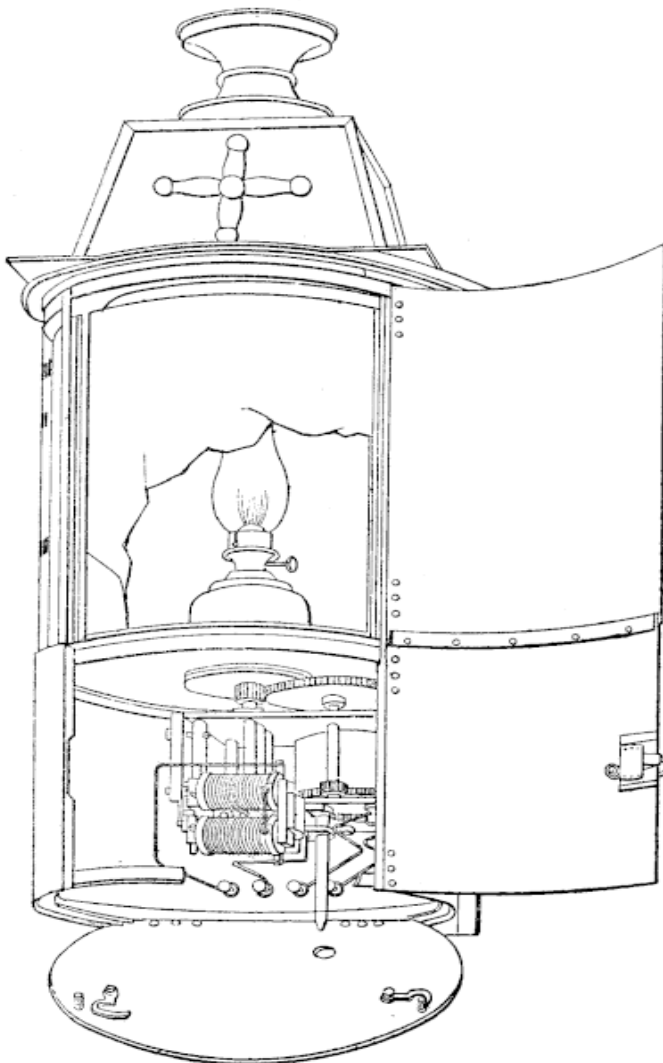
Quant à présent, 35 disques à distance du réseau sont pourvus du dispositif ci-dessus.

V. — AVERTISSEUR A LANTERNE MOBILE.

D'un point d'une gare à l'autre, il est quelquefois nécessaire d'informer le personnel de la gare que les voies principales sont occupées et qu'il ne faut pas expédier de trains, de machines ou de manœuvres dans la direction d'où vient l'avis. Il est indispensable que l'appareil, qui réalise cet échange de correspondance entre les agents préposés aux manœuvres, n'ait ni la forme, ni la signification d'un disque s'adressant aux mécaniciens.

Les petits disques à transmission mécanique, qui sont souvent employés à cet usage, ont des inconvénients : ils sont d'abord assez coûteux, eu égard à l'intérêt secondaire de leur fonction ; en outre, les transmissions par fils non compensés, ont besoin d'être continuellement réglées ou fonctionnent d'une

Fig. 4. — Appareil avertisseur à lanterne.

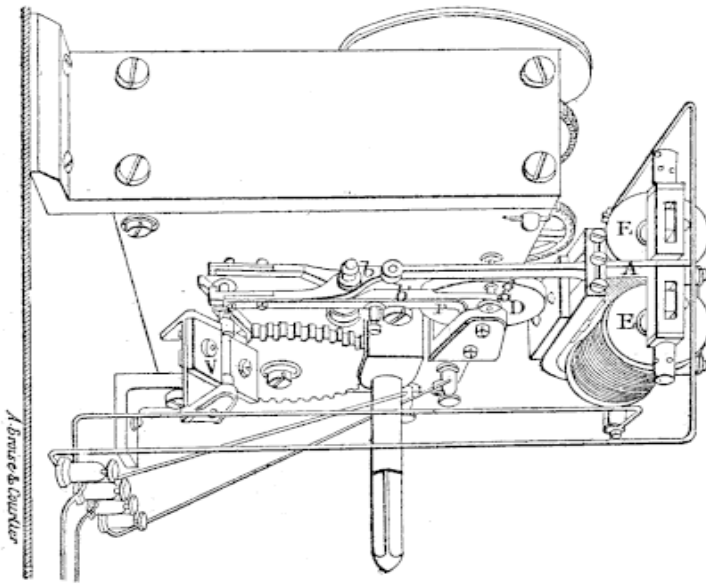


manière peu satisfaisante ; enfin il n'est pas très commode de multiplier les fils dans l'intérieur des gares, où les agents circulent sans cesse. Le service de l'Exploitation de la Compagnie du Nord a donc cherché le moyen de résoudre la question en ayant recours à l'électricité, et elle emploie actuellement un appareil de correspondance construit par la maison Bréguet sur les indications de M. E. Sartiaux.

C'est une sorte de lanterne électrique tournante actionnée au moyen de deux commutateurs à manivelle en fonte, dont l'un envoie des courants positifs pour mettre l'appareil à voie occupée, l'autre des courants négatifs pour le ramener à la voie libre. Les deux commutateurs sont installés à la portée de l'agent qui doit transmettre le signal.

La vue d'ensemble et le détail du mécanisme de cet appareil sont indiqués sur les figures 4 et 5.

Fig. 5. — Mécanisme de l'avertisseur à lanterne.



Lorsqu'un courant positif, par exemple, passe dans les bobines E de l'électro-aimant, l'armature A repoussée par l'un des pôles est attirée par l'autre, oscille et écarte les branches $b b' b' b'$ de ciseaux dont les extrémités sont munies de goupilles g qui pénètrent ordinairement dans des trous pratiqués à la surface supérieure et inférieure d'un disque D.

Le mécanisme ainsi déclenché, l'appareil peut exécuter un quart de révolution. Les ciseaux se referment aussitôt sous l'action d'un ressort r qui, selon le sens

du courant, remet l'une ou l'autre des goupilles g en prise avec les trous percés sur les deux faces du disque D, de manière à réenclencher le mouvement.

L'appareil peut occuper deux positions, dans lesquelles le cylindre à lanterne porté par l'axe du mouvement d'horlogerie, présente, sur les deux côtés diamétralement opposés de l'enveloppe en tôle, une face qui a reçu une inscription en gros caractères ou une face sans inscription.

Un volant à ailettes V permet de régler la vitesse de la rotation du mécanisme, sur lequel agit un puissant ressort à barillet ou un poids moteur que l'on remonte de l'extérieur.

Quand la corde du poids est à peu près arrivée à la limite du déroulement et qu'il devient nécessaire de remonter l'appareil, un ressort de contact, soulevé par une saillie, occupant une position déterminée sur le barillet, complète le circuit d'une pile locale et fait tinter une sonnerie, de manière à avertir l'agent chargé de remonter l'appareil.

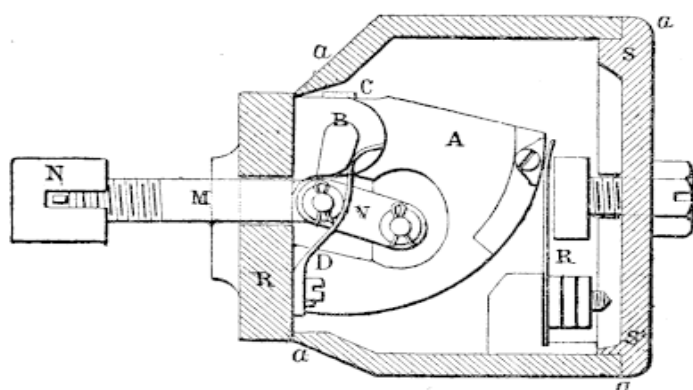
Le jour, les inscriptions de la lanterne sont apparentes en lettres rouges sur un fond blanc dépoli ; la nuit, l'éclairage se fait par transparence, au moyen d'une lampe à pétrole que l'on introduit au centre de la plateforme de la lanterne.

Il y a actuellement 16 avertisseurs à lanterne, en service sur le réseau du Nord.

VI. — CONTRÔLEUR ÉLECTRIQUE DU FONCTIONNEMENT DES AIGUILLES DE CHANGEMENT DE VOIE.

Les pointes des aiguilles sont souvent éloignées de l'agent qui les fait fonctionner et soustraites, par suite, à sa surveillance immédiate. Comme il est fort important que cet agent sache si les lames ont bien obéi à l'action du levier, et si l'application sur le rail contr'aiguille est complète, la Compagnie emploie un appareil de contrôle qui est d'un usage général pour la plupart des aiguilles manœuvrées au moyen de transmissions rigides ainsi que pour quelques aiguilles manœuvrées à l'aide de transmissions par fils et placées à une certaine distance des leviers de manœuvre.

Fig. 6. Coupe verticale du contrôleur d'aiguilles.



L'appareil étudié par le service télégraphique de la Compagnie, se compose d'un basculeur A (Fig. 6), mobile sur l'axe B, et arrêté par la vis C. Un ressort de rappel D très énergique, tend continuellement à ramener le basculeur dans la position qu'il occupe dans la figure, c'est-à-dire au contact avec les frotteurs R, reliés l'un avec la ligne et la pile

et l'autre avec la terre. Le basculeur est, en outre, articulé par une chape V sur une tige filetée en bronze dur M qui traverse l'éclisse R et l'âme du rail contr'aiguille. Une boîte en fonte a, a, a, a, munie d'un couvercle S S', abrite les organes intérieurs de l'appareil contre l'eau et la poussière. L'écrou carré N, maintenu par une goupille, permet de régler la saillie plus ou moins longue faite par la tige M.

Le montage de l'appareil se fait ainsi qu'il suit :

Au côté extérieur du rail, vis-à-vis de l'extrémité de chacune des lames de l'aiguille, et à environ 0^m,25 de la pointe, on fixe, à l'aide de deux boulons, l'éclisse portant le système, et de manière que la tige M qui traverse l'âme du rail, fasse une légère saillie entre le contre-rail et la lame de l'aiguille. Lorsque la lame d'aiguille est exactement appliquée contre le rail, la tige est repoussée et le basculeur est maintenu dans une position relevée : il retombe lorsque la lame est écartée, sollicité par le ressort D et par son propre poids.

Par conséquent, dans la position régulière des aiguilles, où l'une des lames est appliquée contre le rail et l'autre écartée, un des basculeurs est incliné et

l'autre relevé : Dans le passage de l'aiguille de l'une à l'autre des positions, les deux lames étant à la fois écartées, les deux basculeurs sont inclinés et en contact avec les frotteurs.

Un couvercle en tôle galvanisée très épaisse, abrite l'appareil contre toutes les avaries provenant de l'extérieur.

Une sonnerie trembleuse et une pile sont placées près du levier de manœuvre, quand il n'y a qu'une aiguille à contrôler. Dans le cas où il y a plusieurs aiguilles à contrôler dans un même poste d'aiguilleur, on dispose dans le circuit de la pile une seule sonnerie, et, vis-à-vis de chaque levier de manœuvre, on installe, sur chacun des fils des aiguilles contrôlées, des boussoles numérotées correspondant à chaque aiguille.

Les communications électriques entre les diverses parties du système sont établies de manière qu'à chaque manœuvre de l'aiguille, pendant que les deux lames sont écartées à la fois des rails contr'aiguilles, la sonnerie se fait entendre et la boussole dévie. L'une et l'autre cessent aussitôt de fonctionner si l'aiguille a été mise dans une position régulière, c'est-à-dire si l'une de ses lames est très-exactement appliquée contre le rail ; la sonnerie tinterait, au contraire, sans interruption et la boussole dévierait, si pour une raison quelconque, les deux lames restaient à la fois écartées. Dans ce dernier cas, la manœuvre devrait être recommencée, ou bien l'aiguilleur aurait à rechercher la cause du mauvais fonctionnement. La position du levier indique, d'ailleurs, dans quel sens l'aiguille est placée.

Si la sonnerie ne fonctionne pas pendant la manœuvre, l'aiguilleur est averti que le système électrique n'est pas en bon état, et qu'il doit, par conséquent, constater d'une autre façon, la position régulière des lames de l'aiguille. Si, en dehors de toute manœuvre, la sonnerie se mettait à fonctionner, ou si la boussole oscillait, l'aiguilleur serait averti que l'une de ces aiguilles est indûment déplacée, et il devrait en rechercher la cause.

Comme il est dit plus haut, le réglage de l'appareil se fait au moyen de l'écrou mobile monté sur la tige qui traverse l'âme du rail et sur lequel appuie la lame de l'aiguille.

Ce contrôleur permet de constater l'écartement de l'aiguille à quelques millimètres près ; et comme d'ailleurs, à chaque manœuvre, on peut contrôler l'état du système électrique, il offre toutes les garanties de sécurité désirables.

Une seule pile et une seule sonnerie suffisent pour chaque groupe d'aiguilles ; comme, en général, ces aiguilles ne peuvent être manœuvrées simultanément, le contrôle s'applique, sans aucun doute possible, à celle qui est mise en mouvement.

L'appareil électrique du contrôle est actuellement appliqué sur le réseau du Nord à 1755 aiguilles.

VII. — CONTRÔLEUR ÉLECTRIQUE DU FONCTIONNEMENT DES APPAREILS DÉSENGAGEURS.

Lorsqu'il existe à l'extrémité d'une gare un poste muni de signaux d'arrêt absolu, normalement fermés, les manœuvres qui s'exécutent au centre de la gare sont généralement couvertes, non par un disque à distance ordinaire, mais par des appareils spéciaux qui permettent aux agents du poste central de couper à distance ou de *désengager* la transmission du disque ou des signaux d'arrêt, que manœuvre le poste extrême. Dans ces conditions, il est nécessaire :

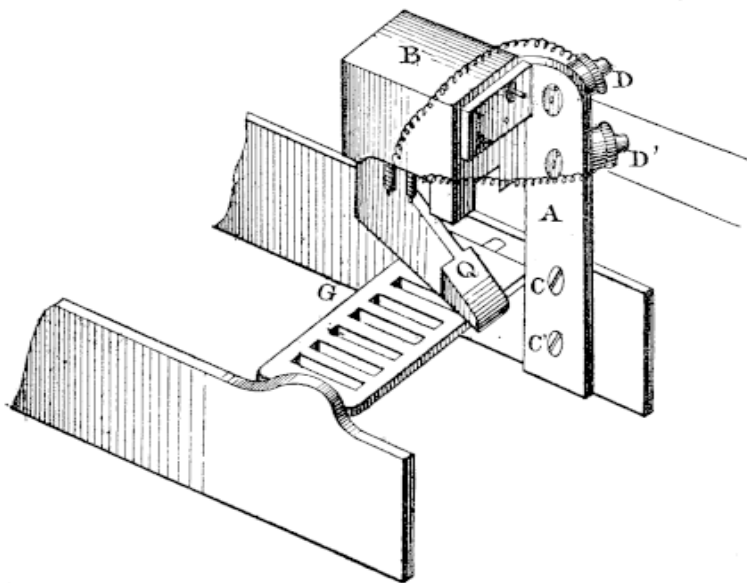
1° que l'agent du poste central sache si *l'appareil désengageur* a régulièrement fonctionné ;

2° que l'agent du poste extrême soit averti lorsque la transmission des signaux d'arrêt est coupée, afin qu'il ne cherche pas à effacer ceux-ci au même moment ;

3° enfin, que l'agent du poste central soit, à son tour, prévenu lorsque le signal d'arrêt est effacé pour la réception d'un train, afin qu'il ne coupe pas indûment la transmission du signal qui se fermerait pendant le passage du train.

Cette triple nécessité a conduit la Compagnie à installer, sur les appareils désengageurs, un système de contrôle électrique, qui satisfait aux trois conditions ci-dessus.

Fig. 7. — Contrôleur de la manœuvre des leviers.



Ce contrôle dont le détail a été étudié par M. E. Sartiaux, est obtenu par l'installation de simples commutateurs, analogues à ceux qui sont utilisés pour le contrôle des disques à distance. Un de ces commutateurs B est installé (Fig. 7) au moyen d'un support A, au-dessus du gril G de la table d'enclenchement ; quand le gril tourne, c'est-à-dire quand le signaleur efface le signal, ce

mouvement a pour effet de relever le levier Q du commutateur et d'établir une relation entre les deux lignes D et D', dont l'une est reliée à la pile et l'autre à la ligne ou à l'appareil de contrôle, de manière à envoyer le courant électrique au poste où se trouve le levier désengageur, pour le prévenir que le signal est effacé.

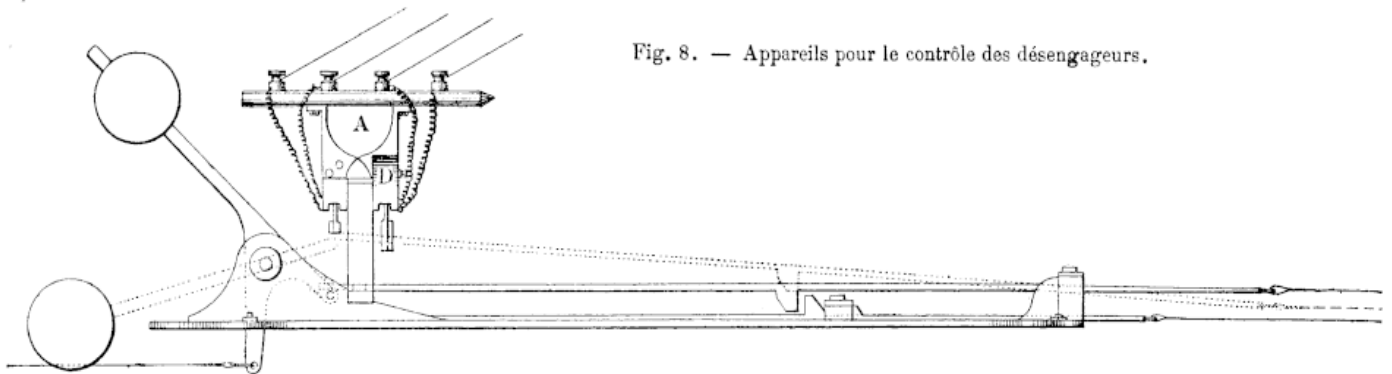


Fig. 8. — Appareils pour le contrôle des désengageurs.

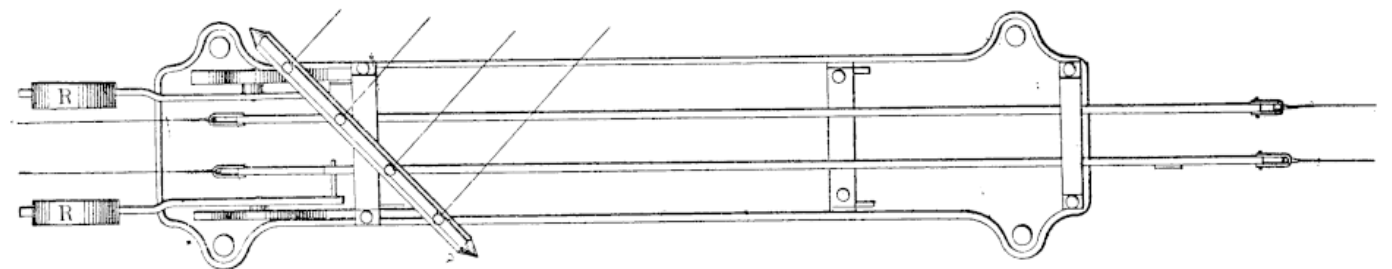
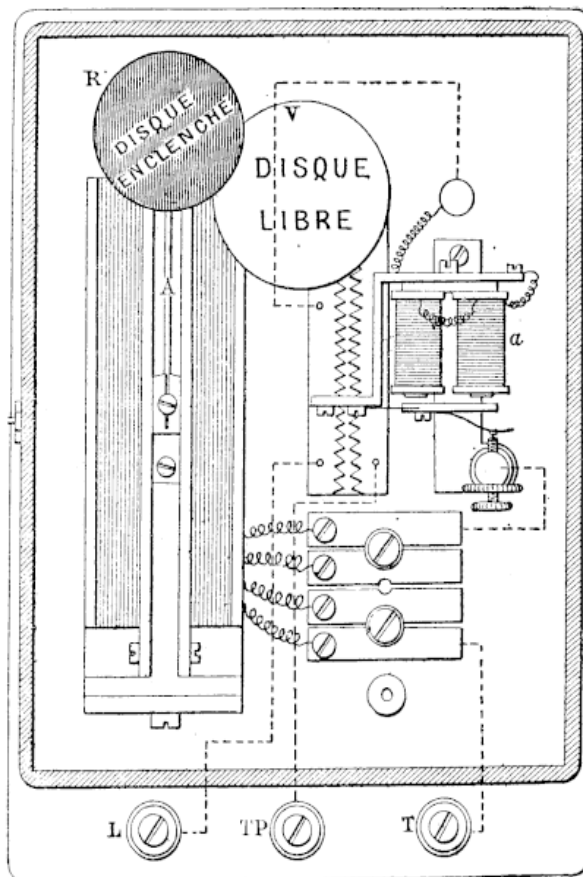


Fig. 9. — Boussole de contrôle.



En outre, sur l'un des bâtis en fonte de l'appareil désengageur (Fig. 8), est monté un support A qui porte un autre commutateur D. Quand le contre-poids R, manœuvré du poste désengageur, retombe et soulève la barre supérieure, de manière à couper la transmission et à désengager le signal, le commutateur D ferme le circuit d'une pile et envoie le courant, d'une part au poste désengageur, où une sonnerie trembleuse se met à tinter, d'autre part dans la cabine où se trouve la boussole indiquée sur la (Fig. 9.)

Sous l'influence du courant électrique, l'aiguille portant un petit disque R avec l'inscrip-

tion " *disque enclenché* " s'incline et vient masquer un autre disque fixe V portant les mots " *disque libre*. " Le signaleur est, par suite averti que la transmission est coupée ; le signal optique est en outre complété par un trembleur *a*, intercalé dans le circuit, qui appelle l'attention de l'agent par un tintement sourd et continu. L'appareil est enfermé dans une boîte en bois et porte le numéro correspondant au levier désengagé. En même temps, au poste désengageur, une sonnerie tinte et sert de contrôle pour la manœuvre du levier désengageur, au même titre que le contrôle d'un disque à distance, que remplace ce désengageur.

Il y a 134 contrôleurs de désengageurs, en service dans 51 gares du réseau du Nord.

VIII. — CONTRÔLEURS DES SIGNAUX.

1° **Disques à distance.** — Le contrôle des disques à distance est obtenu au moyen de sonneries trembleuses qui tintent pendant tout le temps que le disque est à la position d'arrêt.

La Compagnie du Nord expose les divers types de commutateurs appliqués aux disques en usage sur son réseau et utilisés selon le modèle de signal pour obtenir le tintement de la sonnerie de contrôle. Ces commutateurs sont généralement formés d'une pièce en fonte fixée sur le montant du disque et portant un levier qui pivote sur un axe en cuivre ; à l'une de ses extrémités, ce levier est muni, selon les cas, d'un ou de plusieurs ressorts de contact dont on peut régler la position. Cette faculté de réglage des ressorts de contact permet, lorsque le disque est mis à l'arrêt, de déterminer le moment précis où le contact doit s'établir, et où la sonnerie doit fonctionner.

Lorsque le disque exécute la révolution d'un quart de tour qui amène le voyant à la position d'arrêt, un doigt monté sur le mât, à la même hauteur que le commutateur, en soulève le levier et établit le contact qui complète le circuit d'une pile. La sonnerie trembleuse, recouverte d'un petit abri en tôle galvanisée fixé soit au mur du bâtiment de la gare, soit sur une guérite, soit contre un poteau télégraphique, se met aussitôt à tinter, à moins que le disque n'ait pas obéi à la manœuvre, et, dans ce cas, l'attention de l'agent est immédiatement appelée sur cette irrégularité. Le commutateur et le doigt sont posés de manière que, s'il existait un écart de plus de dix à quinze degrés entre la position ordinaire du disque et celle d'arrêt qu'il doit occuper après chaque manœuvre, la sonnerie ne tinterait pas et indiquerait ainsi la position anormale du signal.

La Compagnie du Nord installe les piles de tous les disques, non pas dans la

gare, mais au pied même du signal. Ces piles ne craignent pas les gelées, et cette disposition présente un avantage plus important au point de vue de la sécurité : si en effet, le fil de ligne est coupé, la sonnerie ne fonctionne pas lorsqu'on met le disque à l'arrêt et le dérangement se trouve indiqué.

Ces piles formées généralement de huit éléments Lécanché, d'un modèle spécial, installés à l'abri de l'air et de l'humidité dans une caisse ou abris en ciment aggloméré et déposés sur des planchettes en chêne à claire-voie enduites à l'huile de lin bouillante, afin d'éviter les dérivations dues à des causes diverses. Elles ne nécessitent qu'un entretien peu important et certainement moindre que si elles étaient exposées pendant toute l'année à la chaleur des bureaux d'une gare ou des postes d'aiguilleurs.

Il arrive souvent que des *disques répéteurs* sont manœuvrés du même coup de levier que le disque principal. Dans ce cas, pour éviter l'installation de plusieurs sonneries près du levier et la confusion qui pourrait en résulter, la Compagnie du Nord installe, sur les disques répéteurs, des commutateurs à double contact, dans lesquels passe le fil de ligne de la sonnerie et qui établissent la communication directe lorsque le disque est mis à l'arrêt. Il en résulte que, si l'un des disques n'obéissait pas à la manœuvre du levier, la sonnerie ne tinterait pas, et la gare en serait ainsi averti.

Dans d'autres cas, enfin, c'est au contraire le même disque, que l'on manœuvre à l'aide de plusieurs leviers situés en des points différents. On dispose alors autant de commutateurs qu'il y a de poulies de commande fixées sur le mât du disque, et chacune d'elles porte un doigt qui peut soulever le levier du commutateur correspondant. Il en résulte que la sonnerie, dont est muni chacun des postes qui manœuvre le disque, ne se fait entendre que si ce disque a été mis à l'arrêt par l'agent de ce poste, et non pas quand il a été mis à l'arrêt par l'un des autres postes.

Il y a actuellement sur le réseau du Nord 2.332 disques munis de la sonnerie de contrôle.

2^o Signaux carrés d'arrêt absolu, Disques de ralentissement, Indicateurs tournants. — Les signaux carrés d'arrêt absolu qui sont, en général, à une faible distance du poste qui les manœuvre, portent, à l'arrière du voyant, un verre de contrôle qui donne, vers le poste, un feu bleu, si le signal est effacé, un feu blanc, quand il est à l'arrêt.

Toutefois, dans le but de compléter le moyen de contrôle et pour éviter au signaleur de se pencher en dehors de sa cabine afin d'examiner la couleur du feu envoyé par l'arrière du signal d'arrêt, la Compagnie y ajoute généralement un

contrôleur électrique, dont le détail a été étudié par M. E. Sartiaux, et qui joue simplement le rôle d'un adjuvant au point de vue de la sécurité, sans d'ailleurs dispenser le signaleur de prendre les mesures prescrites par le Règlement.

Ce contrôleur, à la fois optique et acoustique, est également appliqué aux disques verts de ralentissement et aux indicateurs tournants, à damier vert et blanc, qui sont généralement installés à 500^m ou à 800^m du levier de manœuvre.

L'appareil de contrôle se compose d'une boîte en bois, fixée au-dessus ou à proximité des leviers de manœuvre des disques, portant un guichet derrière lequel apparaît un voyant coloré lorsque le signal est à l'arrêt, et blanc lorsqu'il est effacé. Le voyant représente un damier rouge et blanc pour les signaux carrés d'arrêt absolu, vert et blanc pour les indicateurs tournants, et un disque vert pour les signaux de ralentissement. Le voyant apparaît, le trembleur se met à fonctionner dès que le signal s'écarte de 10° à 15° de sa position normale.

A cet effet, une aiguille aimantée, s'incline vers la droite sous l'action du courant électrique traversant deux hélices garnies de fil de cuivre isolé. A l'extrémité de l'aiguille est disposée une tige en cuivre portant un petit disque mobile avec l'aiguille qui peut venir se présenter en regard de l'ouverture vitrée devant un second voyant fixe. Ces deux voyants sont colorés ou blancs selon la position et le type du signal à contrôler; enfin, un paratonnerre à pointes protège l'appareil contre l'électricité atmosphérique. Le trembleur est intercalé entre le paratonnerre et la boussole.

Ce contrôleur est appliqué à 693 signaux d'arrêt absolu, à 57 disques de ralentissement et à 43 indicateurs tournants.

IX. — APPAREILS ÉLECTRIQUES DE CORRESPONDANCE.

Indépendamment des dépêches que l'on a l'habitude de transmettre à l'aide des télégraphes ordinaires, l'exploitation des chemins de fer nécessite souvent l'échange de communications se composant d'un nombre limité de phrases ou d'indications qui doivent être rapidement transmises par des agents d'une instruction bornée, pour lesquels l'emploi, trop lent d'ailleurs et plus difficile, des télégraphes, serait assez compliqué.

Quand il ne s'agit d'échanger qu'un nombre très restreint de signaux différents, un, deux ou trois au plus, on peut employer, comme appareils optiques, les disques de correspondance, mûs par des transmissions mécaniques; et, comme appareils acoustiques, des sonneries dont le tintement répété a une

signification qui dépend du nombre et de l'espacement des tintements. Mais, quand le nombre des signaux à transmettre devient un peu grand, tout en restant limité, les disques de correspondance sont insuffisants et les sonneries incommodes, à cause de la confusion qui peut résulter de leur emploi.

On a donc été conduit à imaginer des appareils électriques capables de fournir, en nombre assez considérable, des indications à la fois optiques et acoustiques.

La nécessité d'employer des appareils électriques de correspondance transmettant rapidement un certain nombre de phrases préparées à l'avance, date, pour ainsi dire, du moment où l'importance prise par l'exploitation des chemins de fer a motivé le développement des installations qui ont pour but de concentrer dans un même poste les leviers d'un assez grand nombre de signaux, d'aiguilles, etc.

Bien que, dans la plupart de ces installations, l'agent du poste, le *signaleur*, comme on l'appelle, soit généralement placé dans une cabine surélevée, qui lui facilite la surveillance des voies sur une certaine étendue, on comprend que, dans bien des cas, il soit nécessaire de lui fournir des renseignements plus précis que ceux qu'il peut plus ou moins bien recevoir, ou plutôt percevoir à distance avec ses yeux et ses oreilles.

On a donc admis, au Chemin de fer du Nord, que le signaleur recevrait à l'aide d'appareils spéciaux placés, en plusieurs points de la gare, autour de la cabine, des indications optiques et acoustiques remplaçant ou au moins complétant les avis donnés par les mécaniciens et les divers agents préposés aux manœuvres.

La Compagnie emploie, dans ce but, trois types d'appareils : l'appareil à guichets ou à tableau qui fonctionne au moyen de conducteurs souterrains réunis dans des câbles spéciaux, l'appareil à cadran qui fonctionne au moyen d'un seul fil, et l'appareil à un seul guichet avec sonnerie, qui peut être relié par un fil aérien ou souterrain.

Appareil à tableau ou à guichets. — Cet appareil est employé quand il s'agit de mettre en relation des points assez rapprochés les uns des autres et dont l'éloignement n'excède pas 300 à 400 mètres environ.

Ce système exige autant de fils conducteurs qu'il y a de correspondances à échanger ; ces fils isolés peuvent être réunis en un seul câble protégé par une enveloppe de fil de fer et de chanvre enduit.

Extérieurement, l'appareil présente un cadre en chêne, renfermant autant de boutons d'appel qu'il y a de correspondances à échanger avec chaque poste.

Au-dessus de chaque bouton, se trouvent des guichets circulaires, de six centimètres de diamètre, devant l'ouverture desquels viennent apparaître des voyants. Ceux-ci, effacés en temps ordinaire, portent, en gros caractères, l'inscription du signal envoyé. Entre ces guichets et les boutons d'appel est inscrite, sur une plaque rectangulaire, la réponse que l'on donne en appuyant sur le bouton du tableau récepteur, pour effacer le voyant.

Toutes ces correspondances sont disposées sur deux rangées : celle du bas comprend les phrases appropriées à chaque cas particulier : celle du haut ne renferme que deux signaux qui sont les mêmes sur tous les tableaux : « Erreur, je répète » et « Attendez ».

Il y a trois types de tableaux, selon que la rangée du bas contient 4, 6 ou 8 cases, ce qui permet de n'avoir que deux types de câbles, à 4 et 7 conducteurs, avec lesquels on peut faire toutes les combinaisons, en ayant la ressource d'un conducteur de réserve.

A l'intérieur du cadre, chacun des voyants est suspendu à une tige aimantée qui oscille entre les deux pôles d'un électro-aimant ordinaire. En appuyant sur un bouton, l'agent expéditeur fait tinter une sonnerie et envoie, en même temps, dans les bobines du voyant correspondant à ce bouton et dans les bobines du voyant symétrique de l'autre poste, un courant qui actionne les deux voyants et les fait apparaître ; l'agent du poste appelé accuse alors réception en pressant à son tour sur le bouton situé au-dessous du guichet correspondant : il efface, du même coup, les deux voyants et fait tinter la sonnerie du poste transmetteur.

Chaque guichet n'exige qu'un seul fil conducteur, parce que, dans les deux postes, la ligne est en contact permanent par un ressort avec le fil du voyant qu'on isole en appuyant sur le bouton pour envoyer le courant.

La même disposition est appliquée à la sonnerie commune à tous les voyants et pour laquelle il faut seulement un conducteur spécial. Les deux ressorts de contact, en communication à chaque guichet avec la sonnerie et la ligne, sont réunis par une plaque d'ébonite au centre de laquelle appuie le bouton.

L'appareil à guichets réalise enfin la disposition suivante : lorsqu'il est nécessaire d'indiquer l'occupation momentanée d'une voie fréquentée, l'agent fait apparaître un voyant sur lequel est inscrite cette phrase « *Voie N°.... occupée ;* » ce signal reste apparent aussi longtemps que la voie désignée est occupée et il ne peut être effacé, pour indiquer la voie libre, que par l'agent qui l'a fait apparaître. Dans ce cas, la sonnerie tinte également pendant la durée de la manœuvre.

Cette disposition est obtenue au moyen des mêmes organes, et les seules modifications qu'on y apporte sont les suivantes : du côté de l'agent qui reçoit l'avis, un seul guichet et pas de bouton ; au poste correspondant, seul responsable de la transmission des avis, un guichet, deux boutons, et deux inscriptions ; au-dessus du premier bouton, il y a l'inscription “ *Voie N°.... occupée*”, au-dessus de l'autre, “ *Voie N°.... libre :* ” l'un fait apparaître le voyant “ *Voie occupée* ”, devant le guichet du poste récepteur, l'autre efface ce voyant.

Au point de vue électrique, cette combinaison peut être réalisée, soit par l'addition d'un fil conducteur, soit en employant, sans conducteur supplémentaire, alternativement un courant positif et un courant négatif : le premier fait apparaître les voyants, le second les fait disparaître.

Appareil à cadran. — La Compagnie fait également usage d'un appareil de correspondance à cadran, dû à M. l'Inspecteur Guggemos, quand la distance entre les points à mettre en relation est supérieure à 500^m.

Il sert à la fois de manipulateur et de récepteur ; le cadran principal que l'on suspend au mur, est divisé en treize secteurs autour desquels sont disposés des boutons et des cases circulaires formant deux couronnes concentriques au cadran principal. Au centre se trouve montée une aiguille mobile. Les indications inscrites dans les cases circulaires sont celles que l'on reçoit, et les indications inscrites dans les secteurs sont celles que l'on transmet. Il en résulte que deux appareils placés, l'un dans la cabine du signaleur, l'autre dans la guérite du poste correspondant, diffèrent uniquement en ce que les indications des cases circulaires de l'un sont inscrites sur les secteurs de l'autre.

Lorsque l'agent appuie sur un des boutons de son appareil, l'aiguille de ce dernier et celle de l'appareil du poste correspondant, viennent toutes deux s'arrêter vis-à-vis du secteur de ce bouton. L'autre agent accuse réception en appuyant sur le même bouton de son appareil : les aiguilles font un tour complet du cadran et reviennent toutes les deux s'arrêter au même secteur ; puis l'agent qui a donné le premier signal ramène les deux appareils à la croix. Cette triple manœuvre ne demande qu'un temps relativement très court.

L'appareil comprend : un clavier, un électro-aimant, un mouvement d'horlogerie, un échappement, un interrupteur et un paratonnerre.

Quatre bornes servent à établir les communications électriques : la borne de ligne, la borne de pile, la borne de terre et la borne de sonnerie. Un fil télégraphique aérien réunit les deux appareils.

La borne de pile est reliée à la masse de l'appareil et, quand l'interrupteur

n'interrompt pas la communication, le courant passe de là sur la couronne du clavier qui est isolée électriquement des autres pièces, à moins que l'un des leviers du clavier ne soit relevé et ne touche la couronne.

Dans ce cas, c'est-à-dire lorsque l'on appuie sur l'un des boutons de l'appareil, le courant cesse d'être interrompu et se dirige, en se bifurquant, en partie dans les bobines de l'appareil transmetteur et de là, à la terre, et en partie sur la ligne, c'est-à-dire dans l'appareil du poste correspondant.

Les aiguilles des deux postes se mettent alors en marche simultanément et il suffit de cesser d'appuyer quand l'aiguille du poste où l'on manipule est arrivée vis-à-vis du bouton sur lequel on appuie ; l'interrupteur cessant lui-même d'agir dès que le levier cesse de buter contre la couronne, le courant est interrompu et les deux aiguilles s'arrêtent.

Sur chaque cadran est placé un bouton spécial de rappel qui permet, quelle que soit la position de l'aiguille sur le cadran, de ramener celle-ci à la croix. Chaque appareil est, en outre, muni d'une sonnerie placée à l'extérieur et dont le fonctionnement est solidaire des mouvements de l'aiguille.

Appareil de correspondance à un seul guichet avec sonnerie. — Cet appareil est employé dans le cas où il ne s'agit de transmettre qu'un seul signal qui doit être à la fois acoustique et optique.

Il se compose d'un bouton d'appel surmonté d'une ouverture circulaire, devant laquelle peut venir se placer un voyant disposé comme le sont ceux des appareils à guichets décrits ci-dessus. Le tout est renfermé dans une petite boîte en fonte avec une porte en zinc, qui contient aussi une sonnerie trembleuse. Au-dessus du bouton d'appel est une case rectangulaire dans laquelle on inscrit la phrase à transmettre, qui se trouve également sur les voyants.

En plaçant deux de ces appareils en deux points quelconques A et B d'une gare et en reliant ces deux points par un fil aérien, on obtient le résultat suivant :

Le courant qui est envoyé sur la ligne par le bouton de l'appareil A, fait apparaître simultanément en A et en B, les voyants des deux appareils et tinter la sonnerie de B. Réciproquement, quand on pousse le bouton de B, le courant fait disparaître simultanément les deux voyants de B et de A et tinter la sonnerie de A. Par conséquent, en même temps qu'il y a expédition d'un signal acoustique et visuel, il y a confirmation au poste expéditeur du signal envoyé. Les sonneries des deux appareils étant placées sur le trajet du fil de

terre, le courant traverse d'un côté comme de l'autre les électro-aimants des voyants avant d'arriver à la sonnerie.

Cet appareil est, dans ses détails, identique à l'appareil à guichets décrit ci-dessus : l'un et l'autre ont été combinés par M. E. Sartiaux.

X. — INTERCOMMUNICATION DES TRAINS (SYSTÈME PRUDHOMME).

La Compagnie expose le système qu'elle a adapté, depuis 1865, à tous ses trains de voyageurs, pour relier les divers véhicules d'un train, et permettre aux voyageurs d'appeler le conducteur pendant la marche.

Ce système, imaginé par M. Prudhomme, et complété depuis par le Service du Matériel et par le Service télégraphique, comporte l'installation de deux fils isolés d'une extrémité à l'autre du train et réunis, dans chaque fourgon, par un circuit comprenant une pile et une sonnerie trembleuse spéciale ; chacune des deux piles est composée de six éléments dont les pôles de même nom sont placés en regard. De cette manière, les sonneries sollicitées par des courants égaux et contraires, demeurent au repos ; mais, si l'on réunit les deux conducteurs en des points intermédiaires, l'équilibre est rompu et les sonneries tintent d'une manière continue.

De chaque côté du wagon, sous la caisse même de la voiture, est fixé un câble isolé ; l'un des câbles se bifurque en arrivant à l'arrière et à l'avant du véhicule : une des branches, constituée sur une certaine longueur par une corde en cuivre souple bien isolée, porte un fort anneau en bronze, ou en fonte malléable ; l'autre branche aboutit à une tige à crochet qui, sous l'action d'un ressort énergique, tend à venir au contact d'un buttoir en métal.

L'autre câble relie les deux buttoirs placés aux extrémités du wagon et se prolonge d'un bout à l'autre du train au moyen des barres d'attelage avec lesquelles il communique pour prendre la terre ; afin de suppléer au défaut de communication de ces barres entre elles, on les relie encore par les plaques de garde aux essieux et par suite aux rails.

Lorsqu'on accroche un des anneaux en fonte malléable sur une des tiges à ressort en le faisant pénétrer jusque vers l'axe de cette tige, il s'engage dans une gorge cylindrique qui l'empêche de remonter et, dans cette position, il maintient la tige du crochet isolée du buttoir correspondant.

Le crochet et l'anneau sont, d'ailleurs, disposés à droite et à gauche de la barre d'attelage de manière que, lorsqu'on relie deux voitures, chaque crochet ait en face de lui l'anneau qui doit y être engagé. Quant aux anneaux placés

à l'avant de la première voiture et à l'arrière de la dernière, on les engage dans les crochets fixés sur la même paroi.

On voit que lorsqu'un train est ainsi organisé, on a deux fils isolés qui vont d'une extrémité à l'autre du train : le premier passe d'une voiture à l'autre au moyen du contact qui existe entre les tiges à crochet et les anneaux qui y sont engagés. Le second relie à la fois les buttoirs, les barres d'attelage et les rails de manière à en faire un conducteur unique.

Les deux fourgons d'un train sont munis d'une pile et d'une sonnerie trembleuse contenues dans une boîte qu'on suspend au moyen de deux crochets à un tasseau fixé à la paroi du fourgon et pourvu de deux ressorts de contact. L'un des crochets communique avec le pôle zinc de la pile et l'autre avec le pôle cuivre par l'intermédiaire de la sonnerie ; de plus, les contacts du tasseau sont reliés avec les deux fils qui passent sous les voitures.

Les piles sont constituées par des vases en ébonite contenant un véritable élément Leclanché ; le zinc est logé dans un angle du vase et séparé de la matière active par une cloison en bois paraffinée et percée de trous.

Chaque fourgon contient, en outre, un commutateur d'appel qui, par le déplacement d'un levier, permet de réunir directement les deux fils et, par conséquent, de faire marcher les sonneries des deux fourgons.

Si, par défaut d'attelage ou pour tout autre raison, une ou plusieurs voitures se séparaient du train, elles ne pourraient le faire qu'en retirant, au point de rupture, les anneaux des tiges à crochets dans lesquels ils sont engagés ; ces tiges retomberaient donc brusquement sur les buttoirs, réuniraient les fils, et feraient tinter les deux sonneries du train.

Pour mettre les voyageurs en communication avec les agents du train, on dispose dans chaque compartiment des diverses voitures, un anneau suspendu à une chaînette ; en tirant cet anneau on met en communication les deux fils, et, en même temps, l'on fait saillir perpendiculairement à la voie, à l'extérieur et de chaque côté du wagon, un voyant blanc ou ailette généralement percé d'une ouverture qui indique aux agents le compartiment d'où est parti l'appel.

Pour que les trépidations et les oscillations du train ne fassent pas tinter les sonneries, on substitue à l'électro-aimant en fer à cheval qui constitue ordinairement les sonneries trembleuses, deux électro-aimants droits, et l'on fait buter la partie supérieure de l'armature contre la branche horizontale d'un levier coudé, en fer doux et cuivre, mobile autour de son axe, l'autre branche étant placée devant les pôles libres des électro-aimants. Lorsque ces électro-aimants agissent, ils attirent la branche verticale du levier ; celle-ci s'incline et dégage le marteau qui peut venir frapper sur le timbre ; lorsque

les électro-aimants sont inactifs, le levier revient, en vertu de son poids, à sa position première et s'oppose de nouveau au mouvement du marteau.

Appareils d'essai de l'intercommunication. — Pour donner aux agents de l'entretien du Matériel roulant et du Service télégraphique le moyen de s'assurer rapidement de l'état des communications placées sous les voitures, on met à leur disposition soit une boîte à sonnerie qui permet de vérifier alternativement le défaut de solution de continuité des fils montés sur les voitures et leur isolement, soit une poignée de résistance qui sert à vérifier l'état des boîtes à sonneries.

L'appareil de vérification du fils se compose d'une boîte contenant une pile de six éléments identiques à ceux employés dans les trains, une sonnerie trembleuse et une boussole avec commutateur. La particularité de cet appareil consiste dans la disposition donnée aux organes de la boussole, qui est d'une très grande sensibilité. L'aiguille de la boussole est, au repos, calée par un doigt, accessible de l'extérieur de la boîte. Si l'on agit sur le doigt pour caler ou décaler l'aiguille, on fait, en même temps, jouer un petit commutateur qui intercale, soit la sonnerie, soit la boussole, dans le circuit de la pile, selon la vérification que l'on veut faire dans les communications des voitures.

La vérification rapide des boîtes à sonneries se fait à l'aide d'une poignée, dite de résistance, qui se compose de deux pièces métalliques, réunies par un fil isolé, enroulé sur une bobine formant poignée : ce fil a une résistance électrique à peu près équivalente à celle des communications d'un train entier dans les conditions les moins favorables. Pour vérifier les boîtes, on introduit les deux extrémités de la poignée dans les crochets de suspension, ce qui a pour but de réunir les deux pôles de la pile à travers la sonnerie trembleuse. Ces deux appareils ont été étudiés par M. E. Sartiaux.

XI. — POSTES DE SECOURS.

Les appareils télégraphiques des postes de secours, installés dans un certain nombre de maisons de garde-ligne, sont destinés aux demandes de machines et de secours et sont répartis de façon que, dans le cas où un train resterait en détresse, le conducteur aurait à faire au plus deux kilomètres pour trouver un télégraphe ; ils peuvent aussi être employés pour les autres demandes urgentes.

Le conducteur dont le train est en détresse, après avoir pris les mesures de sécurité pour protéger son train, se rend au poste télégraphique le plus voisin.

Le sens dans lequel il doit marcher lui est indiqué par des flèches généralement placées sur les poteaux télégraphiques. Les maisons de garde munies d'appareils sont en outre indiquées par une inscription portant le mot “ *Télégraphe* ”.

Chaque poste de secours est désigné par deux lettres qui sont inscrites tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de l'appareil.

L'appareil est placé dans la première pièce de la maison de garde, près de la porte d'entrée. La clef qui sert à l'ouvrir est accrochée au mur et au-dessus de l'appareil.

Les appareils de secours se composent d'une boîte renfermant un récepteur et un manipulateur du système à cadran Bréguet. Vis-à-vis de chacune des manettes du manipulateur, il y a une étiquette indiquant le nom de la station que la manette met en relation avec l'appareil, et deux boutons de cuivre sur lesquels cette manette peut être placée successivement.

Le bouton intérieur porte la lettre C (*communication directe*), l'autre la lettre E (*émission*). Les manettes de l'appareil sont extérieurement munies de deux oreilles qui ont pour but de les repousser automatiquement, sur la bande de communication directe par l'effet de la fermeture de la boîte, lorsqu'après les avoir déplacées, on aurait omis de les remettre dans leur état normal.

Dans l'état ordinaire, les deux manettes, rendues solidaires l'une de l'autre par une tringle de connexion, sont sur les boutons intérieurs C ; lorsque l'on veut appeler une station, on porte sur son bouton extérieur E, la manette qui sert pour cette station, et l'on fait faire un tour de cadran à la manivelle du manipulateur. Mais dès que l'on touche à l'une des manettes la tringle de connexion entraîne l'autre et l'on évite ainsi que, par mégarde, l'agent qui ouvre la boîte, n'isole la ligne et empêche la communication de s'établir avec l'un ou l'autre côté.

L'appareil proprement dit est fixé sur une petite armoire qui sert, en même temps, d'abri pour la pile. Les piles des postes télégraphiques de secours sont montées en sens inverse des piles des stations, de manière que les appels venant de ces postes provoquent le déclenchement d'une sonnerie spéciale dite *d'urgence* pourvue d'un indicateur optique. Cette sonnerie ne fonctionne que sous l'action des courants négatifs, et tinte jusqu'à ce que l'indicateur ait été relevé.

Les agents des stations qui reçoivent un appel par la sonnerie d'urgence doivent y répondre, toute affaire cessante.

XII. — POSTES TÉLÉGRAPHIQUES ET APPAREILS QUI LES COMPOSENT.

La Compagnie expose deux types de postes télégraphiques, en usage sur son réseau :

1^o Une table télégraphique montée à trois directions, pour les gares et stations ;

2^o Une tablette montée, à deux directions, pour haltes ou garages.

Les appareils disposés sur chacune des tables ci-dessus sont les suivants : récepteur et manipulateur à cadran, système Bréguet ; récepteur et manipulateur, système Morse ; sonneries à relai à une et deux directions ; sonnerie d'urgence ; commutateurs inverseurs, commutateurs ordinaires ; boussoles, paratonnerres, porte-lampe, etc.

Ces appareils sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les décrire ; la seule modification intéressante est dans la sonnerie d'urgence, dont la palette est placée au-dessus d'un électro-aimant polarisé, de manière à n'être repoussée que par un courant négatif. Un petit voyant peint en rouge, solidaire de la palette, établit, en apparaissant en dehors de la boîte, une communication avec une pile locale faisant tinter une sonnerie trembleuse qui fonctionne aussi longtemps que le voyant n'est pas relevé. Cette disposition à l'avantage d'éviter des déclenchements intempestifs de l'appareil par les trépidations de la table sur laquelle est fixée la sonnerie.

XIII. — POSTE TÉLÉPHONIQUE.

Le téléphone est employé au Chemin de fer du Nord dans un grand nombre de cas, soit pour relier deux gares entre elles ou une gare avec le dépôt de machines, soit pour mettre en communication les services de la grande et de la petite vitesse, soit les bureaux d'administration entre eux, soit encore les signaleurs des cabines d'enclenchements avec les postes d'aiguilleurs dans une même gare, etc.

La Compagnie du Nord expose un poste téléphonique, à deux directions et à double fil, avec transmetteur et récepteurs Ader, paratonnerres et sonneries à indicateur optique et acoustique.

Le transmetteur de l'appareil Ader se compose d'une planchette en bois très mince, de 0,16 de longueur sur 0,11 de largeur, disposée sur un plan presque horizontal. Sous cette planchette sont fixées deux séries de cylindres de charbon placés parallèlement et libres sur les axes. Les vibrations

de la planchette se transmettent aux charbons reliés à une bobine d'induction qui est elle-même en communication avec une pile spéciale. Le récepteur consiste en un anneau formant aimant enfermé dans une boîte cylindrique en laiton, et en une plaque métallique très mince qui vibre contre les pôles de cet aimant.

Le poste comprend, outre les boutons d'appel spéciaux, des commutateurs ronds à trois contacts qui permettent, en dehors de leur fonction pour la sonnerie et le téléphone, d'établir la communication directe entre deux postes voisins.

Au-dessus de la planchette portant le transmetteur, les récepteurs, etc., sont disposés, une boîte renfermant des paratonnerres à pointes et les sonneries trembleuses à indicateur optique, dites sonneries à annonciateur ; ces sonneries se composent d'un petit électro-aimant en communication avec le fil de ligne et dont la palette, en temps normal, enclenche dans la position verticale, un petit voyant en métal. Le passage du courant électrique dans cet électro-aimant a pour effet de rendre libre le voyant, qui tombe par son propre poids et complète alors le circuit d'une pile locale reliée à une trembleuse à électro-aimant boîteux.

La Compagnie fait également usage de tableaux, comportant, selon les cas, un nombre quelconque de petits électro-aimants semblables à ceux qui composent les sonneries ci-dessus, reliés à des lignes téléphoniques qui peuvent être mises en communication directe à l'aide de cordons souples, munis de fiches spéciales désignées sous le nom de *Jack-Knight*.

XIV. — APPAREILS DIVERS. — MATÉRIEL DE LIGNE ET DE PILE. — OUTILLAGE.

La Compagnie expose les appareils désignés ci-après :

1^o Divers types de sonneries trembleuses à timbre de différents diamètres, avec ou sans voyant, pour signaux ou appels dans les ateliers, les grandes gares, etc.

2^o Des sonneries à voyant, à une, deux, quatre, cinq et six directions pour les bureaux télégraphiques.

3^o Des commutateurs ronds à un, deux, trois ou quatre contacts, suivant les usages auxquels ils sont destinés ; des commutateurs rectangulaires à une, deux et trois directions pour tables télégraphiques ; des commutateurs pour boîtes de manœuvre d'électro-sémaphores de voie unique et de double voie ; des commutateurs pour le contrôle des signaux de la voie ; un com-

mutateur à 20 directions qui, en dehors des bandes de communication pour les sonneries et les lignes d'un poste télégraphique, permet de donner la communication directe sur un nombre de lignes déterminées, en traversant des parleurs, et de reporter sur l'un quelconque des appareils de réception, l'une ou l'autre des lignes aboutissant au commutateur.

4° Un parleur à tambour, du type en usage dans les bureaux télégraphiques de la Compagnie ;

5° Un conflagrateur avec bobine Ruhmkorff, pour l'allumage à distance des becs à gaz d'une gare ;

6° Des modèles de cordes, crochets, etc., pour l'intercommunication électrique des trains de voyageurs et de marchandises ;

7° Divers types de boussoles et de paratonnerres, de boîtes à boutons d'appel et à paratonnerres ; de câbles à un ou plusieurs conducteurs, de fils de fer, de cuivre ou de bronze.

Le Matériel de ligne exposé comporte des isolateurs en porcelaine avec leurs ferrures d'attache et les vis ; ce sont : l'isolateur double cloche à gorge pour fils d'éclairage ou de transport de force électriques ; l'isolateur simple cloche, les poulies d'arrêt, la borne, l'isolateur d'entrée de poste, le godet de raccord pour câble souterrain avec un fil aérien ; les vis d'isolateurs, les manchons pour fil de fer ou de bronze, le crochet spécial pour maintenir les câbles le long des murs.

Le Matériel de pile en usage au Chemin de fer du Nord se compose de l'élément du type Leclanché à vase poreux ; celui-ci porte, à sa partie inférieure cinq fentes pour remédier à la porosité imparfaite du vase, la plaque de charbon est à cannelures sur les deux faces pour augmenter les surfaces ; la relation d'un élément à un autre, (entre le zinc et la plaque de charbon), se fait par l'intermédiaire d'un boulon à deux platines en cuivre étamé, en contact parfait avec la partie supérieure de la lame de charbon ; le crayon de zinc étiré et amalgamé est à section elliptique et pèse environ 350 grammes ; il est terminé par une spirale composée de trois fils de cuivre étamé. L'élément repose dans un fort vase en verre cylindrique dont les bords sont paraffinés sur une hauteur de 0^m02, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. — Les piles sont habituellement enfermées à l'intérieur des bâtiments de gares dans des armoires bien closes ; posées sur des rayons à claire voie ; à l'extérieur, on les installe dans des abris en ciment comprimé également bien clos et sur des rayons mobiles à claire-voie en bois de chêne peints au minium ou à l'huile de lin bouillante.

Les autres systèmes de piles ou accessoires exposés sont : la pile à vase en

ébonite renfermant toutes les matières actives et dont le zinc, de forme plate et amalgamé, est séparé de celle-ci par une légère cloison en bois paraffiné percée de petits trous ; la pile Desruelles à solution bichromatée pour l'éclairage électrique ; — la pile Daniell au sulfate de cuivre, etc., etc.

L'outillage comporte une clef à écrou universelle articulée, un sac à outils avec boîte contenant les objets nécessaires pour le nettoyage des appareils ou des pièces d'appareils ; un sac en toile goudronnée pour le transport des sels excitateurs de piles ; une petite pince à plomber ; un étui renfermant une sonnerie avec boussole pour l'essai des piles et la vérification des appareils électriques et des conducteurs, etc., etc.

XV. — TREUIL ÉLECTRIQUE.

La manutention des marchandises en sacs, telles que les sucres et les graines est, en général, coûteuse et exige un emplacement considérable ; si, pour économiser la place sur les quais des halles, on prend le parti de les empiler, il faut y affecter des coltineurs vigoureux dont le salaire est élevé.

Dans ces conditions, à raison de 5m² par pile de 100 sacs, le prix de revient de la manutention faite à bras, n'est pas inférieur à fr. 0,30 par tonne. Dans le but d'abaisser ce prix de revient, en substituant un travail mécanique au travail fait à dos d'homme, la Compagnie du Nord a entrepris en 1884, des études et des essais, d'abord avec un treuil *Mégy*, dont la manœuvre a été jugée trop lente, puis sur les indications de M. A. Sartiaux, Ingénieur en chef de l'Exploitation, avec un appareil électrique dont le programme consistait à emprunter la force motrice à une machine de l'éclairage électrique de la Chapelle, pour la transmettre, à plusieurs centaines de mètres, à un treuil mobile sur un chemin de roulement, dans la halle aux sucres.

L'appareil exposé par la Compagnie du Nord, est celui qui, après plusieurs perfectionnements successifs, a été étudié de concert avec la *Société de la transmission de la force par l'électricité* et est aujourd'hui appliqué à la gare de La Chapelle. C'est un chariot à quatre roues, sur lequel sont montées deux machines électriques, l'une pour donner au chariot le mouvement d'avance ou de recul sur les rails du chemin de roulement, l'autre pour communiquer au crochet de la chaîne portant les sacs, le mouvement d'élévation et de descente. Selon le sens du courant que l'on envoie dans la première de ces machines, le chariot marche en avant ou en arrière, la transmission de la rotation de l'arbre de l'induit se fait au moyen de roues dentées qui commandent l'un des essieux du chariot. De même pour la seconde machine, la rotation de l'induit

se communique, dans un sens ou dans l'autre par l'intermédiaire d'un pignon denté, à l'aide d'une vis hélicoïdale engrenant avec une roue à noix autour de laquelle passe une chaîne à laquelle s'accrochent les sacs.

La source d'électricité est une machine dynamo-électrique quelconque ou une batterie d'accumulateurs, capable de débiter une intensité de 25 ampères sous 100 ou 200 volts aux bornes des réceptrices.

L'appareil est mis en mouvement par un double commutateur inverseur, relié à des résistances en maillechort, calculées pour amener graduellement le courant dans les réceptrices.

Enfin le courant est amené aux machines du treuil par des contacts à ressorts frottant sur des languettes en laiton fixées sur des madriers en bois, établis à l'intérieur du chemin de roulement.

Avec quatre hommes, y compris le chauffeur et le surveillant des machines électriques, on peut, en moins de quarante minutes, édifier une pile de 100 sacs ; dans un autre essai, on a pu, en 35 secondes, prendre sur le wagon, élever, porter à une distance de 23^m sur le chemin de roulement, et descendre un fardeau de 140 k., puis revenir au point de départ ; pour éviter l'emploi de potentiels élevés, on s'est interdit de faire coïncider les mouvements d'élévation et de translation.

En appliquant les simplifications dont l'expérience a permis de reconnaître l'avantage et en travaillant d'une manière courante avec cet appareil, on arrivera sans doute, à un prix de revient bien inférieur à celui qu'on obtenait à bras d'homme, avec des ouvriers choisis.

XVI. — MANŒUVRE ÉLECTRIQUE D'AIGUILLE.

La manœuvre à distance des appareils de la voie a été, jusqu'à présent, obtenue dans la plupart des installations existantes, en concentrant dans des cabines surélevées ou à fleur de sol, les leviers servant à mettre en mouvement des organes mécaniques de transmission, tels que des barres rigides en fer creux, ou des fils métalliques actionnant à une distance qui peut atteindre 300 ou 400^m pour la manœuvre des aiguilles par tringles et 500 ou 600^m pour la manœuvre par fils, enfin 1,500^m, 2,000^m et même 2,500^m pour les disques.

Parmi les inconvénients de cette solution, qui se font sentir surtout quand il s'agit de franchir de grandes distances ou de suivre des lignes en courbe, on peut citer principalement le prix élevé, les effets de la dilatation ou du raccourcissement des transmissions sous l'influence des variations de température, les difficultés de manœuvre qu'on éprouve principalement en temps de

neige ou de gelée, enfin l'effort musculaire, souvent considérable, qu'il faut développer pour renverser les leviers attelés à ces transmissions.

L'emploi de compensateurs ou de contre-poids équilibrés, de rouleaux et galets d'allègement, remédie partiellement à quelques-uns de ces inconvénients, mais aggrave dans une certaine mesure le premier, en augmentant le prix de revient de l'installation.

Aussi, a-t-on cherché à substituer aux transmissions mécaniques, des systèmes fondés soit sur l'élasticité des fluides gazeux ou liquides, soit sur la transmission de la force par l'électricité.

L'emploi tout récent de l'électricité paraît plus simple encore que celui de l'air ou de l'eau, puisqu'il permet l'emploi de véritables réservoirs, substitués aux appareils hydrauliques improprement dénommés accumulateurs, et qui ne sont guère, en réalité, que des régulateurs comparables au volant des machines à vapeur.

L'électricité permet encore, pour les aiguilles, de réaliser facilement, avec de faibles frais d'installation, le problème du verrouillage et du contrôle des lames.

C'est dans cet ordre d'idées que la Compagnie du Nord a essayé deux types d'appareils pour obtenir la manœuvre à distance des aiguilles à l'aide de courants électriques, transmettant directement la force nécessaire à la manœuvre.

Le premier de ces appareils basé sur l'emploi des solénoïdes, a été étudié par M. Marcel Deprez et complété par l'addition d'un verrou, imaginé par M. Singre, Ingénieur Chef des Services Mécaniques de la *Société de la transmission de la force par l'électricité* et a été essayé dans la gare de Paris.

Le second appareil qui est exposé par la Compagnie, et qui a été étudié par M. E. Sartiaux, Chef du service télégraphique, sur les indications de M. A. Sartiaux, Ingénieur en Chef de l'Exploitation, consiste dans une petite machine électrique placée dans l'axe de la voie, un peu en contrebas des traverses, et faisant tourner un axe perpendiculaire à la voie, à l'extrémité duquel sont deux vis hélicoïdales, qui commandent des doigts ovoïdes, solidaires de chacune des lames de l'aiguille.

Lorsque la machine tourne dans un sens ou dans l'autre, selon le sens du courant qu'on y envoie à l'aide d'un commutateur, les rainures des deux vis, dans leur mouvement de rotation, forcent les doigts et, par conséquent les lames à se déplacer transversalement. A la fin de la course, des taquets viennent caler exactement les lames appliquées contre les rails contr'aiguilles.

Des contrôleurs du type ordinaire adaptés à la pointe de l'aiguille, ne basculant que quand le déplacement des lames est complet, sont disposés de

manière que le circuit de la batterie d'accumulateurs qui est la source d'électricité, ne soit en communication qu'avec la manœuvre de l'aiguille et ne déclenche les autres leviers du même poste que quand le contact des lames est parfait. On réalise donc le contrôle impératif en retour comme dans la plupart des appareils récemment combinés pour l'enclenchement et le verrouillage des aiguilles.

Dans les conditions où l'expérience a été préparée, on a admis que l'effort au démarrage, évalué en temps normal à 50 k., pourrait atteindre $65^k + \frac{1}{10}$ pour le frottement, soit au maximum, 70 k. Le déplacement horizontal des lames est de 0^m,112 ; la vis appliquée à cette manœuvre effectue le déplacement en deux tours, son pas étant d'environ 0^m,055.

L'effort P, à développer pour faire tourner la vis, est donné par la formule :

$$P = 70 \text{ k. } \left(\operatorname{tg} \alpha + f \frac{1 + \operatorname{tg} \alpha}{1 - f \operatorname{tg} \alpha} \right)$$

f étant le coefficient de frottement de glissement = 0,1 et α l'angle d'inclinaison des rainures de la vis hélicoïdale = 45°.

On trouve $P = 80^{\text{kg}}$ environ.

Le diamètre du pas de vis étant 0^m,05, on a, entre l'effort Y à développer à la périphérie de l'anneau induit de la machine dynamo, dont le diamètre utile est X, et l'effort de 80^k, l'équation des efforts en raison inverse des bras de leviers :

$$(1) \quad \frac{X}{5} = \frac{80 \text{ k.}}{Y} \text{ (en prenant le centimètre pour unité de longueur).}$$

Pour trouver, entre les inconnues X et Y, la seconde équation qui permet de les calculer, on peut prendre, d'après une méthode indiquée par M. A. Minet, comme point de comparaison une machine type donnant un effort connu quand elle travaille dans des conditions analogues à celles dont il s'agit, et appliquer la formule, en vertu de laquelle les efforts développés à la périphérie des anneaux sont proportionnels aux cubes des dimensions homologues.

A cet effet, on a pris comme point de comparaison une machine ⁽¹⁾, dont

(1) Voici les principales conditions d'établissement de cette machine type :

<i>Inducteurs.</i>		<i>Induit.</i>	
Diamètre du fil nu	0,7 ^m /m.	Diamètre utile	0 ^m 129
— recouvert	1 ^m /m	Nombre de tours	1340
Résistance des deux inducteurs en tension....	75 ohms.	Effort à la périphérie	5k,4
Intensité du courant inducteur	1 amp., 33	Diamètre du fil nu	0,8 ^m /m
Densité du courant	3 amp., 4	— recouvert	1,1 ^m /m
		Densité du courant	6 amp.
		Force électro-motrice	85 volts

l'induit a un diamètre de 13 centimètres et qui donne, à la périphérie de l'anneau, un effort de 5^k,4.

On a donc :
$$(2) \quad \frac{Y}{5^k,4} = \frac{X^3}{13^3}$$

En substituant dans l'équation (1) la valeur de Y tirée de l'équation (2), il vient :

$$X^4 = \frac{400 \times 13^3}{5^k,4}$$

d'où $X = 20$ centimètres.

Le rapport des dimensions homologues entre la machine calculée et la machine type est donc :

$$\frac{X}{13} \text{ soit } 1.541 \text{ et l'effort à la phériphérie, } Y = 20^k$$

Pour déterminer l'intensité en ampères, il faut admettre, comme le prouve d'ailleurs l'expérience, que dans les machines qui n'ont à travailler que pendant un temps très court, l'intensité par millim. carré de section de fil, qui n'est ordinairement que de 1^A,5 à 2 ampères, peut atteindre momentanément 6 ampères sans échauffement notable du fil.

Le diamètre du fil nu adopté dans l'induit de la dynamo, étant de 1^m/_m, en multipliant la section par 6 ampères, on obtient 4^A,70 pour l'intensité de chacune des deux parties de l'anneau, soit pour l'intensité totale de l'induit, 9 à 10 ampères.

Pour calculer le voltage, il faut tenir compte de la vitesse de la manœuvre ; en admettant qu'elle s'effectue en un quart de seconde, comme il faut deux tours du pas de la vis, la vitesse angulaire par seconde est de 8 tours, et la vitesse linéaire de 4^m,68.

Or le nombre de volts est donnée par la formule :

$$E = \frac{H}{10000} \times \lambda \times V$$

λ , étant la longueur utile du fil sur l'un des bras de l'induit exprimée en mètres.

V , la vitesse linéaire exprimée en mètres.

H , le champ magnétique en C. G. S, supposé égal à 1500 unités à la périphérie de l'anneau.

Pour déterminer λ , connaissant le diamètre 1^m/_m,3 du fil recouvert, on remarque que la longueur utile du fil sur les deux bras (ou 2 λ) est égale au nombre de spires N multiplié par la largeur de l'anneau et que celle-ci, d'après le principe des dimensions homologues, doit être de 0^m,18 environ.

On a donc $2 \lambda = 0,18 N$.

Quant au nombre de spires, comme il y a trois couches de fil superposées, il est égal à trois fois la circonférence de l'anneau divisée par le diamètre du fil, c'est-à-dire $\frac{3 \pi \times 0.20}{0^m.0013}$

$$\text{d'où } \lambda = \frac{3 \pi \times 0.20 \times 0.18}{2 \times 0.0013} = 121 \text{ mètres.}$$

On en déduit $E = 85$ volts environ.

La résistance totale de l'induit est donnée par la formule :

$$R_I = \frac{2 \lambda \rho}{0.4}$$

ρ étant la résistance d'un fil d'un mètre de longueur et d'un millimètre de diamètre, égale à 0.022 pour le cuivre du commerce : On trouve 12 pour la valeur de R_I ohms ; soit pour la résistance R sous les balais une valeur de 3 ohms.

La différence de potentiel aux bornes est de

$$\varepsilon = E + R I$$

I étant l'intensité en ampères = 9,5

$$\text{d'où } \varepsilon = 113 \text{ volts.}$$

En ce qui concerne la ligne, en admettant qu'on limite la perte à $\frac{1}{10}$, (ce qui nécessite un conducteur de $15 \text{ m}^2/\text{m}$ de section ou de $4 \text{ m}/\text{m}$ de diamètre), on voit que le nombre de volts à fournir pour la manœuvre de l'aiguille sera de 125, soit environ 60 à 65 accumulateurs au plomb du type de la *Société du travail électrique des métaux*, remarquables par leur solidité, leur capacité et leur débit.

XVII. — CABESTAN ÉLECTRIQUE.

La Compagnie du Nord a installé, en 1880, un système de cabestans hydrauliques, destinés à manœuvrer mécaniquement les wagons, sur la principale pile de plaques de la gare de la Chapelle, à l'exclusion de l'emploi des chevaux. Cette machinerie a été remplacée, en 1887, par des appareils nouveaux, dont le dessin est d'ailleurs exposé, comportant : une pompe de compression à deux cylindres jumelés et à pistons différentiels, de la force de 44 chevaux ; deux accumulateurs du poids de 37 tonnes chacun, donnant une pression de 50 k. par centimètre carré ; onze cabestans du type Brotherhood produisant en pleine charge, un effort de traction de 400 k., avec une vitesse moyenne de $0^m,60$ par seconde ; enfin une canalisation dont le développement total est de 640^m .

Or, l'expérience a prouvé que la durée moyenne des mouvements de rotation exécutés par ces cabestans, est, la plupart du temps, extrêmement courte, et que le travail effectif total produit et dépensé par chaque cabestan pendant

une journée, ne justifie pas, en général, la marche *continue* et coûteuse d'appareils considérables, imposants et chers, comme les moteurs à vapeur, les pompes, les accumulateurs, etc., dont se compose une installation hydraulique.

Ainsi, chaque wagon manœuvré donne lieu à trois mouvements se décomposant ainsi qu'il suit :

1 ^o Traction pour amener le wagon sur la plaque	20	secondes
2 ^o Rotation de la plaque	6	—
3 ^o Dégagement de la plaque, avec ou sans l'aide de poupées de renvoi	10	—
Total	36	secondes

Pendant une période de 11 heures de travail (la journée de 12 heures, moins une heure de repos), le cabestan le plus utilisé de la gare de La Chapelle ne tourne guère plus de 1^h,40 à 2 heures au maximum. L'utilisation ne ressort donc, en moyenne, qu'à 16 p. 100 au plus. En présence de ce résultat, il était donc rationnel de chercher la solution dans l'emploi de l'électricité et de demander à des accumulateurs électriques, qui sont de véritables réservoirs de force, de fournir l'énergie nécessaire à la manœuvre des cabestans. On n'a plus besoin, dans ces conditions, que de charger les accumulateurs de temps en temps, avec un moteur spécial, ou avec un moteur existant, dont

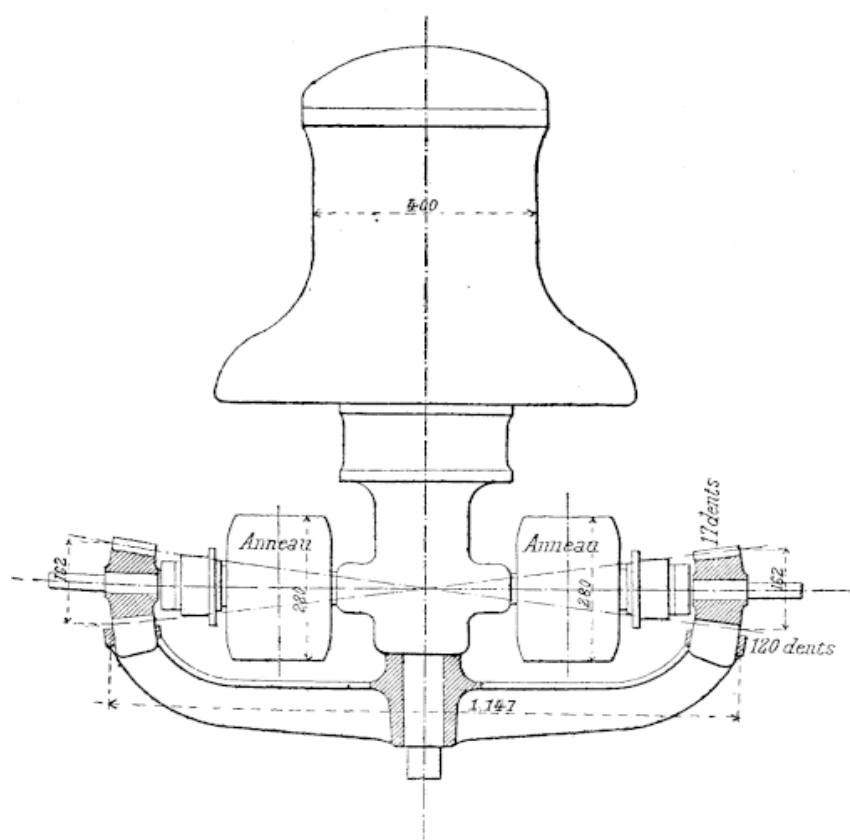
Fig. 10. — Cabestan mû par l'électricité.

on ne dépense l'énergie que quand on la consomme.

C'est dans cet ordre d'idées que M. A. Sartiaux, Ingénieur en chef de l'Exploitation, a fait étudier par la *Société de la transmission de la force par l'électricité*, les conditions d'application, à un cabestan, d'une machine électrique, actionnée au moyen d'accumulateurs électriques.

Les cabestans devaient satisfaire au programme suivant :

Développer un effort de traction de 400^k à la périphérie de la poupée, avec une vitesse linéaire d'environ 1^m50 par seconde, correspondant, pour un



cabestan de 0,40 de diamètre, à 70 tours par minute. Les cabestans devaient d'ailleurs être construits de telle sorte qu'en modifiant le groupement de la machine électrique, on pût réduire la vitesse de 70 à 12 tours par minute, en abaissant le voltage de 200 à 100 volts.

Divers types ont été étudiés et ont donné lieu à des essais comparatifs.

L'appareil exposé se compose d'une machine dynamo-électrique à deux anneaux, dont l'arbre porte, à l'une de ses extrémités, un pignon qui engrène avec une grande roue dentée ; sur l'axe de cette roue est montée la cloche du cabestan, autour duquel s'enroule le câble employé pour la manœuvre.

L'appareil est mis en mouvement à l'aide d'une pédale agissant sur un commutateur spécial de groupement, étudié par M. Hillairet, et auquel se relient les extrémités des fils des anneaux et des inducteurs de la machine dynamo-électrique ; ce commutateur, permettant de mettre graduellement en tension ou en dérivation les diverses parties de la machine, on obtient différentes vitesses de rotation du cabestan avec des efforts variant entre 350 et 400 kilog. ; on évite ainsi l'emploi de résistances variables qu'il eût été difficile de loger dans l'espace restreint dont on dispose.

Les organes moteurs du cabestan électrique sont renfermés dans une cuve en fonte ou en tôle parfaitement étanche. L'appareil proprement dit est, en outre, monté sur des tourillons, de manière à en permettre la visite facile : il suffit de le faire basculer pour rendre apparents tous les organes de la machine et à la portée de l'agent chargé de l'entretien, ce qui lui évite la nécessité de descendre à l'intérieur de la cuve.

Pour se rendre compte des dimensions à donner à la machine motrice du cabestan et de la quantité d'électricité à lui fournir, il y a lieu de prendre comme point de comparaison une machine type, comme on l'a fait pour l'appareil électrique de manœuvre des aiguilles.

Les données de ce calcul sont les suivantes :

L'effort maximum, au démarrage, qui s'exerce à la circonférence de la cloche du cabestan, a été fixé à 500^{kg.}.

Le diamètre de la cloche étant de 0^m40 et celui de l'engrenage monté sur le même axe étant de 1^m,147, l'effort transmis à l'axe horizontal sur lequel sont montés les anneaux de la machine dynamo-électrique est égal à $\frac{500 \times 40}{114,7}$ soit à 175^{kg.} environ.

Le diamètre du pignon calé sur l'arbre de la machine étant de 0^m162, on aura entre le diamètre X des anneaux de cette machine et l'effort Y qu'elle

doit développer à la périphérie de chacun des anneaux, une première relation :

$$\frac{2Y}{175} = \frac{16,2}{X}$$

$$(1) \text{ d'où } X = \frac{1417,5}{Y}, \text{ (en centimètres).}$$

Pour obtenir entre ces deux inconnues une seconde équation, il faut avoir recours au principe en vertu duquel les efforts développés à la circonférence des anneaux de la machine cherchée et de la machine type ⁽¹⁾, sont proportionnels aux cubes des dimensions homologues, au champ magnétique et à l'intensité du courant.

Or, l'expérience prouve que, dans les machines à deux anneaux dont les dimensions homologues varient entre 0^m,20 à 0^m,30, au lieu du champ magnétique de 1.500 C. G. S. de la machine type, on doit prendre 1.800, et au lieu d'une intensité de courant de 6 ampères par mmq., on doit prendre 4 ampères.

Dans ces conditions, 5^{kg}.4 étant l'effort à la périphérie de l'anneau de 0^m13 de la machine type, on a :

$$(2) \frac{Y}{5,4} = \frac{X^3}{13^3} \times \frac{1800}{1500} \times \frac{4}{6}$$

$$\text{d'où } Y = \frac{4,4 X^3}{2197}$$

En substituant cette valeur dans l'équation [1], il vient :

$$X^4 = \frac{1417,5 \times 2197}{4,4}$$

$$\text{d'où } X = 29^{\text{cm}}.$$

L'effort à la périphérie est donc, pour chaque anneau :

$$Y = 50^{\text{kg}}. \text{ environ, au démarrage.}$$

Dans la pratique, au lieu d'un diamètre utile de 0^m,29, comme on est limité par le défaut de place, on peut très bien prendre 0^m,26 seulement et augmenter en conséquence l'épaisseur de la couche de fil utile sur l'anneau, en la portant de 7^m/_m à 10^m/_m environ.

L'effort deviendra, dans ce cas, 55^{kg}. Le rapport des dimensions homologues devient 2; le diamètre du fil nu adopté est de 2^m/_m, et, en multipliant la section de ce fil par l'intensité de 4 ampères par mmq., on obtient une intensité de 12 ampères 5 pour chacune des deux parties de l'anneau, soit pour l'intensité totale de l'induit, 25 ampères par anneau au démarrage.

(1) Voir page 44 les dimensions de cette dernière machine.

En pleine marche, l'effort à développer se réduisant à 300^{kg} au lieu de 500, l'intensité par mmq. s'abaissera à 2^{amp}.5 et l'intensité totale ne sera plus que de 15 ampères par anneau.

Pour calculer le voltage, étant donné que la vitesse linéaire V du cabestan, est de 1^m,50 par seconde et la vitesse linéaire des anneaux de 7^m, le nombre de volts est donné par la formule :

$$E = \frac{H}{1000} \times \lambda \times V$$

En substituant au champ magnétique H sa valeur 1800 C. G. S., et en évaluant, comme dans le cas de la manœuvre électrique de l'aiguille, à 120^m la valeur de λ ,

on trouve $E = 151$ volts,

quand les anneaux sont en quantité.

La différence de potentiel aux bornes de la machine en marche est donnée par la formule :

$$\epsilon = E + (R' + R'')$$

R' étant la résistance des deux anneaux en quantité..... = 0^{ohm},425

R'' id. id. inducteurs établis en tension avec les anneaux.. = 0^{ohm},85

I étant l'intensité double de celle qui passe dans chaque anneau en marche... = 30^{ampères}.

$$\epsilon = 189^{\text{volts}},3.$$

La perte pour la ligne étant évaluée à $\frac{1}{10}$, le voltage au départ sera de 210^{volts}, donnés par 105 accumulateurs environ.

Ainsi qu'il a été dit, au sujet de l'aiguille électrique, les accumulateurs employés sont des accumulateurs de la *Société du travail électrique des métaux*, du type de 25^{kg}, donnant, aux bornes, une force électromotrice de 2^{volts},4, dont la capacité est de 250 ampères-heures, et dont le débit normal de 25 ampères peut atteindre 50 ampères. (Voir page 52.)

XVIII. — ECLAIRAGE ÉLECTRIQUE.

La Compagnie du Nord expose les principaux appareils qu'elle emploie pour l'éclairage électrique des gares de son réseau ; ce sont :

1° *Les machines dynamo-électriques*, avec leur support-fondation, le système de débrayage de courroie et le mode de graissage.

Les machines dynamo-électriques étudiées par la maison Bréguet, sont construites avec des intensités variables, sous un potentiel de 65 ou de 110 volts ; elles sont enroulées en shunt et compound, et pourvues d'un système de commutateurs qui permet de les utiliser rapidement sous l'une

ou l'autre disposition, ou encore de les réunir en tension dans une usine en un nombre quelconque pour charger des accumulateurs à distance.

Ces machines sont habituellement supportées par deux chaises entretoisées, constituées par deux cornières en acier doux, scellées dans le sol et par conséquent facilement et économiquement transportables et utilisables en tout temps. Les machines dynamo-électriques ont l'arbre de l'anneau prolongé d'une longueur égale de chaque côté du bâti, de manière à permettre de les utiliser partout par le simple déplacement de la poulie. Immédiatement à la suite de la poulie de chaque machine et à la portée des agents de la surveillance, se trouve disposée une poulie folle portée par un axe boulonné sur un petit support en fonte; sur celui-ci est fixé un second support plus petit portant une fourchette qui sert de guide pour la courroie, soit dans sa marche normale, soit dans son déplacement.

Les machines dynamo sont munies de graisseurs automatiques à la graisse, et les balais frottant sur les collecteurs sont constitués avec de la toile métallique, pliée de manière que les fils de cuivre rouge dont elle est formée sont en diagonale.

2° *Les lampes à arc ou à incandescence*, avec leurs supports, lanternes, réflecteurs, douilles, coupe-circuits, etc. etc. Les lampes à arc qui sont de plusieurs systèmes (1), sont disposées pour fonctionner, par la simple manœuvre d'un commutateur, avec une intensité de 6, 12 ou de 25 ampères, sous 40 ou 45 volts, soit en foyer monophote, soit en dérivation, soit enfin en tension deux par deux. En outre, pour éviter le renouvellement trop fréquent des charbons, les lampes sont munies de deux ou de trois charbons parallèles, dont l'allumage se fait automatiquement et au fur et à mesure de leur usure.

Les lampes à arc sont suspendues dans des lanternes vitrées avec des verres très légèrement dépolis à l'acide fluorhydrique, de manière à diminuer le plus possible la perte de lumière. Les lanternes, dans le cas des lampes de 12 ampères et au-dessus, sont suspendues à 9 ou 10 m. de hauteur à des potences formées de deux fers en U entretoisés et dressés dans un socle en fonte; les lampes de 10 ampères et au-dessous sont abritées soit dans des lanternes d'un modèle réduit, fixées à un support de 5 m. de hauteur composé de deux fers demi-ronds, entretoisés et enfilés dans un candélabre en fonte, soit par un globe avec cendrier en verre très légèrement teinté à la pâte de riz.

Les lampes à incandescence sont plus généralement du système Cruto perfectionnées et construites par la *Société du travail électrique des métaux*; elles sont fixées dans des douilles munies d'une clef qui permet de les éteindre

(1) Siemens, Bréguet, Pilsen, Cance, etc., etc.

ou de les allumer à volonté. Les lampes à incandescence de différentes intensités lumineuses sont portées soit sur des pieds mobiles ou des appliques fixes en fonte de fer pour les bureaux ; soit sur des genouillères articulées pour les ateliers ; soit suspendues au plafond par des tubes en fer pour les halles, les salles d'attente et les salles des pas-perdus des gares, etc. ; soit encore sur des lustres, des appliques à bras et des candélabres à plusieurs branches. Dans ces différents cas, la lumière produite par les lampes incandescentes est, selon les lieux d'emploi, réfléchi par des réflecteurs en tôle de nickel, en tôle émaillée blanc, en cristal opalin ou dépoli au grès.

3° *Les commutateurs et rhéostats.* Les commutateurs sont montés pour une direction indépendante ou assemblés plusieurs à la fois sur un même cadre ; ils sont, dans tous les cas, disposés pour permettre la lecture rapide et facile des intensités et du potentiel dans les différents circuits, le changement instantané de la source d'électricité sans interruption de l'éclairage et la constatation permanente par des lampes témoins de l'état des circuits et du fonctionnement des lampes. Les rhéostats sont du système Cance, constitués avec du fil de maillechort enroulé sur un cylindre en fer émaillé ; chaque spire est isolée par un matelas d'amiante et le tout est fixé sur une planchette en ardoise.

4° *Les accumulateurs.* Les plaques qui constituent ces appareils sont du type de la *Société du Travail électrique des métaux*, les vases et accessoires ont été étudiés par M. E. Sartiaux. Chaque élément est formé de sept plaques, 4 positives et 3 négatives, pesant ensemble environ 25 kilogr ; la capacité totale de cet accumulateur est, en moyenne, de 250 ampères-heures ; soit 10 ampères-heures par chaque kilog. de plaque positive et négative et environ 7 ampères-heures par kilog. d'élément (plaques, vase, liquide, etc., compris).

Le vase de chaque accumulateur est formé de deux glaces polies et de trois glaces brutes ou martelées, collées par un mastic spécial dans une carcasse en fer cornière, dont les angles sont assemblés avec des onglets en fonte malléable ; le tout est enduit d'un vernis inattaquable.

Les plaques sont portées sur des tasseaux à encoches en cristal, soutenus par deux cadres en durci, matière analogue au caoutchouc aggloméré désigné sous le nom d'ébonite. Enfin les plaques d'un élément et les éléments entre eux sont reliés par des connexions étudiées pour en permettre le groupement rapide, et le déplacement et l'entretien facile des plaques.

Cet accumulateur constitue, en résumé, un appareil simple, transportable, d'un bon rendement et d'une durée assez longue avec une faible dépense d'entretien et peu de manipulation.

5° *Matériel et outillage.* En dehors des appareils dont il vient d'être parlé, la Compagnie expose : un compte-tours à secondes pour contrôler la vitesse des machines à vapeur et électriques ; un système de lunettes à verres superposés, rouge et vert, pour la vérification des lampes à arc ; une machine Gramme (type A) avec son débrayage pour foyer monophote de 25 ampères ; une lampe Serrin, une lampe Bréguet, une machine dynamo Bréguet, shunt et compound de 85 ampères avec son débrayage, une lampe Siemens, une lampe Pilsen et une lampe Cance, etc. ; des charbons, des porte-charbons avec brûle-bouts, et une seconde machine dynamo de 25 ampères sous 400, 200 ou 100 volts, selon la vitesse, pour charger les accumulateurs à distance.

La Compagnie emploie divers autres types de machines dynamo-électriques qu'elle n'a pu exposer.

Les usines d'éclairage électrique du réseau du Nord sont pourvues, comme force motrice, de chaudières horizontales, type locomotive, et de moteurs compound avec condenseur. Enfin, dans certains cas, les installations sont mixtes, en ce sens que le service d'alimentation d'eau des réservoirs des gares est fusionné, pour la force motrice, avec l'usine d'éclairage électrique, et que dans d'autres cas, on profite du courant électrique disponible dans une usine pour mettre en mouvement une pompe d'alimentation par un transport de force à distance.

Il y a actuellement sur le réseau du Nord, huit usines d'éclairage électrique en service, représentant une force motrice de 300 chevaux-vapeur et une intensité de 2000 ampères ; avant la fin de l'année courante, dix nouvelles usines seront mises en service et représenteront une force motrice de plus de 600 chevaux-vapeur.

XIX. — SYNCHRONISATION DES HORLOGES DES GARES.

Dans le but d'obtenir l'heure uniforme à tous les cadrans d'horloge d'une même gare, la Compagnie du Nord a fait quelques applications, à titre d'essai, de la synchronisation électrique.

Le principe adopté dans l'appareil exposé, est celui à inversement de courant à chaque émission, qui présente cet avantage, que ni les courants multiples résultant de doubles contacts, ni les courants accidentels atmosphériques ne peuvent troubler la marche des horloges.

Régulateur. — L'inverseur automatique installé sur le régulateur distributeur est constitué par deux ressorts très faibles isolés et reliés l'un au pôle positif et l'autre au pôle négatif de deux piles mises en communication avec le fil de retour ou la terre et fournissant alternativement le courant. Entre ces deux ressorts tourne un petit disque en matière isolante, portant une légère

saillie métallique en communication avec le fil de ligne des horloges et faisant un tour par minute ; à chaque demi-minute, cette saillie, en touchant successivement l'un et l'autre des ressorts, envoie sur la ligne des courants alternés de sens contraire.

Horloge réceptrice. — Le mouvement des aiguilles est obtenu par l'emploi d'une palette aimantée oscillant sous les actions simultanées et conspirantes de l'attraction de l'un des pôles et de la répulsion de l'autre pôle de deux électro-aimants renversés.

Le mouvement oscillatoire de la palette agit, au moyen de cliquets d'impulsion, sur une roue de denture convenable conduisant les aiguilles ; à chaque extrémité de course un butoir vient pénétrer dans la denture d'une seconde roue solidaire de la première, mais dont les dents sont taillées en sens inverse ; cette seconde roue constitue, avec la première, les cliquets et les butoirs, un genre d'échappement ne permettant aux aiguilles de se déplacer que sous l'influence du courant.

La Compagnie a également appliqué depuis plusieurs mois, sur les indications de M. A. Sartiaux, la synchronisation électrique à toutes les horloges de la gare de Paris, par le système étudié par M. Cornu, Ingénieur en Chef des mines et Membre de l'Institut ; cette application a donné des résultats entièrement satisfaisants.

B. — MATÉRIEL DE L'ÉCLAIRAGE ET DU CHAUFFAGE

Les objets exposés par la Compagnie, pour son service d'éclairage et de chauffage, se composent d'une *Chaufferette mixte*, d'une *lampe de voiture* et de nouveaux types de *réflecteurs*.

1^o Chaufferette mixte à eau et à briquettes pour le chauffage des voitures de 1^{re} et 2^e classe.

Cette chaufferette, étudiée par le Service du Chauffage et de l'Éclairage (M. Rouderon, Chef de Service), sur les indications de M. A. Sartiaux, répond au programme suivant :

1^o — Obtenir à peu de frais, sur les lignes secondaires, un chauffage pouvant fonctionner de 7 à 9 heures, sans renouvellement de combustible ou d'appareils, afin d'éviter les installations coûteuses de chaufferetteries dans les gares intermédiaires, et de réduire, dans une proportion notable, la main-d'œuvre que comporte le chauffage des voitures.

2° — Maintenir la chaufferette à une température à peu près constante pendant toute la durée du trajet, et supprimer le renouvellement des bouillottes qui gêne les voyageurs.

Pour réaliser ce programme, la Compagnie du Nord a fait établir et mettre en service une chaufferette de forme et de dimensions peu différentes de la bouillotte ordinaire. Cet appareil mixte, à eau et à briquettes, se compose :

1° D'une enveloppe en tôle, bombée à sa partie supérieure, plate à sa partie inférieure, et arrondie sur ses côtés ; à cette enveloppe, formant l'extérieur de la chaufferette, est adapté un socle isolateur en bois, qui repose sur le tapis ou sur le plancher du compartiment ;

2° D'une séparation à l'intérieur, formant réservoir dans sa partie supérieure, et pouvant recevoir un volume d'eau de 3 litres ;

3° D'un bouchon à la partie supérieure, permettant l'introduction de l'eau ;

4° D'une grille cendrier mobile pouvant recevoir deux briquettes, et dont les côtés sont percés de trous pour faciliter la circulation de l'air autour des briquettes et entretenir ainsi leur combustion.

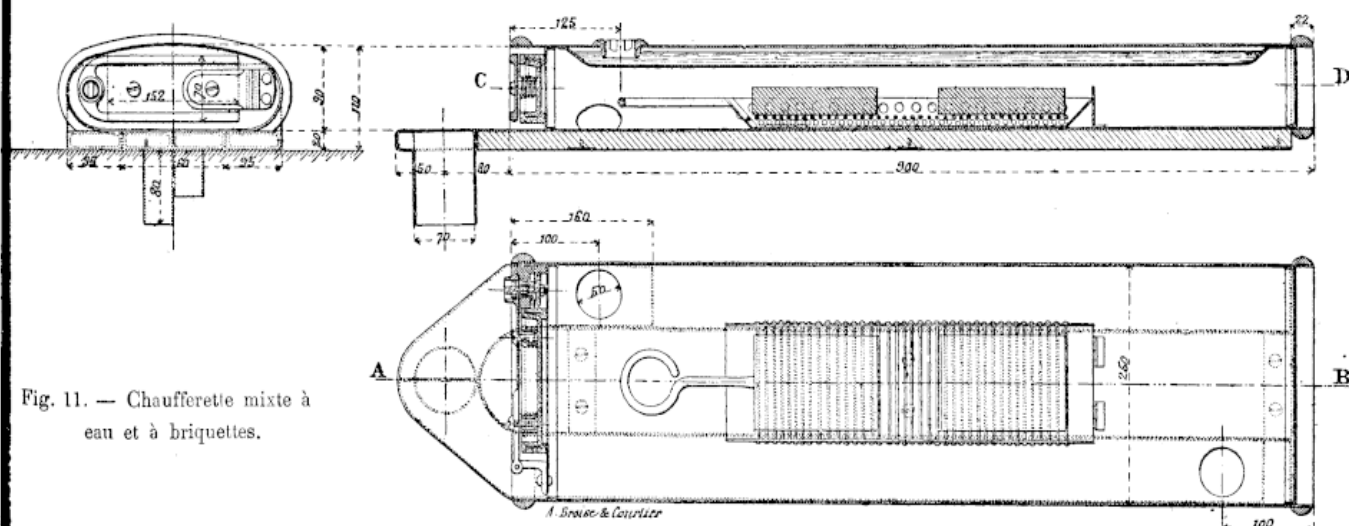


Fig. 11. — Chaufferette mixte à eau et à briquettes.

L'appel de l'air nécessaire à la combustion et la sortie de ses produits, s'effectuent par deux ouvertures qui débouchent sur le plancher de la voiture dans une gaine en fonte, à diaphragme, dont les deux extrémités sont terminées en forme d'entonnoirs diamétralement opposés, afin de permettre la circulation de l'air comburant, quel que soit le sens de la marche du train.

Aucun dégagement des gaz de la combustion n'est à craindre par les interstices de la porte d'introduction du combustible.

La vapeur produite par l'eau échauffée contenue dans le réservoir n'attei-

gnant pas une pression élevée, il n'a pas été nécessaire de lui ménager un dégagement.

Enfin, la quantité de chaufferettes à installer est limitée à deux par compartiment à chauffer, ce qui évite les réserves d'appareils nécessaires avec l'ancien système dans les gares intermédiaires.

Au point de vue de l'économie, une expérience de plusieurs années a donné les résultats suivants : une bouillotte à eau chaude préparée sur les lignes secondaires coûtait 0 fr. 10 en moyenne. Pour un train de Lille au Tréport (145 kilom.), par exemple, il fallait renouveler deux fois les bouillottes en cours de route, de sorte que chaque compartiment nécessitait alors l'emploi de 6 bouillottes, soit une dépense de 0 fr. 60 pour tout le parcours ; tandis que le chauffage du même train par chaufferette mixte n'est revenu qu'à 0 fr. 30 par compartiment, c'est-à-dire que ce système a permis de réaliser une économie de 50 %.

Le combustible employé pour ces nouveaux appareils est un aggloméré pur et homogène qui est recuit à haute température en vase clos, et soumis à un traitement chimique afin de rendre ensuite sa combustion plus régulière et annuler le dégagement des gaz délétères, en grande partie déjà éliminés par des cuissons successives.

2^o Lampe à bec rond pour l'éclairage des voitures à voyageurs.

Jusqu'en 1887, l'éclairage des voitures à voyageurs de la Compagnie du Nord était fait exclusivement au moyen de lampes à bec plat à niveau constant, dont l'intensité lumineuse (0^{cel},23 en moyenne) était insuffisante pour éclairer d'une manière satisfaisante les compartiments des voitures.

Du reste, comme avec tous les becs plats, l'utilisation du combustible était médiocre, parce que l'air n'arrivait pas en quantité suffisante dans la partie centrale de la mèche et on n'obtenait jamais qu'une lumière presque rougeâtre, que les égouttures inévitables venant se déposer dans le fond de la coupe en verre, obstruait encore en partie. Le bec étant, d'autre part, trop élevé, l'action de la lumière directe ne se faisait, par conséquent, sentir que dans un espace très limité. De plus, la forme du réflecteur composé de deux parties, ne se prêtait pas à la répartition rationnelle de la lumière réfléchie.

Enfin, la mèche se carbonisait rapidement et, en règle générale, on était obligé de la renouveler toutes les 2 ou 3 heures.

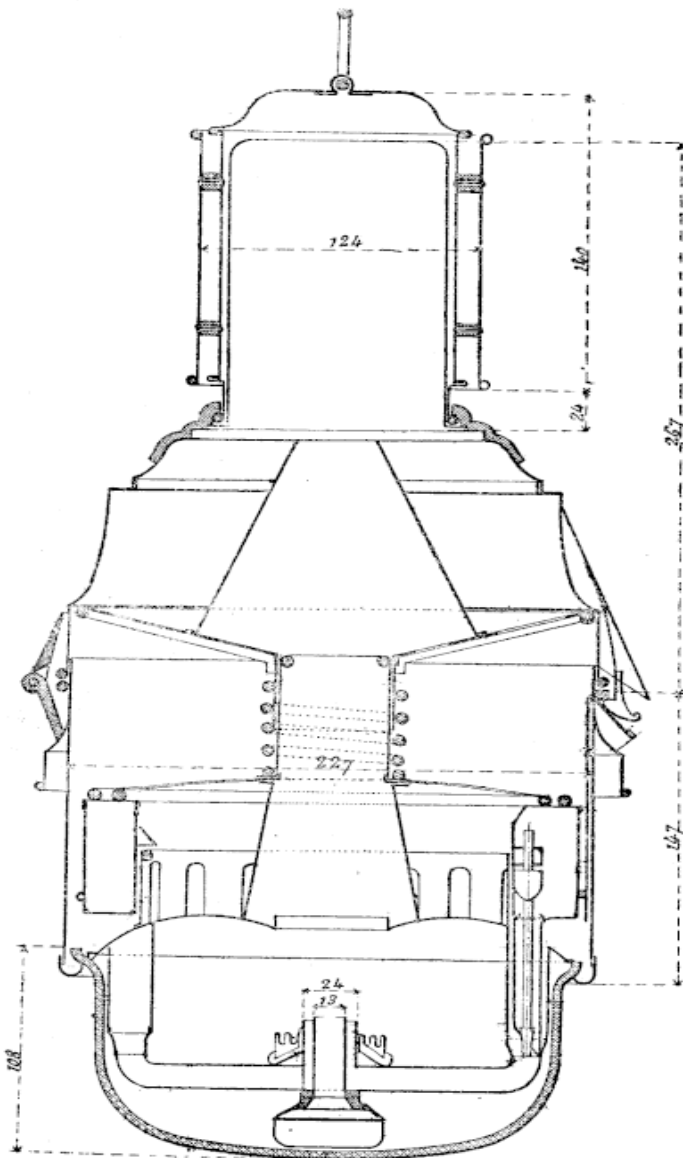
Pour remédier à ces inconvénients la Compagnie du Nord a fait étudier et mis en service une lampe à bec rond, dont les excellents résultats ont permis de généraliser son emploi.

Cet appareil se compose :

- 1° De la lampe proprement dite, avec son réflecteur et le récipient d'huile ;
- 2° D'une grille circulaire avec ressort destinée à maintenir la lampe et fixer la cheminée en verre ;
- 3° D'une lanterne appropriée permettant l'évacuation facile des produits de la combustion.

Lampe. — Le récipient situé à la partie supérieure de la lampe, au-dessus du réflecteur, est formé d'un anneau cylindrique d'une capacité de 0 lit. 640, ce

Fig. 13. — Lanterne et lampe à bec rond.



qui correspond à un poids de 0 k. 585 gr. d'huile. — La consommation horaire de la lampe étant de 32 grammes, la bouteille contient un approvisionnement de 18 heures environ. — Son intensité lumineuse est de $0^{\text{cel}},75$.

Cette lampe est à niveau constant; l'huile arrive au bec formé de deux cylindres concentriques écartés de 5 m/m environ, par une des branches de la lampe et se répand dans l'espace annulaire du bec sous lequel est placé un godet destiné à recevoir les égouttures.

Le bec est muni d'une couronne extérieure sur laquelle se fixe la cheminée en verre de $0,215 \text{ m/m}$ de hauteur.

Le réflecteur qui fait corps avec la lampe est en tôle d'acier laminée plaquée de nickel; il a la forme d'un tore engendré par la rotation d'un arc d'ellipse dont le grand axe est légèrement incliné sur l'horizontale.

L'épure du réflecteur a été faite en vue de la répartition de la lumière réfléchie sur les parties moins éclairées du compartiment par la lumière

directe, et en particulier celles qui se trouvent dans l'ombre projetée par les tubes conduisant l'huile au bec et par le bec lui-même.

Lanterne. — La grande mobilité de la flamme du bec rond a nécessité, certaines modifications dans la forme de la lanterne de la lampe à bec plat, qu'on s'est attaché à utiliser autant que possible.

Il s'agissait d'obtenir une flamme régulière, aussi bien pendant la marche que pendant le stationnement du train et de régulariser le tirage lorsque le train change d'allure.

Dans ce but, on a supprimé les entrées d'air qui existaient sur le chapiteau de l'ancienne lanterne et qui auraient fait vaciller la flamme. Puis, pour l'empêcher de s'éteindre au moment de l'ouverture et de la fermeture des portières ou des fenêtres, on a établi, le long des parois intérieures du corps de la lanterne, deux gaines qui mettent l'intérieur du compartiment en communication directe avec l'air extérieur, ce qui empêche la flamme d'éprouver des soubresauts, si l'on vient à ouvrir ou à fermer trop brusquement les portières du compartiment.

Enfin on a été amené à substituer, à la calotte du chapiteau de l'ancienne lanterne, une nouvelle tête composée de deux cylindres concentriques formant chicane, recouverts d'une troisième enveloppe ouverte en haut et en bas et jouant le rôle de chemise.

L'ensemble de ces trois cylindres concentriques donne à la sortie des produits de la combustion une double inflexion qui assure la régularité du tirage.

Ce type de lampe et de lanterne, adopté par la Compagnie du Nord, figure au 1^{er} étage et à l'intérieur des voitures de 1^{re} classe exposées au rez de chaussée, dans la classe 61.

3° Réflecteur en tôle d'acier doux plaquée de nickel pour les appareils d'éclairage.

Jusqu'à ce jour, les réflecteurs en usage sur les chemins de fer étaient construits en cuivre rouge plaqué d'argent, dont le titre variait de 1/30^e à 1/40^e.

La Compagnie du Nord s'est préoccupée de réduire cette dépense, et dès 1880, elle a fait dans ce but des essais avec divers métaux ou alliages tels que : le maillechort, le cuivre nickelé au bain, etc...

Or, le maillechort est très difficile à travailler : dans le repoussage au tour, ce métal s'écrouit rapidement, et il est nécessaire de le marteler, puis de le recuire en vase clos pour lui rendre sa malléabilité.

D'ailleurs ce métal se ternit facilement et finit par prendre la teinte sombre du fer blanc, sans qu'il soit possible de lui rendre par le nettoyage le brillant du plaqué d'argent.

Quant au cuivre nickelé au bain, bien qu'ayant donné relativement de bons résultats, on a dû en abandonner l'emploi en raison du peu de résistance que présente à l'usage la faible couche de nickel déposée sur le cuivre.

En 1884, de nouveaux essais furent repris avec du nickel pur ou plutôt avec des lames de nickel soudées à une lame d'acier, d'après les procédés de la Société de laminage du nickel.

On a obtenu ainsi une économie notable qui ressort, en général, à 40 % sur le plaqué d'argent et à 20 % sur le maillechort ou le cuivre nickelé.

Ces réflecteurs en tôle d'acier doux plaquée de nickel ont donné à l'essai photométrique un pouvoir réfléchissant au moins égal à celui du plaqué d'argent.

Quant le réflecteur est neuf, il y a égalité complète, mais après une année de service, le réflecteur argenté perd environ 20 % de son pouvoir réfléchissant tandis qu'avec celui en nickel il n'atteint pas 18 % ; il y a donc une supériorité de rendement du nickel.

En outre, l'épaisseur de la feuille de nickel laminé augmente les conditions de résistance et, par suite, de durée du réflecteur.

En résumé, les réflecteurs en tôle de nickel ont une durée plus grande ; leur prix de revient est moins élevé que ceux fabriqués en cuivre plaqué d'argent, et leur pouvoir réfléchissant, égal au début, est un peu supérieur après un usage prolongé.

La Compagnie expose au 1^{er} étage les types ci-après énumérés :

1° Un réflecteur elliptique pour lampe à bec rond, employé pour l'éclairage des voitures de 1^{re} classe.

2° Un réflecteur elliptique de grand diamètre pour des appareils à gaz (2 à 3 carrels), construit pour l'éclairage des halles à marchandises ;

3° Un réflecteur parabolique pour les falots d'avant des machines et d'arrière des trains ;

4° Un réflecteur à double courbure pour les lanternes et appliques au pétrole, servant à l'éclairage des quais à voyageurs des stations.

C. — SERVICE DU PETIT MATÉRIEL.

1^o CASIER DE DISTRIBUTION DE BILLETS DE VOYAGEURS

Modèle tournant pouvant servir à deux Receveurs pour un même guichet.

Ce casier est garni de tubes en fer permettant d'assurer les exigences du service malgré les augmentations de relations.

Ce modèle de casier à pivot est appelé à être mis en service dans les nouveaux bureaux de la gare de Paris et est construit de manière à pouvoir servir successivement à deux receveurs, sans que l'agent qui quitte son service soit obligé de faire la comptabilité pour la remise du service à son successeur ; il suffit, pour obtenir ce résultat, de faire pivoter le casier sur son meuble de réserve qui lui sert de support, pour obtenir un second casier semblable au premier.

2^o ARMOIRE A DEUX PORTES POUR ÉTIQUETTES A BAGAGES.

Dans le fond, des cases pour contenir les étiquettes numéros de 1 à 1000.

D'un côté, des cases pour contenir les étiquettes portant les noms des gares et stations.

De l'autre côté, des cases pour contenir les étiquettes messageries.

Cette armoire qui est garnie d'une rampe pour éviter le choc des tricycles est munie comme support attenant à l'armoire, d'un socle pouvant contenir l'approvisionnement d'une partie des étiquettes mises en réserve pour assurer le service pendant un certain temps.

3^o ARMOIRE A DEUX PORTES AVEC SOUBASSEMENT A RÉSERVE POUR ÉTIQUETTES A WAGONS.

Cette armoire offre les mêmes avantages que celle qui est employée pour les étiquettes à bagages, elle est déposée dans les halles aux marchandises.

II. — SERVICE DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION.

EXPOSÉ GÉNÉRAL

L'ensemble de l'Exposition présentée par la Division du Matériel et de la Traction de la Compagnie du Chemin de fer du Nord comprend quelques spécimens dont la valeur a été consacrée par l'expérience, et doit être considérée comme résumant les progrès réalisés dans ce Service pour satisfaire aux exigences d'une Exploitation assez profondément modifiée dans le cours des douze dernières années.

Locomotives. — En 1878, la Compagnie du Chemin de fer du Nord exposait une locomotive à grande vitesse, destinée au service des trains express lourdement chargés ; les caractéristiques principales de cette locomotive étaient l'accouplement des deux paires de roues de grand diamètre et la substitution du truck articulé, ou bogie à quatre roues, à l'essieu de support d'avant, dont on évitait ainsi la surcharge exagérée. Ce type avait détrôné irrévocablement la vieille et remarquable locomotive Crampton, dont les efforts restaient impuissants en présence des grands labeurs imposés, pour lesquels elle n'était pas faite. (Un spécimen du type Crampton est exposé par les Etablissements Cail). — (Voir page 84).

Pendant douze ans, ce type de locomotive puissante (Modèle 1876), reproduit à 51 exemplaires, a suffi à tous les besoins du trafic. Mais progressivement la charge des trains express, déjà fort lourds, s'est accrue dans des proportions notables, grâce à diverses circonstances d'ordre économique, parmi lesquelles il nous suffira de citer l'extension de nos relations avec les réseaux voisins et étrangers, et les habitudes de confort et de rapidité dans les communications, qu'un nombre de plus en plus grand de voyageurs a contractées, et auxquelles il est difficile de renoncer. Le poids mort du matériel à voyageurs a subi de ce fait un accroissement inévitable.

En même temps que les trains devenaient plus lourds, il fallait leur tracer des marches plus rapides, aussi bien sur les anciennes lignes que sur les lignes

nouvelles à profil plus accidenté et plus difficile. Les deux éléments qui se combinent pour déterminer l'effort que les locomotives doivent développer, *charge remorquée* et *vitesse de marche*, s'étant mis à croître en même temps, il a fallu songer à créer un type nouveau qui joignît aux mérites éprouvés de stabilité, de flexibilité et de simplicité de la locomotive de 1876, la puissance qui commençait à lui faire défaut. C'est le but qu'on s'est proposé en construisant la locomotive express qui figure à l'Exposition, N° 2.101 (voir la description p. 65), la première d'un type puissant, pouvant remorquer des trains de 190 tonnes (locomotive et tender non compris), sur des rampes continues de 5 ^m/_m par mètre à la vitesse de régime de 72 kilomètres à l'heure.

Le développement du service des lourds express, à marche rapide et à arrêts rares, n'est pas resté un fait isolé. Le service des trains omnibus et mixtes, de grandes lignes et d'embranchements, est également devenu plus important et plus difficile. Les locomotives appropriées à ce service de vitesse moyenne, mais souvent chargé, existaient depuis longtemps ; leur type spécial est la locomotive à trois essieux couplés, à tender séparé ou non. M. l'Ingénieur en Chef Delebecque, dont la C^{ie} déplore encore la perte cruelle, fut préoccupé de chercher un type qui combinât les propriétés éprouvées de la locomotive dite Mammoth avec de meilleures conditions d'utilisation de la vapeur, et par conséquent, d'économie dans la consommation du combustible ; cette importante question a toujours préoccupé les Ingénieurs et les occupe plus encore depuis que les locomotives, dites compound, ou à double expansion, ont fait leur apparition dans le domaine de la pratique.

Une première locomotive à voyageurs, du modèle général de 1876, mais munie du système compound, à quatre cylindres, à deux paires de roues indépendantes, avait été, en 1885, construite pour le Chemin de fer du Nord par la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, qui l'expose. Cette machine, N° 701, rationnellement établie (voir la description page 85), a donné des résultats satisfaisants ; elle permet de réaliser incontestablement une économie de combustible, ce qui mérite de fixer l'attention. Elle fournit la preuve que le principe sur lequel la construction en est fondée, n'est pas une chimère et peut conduire à des résultats pratiques. C'était un encouragement.

C'est à cet ordre de préoccupations que répond l'étude faite par M. Sauvage, Ingénieur Principal des Ateliers de Machines, de la locomotive compound, N° 3.101, à trois essieux accouplés et un essieu porteur à l'avant, à trois cylindres, dont deux extérieurs à pression réduite et un intérieur à haute pression, locomotive qui développe un effort de traction considérable,

sans dépasser les limites d'une consommation modérée (Voir la description page 68).

Enfin, le service des lourds trains directs de marchandises, et surtout des trains de houille, qui amènent rapidement des charbonnages du Nord les combustibles sur Paris et sur les réseaux voisins, a été à son tour l'objet des études théoriques et pratiques des Ingénieurs du Chemin de fer du Nord. Le type des locomotives puissantes, à quatre essieux couplés, adopté depuis longtemps et dont il existe 400 exemplaires sur le réseau, a pu recevoir une modification importante, due à l'initiative de M. Du Bousquet, alors Ingénieur de la Traction à Fives, modification qui, sans rien changer aux organes producteurs de vapeur de cette machine, présente une heureuse application aux locomotives du système de la double expansion Woolf, application plusieurs fois tentée, et que des difficultés de construction avaient, jusqu'à présent, fait échouer. Le système, appliqué à la locomotive 4.733, assure une meilleure utilisation de la vapeur, une augmentation possible et une élasticité utile des efforts développés, enfin une économie réelle de combustible, sans augmentation des frais de graissage et d'entretien (Voir la description page 76).

Le développement qu'ont pris les mouvements et les manœuvres des wagons dans les gares, a donné naissance à une série d'appareils divers de manutention, tels que chariots transbordeurs, plaques tournantes perfectionnées, etc...

En 1878, la Compagnie du Chemin de fer du Nord exposait la locomotive n° 2.001, la première des machines de manutention nées sur son réseau, et dont l'emploi s'est considérablement répandu dans ces dernières années. Il en existe aujourd'hui 34 exemplaires. Ce premier type a été successivement modifié et, en 1889, la machine N° 2.035, du nouveau modèle (Voir la description page 81), portant son treuil actionné par une paire spéciale de cylindres, figure comme un témoignage actuel de l'utilité de ce modeste engin dans les gares, où il remplace si avantageusement, sous le rapport de la puissance, de la rapidité et de la simplicité d'action, et par conséquent de l'économie, le service ancien et coûteux des chevaux de manœuvre.

Si l'on étudie de près chaque spécimen exposé, on remarquera, dans l'établissement du matériel moteur, quelques modifications de détail, qui sont relevées dans les descriptions qui suivent cet exposé. Signalons, par exemple, celles qui ont trait à l'emploi plus généralisé des charbons menus, telles que les voûtes en briques des foyers; et à l'association, pour le graissage, des matières minérales aux huiles végétales, exclusivement employées jusqu'à ces derniers temps. — La substitution de l'huile mélangée (naphte et colza), à l'huile pure de colza, a nécessité la construction d'un atelier de mélange au Landy, dont le plan est exposé au premier étage.

Voitures et Wagons. — L'augmentation de la vitesse et de la charge des trains de voyageurs a naturellement eu, depuis douze ans, une influence marquée sur l'établissement du matériel roulant. La construction des voitures doit être d'autant plus soignée que la vitesse à laquelle elles sont entraînées est plus grande, et que les efforts auxquels sont soumis leurs organes constitutifs, surtout ceux qui intéressent la sécurité, sont plus considérables. D'où un redoublement de vigilance dans la construction des châssis, dans l'étude des suspensions, dans la vérification des essieux montés, dans le choix des matières premières. Mais, à côté de cette recrudescence de soins minutieux, les conditions nouvelles de l'exploitation ont amené à leur suite d'importantes modifications et d'intéressantes améliorations. Les longs trajets sans arrêt ont nécessité l'emploi plus étendu des voitures de luxe, dotées des nécessités du confortable moderne. Un spécimen du type courant de voiture de luxe à deux coupés-lits-toilette permet de juger des progrès réalisés dans cette voie. (Voir la description page 96).

L'organisation récente des trains-tramways et légers, qui ont pris naissance en France, sur le réseau du Nord, a nécessité un remaniement du matériel, qu'il fallait approprier à un système de service simple, permettant un contrôle efficace. Ainsi s'est introduit sans bruit, dans l'exploitation des chemins de fer français, le matériel à intercirculation, généralement employé en Amérique, en Russie et ailleurs, pour les grands services. Le type de grandes voitures, composées d'éléments isolés à deux essieux, imposé d'abord par la nécessité d'utiliser, pour parer à des besoins urgents, un matériel existant, a paru, dans la pratique, répondre si bien aux conditions multiples du problème posé, qu'on a jugé bon de s'y tenir. Les trains-tramways sont constitués, sur le réseau du Nord, par des groupes de voitures de dimensions ordinaires, accolées et accouplées ensemble, d'après les études de M. Bricogne, Ingénieur Chef du Matériel roulant, de façon à présenter l'apparence d'un seul véhicule pouvant contenir de 100 à 120 places. La voiture N° 1094 est un spécimen de ce type. (Voir la description page 90.)

Le spécimen de wagon à transport de longs rails est encore un témoignage, en ce qui concerne le matériel à marchandises, de l'obligation où se trouve l'Ingénieur du Matériel, exécuter toujours fidèle des conceptions d'ensemble de l'Ingénieur de l'Exploitation, de construire des wagons de plus grande contenance, sinon de plus grand tonnage, pour satisfaire aux nouvelles exigences d'une des branches les plus importantes du trafic : le transport des grandes masses et des longues pièces indivisibles.

Ateliers. — Tous les travaux de modification, d'appropriation et d'amélior-

ration du matériel moteur et du matériel roulant, dont nous venons de donner une idée, toutes les études nouvelles qui en ont été la conséquence, jointes à la fatigue imposée au matériel existant par un trafic intense, ont exigé la création de nouveaux moyens mécaniques de production et d'entretien. D'où la création des nouveaux ateliers d'Hellemmes (Voir la description page 108), due à la persévérante activité de M. Ferdinand Mathias, actuellement Ingénieur en Chef du Service du Matériel et de la Traction, et l'amélioration de tout l'outillage des anciens ateliers centraux, ou de dépôts, qui se sont considérablement développés depuis douze ans, et qu'on a dotés de toutes les ressources nécessaires à l'accomplissement de si importants travaux.

La Compagnie du Chemin de fer du Nord expose, comme spécimens de son outillage perfectionné, un groupe de machines-outils de destinations tout à fait spéciales, permettant l'exécution rapide et économique de travaux de construction ou de réparation, qui nécessitent ordinairement de longues manutentions et des installations coûteuses. A côté de ces outils figure une ingénieuse machine, combinée par M. Bricogne, pour le battage des tapis et le nettoyage des coussins de voitures; machine qui permet d'exécuter économiquement et d'une manière parfaite un travail exigeant, jusqu'à présent, une main-d'œuvre dispendieuse et d'un effet utile toujours incomplet (Voir les descriptions p. 100 et 120).

DESCRIPTIONS DÉTAILLÉES DU MATÉRIEL EXPOSÉ.

SOMMAIRE :

1° Locomotive à bogie à l'avant, pour trains express. — 2° Locomotive compound à trois cylindres pour trains mixtes. — 3° Locomotive type Woolf, à quatre cylindres en tandem pour trains de marchandises. — 4° Machine de manutention, avec cabestan à vapeur. — 5° Locomotive Crampton (usine Cail). — 6° Locomotive express type compound à quatre cylindres (Société alsacienne). — 7° Echappement Vortex. — 8° Voiture-tramway, à six essieux et à couloir intérieur. — 9° Voiture de 1^{re} classe à trois compartiments, à lits et à cabinets de toilette. — 10° Wagon à deux trains, pour le transport des fers longs. — 11° Groupe de machines-outils, mises en mouvement par un moteur électrique. — 12° Machine à battre et à broser les tapis et les coussins. — 13° Cours professionnels (classe 6).

I. — LOCOMOTIVE A BOGIE POUR TRAINS EXPRESS (N° 2.101).

(Pl. 2, fig. 1).

La Compagnie du Nord possède 51 locomotives pour trains express, à 2 essieux accouplés et bogie à l'avant, construites depuis 1876, locomotives dont un spécimen était exposé en 1878. L'excellent service de ces machines a décidé M. Ed. Delebecque à faire construire une machine analogue, mais plus puissante.

Les dimensions principales de cette nouvelle machine (Pl. 2, fig. 1), qui porte le numéro 2.101, sont les suivantes ; on a mis en regard les dimensions de la machine précédemment exposée (2.861).

		NOUVELLE LOCOMOTIVE 2.101	ANCIENNE LOCOMOTIVE 2.861
GRILLE.	Longueur.....	2 ^m ,020	2 ^m ,273
	Largeur.....	1 ^m ,012	1 ^m ,020
	Surface.....	2m ² ,044	2m ² ,31
TUBES.	Nombre.....	202	201
	Longueur entre les plaques.....	3 ^m ,822	3 ^m ,500
	Diamètre extérieur. ..	45 ^m /m	45 ^m /m
SURFACE DE CHAUFFE	Foyer.....	11m ²	9m ² , 37
	Bouilleur Ten Brinck..	2m ² ,8	»
	Tubes à l'intérieur.....	97m ²	90m ² ,61
	Totale.....	110m ² ,8	99m ² ,98
Diamètre intérieur moyen du corps cylindrique		1 ^m ,250	1 ^m ,236
Timbre de la Chaudière (P).....		12 Kg	10 Kg
CYLINDRES.	Diamètre (d).....	480 ^m /m	432 ^m /m
	Courses des pistons (L).....	600 ^m /m	610 ^m /m
Diamètre des roues motrices et arrière (D).....		2 ^m , 130	2 ^m , 130
Effort maximum théorique de traction $\frac{Pd^2 L}{D}$		7800 Kg	5400 Kg

Nous devons ajouter que les anciennes locomotives en service sont successivement modifiées de la manière suivante :

Elévation du timbre de la chaudière à 11^{kg}, lors des réparations de chaudronnerie ; alésage des cylindres à 450 ^m/m. La puissance des machines est notablement augmentée du fait de ces modifications, et la chaudière suffit aisément à alimenter les cylindres agrandis, même aux plus grandes vitesses. Un nouveau modèle a été construit pour donner un diamètre de 460 ^m/m à ces mêmes cylindres, dans le cas du remplacement prochain de ces pièces sur quelques machines.

Dans la machine nouvelle, les tubes ont été un peu allongés, et le foyer approfondi, de manière à en augmenter la surface et à pouvoir y monter un bouilleur Ten Brinck. La surface de chauffe totale est ainsi augmentée d'un dixième. Pour que la chaudière contienne autant d'eau que possible, on lui a donné la forme télescopique à rebours, c'est-à-dire avec trois viroles de diamètre croissant de l'arrière à l'avant. Car le diamètre de la virole d'arrière seule est limité par les grandes roues motrices et les coudes de l'essieu ; le diamètre des deux autres peut être plus fort. Avec la construction téles-

copique ordinaire, les viroles diminuent au contraire de diamètre de l'arrière à l'avant. L'accroissement de capacité obtenu de la sorte n'est pas sans importance. La virole d'arrière restant la même, et les largeurs et épaisseurs de tôles étant aussi les mêmes, la construction télescopique ordinaire aurait donné une capacité inférieure de 430 litres, dont les deux tiers occupés par l'eau. Un bouchon de lavage, situé à la partie inférieure de la plus grande virole, placée à l'avant, permet de l'assécher complètement lors de la vidange de la chaudière.

La distance entre les deux roues accouplées a été portée à 3 mètres, afin de conserver à la grille une grande surface (plus de 2^m), bien que le foyer plonge entre les deux essieux. La bielle d'accouplement a été calculée de manière à présenter, à tous les efforts auxquels elle peut être soumise, plus de résistance que les bielles des machines actuelles, longues de 2^m,670 et éprouvées par un long service. Pour éviter de trop alourdir ces bielles renforcées, on leur a donné la forme de double T. Ce profil a été obtenu en forgeant les bielles d'une seule pièce à un profil évidé, voisin du profil définitif; elles ont été seulement achevées à la fraise et non pas découpées dans une barre pleine.

Pour donner aux cylindres un diamètre suffisant et rapprocher leurs axes autant que possible, on a placé les boîtes à vapeur à l'extérieur; le mécanisme de distribution est resté à l'intérieur, et le mouvement est transmis aux tiroirs par l'intermédiaire d'un arbre de renvoi. Les tiroirs sont équilibrés et à canal.

Le diamètre des cylindres est de 480 ^m/_m et peut être porté à 500 ^m/_m, si on le désire. Le modèle en est très simple, et le même modèle sert pour fondre les deux cylindres; la position des tiroirs en rend la visite très commode.

Le faible écartement des axes des cylindres (632 ^m/_m), a permis de donner aux fusées de l'essieu moteur, fusées qui sont intérieures, une longueur de 220 ^m/_m. Le châssis est intérieur, tandis que, dans les machines actuellement en service, il est double. On a ainsi obtenu une grande légèreté, la machine pesant vide 39^r,4
et en charge 43^r,2

Cette charge se répartit, ainsi qu'il suit, entre les essieux :

Bogie	16 ^r ,3
Essieu moteur.	14 ^r ,6
Essieu d'arrière accouplé	12 ^r ,3

Un frein à vapeur agit sur les roues motrices et accouplées. La machine

porte, en outre, deux éjecteurs pour actionner les appareils du frein à vide, qui existent sur le tender et les voitures du train. Un levier unique permet d'appliquer le frein à vapeur de la machine seul, ou les deux freins ensemble. Ce levier peut être manœuvré automatiquement au passage sur les contacts fixes de la voie, ou bien à l'aide d'une communication électrique régnant sur tout le train (voir pages 17 et 19).

Cette locomotive a été mise en service avant d'être envoyée à l'Exposition. On a constaté non seulement qu'elle avait une grande puissance, ce qui résulte de la dimension des cylindres et de la haute pression de la vapeur, mais encore que la chaudière fournissait avec facilité beaucoup de vapeur. Pour mesurer l'effort de traction, on a fait entre Creil et Paris des parcours d'essais avec le wagon dynamomètre. Le poids du train remorqué était de 190 tonnes; celui de la machine avec le tender étant en moyenne de 70. En rampe de 5 ^m/_m sur 20 kilomètres de longueur, on a facilement soutenu la vitesse de 72 kilomètres à l'heure.

L'effort sur le crochet d'attelage du tender, mesuré par le ressort dynamométrique, s'est tenu entre 2300 et 2500 kilog., ce qui correspond à un travail utile de 46.000 à 50.000 kilogrammètres par seconde. Pendant ce temps, la pression s'est toujours maintenue facilement dans la chaudière au maximum de 12 kilog. par centimètre carré et l'alimentation était d'ailleurs continue : le niveau de l'eau n'a jamais varié. Le temps a manqué pour faire des expériences à très grande vitesse soutenue. Mais, sur les pentes, la machine, avec ce même train, a facilement dépassé la vitesse de 100 kilomètres à l'heure.

II. — LOCOMOTIVE COMPOUND A 3 CYLINDRES (N° 3.101).

(Pl. 2, fig. 2 ; Pl. 3).

Cette machine, mise en service au mois d'Août 1887, peut marcher indifféremment comme locomotive compound, et comme locomotive ordinaire. Elle est à 6 roues couplées, avec essieu porteur radial à l'avant. Elle présente, indépendamment de l'application du système compound, certaines particularités dont les principales sont : la pression élevée de la chaudière qui a été portée à 14 kg, et le système de distribution du cylindre de haute pression qui sera décrit plus loin. Le dessin d'ensemble de la machine est représenté (Pl.2.,fig.2) les détails relatifs à la distribution du cylindre à haute pression sont figurés (Pl. 3), et le tableau de ses conditions principales d'établissement se trouve la fin de la présente note.

Cylindres. — Les 3 cylindres, placés transversalement sur la même ligne, attaquent le second essieu couplé; le coude manivelle, actionné par le cylindre intérieur de haute pression, est dirigé suivant la bissectrice de l'angle droit formé par les manivelles motrices que commandent les cylindres extérieurs de basse pression.

La distribution de ces derniers est du système Walschaert avec changement de marche ordinaire à vis; les tiroirs sont à pression réduite et portent le canal de Trick; les plateaux de boîtes à vapeur, en raison de leur grande surface et de la pression élevée qu'ils supportent lorsque la vapeur de la chaudière est admise directement dans ces boîtes, ont été construits en fer forgé. Le diamètre du cylindre de haute pression, qui était primitivement de $460^m/m$, a été réduit à $432^m/m$ (diamètre des cylindres des locomotives de grande vitesse), par l'application d'une chemise en fonte laissant, entre son pourtour extérieur et l'intérieur agrandi du cylindre primitif, un espace libre qui peut être utilisé comme enveloppe de vapeur.

Le réservoir intermédiaire est formé par des chambres qui existent de part et d'autre du cylindre intérieur et font corps avec lui; elles communiquent avec les boîtes à vapeur des cylindres de basse pression par des tubulures.

Chaudière. — Le foyer est muni d'une voûte en briques réfractaires; les soupapes de sûreté, placées à l'arrière, sont toutes deux à pression directe, et l'une seulement est du système Adams. Les injecteurs du système Friedmann ont l'un $10^m/m$ de diamètre et l'autre $7^m/m$ selon l'usage adopté à la Compagnie du Nord. L'essieu d'arrière est placé au-dessous et au milieu de la longueur du foyer. L'échappement est fixe; son diamètre qui était primitivement de $140^m/m$ a été amené, par réductions successives, à $107^m/m$ seulement.

Châssis et Freins. — Les boîtes à graisse de l'essieu d'avant sont du système Ed. Roy. La machine est munie d'un frein à vapeur, dont le cylindre est placé sous la plateforme du mécanicien et qui agit sur 8 sabots en fonte dont 4 appliqués aux roues du 3^e et du 4^e essieu, et 4 appliqués aux roues du tender, et des appareils moteurs du frein à vide agissant sur le train.

Une prise de vapeur spéciale permet de mettre ces freins en action simultanément ou séparément. La boîte électrique de déclenchement, dont la machine est munie, comme toutes celles de la Compagnie du Nord qui font le service des voyageurs, ouvre automatiquement la prise de vapeur du frein à vapeur, lorsqu'un disque placé à l'arrêt provoque son déclenchement (voir page 17).

Distribution du cylindre intérieur à haute pression. — Les expériences faites sur la locomotive compound à 4 cylindres n° 701 et décrites dans la Revue Générale des Chemins de fer (1), ont montré que la compression excessive de la vapeur dans les cylindres de haute pression était à la fois une cause de perte de force et un obstacle au roulement facile à grande vitesse. On a corrigé ce défaut en modifiant les tiroirs et en agrandissant les espaces libres.

Pour éviter sur la locomotive 3.101 une compression exagérée, d'autant plus à craindre qu'on devait marcher avec une pression plus élevée au réservoir intermédiaire, on a employé une distribution spéciale à deux tiroirs (Pl. 3, fig. 1 à 4) qui, en limitant la durée de la compression, permet d'éviter l'inconvénient signalé.

Cette distribution n'a pas de coulisse ; le tiroir proprement dit, commandé par un excentrique, a une course invariable et donnerait une admission constante ; il porte à ses extrémités deux lumières qui traversent son épaisseur en changeant de direction ; leurs bords, perpendiculaires à l'axe du cylindre sur la face en contact avec la table de celui-ci, présentent, sur le dos du tiroir, une inclinaison de $\frac{1}{2}$ par rapport à la première direction. Le second tiroir, ou taquet de distribution, qui se meut sur le dos du premier, est également commandé par un excentrique, et l'inclinaison de ses bords correspond à celle des lumières extérieures du tiroir principal. Comme dans toutes les distributions analogues, la seule fonction du taquet est de couper l'admission ; le principe de la distribution est celui de la détente Meyer ; le moyen employé pour faire varier l'admission consiste à déplacer le tiroir transversalement, à l'aide d'un mouvement de renvoi figuré sur l'ensemble et commandé par un levier qui se meut sur un secteur à crans le long de la tôle de rampe. Par suite de ce déplacement transversal, et en raison de l'obliquité signalée des lumières, le taquet, dont l'excentrique de commande est calé à 180° par rapport à la manivelle motrice, se trouve, au commencement de la course du piston, d'autant plus rapproché de la lumière qu'il doit fermer, que le tiroir est plus reporté vers la droite de la machine, ce qui correspond aux faibles admissions. La division d'une même lumière en deux parties, dans le sens de la longueur, a pour objet de réduire beaucoup les dimensions du tiroir et du taquet. Afin de faciliter l'introduction de la vapeur dans les lumières du tiroir, on a pratiqué sur la glace pleine du taquet des évidements qui augmentent

(1) N°s de Mai et Juin 1887.

à la fin de l'admission la section réelle de passage à la manière du canal de Trick.

Pour satisfaire aux conditions indiquées ci-dessus, le tiroir est monté dans deux cadres, le premier, qui est le plus rapproché du cylindre, le conduit à la manière ordinaire, et il est allongé dans le sens transversal ; le second placé en dessous sert à opérer le déplacement, et se trouve allongé dans le sens longitudinal d'une quantité égale à la course.

Une autre particularité de cette distribution consiste dans l'obliquité des bords de la lumière d'échappement et de ceux de la coquille du tiroir. Cette obliquité fait varier l'étendue des recouvrements intérieurs lorsqu'on déplace le tiroir en travers pour changer l'admission, ce qui a permis de restreindre à volonté l'importance de la compression.

Lorsqu'on déplace le tiroir vers la gauche, l'admission augmente et la distribution continue à se faire dans ce cylindre jusqu'à la position pour laquelle le taquet ne ferme plus les lumières sur le dos du tiroir, mais en ne laissant qu'une très faible ouverture ; il y a donc intérêt à ne pas pousser jusqu'à cette limite le degré d'admission pour éviter un laminage prononcé de la vapeur, et une chute de pression trop grande à la fin de l'admission. Enfin, si on amène le tiroir dans sa position extrême vers la gauche, la vapeur entre d'une manière permanente dans le cylindre, non seulement par les deux lumières d'admission, mais par la lumière d'échappement qui se trouve constamment découverte sur le côté, de sorte que le piston recevant la pression sur les deux faces se trouve annulé ; la vapeur de la chaudière arrive directement aux cylindres extérieurs après avoir passé dans le réservoir intermédiaire, et la machine fonctionne comme une locomotive ordinaire.

L'épure de distribution (Pl. 3, fig. 5) permet d'en étudier les diverses phases. La courbe ovale a été tracée à la manière ordinaire pour figurer le mouvement du tiroir ; elle indique les positions d'un bord de lumière, les ordonnées indiquant les déplacements réels par rapport à une première position, et les abscisses étant à l'échelle de $\frac{1}{7}$ les déplacements correspondants du piston.

Cette courbe donne l'étendue des phases de la distribution autres que l'admission.

Le taquet ayant des extrémités de course concordantes avec celles du piston, son mouvement serait figuré par une ligne droite s'il n'y avait aucune obliquité de bielles ; on a tenu compte de ces obliquités pour tracer les courbes dont la distance à celle du tiroir mesurée dans le sens des ordonnées donne,

pour une position quelconque du piston, la distance entre l'arête du taquet et le bord de lumière qu'elle doit rencontrer pour couper l'admission. Cette rencontre est figurée par l'intersection des deux courbes.

Pour la marche en arrière, le tiroir doit nécessairement être placé dans la position transversale qui donne l'admission directe aux cylindres extérieurs; la machine ne peut dans ce cas fonctionner en compound.

Effort maximum de traction. — La locomotive 3.101 a une grande puissance de démarrage, en raison de la pression élevée de la vapeur et de la possibilité de son admission directe dans les grands cylindres, son effort maximum de traction est celui qui correspond au poids adhérent de 40^r 6 de la machine en charge. Avec le fonctionnement compound, et pour l'admission maxima au cylindre de haute pression, laquelle est de 62 %, elle possède un effort théorique de traction de 9440 kg. et un effort pratique de 6130 kg. dont le rapport au poids adhérent de la machine en charge est $\frac{6.310}{40.600} = \frac{1}{6,6}$.

En raison de cet effort de traction et de son poids adhérent, la locomotive 3.101 pouvait donc être assimilée aux locomotives à 8 roues couplées. D'autre part, d'après le diamètre de ses roues motrices qui est de 1^m,650, elle se trouvait apte à faire le service des trains de voyageurs à vitesse modérée.

On l'a mise en effet à ces deux services et nous donnons ci-après quelques uns des résultats d'expériences.

Expériences. — Pour se rendre compte de la puissance de la machine, on a fait un train lourd (628 tonnes remorquées) à la vitesse moyenne des trains de marchandises. On a pu marcher sur les rampes de 5^m/m à la vitesse soutenue de 20 km. à l'heure. L'effort de traction était en moyenne de 4500 kg. et le travail utilisé au crochet de traction du tender était de 330 chevaux, alors que d'après le calcul des diagrammes on a constaté un travail indiqué moyen de 417 chevaux.

Train spécial du 4 Avril 1889. — On a cherché à obtenir, avec une charge moins forte, une marche aussi rapide que possible. On a choisi un train spécial de charbon de Lens à la Chapelle.

Le tableau ci-dessous indique l'itinéraire prévu et la marche réalisée.

TRAIN SPÉCIAL DU 4 AVRIL 1889 (LENS - LA CHAPELLE).

	HEURES		DISTANCE entre les Stations.	VITESSE MOYENNE de marche en kilomètres à l'heure.
	de l'itinéraire.	de la marche réelle.		
LENS..... Départ.	5h.50 matin	5h.50	Km 18,6	Km 22,8
ARRAS.....	{ Arrivée.	6 45	17,6	28,5
	{ Départ.	6 55		
ACHJET..... (passage)	7 40	7 32	47,6	38,6
LONGUEAU.....	{ Arrivée.	8 45	31,5	29,5
	{ Départ.	9 16		
BRETEUIL.....	{ Arrivée.	10 21	44,6	33, »
	{ Départ.	10 31		
CREIL.....	{ Arrivée.	11 36	20,6	25,7
	{ Départ.	1 » soir		
SURVILLIERS..... (passage)	1 45	1 53	26,7	38,1
LA PLAINE..... Arrivée.	2 40	2 35		

Comme on le voit d'après ce tableau, la marche pourtant rapide qui était prévue a pu être accélérée, et on a gagné du temps sur les rampes ; il existe pour l'arrivée à Creil un seul retard dont nous indiquerons le motif.

Le train composé de 35 wagons de charbon, d'un fourgon et du wagon dynamomètre pesait 548^r,9. Le démarrage de Lens a eu lieu sans difficulté avec l'admission directe aux cylindres extérieurs, malgré la rampe très raide produite par l'affaissement du terrain. La rampe de Farbus qui est de 5^m/_m, a été franchie à la vitesse de 22 à 25 km. à l'heure, l'effort développé au crochet de traction du tender étant de 4300 à 4400 kg. On a atteint la vitesse de 28 km. sur la rampe de 5^m/_m qui précède Achiet.

Les rampes de 3^m/_m situées au départ de Longueau, puis entre Boves et Ailly-sur-Noye ont été franchies, la première à la vitesse de 28 km., la seconde à 48 km. ; mais à cette dernière vitesse, on a constaté que le feu était entraîné par le tirage, l'échappement se trouvant un peu trop petit pour la quantité de vapeur dépensée dans ces conditions.

Le même fait a été constaté au delà d'Ailly-sur-Noye du km. 111 au km. 105 où, sur des rampes de 3 ou 4^m/m, la vitesse réalisée de 30 à 36 km. aurait pu être dépassée, si le tirage n'était devenu excessif.

Au départ de Breteuil le joint du regard d'avant de la boîte à tiroir du cylindre intérieur s'étant crevé, on a monté avec quelque difficulté la rampe de 4^m/m qui précède Gannes et, le joint ayant été refait à Creil, le départ de cette gare a pu avoir lieu avec 5 minutes de retard seulement.

La pluie qui commençait à tomber à ce moment a occasionné un peu de patinage du km. 45 au km. 41, la vitesse était alors de 24 km.; mais à partir de ce point elle s'est maintenue entre 27 et 30 km. sur rampes de 5^m/m jusqu'au sommet.

La durée du trajet jusqu'à Survilliers a été celle prévue par l'itinéraire malgré le patinage et malgré un ralentissement à la bifurcation de Senlis.

L'admission au cylindre intérieur était alors de 62 % environ, et la pression s'est constamment maintenue à 14 kg. ; l'effort de traction a varié entre 3800 et 4000 kg. Dans ce trajet, la machine a développé le maximum du travail en compound.

Nous ajouterons que la composition du train, qui contenait plusieurs wagons à freins, a permis de marcher vite sur les pentes, où on a atteint dans la dernière partie du trajet, sur celles de 5^m/m, la vitesse de 55 km.

En résumé, ce trajet de 210 km. a été effectué en 6^h 30^m déduction faite des stationnements, et cette vitesse est supérieure à celle de tous les trains de marchandises. Nous ajouterons que, d'après les observations faites pendant toute la durée du voyage, la production de vapeur aurait permis de réaliser cet itinéraire avec une charge plus grande.

CHAUDIÈRE.		CHASSIS ET ROUES.		MÉCANISME.		HAUTE PRESSION.		BASSE PRESSION.	
GRILLE.....	Longueur horizontale.....	2 ^m ,174	Longueur totale du châssis, tampons compris.....	10 ^m ,400	Écartement d'axe en axe.....	»	»	2 ^m ,100	0 ^m ,432
	Largeur.....	0,902	Longueur totale du longeron.....	9,398		0 ^m ,432	0,500	0,500	0,700
FOYER.....	Surface.....	2 ^m 2,091	Écartement intérieur des longerons.....	1,220	Course des pistons.....	0,500	1/10 ^e	0	0
	Longueur intérieure en haut.....	2 ^m ,130	Hauteur des longerons au-dessus des rails.....	1,400		Inclinaison sur l'horizontale.....	95/103 ^m /m ²	95/103 ^m /m ²	17671 ^m /m ²
BOÎTE À FEU EXTÉRIEURE.....	Largeur d°.....	1,046	Hauteur du longeron à l'axe de la chaudière.....	0,825	Section du tuyau de prise de vapeur..	2 ^m ,120	2 ^m ,120	0 ^m ,078	0 ^m ,090
	Largeur d° en bas.....	0,902	Longueur de la traverse d'avant.....	2,780		D ^o d'échappement.....	0,075	0,075	0,095
CORPS CYLINDRIQUE.	Hauteur du { au-dessus du cadre.....	1,530	Hauteur des tampons d'avant au-dessus des rails.....	0,980	Longueur d'axe en axe.....	»	»	0	0
	ciel du foyer { à l'axe de la chaudière..	0,200	Diamètre des roues au contact.....	1,010		Touillons des { Longueur.....	»	»	0
TUBES.....	Longueur.....	2,400	Écartement des essieux.....	1 ^{er}	Angle d'avance... { Taquet.....	49°	49°	0	0
	Largeur en haut.....	1,432		2 ^e , 3 ^e et 4 ^e		118°	0	0	0
SURFACE DE CHAUFFE	Largeur en bas.....	1,176	Écartement des essieux extrêmes.....	1 ^{er}	Rayon d'excentricité { Tiroirs.....	0 ^m ,040	0 ^m ,040	0 ^m ,035	0 ^m ,040
	Diamètre intérieur moyen.....	1,346		2 ^e au 3 ^e		6,630	Longueur des barres. { Taquet.....	1,1675	1,1675
RAPPORTS..	Épaisseur des tôles.....	0,018	Diamètre des essieux au corps.....	3 ^e au 4 ^e	Longueur des lumières (admission, échappement).....	1,005	1,005	»	»
	Hauteur de l'axe au-dessus des rails...	2,225		1 ^{er}		»	»	»	»
TIMBRE DE LA CHAUDIÈRE EN KILOGRAMMES.....	Nombre.....	208	FUSÉES DES ESSIEUX.. { 2 ^e et 4 ^e	1 ^{er}	Recouvrement total des TIROIRS.. { Intérieur.....	»	»	»	»
	Diamètre extérieur.....	0 ^m ,045		2 ^e et 4 ^e		»	»	»	»
SOURAPES. — Diamètre.....	Longueur entre les plaques tubulaires.	4,000	TOURILLONS DES MANIVELLES	3 ^e	Effort de traction maximum théorique (en compound).	»	»	»	»
	du foyer.....	9 ^m 2,30		1 ^{er}		»	»	»	»
CHEMINÉE..	des tubes à l'intérieur.....	104 ^m 2,50	BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	2 ^e et 4 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
	totale.....	113 ^m 2,80		3 ^e		»	»	»	»
BOÎTE À FUMÉE... { Diamètre intérieur.....	Surface des tubes à celle du foyer....	11,2	TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Poids de la machine..... { En charge.....	»	»	»	»
	Surface de chauffe à celle de la grille.	54,4		2 ^e		»	»	»	»
RAPPORT DE LA SURFACE DE GRILLE À LA SECTION DE LA cheminée.....	Timbre de la chaudière en kilogrammes.....	14 Kg	BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	2 ^e et 4 ^e	Répartition du poids par { 2 ^e essieu.....	»	»	»	»
	Sourapes. — Diamètre.....	0 ^m ,054		3 ^e		»	»	»	»
CAPACITÉ DE LA CHAUDIÈRE.	Diamètre intérieur.....	0,420	TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Essieu, en charge.....	»	»	»	»
	Eau 10 ^{cm} au-dessus du ciel du foyer...	0,480		2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.	Vapeur.....	4,175	TOURILLON DE LA MANIVELLE	3 ^e	Poids utile pour l'adhérence.....	»	»	»	»
	Totale.....	13		4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.	BOÎTE À FUMÉE... { Diamètre intérieur.....	1,400	BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	1 ^{er}	Rapport du poids adhérent à l'effort de traction pratique.	»	»	»	»
	Longueur intérieure.....	0,830		2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.	Capacité { Eau 10 ^{cm} au-dessus du ciel du foyer...	4 ^m 3,430	BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
	Vapeur.....	2 ^m 3,190		4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.	Totale.....	6 ^m 3,520	TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Effort de traction maximum théorique (en compound).	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	3 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Poids de la machine..... { En charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Répartition du poids par { 2 ^e essieu.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Essieu, en charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Poids utile pour l'adhérence.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Rapport du poids adhérent à l'effort de traction pratique.	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	3 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Poids de la machine..... { En charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Répartition du poids par { 2 ^e essieu.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Essieu, en charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Poids utile pour l'adhérence.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Rapport du poids adhérent à l'effort de traction pratique.	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	3 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Poids de la machine..... { En charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Répartition du poids par { 2 ^e essieu.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Essieu, en charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Poids utile pour l'adhérence.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Rapport du poids adhérent à l'effort de traction pratique.	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	3 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Poids de la machine..... { En charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Répartition du poids par { 2 ^e essieu.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Essieu, en charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Poids utile pour l'adhérence.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Rapport du poids adhérent à l'effort de traction pratique.	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	3 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Poids de la machine..... { En charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Répartition du poids par { 2 ^e essieu.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Essieu, en charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Poids utile pour l'adhérence.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Rapport du poids adhérent à l'effort de traction pratique.	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	3 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Poids de la machine..... { En charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Répartition du poids par { 2 ^e essieu.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Essieu, en charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Poids utile pour l'adhérence.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Rapport du poids adhérent à l'effort de traction pratique.	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	3 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Poids de la machine..... { En charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Répartition du poids par { 2 ^e essieu.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Essieu, en charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Poids utile pour l'adhérence.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Rapport du poids adhérent à l'effort de traction pratique.	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	3 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Poids de la machine..... { En charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Répartition du poids par { 2 ^e essieu.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Essieu, en charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Poids utile pour l'adhérence.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Rapport du poids adhérent à l'effort de traction pratique.	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	3 ^e	D ^e coefficient de 0,65.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Poids de la machine..... { En charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			BIELLES D'ACCOUPLEMENT... { 3 ^e	3 ^e	Répartition du poids par { 2 ^e essieu.....	»	»	»	»
				4 ^e		»	»	»	»
RESSORTS DE SUSPENSION.			TOURILLON DE LA MANIVELLE	1 ^{er}	Essieu, en charge.....	»	»	»	»
				2 ^e		»	»	»	»

TABLEAU DE LA DISTRIBUTION DE LA LOCOMOTIVE COMPOUND 3.101

(Voir l'épure — Pl. 3, fig. 5).

Les nombres indiqués sont exprimés en centièmes de la course du piston.

Numéros de la réglette correspondant à des déplacements transversaux du tiroir, de 10 ^{mm}	1		2		3		4		Moyenne entre 4 & 5		5	
DÉSIGNATION.	COTÉ DU PISTON		COTÉ DU PISTON		COTÉ DU PISTON		COTÉ DU PISTON		COTÉ DU PISTON		COTÉ DU PISTON	
	Avant	Arrière	Avant	Arrière	Avant	Arrière	Avant	Arrière	Avant	Arrière	Avant	Arrière
ADMISSION	35,00	34,50	41,00	40,00	47,00	47,00	53,50	54,50	57,00	58,50	60,50	64,00
ADMISSION ET DÉTENTE	98,25	98,75	96,50	96,75	94,25	94,25	91,75	91,00	90,25	89,25	88,50	87,50
DÉTENTE.	69,75	71,75	60,50	62,00	49,25	49,25	36,00	30,00	27,25	12,25	11,50	10,50
RAPPORT DE DÉTENTE	3,45	3,66	2,68	2,78	2,10	2,10	1,64	1,48	1,43	1,16	1,15	1,15
ÉCHAPPEMENT ANTICIPÉ	1,75	1,25	3,50	3,25	5,75	5,75	8,25	9,00	9,75	10,75	11,50	12,50
ÉCHAPPEMENT NORMAL	85,00	86,25	88,50	89,75	92,00	92,75	95,00	95,25	96,50	96,25	97,50	97,25
COMPRESSION	15,00	13,75	11,50	10,25	8,00	7,25	5,00	4,75	3,50	3,75	2,50	2,75
RAPPORT DE COMPRESSION..... calculé sur un espace libre de 0,062 de cylindrée	3,21	3,07	2,68	2,53	2,15	2,07	1,69	1,68	1,47	1,53 Le taquet ne ferme plus.	1,32	1,37 Le taquet ne ferme plus.

III. — LOCOMOTIVE TYPE WOOLF A QUATRE CYLINDRES EN TANDEM, N° 4.733. (*)

(Pl. 4 et 5).

Cette machine est la locomotive à 8 roues couplées du type du chemin de fer du Nord, transformée en machine à double expansion.

But de la transformation. — La Compagnie du Nord possède 400 machines à 8 roues couplées de ce type, dont 239 timbrées à 8^{kg.} 5 et 161 à 10 kilog.

Ces machines, les dernières surtout, sont très puissantes ; elles remorquent entre Lens et Paris des trains de houille pesant 600 et 675 tonnes à la vitesse moyenne de 31 kilomètres à l'heure.

Mais elles sont incapables de traîner semblable charge sur les lignes trans-

(*) Cette machine a été décrite en détail dans la Revue des Chemins de fer. N° de Novembre 1888.

versales qu'emprunte aujourd'hui le grand courant du transport de la houille vers l'Est, créé par la réduction des tarifs. Ce courant passe par la ligne de Valenciennes à Hirson dont le profil, en dents de scie, comporte des rampes 10 m/m et 11 m/m 5 (Pl. 5, fig. 3). Sur cette ligne, les machines timbrées à 10 kilog., dont on a augmenté successivement la charge, prennent aujourd'hui 470 tonnes. Il ne serait possible d'aller au-delà qu'en forçant les machines et en négligeant la question d'adhérence. On est donc obligé de décomposer à Valenciennes les trains arrivant des houillères avec 600 tonnes ou de doubler la traction sur 75 kilomètres. De là, des frais considérables que la création d'une nouvelle machine plus puissante a pour but d'éviter.

M. Du Bousquet a cherché, dans l'application de la double expansion, le supplément de puissance dont on avait besoin, en s'imposant de s'écarter aussi peu que possible de la machine actuelle dont le type est excellent et les frais d'entretien très réduits.

Description de la machine. — La nouvelle machine, qui fait partie de l'Exposition de la Cie du Nord et dont le dessin et le tableau des dimensions principales sont annexés, ne diffère de l'ancienne que par l'application de cylindres doubles à l'avant.

Cylindres. — Afin de réduire au minimum l'allongement des longerons qui est la conséquence de l'application, et de diminuer le porte à faux, les grand et petit cylindres formant le cylindre double ont été fondus d'une seule pièce et ne sont séparés que par une cloison ; le petit cylindre, mis à l'arrière du grand, trouve place à côté de la roue du premier essieu et vient aussi près que possible de la tête de la première bielle d'accouplement.

La boîte à vapeur (Pl. 4, fig. 5), commune aux deux cylindres, ne contient qu'un seul tiroir se mouvant sur une table percée de 5 orifices. Les orifices extrêmes sont les lumières du petit cylindre, les deux orifices intermédiaires, celles du grand cylindre. La lumière centrale sert comme toujours à l'échappement.

Espaces libres. — Les espaces libres du petit cylindre ont été portés à 15 %, afin de réduire les compressions ; ceux du grand cylindre sont comme d'habitude de 7,5 à 8 %.

Réservoir intermédiaire. — Dans les machines type Woolf, le volume du réservoir intermédiaire doit être aussi petit que possible, si on veut laisser liées les distributions aux deux cylindres.

Il est réduit dans cette machine au volume du canal pratiqué dans le tiroir dont il va être question et est égal à 10,5 % du volume du petit cylindre.

Tiroir. — Le tiroir en bronze, (Pl. 4, fig. 5) est percé d'un grand canal par lequel se fait l'échappement du petit au grand cylindre.

Le laminage de la vapeur a été atténué : pour le petit cylindre, en allongeant les lumières : pour le grand, en ménageant dans le tiroir un second canal genre Trick.

Le tiroir est équilibré par un piston compensateur, système Adams.

Pistons. — Les pistons ont respectivement 0^m 660 et 0^m 380 de diamètre.

Le grand est en fonte, à deux tiges excentrées embrassant le petit cylindre ; les boîtes à étoupes sont donc extérieures.

Le petit piston est en fer ; la tige est venue de forge.

Garnitures. — Les presse-étoupes des tiges de pistons et de tiroirs sont garnies de garnitures métalliques.

Crosse du piston. — Les trois tiges s'assemblent sur une crosse unique en acier fondu, l'une par clavette, les deux autres par écrous. Les emmanchements sont coniques. (Pl. 4, fig. 4).

Glissières. — Les glissières sont doubles pour permettre le passage de la crosse.

Marche en fonte à l'arrière. — Une marche en fonte placée sous les pieds du mécanicien permet une répartition convenable de la charge :

1 ^{er} essieu	13 ^T 460
2 ^e essieu	14 240
3 ^e essieu	13 980
4 ^e essieu	10 020
	51 ^T 700

La machine ordinaire pèse 44^T 700. Cette augmentation de l'adhérence permet l'augmentation de la charge.

Mouvement de distribution. — Changement de marche. — Aucune modification n'a été faite ni au mouvement de distribution, ni au changement de marche.

Dispositions accessoires. Soupapes de rentrée d'air. — Des soupapes, placées au centre du plateau de la boîte à vapeur, permettent la rentrée de l'air dans le grand cylindre pour la marche à régulateur fermé. Elles se

distinguent des appareils ordinaires du même genre par le mode de fermeture. Elle est obtenue au moyen d'un petit piston à vapeur sans segments sur lequel s'exerce d'abord la pression de la vapeur lors de l'ouverture du régulateur (Pl. 5, fig. 1). A la fermeture de celui-ci, un puissant ressort lève la soupape en grand et l'écarte de son siège suffisamment pour que tout battement soit évité.

L'écoulement, par la tuyère d'échappement, de l'air aspiré par les pistons, produit à la descente des pentes un tirage énergique qui dispense de l'usage du souffleur.

Introduction directe au grand cylindre. — Une introduction directe de la vapeur au grand cylindre permet le démarrage sur rampe sans prendre d'élan. Les dangers de ruptures d'attelage sont ainsi écartés.

Purgeurs. — Chaque cylindre double est muni de 4 purgeurs. Pour éviter un mécanisme coûteux, les purgeurs ordinaires ont été remplacés par des purgeurs à soupapes (Pl. 5).

Chaque soupape munie d'un petit piston sans segments est maintenue sur son siège par la pression de la vapeur fournie par un tuyau de petit diamètre. Un robinet à double voie, placé à la main du mécanicien, permet d'isoler ce tuyau de la chaudière et de faire échapper dans l'atmosphère la vapeur qu'il contient. Les purgeurs s'ouvrent alors sous l'action de ressorts antagonistes.

Ces purgeurs forment soupape de sûreté ; ils s'ouvrent, en effet, automatiquement quand la pression de la vapeur contenue dans le cylindre à vapeur, sur la partie annulaire du piston de la soupape, devient plus grande que la pression de la chaudière sur la surface totale de ce même piston.

Graissage des cylindres et tiroirs. — Les cylindres et tiroirs sont lubrifiés par le graissage préalable de la vapeur sortant du régulateur. Il est obtenu à l'aide d'un appareil compte-gouttes Consolin.

Résumé. — En résumé, il n'y a dans la machine transformée que deux organes nouveaux en mouvement : les deux grands pistons.

Résultats obtenus. — La première machine transformée est entrée en service en Novembre 1887 et a été mise en concurrence :

(*) 1^o Avec l'ancienne machine à cylindres de 50 %_m timbrée à 10 kilog., avec laquelle elle peut être comparée, parce qu'elle a le même effort de traction théorique de 12.500 kg. ;

(*) 2^o Avec une machine du même type, mais dont les cylindres ont été

(*) Ces essais ont eu lieu par beau temps, afin que l'on ne fût pas gêné par un manque d'adhérence.

portés à 0^m 55, en vue de permettre une meilleure détente dans les rampes, et dont l'effort maximum de traction théorique a été ainsi porté à 15.000 kilog. ;

3° Avec le système de deux machines, l'une à 8 roues couplées et l'autre à 6 roues couplées, employé depuis l'hiver dernier pour remorquer des trains de 600 et 675 tonnes sur la ligne de Valenciennes à Hirson.

La planche 5 donne quelques-uns des diagrammes relevés au cours de ces essais dont le tableau ci-dessous résume les résultats ; ceux-ci ont paru assez favorables pour engager le Comité de Direction à commander vingt machines du même type timbrées à 12 kilog.

TABEAU COMPARATIF

de la charge, de la consommation de combustible et de la dépense kilométrique des divers types de machines remorquant des trains lourds sur la ligne de Valenciennes à Hirson.

Charge des trains.	TYPES DES MACHINES.	CONSOMMATION.				DÉPENSE POUR LE COMBUSTIBLE.		OBSERVATIONS.
		Houille.	Bri- quettes.	Totale.	par kilo- mètre.	Prix de la tonne de combustible en tenant compte de la proportion % des briquettes.	Dépense kilomé- trique.	
		kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Fr.	Fr.	
400 T	Machine à 8 roues couplées ordin.	1100	260	1360	18,3	10,95	0,200	Dans ces essais, les rampes ont été franchies à la vi- tesse moyenne de 15 kilomètres à l'heure.
	id. Type Woolf.	1150	92	1242	16,6	10,05	0,167	
450	Machine à 8 roues couplées ordin.	1300	442	1742	23,2	11,25	0,255	
	id. Type Woolf.	1350	92	1442	19,4	10,45	0,202	
500	Machine à 8 roues couplées ordin.	1250	414	1664	22,2	11,25	0,250	
	id. Type Woolf.	1450	0	1450	19,3	10	0,193	
540	Machine à 8 roues couplées ordin.	1300	765	2065	27,5	11,85	0,325	
550	id. Type Woolf.	1450	265	1715	22,9	10,80	0,247	
596	Double traction. Machine à 8 roues couplées et machine à 6 roues couplées.....	2950	500	3450	46 »	10,75	0,494	
610	Machine à 8 roues couplées à cylindres agrandis.....	1850	700	2550	34 »	11,35	0,385	
605	Machine à 8 roues cou- plées Type Woolf.....	1775	382	2157	28,8	10,90	0,315	
654	Double traction. Machine à 8 roues couplées et Machine à 6 roues couplées.....	2750	850	3600	48 »	11,20	0,535	
85	Machine à 8 roues cou- plées Type Woolf.....	2000	490	2490	33,2	10,90	0,362	

IV. — LOCOMOTIVE DE MANUTENTION AVEC CABESTAN A VAPEUR

(Fig. 13).

En 1878, la Compagnie du Nord a mis à l'essai dans la gare aux marchandises de La Chapelle, pour la manœuvre des wagons, une petite machine locomotive à cabestan, dont le principe et le but avaient été indiqués par M. A. Sartiaux, alors Ingénieur Chef de l'Exploitation adjoint de cette Compagnie. Les études et la construction en avaient été faites sous la direction de M. Ed. Delebecque, Ingénieur Chef du Matériel et de la Traction, dans les Ateliers de la C^{ie} de Fives-Lille.

Les essais ayant été satisfaisants, 34 machines semblables ont été successivement construites et mises en service dans 15 gares du réseau du Nord, où elles sont utilisées en remplacement des chevaux pour les manœuvres de mise en déchargement et enlèvement des wagons, ou même pour la formation des trains.

Les manœuvres s'effectuent à l'aide d'un câble en fils d'acier qui s'enroule sur le cabestan et qu'on attache aux wagons. Le câble peut être dirigé à l'aide de poupées fixes convenablement disposées. En s'aidant de ces poupées, la machine peut aussi se tourner sur les plaques ; elle peut circuler sur les traversées et remorquer au besoin les chariots en y faisant monter les wagons ou en les lançant sur les voies.

D'après les résultats obtenus dans les gares où elles sont en service, une machine de manutention, travaillant 20 heures par jour, peut tourner sur plaque jusqu'à 300 wagons dans une journée, et, dans ces conditions, la dépense — en comprenant l'intérêt et l'amortissement du prix de la machine, les frais de personnel, de combustible, graissage, l'entretien et les câbles — est inférieure de 15 à 20 % à celle des chevaux de manœuvre remplacés.

Dans le type de machine exposée en 1878, la chaudière était verticale, du système Field ; il était difficile de la bien assujettir sur les longerons, de manière à éviter tout déplacement lors des tamponnements, qu'on ne peut toujours éviter dans les manœuvres rapides ; en outre, le moteur Brotherhood pour la traction du câble et ses engrenages donnait quelques difficultés d'entretien dans les gares éloignées des ateliers de réparation.

C'est pour ces motifs que M. Ed. Delebecque a fait étudier et construire par M. Sauvage, Ingénieur Principal des Ateliers, dans les ateliers de la Compagnie, une nouvelle machine destinée au même service, avec chaudière ordinaire de locomotive, et treuil actionné, sans engrenages, par deux cylindres

agissant sur manivelles à angle droit. Cette machine est représentée par la fig. n° 13.

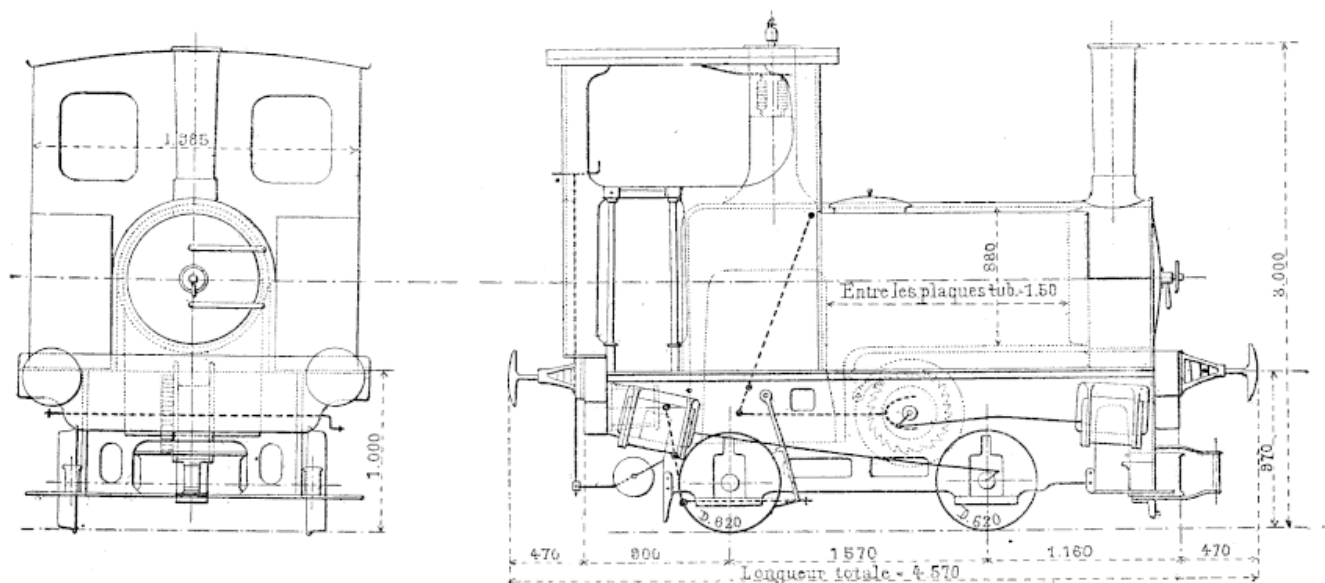


Fig. 13. — Locomotive de manutention avec treuil à vapeur.

Les principales conditions d'établissement sont les suivantes :

Grille.	{	Longueur.....	0 m, 722
		Largeur.....	0 m, 724
		Surface.....	0 m ² , 52
Hauteur intérieure du foyer.....			1 m, 035
Tubes.	{	Nombre.....	43
		Longueur entre les plaques tubulaires...	1 m, 500
		Diamètre extérieur.....	0 m, 050
Surface de chauffe.....	{	du foyer.....	2 m ² , 78
		des tubes à l'intérieur.....	9 m ² , 12
		Totale.....	11 m ² , 90
Corps cylindrique de la chaudière.	{	Diamètre intérieur.....	0 m, 858
		Épaisseur des tôles	0 m, 011
		Hauteur de l'axe au-dessus du rail.....	1 m, 550
Capacité.....	{	Eau.....	0 m ³ , 493
		Vapeur.....	1 m ³ , 280
		Totale	1 m ³ , 773
Timbre de la chaudière (P)			10 kg.

Cylindres propulseurs et Cylindres du treuil.	{	Écartement d'axe en axe.....	1 m, 820
		Diamètre (d)	0 m, 180
		Course des pistons (L)	0 m, 250
Roues.....	{	Rayon de la manivelle d'accouplement...	0 m, 125
		Diamètre (D)	0 m, 620
		Écartement des essieux.....	1 m, 570
Poids	{	du combustible dans la soute.....	360 kg.
		de l'eau dans les caisses.....	1500 kg.
Effort maximum théorique de traction $F = \frac{P d^2 L}{D}$			1292 kg.

Les deux cylindres commandant l'arbre du treuil sont du même modèle que ceux qui actionnent les essieux. La distribution de la vapeur dans chacun de ces deux cylindres se fait à l'aide d'un tiroir, commandé par un excentrique unique et donnant une admission suffisante pour que la machine démarre dans toutes les positions. L'échappement des cylindres du treuil se fait dans la cheminée ; les cylindres des essieux ont des tuyaux d'échappement spéciaux, à l'arrière de la machine, qui peut ainsi circuler sous les halles sans danger d'incendie, le cendrier étant d'ailleurs disposé pour ne laisser tomber aucune escarbille.

Sur le treuil s'enroule un câble en fils d'acier de 14^m/_m de diamètre, long de 40 m.; ce câble passe sur des poulies de renvoi placées sous la traverse d'avant de la machine : ces poulies permettent de donner au câble presque toutes les directions horizontales.

Un levier, placé à la main du conducteur de la machine, permet d'embrayer ou de débrayer le treuil sur l'arbre qui le porte ; lorsqu'il est débrayé, un homme déroule le câble sans peine. Le même levier commande en outre un cliquet d'arrêt qui fixe invariablement le treuil, pour qu'il ne puisse tourner, lorsqu'on ne se sert pas du câble et pour permettre le genre de manœuvre dit à la prolonge (traction de wagons à distance par la machine qui se déplace).

Mise en service en Juillet 1888, cette machine a constamment travaillé jusqu'en Mars 1889. La durée du service a atteint 475 heures par mois, soit plus de 15 heures par jour en moyenne.

La consommation de combustible a été en moyenne, allumages compris, de 20 kg. par heure, on a dépensé 125 gr. d'huile par heure.

La marche de cette machine a été très satisfaisante pendant tout ce temps.

V. — LOCOMOTIVE CRAMPTON EXPOSÉE PAR LES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS CAIL ET C^{ie}.

Une locomotive Crampton du chemin de fer du Nord figure à l'Exposition des anciens Etablissements Cail, qui l'ont construite.

Les locomotives du système Crampton présentent les traits principaux suivants : elles ont trois essieux, dont deux porteurs à fusées extérieures à l'avant, et l'essieu moteur avec fusées intérieures et roues de grand diamètre (2 m. 10) en arrière, derrière le foyer. Le mouvement est ainsi forcément extérieur. Les cylindres sont situés sur les flancs de la chaudière, et encadrés dans un double longeron entre les deux essieux porteurs. Le centre de gravité est très abaissé et ces machines ont une très grande stabilité sur la voie.

La Compagnie du chemin de fer du Nord a mis successivement en service 60 locomotives Crampton aux dates suivantes :

12 locomotives à tender séparé n^{os} 122-133, roues de 2 m. 100, en 1849.

12 locomotives à tender séparé n^{os} 134-145, roues de 2 m. 300, en 1853.

16 locomotives à tender séparé n^{os} 146-161, roues de 2 m. 100, en 1855.

2 locomotives tender n^{os} 162, 163, roues de 2 m. 100, en 1856.

18 locomotives à tender séparé n^{os} 165-170 et 1-12, roues de 2 m. 100, en 1859.

Ces 60 locomotives ont été livrées par J.-F. Cail et C^{ie}, constructeurs à Paris.

Elles étaient à distribution Stephenson, à l'exception des 18 dernières pour lesquelles on avait adopté la distribution Walschaert.

Il y en a encore 26 en service, qui sont munies du frein à vide simple.

La locomotive qui figure à l'Exposition des anciens Etablissements Cail, porte le n^o 126 ; elle faisait partie de la série des 12 locomotives livrées en 1849 et qui sont les plus intéressantes par suite de leur ancienneté.

Elles furent livrées avec des chaudières dont le timbre était de 7 atmosphères absolues et fut transformé en timbre de 6 kg. 5 au-dessus de l'atmosphère. Quatre d'entre elles, ayant conservé leur chaudière primitive, sont restées encore en service et parmi ces quatre le n^o 126 qui n'a été relevé du service que le 22 octobre 1888 en vue de l'Exposition, après un parcours total de 1.101.425 kilomètres.

Chacune des locomotives de cette série a reçu en fait de réparations importantes, successivement de 4 à 5 tubulures, et 2 foyers.

La locomotive n^o 126 a subi de grandes réparations d'une durée totale de 44 mois 20 jours. La dépense de ces grandes réparations s'est élevée à la somme

de 85.244 fr. 99, et la dépense totale pour les grandes réparations et l'entretien courant a été de 173.991 fr. 73. Soit 15 centimes 8 par kilomètre.

La moyenne des dépenses de grande réparation pour les machines de cette série, a été de 9 centimes 34 par kilomètre.

La moyenne des dépenses et des réparations totales a été de 17 centimes 6 par kilomètre.

Les machines Crampton ont fait régulièrement le service de tous les trains express entre Paris et Boulogne, Paris et Lille, Paris et Charleroi, jusqu'en 1871. A cette époque, elles furent progressivement remplacées dans la traction des trains les plus lourds par les machines à grande vitesse à quatre roues accouplées. Elles furent maintenues pour la traction de quelques trains express jusqu'en 1880, époque à laquelle elles ont été reléguées à la traction des trains omnibus légers du Nord où elles finissent leur service en attendant leur démolition.

Sur 60 locomotives Crampton, on en a démolì 34 dont 13 avaient parcouru plus d'un million de kilomètres. Le parcours moyen de ces 34 locomotives, donnant la mesure de leur existence utile, a été de 907.056 kilom. La moyenne du parcours kilométrique de celles qui restent en service est de 1.125.264 kilomètres.

VI. — LOCOMOTIVE COMPOUND A QUATRE CYLINDRES N° 701, CONSTRUITE PAR LA SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES.

(Pl. 1, Fig. 1 et 2).

Description de la machine. — Cette machine, mise en service sur le réseau du Nord en Janvier 1886, dérive du type déjà ancien des locomotives à grande vitesse, à quatre roues couplées, avec essieu porteur ou bogie à l'avant, cylindres intérieurs, dont la Compagnie du Nord possède 103 exemplaires. Ce type était représenté à l'Exposition Universelle de 1878 par la Machine N° 2861.

Nous nous arrêterons donc surtout aux dispositions nouvelles que présente la locomotive compound étudiée par M. A. de Glehn, Ingénieur et Administrateur de la Société Alsacienne de Constructions mécaniques, et construite dans les Ateliers de cette Société (1).

(1) Le tender, semblable à ceux des autres locomotives à grande vitesse, est à trois essieux, et peut contenir 15m³ d'eau.

Les principales conditions d'établissement de la locomotive 701, qui est représentée par les fig. 1 et 2, Pl. 1, sont les suivantes :

Surface de la grille.....	2m ² ,27
Surface de chauffe totale.....	103m ² ,03
Timbre de la chaudière en kilogrammes.....	11
Pression maxima au réservoir intermédiaire.....	5 ^{kg} ,75
Diamètre des roues d'avant.....	1 ^m ,300
d° du milieu et d'arrière.....	2 ^m ,100
Diamètre des cylindres de haute pression.....	0 ^m ,330
d° de basse pression.....	0 ^m ,460
Course commune des pistons.....	0 ^m ,610
Rapport des volumes du grand et du petit cylindre.....	1,96
Effort de traction maximum théorique.....	5170 ^{kg} .
Poids de la machine vide.....	34 ^T .800
d° en charge.....	37,800
Poids utile pour l'adhérence.....	27,600

La chaudière diffère très peu, comme dimensions, de celles des machines N^{os} 2834-2911, précédemment mises en service. L'écartement des plaques tubulaires a reçu une légère augmentation de 0^m,06 ; le régulateur est formé d'une soupape équilibrée, et l'échappement, qui est fixe, a 130^{mm} de diamètre. Les injecteurs, système Friedmann, ont l'un 0^m,010 et l'autre 0^m,007 de diamètre ; ce dernier fonctionne presque toujours en marche, et fournit une alimentation à peu près continue ; ce système, favorable à la régularité de la pression dans la chaudière, est employé à la Compagnie du Nord sur toutes les machines de construction récente.

Les doubles longerons ont été remplacés par des longerons simples en acier de 0^m,028 d'épaisseur. Les diamètres des roues ont été conservés, ainsi que l'écartement des essieux extrêmes, et les boîtes de l'essieu d'avant sont radiales. Par suite de la suppression des longerons extérieurs, les ressorts de suspension milieu et arrière ont dû être rapprochés de l'axe de la machine, et placés au-dessous des essieux ; ils sont reliés par des équerres de compensation établies de manière à donner pour les deux paires de roues des charges sur rails à peu près égales. Cette machine, comme toutes celles qui sont affectées au service des voyageurs, est munie des appareils moteurs du frein à vide ; elle porte des sabots sur l'avant des quatre grandes roues, et les sacs, qui ont trouvé place à l'avant du tender, agissent sur l'arbre à leviers par l'intermédiaire de chaînes.

Le mécanisme intérieur, actionnant l'essieu du milieu, a été conservé pour

la haute pression ; il n'a subi d'autre changement que la réduction du diamètre des cylindres et le déplacement de l'arbre de relevage, remonté sous le corps cylindrique. L'accouplement a été supprimé, et deux cylindres de basse pression, placés à l'extérieur des longerons, actionnent l'essieu d'arrière. Les tiroirs sont en dessous, commandés par une distribution du système Walschaert ; l'ensemble de ce mécanisme est d'une remarquable légèreté. Les distributions sont liées, avec faculté de faire varier l'une indépendamment de l'autre, à l'aide d'une disposition analogue à celle qui a été employée par M. A. Mallet, sur les locomotives du Chemin de fer de Bayonne à Biarritz.

Pour faciliter le démarrage, le mécanicien peut envoyer la vapeur de la chaudière directement au réservoir intermédiaire, par un tuyau de 20^{mm} de diamètre intérieur. Les tuyaux d'admission des cylindres de haute pression sont logés dans la boîte à fumée, ainsi que ceux d'échappement qui constituent une partie du réservoir intermédiaire, dont le volume total est égal à une fois et demie environ celui des deux cylindres de haute pression réunis. Enfin une soupape de 0^m,060 de diamètre, placée sur ce réservoir, est réglée pour limiter à 5^{kg},75 la pression effective, qui est indiquée au mécanicien par un manomètre placé sur la rampe d'arrière, et mis en communication avec la boîte à vapeur du cylindre de droite.

Expériences. — La locomotive 701 a été soumise, en 1886, à plusieurs expériences de traction entre Paris et Lille, dans le but d'étudier la distribution et d'évaluer le travail de la machine. En même temps qu'on relevait des diagrammes d'indicateur sur les cylindres de haute et de basse pression, la vitesse et l'effort de traction à la barre d'attelage du tender étaient enregistrés par l'appareil du wagon-dynamomètre. Les résultats obtenus, qui ont été insérés d'une manière détaillée dans la Revue Générale des Chemins de fer (1) sont résumés ci-après :

Utilisation de la vapeur. — Un excès de compression dans les petits cylindres, constaté à la mise en service de la machine, et mis en évidence par les diagrammes, a été corrigé en diminuant les recouvrements des tiroirs et en augmentant le volume des espaces libres, par le remplacement des pistons ; l'allure de la machine est alors devenue très satisfaisante. On a cherché à se rendre compte, à l'aide des diagrammes, des phénomènes de condensation et de vaporisation qui se produisent dans les cylindres. D'une manière générale,

(1) N^{os} de Mai et Juin 1887.

la détente s'effectuait sensiblement suivant la loi représentée par la formule $p v = \text{constante}$. Quant à la compression, elle a presque toujours donné lieu à une condensation abondante. Enfin, entre le commencement de la détente au petit cylindre et la fin de la compression au grand cylindre, on a constaté une perte par condensation de 10 p. $\%$ environ du poids de la vapeur contenue dans le premier à la fin de l'admission.

Relation entre les crans de marche. — L'admission aux grands cylindres doit varier dans des limites assez étendues, principalement pour abaisser la pression au réservoir intermédiaire, lorsque la vitesse est très grande. L'indépendance des distributions est donc nécessaire sur cette machine.

Puissance maxima. — L'effort maximum théorique de traction est peu inférieur à celui des locomotives ordinaires de la Compagnie du Nord faisant le même service. Toutefois, à cause de l'indépendance des essieux moteurs et de la tendance au patinage des roues du milieu, le démarrage était un peu lent; on y a remédié en appliquant à ces roues la sablière à vapeur, système Gresham et Craven.

Volumes des cylindres. — La pression de la vapeur s'échappant des grands cylindres se trouve un peu trop élevée lorsque la machine fournit un grand travail. Il semble qu'il y aurait eu avantage à employer des cylindres détenteurs plus grands, ce qui aurait abaissé cette pression, et procuré en même temps une meilleure utilisation de la vapeur, par une détente plus prolongée.

Consommations. — La consommation kilométrique de charbon de la locomotive 701 a constamment été inférieure de $1/2$ kg. à celle de la machine ordinaire qui, à la fin de chaque mois, avait eu la plus faible consommation en faisant le même service. Afin d'améliorer encore l'utilisation du combustible, on a appliqué à cette machine, en Janvier 1889, une voûte en briques dans le foyer. La consommation d'eau n'a pas été évaluée exactement; toutefois, on a reconnu qu'elle était plus faible que celle des autres machines. Quant à la consommation d'huile, elle est plus grande que celle des machines ordinaires, mais cela tient surtout à une consommation anormale des boîtes à graisse d'arrière.

Entretien. — L'état des pièces du mécanisme, examinées en Janvier 1888, à l'occasion d'une réparation de la machine, motivée par des causes étrangères au système compound, était encore satisfaisant après un parcours de 107.500^{km}

Le parcours total actuel est de 146.300^{km} en 3 ans environ. On a reconnu que l'usure des tiroirs était moindre sur cette machine que sur les autres locomotives de grande vitesse de la Compagnie du Nord, à cause de la réduction de la pression sur chaque tiroir.

L'un des tiroirs des cylindres de basse pression, qui a effectué le parcours total de 146.300^{km}, est exposé avec la machine et sera encore remis en service.

En résumé, la locomotive compound à quatre cylindres n° 701 a fait un bon service, et si son parcours annuel moyen de 45.000^{km}, est inférieur à celui des locomotives ordinaires, cela tient aux modifications, et applications d'appareils nécessitées par les expériences suivies dont elle a été l'objet.

VII. — ÉCHAPPEMENT VORTEX (Système ADAMS).

(Pl. 3, fig. 6 à 8).

La Compagnie du Chemin de fer du Nord a exposé une colonne d'échappement du système de M. Adams, Locomotive Superintendent du London and South Western Railway. Ce système d'échappement, désigné sous le nom de « Vortex », est à l'essai depuis quelques mois sur deux locomotives de la Compagnie du Nord : une machine à marchandises à 8 roues couplées et une locomotive de grande vitesse.

Ainsi qu'on peut le voir sur les figures 6 à 8 de la planche 3, le Vortex est fixe et annulaire, il réalise la séparation complète des échappements, et l'affleurement de la partie supérieure de la colonne se trouve à peu près à la hauteur du dessus des tubes à air chaud de la rangée supérieure. Les nombreuses expériences faites par M. Adams l'ont amené à conclure qu'il était important, pour le fonctionnement économique de l'appareil, de se tenir sensiblement à ce niveau.

Cet échappement a pour objet de répartir l'appel d'air aussi uniformément que possible sur toute l'étendue du faisceau tubulaire, et de produire un tirage actif sans créer de contre-pression anormale, ni d'entraînement de charbon.

Son application est trop récente à la Compagnie du Nord pour qu'il soit possible de se prononcer d'une manière absolue sur l'importance de ces avantages, mais l'extension du système sur les machines du London and South Western Railway a été constante, et les résultats économiques indiqués dans le tableau ci-après, qui nous a été remis par M. Adams, justifient les applications très nombreuses qui en ont été faites sur les locomotives de tous les types.

TABLEAU DE LA CONSOMMATION TOTALE DU CHARBON DES LOCOMOTIVES DU L. AND S. W. RY.
PAR PÉRIODES DE SIX MOIS.

PÉRIODES DE SIX MOIS terminées comme ci-dessous.	LOCOMOTIVES munies DU TUYAU d'échappement.		NOMBRE total des Locomotives.	NOMBRE de KILOMÈTRES parcourus par les Locomotives.	Consom- mation de Charbon par kilomètre parcouru.	Consommation totale du Charbon.	PRIX moyen du Charbon par 1000 kg.	DÉPENSE totale pour le Charbon.	ÉCONOMIE en comparai- son de la période terminée en juin 1885.	
	Vortex.	Ordinaire							Poids.	Valeur.
30 Juin 1885.	»	505	505	12.069.357 ^{Km.}	8.43 ^{Kg.}	101.850.000 ^{Kg.}	Fr. 17,10	1.805.650 ^{Fr.}	»	»
31 Décembre »	9	496	505	12.744.911	8.23	104.953.000		1.883.175	2.548.000 ^{Kg.}	43.570 ^{Fr.}
30 Juin 1886.	49	492	541	12.012.432	8.11	97.439.000		1.711.325	3.843.000	65.175
31 Décembre »	147	389	536	13.053.904	7.87	102.990.000		1.721.775	7.310.000	125.001
30 Juin 1887.	230	299	529	12.628.622	7.70	97.354.000		1.604.100	9.218.000	157.627
31 Décembre »	253	281	534	13.721.624	7.41	101.760.000		1.679.150	13.996.000	239.431
Économie totale...									Fr. 630.804	

VIII. — VOITURE-TRAMWAY A SIX ESSIEUX ET A COULOIR INTÉRIEUR.

Les trains-tramways, dont les premiers ont été, en France, mis en circulation, en 1885 sur le réseau du Nord, entre Lille, Roubaix et Tourcoing, sont des trains légers, composés d'un petit nombre de voitures (16 essieux au maximum) et le plus souvent, d'une grande voiture à 6 essieux, sans interposition d'un fourgon de choc entre ces voitures et la machine, s'arrêtant par conséquent et démarrant avec beaucoup plus de rapidité que les trains ordinaires et pouvant, par cela même, desservir, sans perdre de temps, un bien plus grand nombre de points intermédiaires entre les stations, tels que les passages à niveau, sans installations spéciales, sans personnel pour délivrer ou pour recueillir les billets, sans éclairage, sans abri, etc...

Ils ne comportent, d'ailleurs, comme les tramways ordinaires, dont ils sont, pour ainsi dire, le perfectionnement, que deux agents, le mécanicien sur la machine, le conducteur dans la voiture, pour délivrer des bulletins aux voyageurs qui montent aux arrêts, pour faire la perception, et pour suppléer au besoin le mécanicien.

En généralisant le régime exceptionnel que l'Administration a autorisé pour la composition des trains légers, le décret du 9 mars 1889 a facilité l'extension des applications qu'il était possible d'en faire, soit pour substituer des trains-tramways aux trains du service ordinaire, sur les lignes secondaires, dans un but d'exploitation économique, soit pour les intercaler entre les trains existants,

par exemple dans la banlieue de certaines grandes villes, en vue d'améliorer le service.

Pendant l'année 1888, la Compagnie du Nord a mis chaque jour en marche :

1° 332 trains-tramways proprement dits, composés d'une seule voiture et desservant 19 sections présentant une longueur de 287 kilomètres.

2° 177 trains légers, composés de 2 à 6 véhicules et desservant 21 sections d'une longueur de 803 kilomètres.

Ainsi, déjà en 1888, 1090 kil. étaient parcourus par ce système de trains, soit dans la banlieue des grandes agglomérations, soit sur les lignes secondaires à faible trafic et le parcours de ces trains représentait déjà 2.934.596 kil.

La carte exposée au premier étage indique quelle sera la situation de ce service, au nouveau service d'été de 1889. La longueur kilométrique des lignes sur lesquelles circuleront dans l'année courante, des trains légers, à une ou à plusieurs voitures, sans fourgon de choc s'élèvera à 1.827 kil. la longueur du réseau étant de 3.761 kil., il en résulte que 48 p. 100 de l'ensemble des lignes du réseau sera exploité, soit partiellement, soit exclusivement avec des trains-tramways.

Jusqu'à ce jour, le service des trains légers ou des trains-tramways a été assuré avec du matériel existant, transformé à cet effet. Des locomotives anciennes d'un faible poids, à tenders séparés, ont été transformées en locomotives-tenders, et 52 sont, en ce moment, en transformation pour les nouveaux services à établir. Quant aux voitures, elles sont d'une grande capacité, à couloir latéral ou central, obtenu par un aménagement du matériel ancien ; 10 nouvelles voitures du type à couloir central sont actuellement en construction.

La voiture-tramway exposée par la Compagnie du Nord, dans la galerie des machines, est une des voitures de ce nouveau type destiné soit aux lignes secondaires desservies par des trains légers et des trains de marchandises séparés, soit aux trains-tramways intercalés entre les trains du service ordinaire et la banlieue des grandes villes du réseau : Lille, Roubaix, Tourcoing, Liège.... et, en particulier, Paris avec les services de Paris à St-Denis, Paris à St-Ouen, St-Ouen à Pantin, et celui qui, pendant l'Exposition, permettra d'aller de Paris Nord au Champ de Mars sans transbordement, via La Plaine-St-Denis, St-Ouen et les Epinettes.

Le problème posé au service du matériel par le service de l'exploitation était le suivant :

1° — Avoir un poids aussi faible que possible par voyageur transporté, afin de réduire au minimum le poids du train-tramway ;

2° — Présenter, de tous les points de la voiture, un accès facile et permanent du conducteur sur la machine ;

3° — Permettre au conducteur de circuler facilement au milieu des voyageurs pour donner les billets et faire les perceptions, et d'appeler facilement, avant chaque arrêt, le nom de cet arrêt, afin que les voyageurs puissent se préparer, se grouper et descendre rapidement ;

4° — Avoir une voiture de grande capacité, dans laquelle le nombre des places offertes de chaque classe réponde sensiblement au nombre des places occupées, en augmentant un peu la proportion des 1^{ères} et des 2^{èmes} classes.

10 à 12 p. 100 en 1^{ère} classe ;

20 à 25 p. 100 en 2^{ème} classe ;

et le reste en 3^{ème} classe ;

5° — Donner à chaque classe un accès différent, tout en permettant l'accès unique par lequel, aux points d'arrêt intermédiaires non gardés, tous les voyageurs montent ou descendent sous le contrôle direct du conducteur.

6° — Disposer la voiture de telle sorte qu'on puisse, au besoin, y réserver un compartiment pour le service postal et un autre pour le service des bagages pour le cas où le train-tramway, étant substitué à un train du service ordinaire, n'est pas affranchi des obligations que doivent remplir ces trains pour le transport des courriers de la poste, des bagages et des messageries ;

7° — Enfin, donner à la voiture, malgré sa grande capacité, une flexibilité qui lui permette de passer dans des courbes de 90 à 100 mètres de rayon.

Pour répondre à ce programme, le type de voiture étudié par M. Bricogne et adopté par la Compagnie, est un type à 6 essieux qui se compose de trois corps articulés entre eux, renfermant 102 places de voyageurs, ayant de plus un compartiment postal et un compartiment de bagages et ne pesant, vide, que 27 t.

La caisse a 24 mètres de longueur, elle est desservie par un couloir central auquel on accède par trois plateformes à marchepieds.

Les deux plateformes placées aux extrémités de la voiture, sont limitées par une balustrade à croisillons, avec mains courantes, ayant une porte de service au milieu ; elles sont fermées latéralement par deux portillons.

La plateforme intermédiaire est fermée latéralement par deux portes vitrées, composées de deux battants articulés entre eux pour obéir aux ondulations dans les courbes.

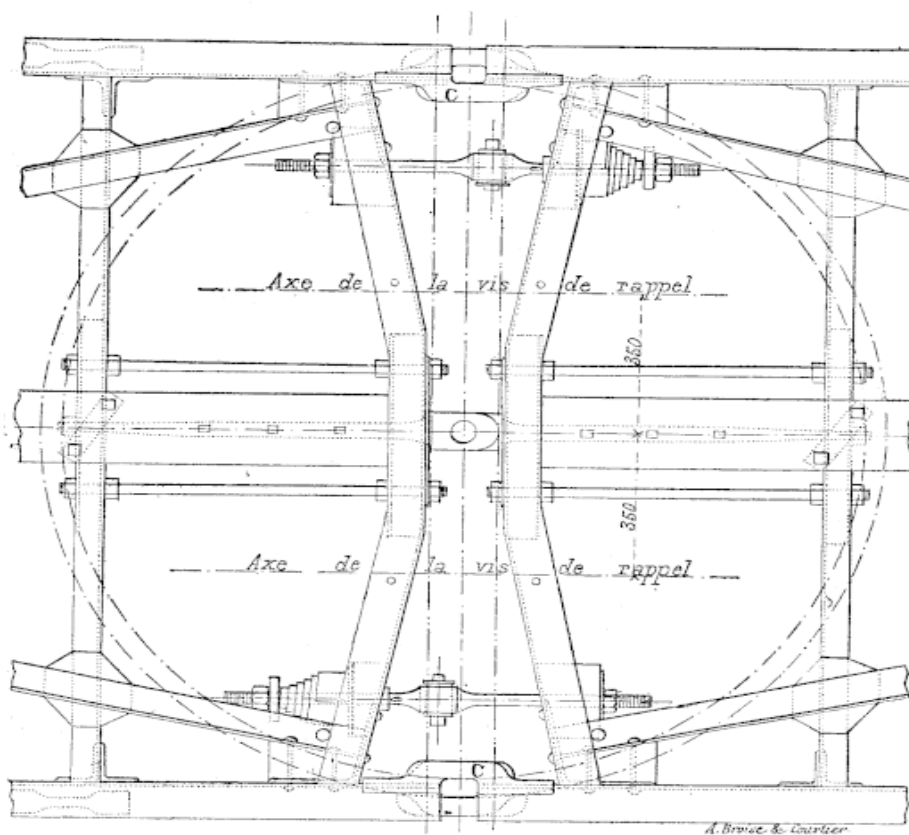
La caisse a 3 compartiments de voyageurs ; à l'une des extrémités se trouve un compartiment de 2^{me} classe à 20 places, il est suivi d'un compartiment de 1^{re} classe à 12 places et d'un compartiment de 3^{me} classe à 70 places après lequel vient le compartiment de bagages, dans lequel est installé l'appareil de serrage du frein ; puis le compartiment postal, qui termine la voiture à l'autre extrémité.

Chaque compartiment est fermé par une porte vitrée.

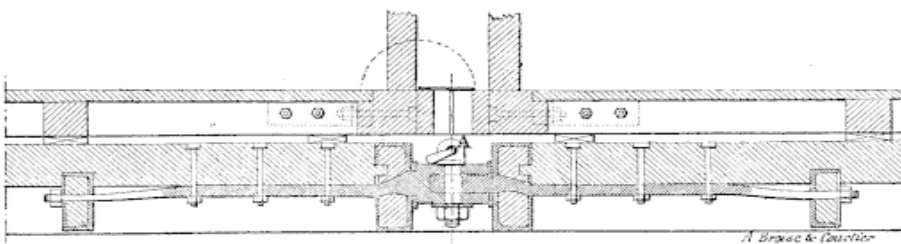
La caisse est éclairée la nuit par 13 lampes, dont dix réparties dans les compartiments et trois au-dessus des plateformes.

La plateforme intermédiaire donne accès d'un côté au compartiment de 1^{re} classe, et de l'autre au compartiment de 3^e classe.

Fig. 14. — Plan du châssis.



Coupe de l'articulation.



Le compartiment de 1^{re} classe est garni en drap mastic, celui de 2^{me} classe en drap vert ; tous deux sont munis de filets.

Tous les bois apparents, à l'intérieur des 3 compartiments sont en pitchpin verni.

La caisse repose sur le châssis par l'intermédiaire de bandes de caoutchouc destinées à amortir le bruit et les vibrations.

Pour rendre plus intime la réunion des corps de voitures, ceux-ci sont rapprochés de façon à ne laisser entre eux que l'espace nécessaire pour permettre la visite, le montage et le démontage du goujon formant l'axe de rotation A (Fig. 14).

Fig. 15. — Pavillon à charnières.

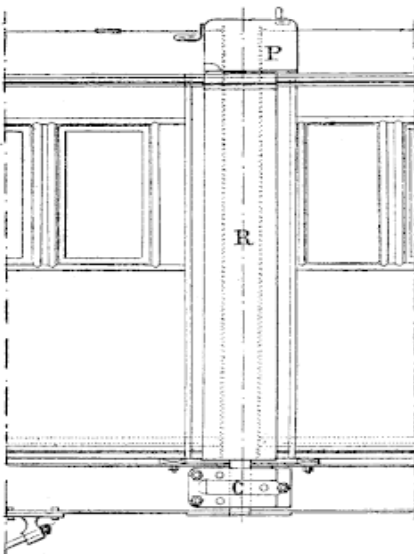
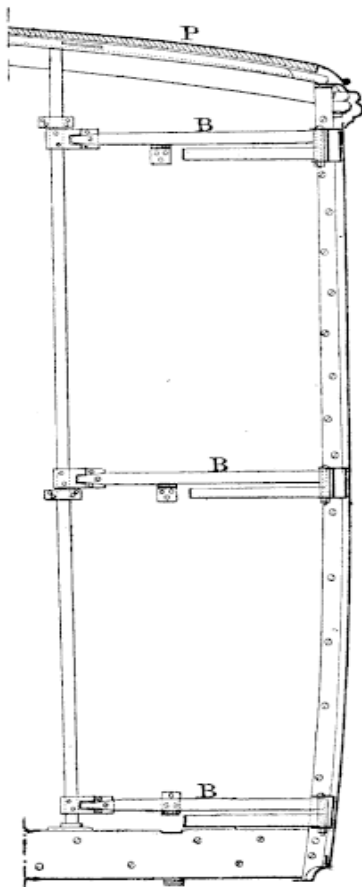


Fig. 16. — Vue en élévation des branches de compas.

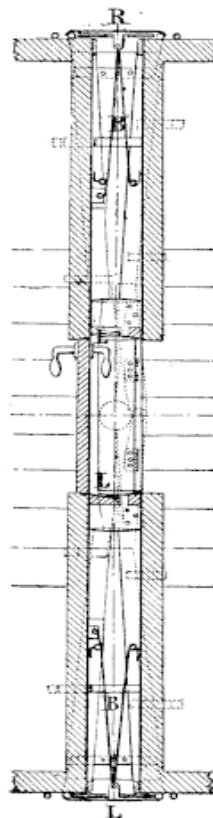


Le dessus de la séparation est fermé au moyen d'un pavillon à charnières P (Fig. 15), fixé à l'un des corps de la voiture, et disposé de façon à laisser le corps voisin se déplacer sans permettre cependant le passage de la pluie ou de la neige.

Afin d'éviter l'introduction des escarbilles, de la poussière, et aussi pour rendre plus satisfaisant l'aspect extérieur de la voiture, cette réunion est complétée, sous les caisses, au moyen de plaques de tôles glissant les unes sur les autres et, sur les côtés, au moyen de panneaux R qui couvrent l'entre-deux (Fig. 15 à 17). Ces panneaux sont fixés aux caisses au moyen de branches de compas B

(Fig. 16 et 17), logées dans l'entre-deux et qui ont pour effet, dans les courbes, de maintenir les panneaux en contact avec les caisses, ce qui complète l'illusion et permet d'admettre qu'effectivement cette caisse de 24 mètres de longueur est bien réellement d'une seule pièce.

Fig. 17. — Branches de compas.



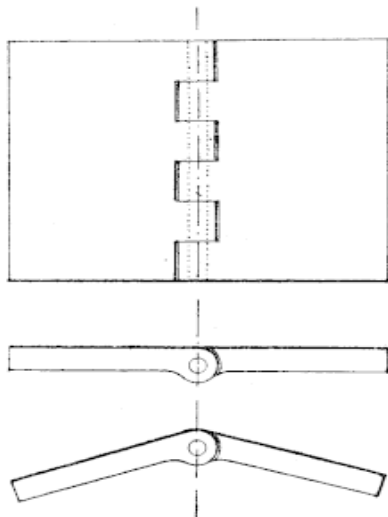
A l'intérieur, les corps de la caisse sont réunis au moyen de deux panneaux courbes, en laiton mince L (Fig. 17), glissant l'un sur l'autre et complétant la cloison de séparation entre le dernier compartiment d'un corps et le premier compartiment du corps voisin ; et cette séparation entre chaque corps est masquée de telle façon que le passage de l'un dans l'autre se fait sans que l'on s'aperçoive de ce changement.

Ce type de voiture, qui a 25 mètres de longueur de dehors en dehors des tampons, ne pourrait certainement s'introduire d'une seule pièce dans tous les ateliers ; tandis qu'en raison de son mode d'accouplement, le désaccouplement en est facile, et la voiture peut, en quelques minutes, se décomposer en trois corps de 8^m et 8^m50, et pénétrer facilement dans tous les ateliers.

Ces voitures sont munies du frein à vide, du frein à air comprimé et ont en même temps un appareil de serrage à la main du conducteur.

C'est au châssis que sont adaptées les pièces qui assurent l'articulation établie pour répondre aux conditions imposées à ces véhicules de circuler dans des courbes de 90 à 100 mètres de rayon, tout en permettant à ce châssis de s'atteler à la manière ordinaire, dans les courbes, avec les voitures ordinaires, et le tout de façon que le refoulement puisse s'effectuer avec autant de sécurité que la traction.

Fig. 18. — Charnière.



Les brancards des châssis des trois corps qui composent la voiture, sont réunis bout à bout, et articulés au moyen de robustes pièces de forge emmanchées les unes dans les autres comme le sont les nœuds des charnières C, (Fig. 15 et 18), et cette réunion est complétée par la présence d'un axe de rotation A (Fig. 14).

Au passage dans les courbes, ces parties de charnière glissent les unes sur les autres, les branches correspondant au côté de la grande courbe se développent, tandis que celles correspondant au côté de la petite se refoulent ; et il se produit là, en grand, ce qui se passe lorsque l'on ouvre ou ferme une charnière de porte (fig. 18).

Les sections de ces sortes de nœuds de charnières fixés aux brancards, sont calculées pour assurer aux points d'articulation une résistance à la flexion égale à celle du fer du brancard ; aussi chaque brancard, bien qu'en trois parties, peut être considéré comme formé dans toute sa longueur, d'une seule poutre articulée.

Dans ces conditions, tout bien considéré, la longueur d'un brancard articulé, au moyen du système décrit plus haut, est illimitée, ainsi que celle de la caisse articulée qu'il porte.

De plus une voiture articulée (1) présente cet avantage sur une voiture à

(1) Cette articulation est brevetée, elle a été décrite dans le Numéro du 6 Août 1887, Tome XI, septième année, du Génie Civil, Revue officielle technique des documents relatifs à l'Exposition Universelle de 1889.

caisse rigide de même contenance et de même longueur, montée sur des bogies, qu'au passage dans les courbes de faibles rayons, les six essieux de la voiture articulée qui sont indépendants deux à deux, s'y inscrivent aussi bien que ceux des bogies, mais que ses tampons restent en contact avec ceux de la locomotive, tandis que les tampons de la voiture à bogies sortent de la voie et cessent d'être en contact avec ceux de la machine.

Il y a 38 de ces voitures en service et 40 en construction.

La voiture qui figure à l'Exposition renferme 102 places de voyageurs, un compartiment postal et un compartiment pour les bagages ; elle pèse sur rails 27,250 kilogr.

Le compartiment postal et le compartiment à bagages occupent une longueur de 4^m,200 c'est-à-dire près du cinquième de la longueur totale de la caisse, ils pèsent ensemble 4,700 kg^{mes} ; il reste alors pour poids mort du corps de la voiture occupée par les voyageurs 22,550 kg^{mes}, ce qui fait ressortir à 221 kg^{mes} le poids mort par place payante.

IX. — VOITURE DE 1^{re} CLASSE A TROIS COMPARTIMENTS AVEC LITS ET CABINETS DE TOILETTE.

Cette voiture est formée de trois compartiments, dont un ordinaire de huit places, et deux à lits qui communiquent entre eux au moyen d'un couloir sur lequel donnent deux water-closets avec lavabo. Ces deux compartiments à lits renferment chacun trois lits rabattants et un fauteuil fixe.

Cette voiture peut donc recevoir seize voyageurs.

Les compartiments à lits sont à volonté séparés ou réunis au moyen d'une porte roulante qui se dissimule entre les deux water-closets.

La voiture est à double suspension, la caisse reposant sur le châssis par l'intermédiaire de quatorze ressorts spirale en acier, à flexibilité de 10 ^m/_m par 100 kg.

La **caisse** est pourvue de la communication électrique Prudhomme à la main des voyageurs, qui actionne deux ailettes en saillie à droite et à gauche de chaque compartiment, muni en outre d'un dispositif permettant de faire fonctionner, par les voyageurs, le frein à air comprimé.

Le **châssis** de la voiture est à brancards en bois armés extérieurement de tôle. Il est porté sur deux essieux par l'intermédiaire de 4 ressorts de 2 m. 20 de longueur, à flexibilité de 115 ^m/_m par 1000 kg., montés avec une tension initiale de 300 kg. Il est muni de deux ressorts de traction servant également

au choc, à flexibilité de 20 m/m par 1000 kg., montés avec une tension initiale de 2000 kg.

Le **frein** est à 8 sabots, actionné par deux appareils de serrage : l'un à vide, l'autre à air comprimé automatique et direct.

La voiture est chauffée au moyen d'appareils de chauffage par briquettes.

L'appareil de chauffage du compartiment de huit places est composé de deux fourneaux avec grilles mobiles, que l'on charge de quatre briquettes, logés sous les deux parclofes. Les foyers communiquent avec l'extérieur par une porte donnant sur la face longitudinale de la voiture et par un cornet de prise d'air fixé sous les brancards de caisse ; les foyers communiquent entre eux par un conduit qui augmente la surface de chauffe et imprime aux gaz un courant allant d'un appareil vers l'autre.

Les orifices des cornets de prise d'air sont orientés en sens opposé l'un de l'autre, c'est-à-dire que l'un d'eux regarde l'avant de la voiture et l'autre l'arrière ; par suite de cette disposition, le courant se produit spontanément soit dans un sens, soit de l'autre, suivant la direction du vent, ou l'état de stationnement ou de mouvement de la voiture.

L'appareil de chauffage des deux compartiments à lits diffère essentiellement de celui appliqué au compartiment de huit places ; les deux fourneaux sont placés extérieurement, sous les brancards de caisse, et sont garnis d'une double enveloppe.

Les deux appareils sont indépendants l'un de l'autre ; ils communiquent avec l'air extérieur, au-dessus du pavillon de la voiture, par le moyen de deux colonnes apparentes à l'intérieur des compartiments.

Les fourneaux sont pourvus de cornets disposés de manière à faciliter l'entrée de l'air, quelle que soit la direction de la voiture, en stationnement ou en marche.

La partie supérieure des fourneaux reçoit le chauffage direct de la combustion des briquettes ; elle affleure le plancher de la voiture et est recouverte par une plaque en laiton de 2 m/m d'épaisseur, fixée au plancher ; c'est celle-ci qui, avec les colonnes montantes, produit le chauffage du compartiment, par le rayonnement de la chaleur transmise par l'appareil avec lequel elle est en contact absolu.

Pour qu'aucune émanation des gaz, produits de la combustion, ne puisse pénétrer dans le compartiment, le bord de la plaque en laiton, qui se fixe au plancher, repose sur un joint en carton d'amiante. De plus, toutes les parties de l'appareil qui ne peuvent avoir de double enveloppe sont garnies d'amiante

minérale Muller, afin qu'en cas de dérangement de l'appareil, les gaz délétères ne puissent trouver issue que dans l'air et sous la voiture.

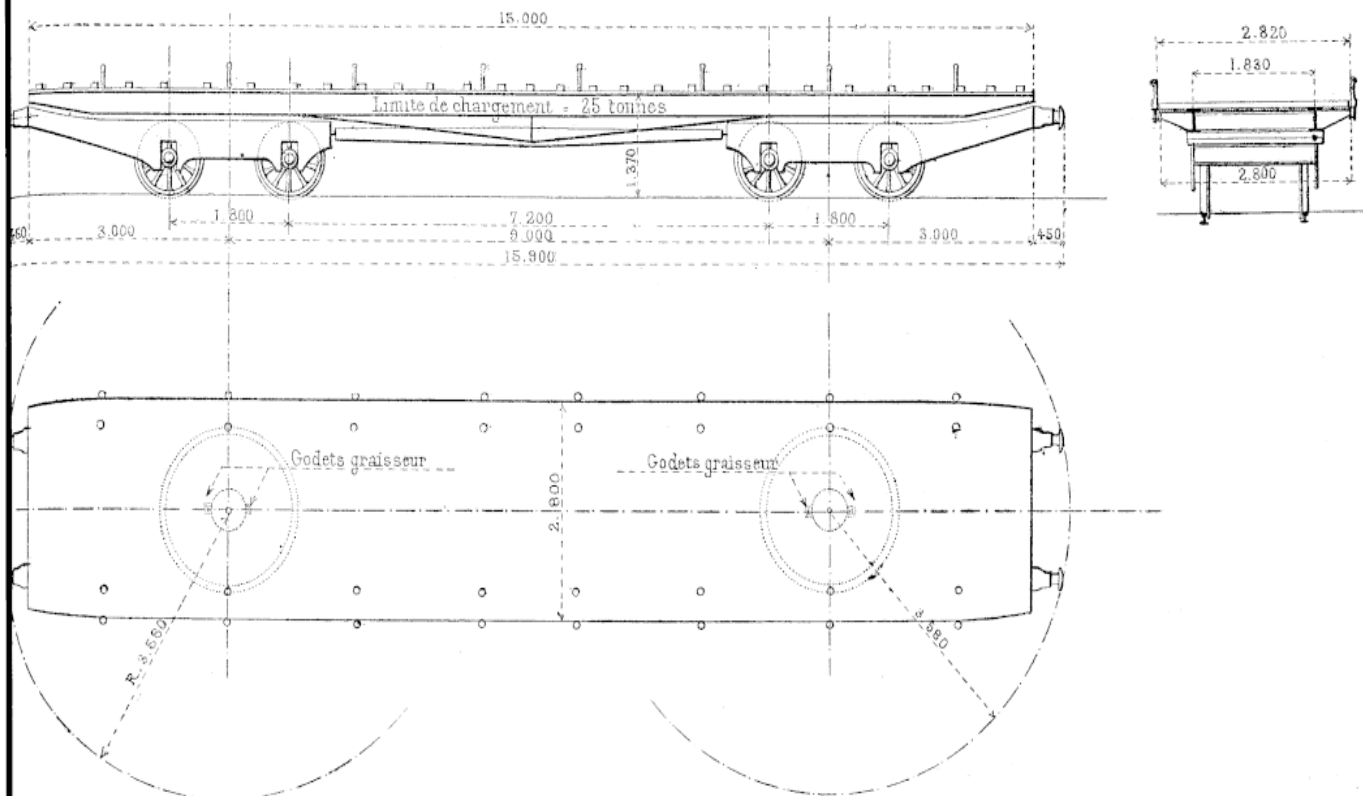
Enfin, à l'intérieur du compartiment, chaque colonne montante d'air chaud est pourvue, à la partie supérieure et dans l'épaisseur du pavillon, d'une cheminée de ventilation par laquelle s'établit un appel d'air de l'intérieur vers l'extérieur. La colonne est entourée d'un treillis destiné à prévenir les brûlures.

DIMENSIONS ET POIDS.

Longueur de dehors en dehors des tampons.....	9 ^m , 620
id. du chassis.....	8 ^m , 600
Ecartement des essieux	5 ^m , 300
Essieux à fusées de.....	200/100
Longueur totale de la caisse.....	8 ^m , 806
Largeur en œuvre à la ceinture.....	2 ^m , 565
Hauteur en œuvre au milieu de la caisse.....	2 ^m , 030
id. sur les côtés.....	1 ^m , 880
Longueur en œuvre du compartiment de huit places.....	2 ^m , 250
id. d'un compartiment à lits.....	1 ^m , 845
Longueur des lits.....	1 ^m , 900
Largeur des lits.....	0 ^m , 600
Largeur du couloir à la ceinture.....	0 ^m , 614
Largeur en œuvre des cabinets.....	0 ^m , 750
Ressorts de suspension des châssis..	{ 2 ^m , 20 de longueur ; 9 feuilles en acier de 90/12 Flexibilité par 1000 kg. ; 0 ^m , 115 ^m / _m .
Ressorts de choc et de traction.....	{ 1 ^m , 720 de longueur ; 15 feuilles en acier de 75/15 Flexibilité par 1.000 kg. : 0 ^m , 020.
Ressorts de suspension de caisse....	{ Spirale en acier de 34/9 ¹ / ₂ Flexibilité par 100 kg. : 0 ^m , 010.
Poids mort total sur rails.....	12.580 kg.
Nombre de places.....	16
Poids mort moyen par place.....	786 kg. 250
Poids mort par place du compartiment de huit places.....	350 kg.
Poids mort par place des compartiments à lits.....	1.200 kg.

X. — WAGON PLAT A 2 TRAINS N° 31.523
POUR LE TRANSPORT DES GRANDES TÔLES ET DES LONGS FERS.

Fig. 19. — Wagon plat à deux trains.



Le wagon plat à 2 trains pour le transport des grandes tôles et des longs fers se compose d'une plateforme, destinée à recevoir le chargement et reposant sur deux trains, reliés l'un à l'autre par une flèche d'accouplement.

La plateforme repose sur les deux trains par l'intermédiaire d'un lisoir en fonte et d'un cercle de frottement en fer; elle est reliée aux deux trains au moyen de deux axes de rotation.

Chacun des trains se compose de deux longerons en tôle de 20^m/_m d'épaisseur, entretoisés par cinq traverses en fer en U, de deux longrines et de deux traverses extrêmes également en fer en U.

Chaque train est porté par 4 ressorts de suspension de 1 m. de longueur, à flexibilité de 12^m/_m par 1000 kilog., montés sur deux essieux.

Ces trains sont munis, au bout où se fait l'attelage, d'un ressort de traction avec tige de traction, d'un tendeur, de deux tampons de choc, de deux chaînes de sûreté, de deux crochets de manœuvre et d'un porte-disque, et au bout

opposé, où a lieu l'accouplement, d'une chape de traction à laquelle se fixe la flèche d'accouplement.

La plateforme se compose d'un cadre en fer recouvert par un plancher.

Elle est munie de 16 ranchers dont l'écartement peut varier suivant la nature du chargement.

Le cadre de la plateforme est formé par deux brancards en fer à double T de 300/16, armés de tirants ; il est consolidé par une croix de St-André et des traverses en fer en U.

DIMENSIONS ET POIDS.

Longueur totale du wagon de dehors en dehors des tampons.....	15 ^m 900
Longueur de chaque train, mesurée du dehors des tampons à l'axe du trou de la chape de traction recevant le goujon d'attelage.....	4 ^m 960
Longueur de la flèche d'attelage, mesurée d'axe en axe des trous des goujons d'attelage.....	5 ^m 980
Largeur totale extérieure du wagon.....	2 ^m 914
Longueur de la plateforme.....	15 ^m 000
Largeur de la plateforme.....	2 ^m 800
Largeur entre les ranchers : soit 2 ^m 060, soit.....	2 ^m 820
suivant la nature du chargement.	
Ecartement de centre à centre des lisoirs des deux trains.....	9 ^m 000
Ecartement des 2 essieux d'un même train.....	1 ^m 800
Essieux à fusées de.....	200 ^m /100
Poids mort à vide.....	16.900 kg.
Charge d'épreuve (uniformément répartie et pendant 24 heures).....	28.000 kg.
Limite du chargement (uniformément réparti).....	25 tonnes
Poids total sur rails à charge.....	41.900 kg.

XI. — MACHINES-OUTILS MISES EN MOUVEMENT PAR UN MOTEUR ÉLECTRIQUE.

La Compagnie du Nord expose une série de machines-outils spéciales pour le travail de réparation et de construction des locomotives, mises en mouvement par une machine dynamo-électrique, de la force de six chevaux, et actionnée par un transport de force électrique au moyen d'un courant fourni par la *Société de la transmission de la force par l'électricité*.

A. — Machines portatives commandées par une corde sans fin en un point quelconque de l'atelier.

- 1° — Machine portative à corde pour fraiser les tables parallèles de tiroirs des cylindres intérieurs ;
- 2° — Machine à percer sur place les foyers et les entretoises ;
- 3° — Machine à tarauder les mêmes trous ;
- 4° — Machine pour percer les trous dans les angles.

B. — Machines-outils fixes.

5° — Meule alésoir servant à rectifier les œils, les boutons et les coulisses de distribution ;

6° — Polissoir Chirotrope ;

7° — Machine à tailler et affûter les lames des scies à métaux ;

8° — Machine à planer à l'émeri.

Toutes ces machines ont été étudiées et construites dans les Ateliers de la Compagnie, à Hellemmes.

L'emploi des machines portatives a introduit dans le travail une grande économie de temps et d'argent. Elles permettent d'effectuer rapidement sur place un certain nombre d'opérations qui se faisaient autrefois en transportant sous les machines-outils les pièces souvent très lourdes.

Ces diverses opérations ont été décrites avec détail par M. Ferdinand Mathias dans la Revue Générale des Chemins de fer, N° de Novembre 1879, page 398, et dans la description des Ateliers d'Hellemmes (N°s de Janvier, Juillet et Novembre 1882.)

Nous extrayons de ces descriptions une partie des renseignements qui suivent.

1° Machine portative à corde pour fraiser les tables parallèles de tiroirs de cylindres intérieurs. — Cette machine dresse les tables des cylindres montés au moyen d'une fraise de 60 ^m/_m de diamètre, taillée sur la face et sur le champ, et pouvant prendre deux mouvements de translation, l'un horizontal et l'autre vertical.

La fraise est portée par une tête fixée à l'extrémité d'un long bras qui pénètre dans la boîte à vapeur et peut se déplacer horizontalement. Ce bras est guidé dans un chariot pouvant coulisser verticalement sur un banc que l'on fixe sur le joint du plateau fermant la boîte à vapeur. Ce banc présente la forme d'un cadre rectangulaire. Il est fixé au moyen de 4 équerres serrées par les goujons existants.

Tous les mouvements des chariots, ainsi que celui de rotation de la fraise, sont donnés automatiquement par une poulie actionnée par une corde et calée sur la vis principale, logée dans le bras. De plus, le mouvement horizontal du bras et le mouvement vertical du chariot peuvent être commandés à la main.

Enfin, on peut, sans démonter le banc, en retournant la tête sur le bras, dresser successivement les deux tables des cylindres.

Le dressage des tables fait avec ces machines a donné, depuis six ans qu'elles fonctionnent, une entière satisfaction. Elles permettent de faire avec un seul homme, en deux jours au plus, le dressage de deux tables de tiroirs, qui nécessitait autrefois un travail de douze à quinze jours et employait plusieurs ouvriers.

Deux de ces machines sont en service dans les ateliers de la Compagnie.

2^o Machine à percer sur place les foyers et les entretoises de boîte à feu. — Cette machine permet de percer des trous sans déplacer les foyers.

Le bâti est très léger et se compose simplement de deux barreaux parallèles qu'on peut fixer au moyen de supports établis dans des trous déjà faits.

La machine comprend d'abord un support principal pouvant glisser ou être fixé sur les deux barreaux parallèles.

Le fût du porte-outil entre comme un plongeur cylindrique dans le support principal. Il peut recevoir, par l'intermédiaire d'une vis, un mouvement de translation dans le sens de son axe. Il peut, de plus, tourner autour de son axe et donner à l'outil une inclinaison quelconque. Ce fût se termine par deux branches formant chape et dans chacune desquelles passe une vis dont le bout cylindrique sert de tourillon à la douille extérieure du porte-outil.

Par suite de tous ces mouvements, l'outil est facilement amené en face d'une entretoise et placé perpendiculairement aux parois droites ou inclinées, sans qu'il soit nécessaire de toucher au bâti.

La partie supérieure du porte-outil reçoit une vis à filet carré, donnant au forêt la pression et l'avancement. La partie inférieure de ce porte-outil est alésée et reçoit un canon dont le mouvement, dans le sens de l'axe, est empêché par des goupilles. Le porte-forêt se place à l'intérieur de ce canon, qui porte une poulie à gorge fixée par un écrou. Les deux bouts de la corde, enroulée sur la poulie, passent sur deux galopins montés sur un support qui peut tourner librement autour du porte-outil. Ces galopins obligent la corde à se mettre toujours dans le plan de la poulie de commande.

Indépendamment des machines de ce type en service dans les ateliers de la Compagnie, on en a construit pour diverses C^{ies} de chemins de fer.

3^o Machine à tarauder sur place les trous des foyers. — Cette machine se place sur le même bâti que la machine à percer et jouit des mêmes avantages de facile déplacement horizontal et vertical. Elle a le

même support principal ; le fût du porte-outil est semblable à celui décrit. Mais la fourche du fût reçoit une pièce mobile autour d'un boulon passant au travers de ses deux branches. Cette pièce porte, perpendiculairement à son axe de rotation, deux arbres ; sur l'un, qui porte un pignon, est calée la poulie de commande ; l'autre arbre forme le porte-outil : il est percé d'un trou carré dans lequel on adapte le porte-taraud. Ce second arbre est muni d'une roue dentée, qui engrène avec le pignon du premier arbre. La roue tourne 4 fois moins vite que le pignon.

La poulie de commande est formée de deux poulies à cônes à pénétration, permettant de faire varier à volonté le diamètre du cercle d'intersection des deux cônes. On peut ainsi obtenir un changement de vitesse dans la marche de l'outil.

Ce changement de vitesse est nécessaire à la machine qui nous occupe, parce que l'on taraude tantôt un trou, tantôt les deux trous d'entretoises à la fois, et que l'outil doit pouvoir couper plus ou moins profondément, sans danger d'avarie.

Les ateliers d'Hellemmes ont construit deux de ces machines pour la Société de construction des Batignolles.

4^o Machine portative à corde pouvant percer dans les angles des foyers des locomotives. — Cette machine est, comme les deux précédentes, disposée de façon qu'on puisse amener l'outil à être perpendiculaire à la surface à percer, sans changer la position du socle. Avec cette machine, le bâti doit être improvisé de telle façon qu'on puisse simplement y installer le socle au moyen de quatre boulons d'attache.

Un socle vertical cannelé est muni à sa base de quatre pattes recevant les boulons d'attache. Dans l'intérieur alésé de ce socle pénètre un plongeur qui se termine à la partie supérieure par une douille horizontale. Le plongeur peut recevoir un mouvement de rotation autour de son axe ; ce mouvement est donné à la main, au moyen d'une manivelle commandant une vis sans fin.

La douille horizontale du plongeur reçoit un arbre creux, muni à ses deux extrémités de colliers qui le laissent tourner librement autour de son axe. Ces deux colliers reçoivent les extrémités d'une vis traversant un écrou porté par la douille horizontale. Cette vis, mue par un volant, détermine le mouvement longitudinal du bras dans la douille.

Le bras se termine à l'une de ses extrémités par un volant qui permet

de commander son mouvement de rotation autour de son axe, et à son autre extrémité par une chape entre les branches de laquelle se trouve prise une pièce en bronze, mobile autour d'un boulon traversant les deux branches. Cette pièce peut être fixée au moyen d'un coin.

C'est cette pièce qui porte toute la transmission.

Elle est traversée par un arbre vertical, dont l'extrémité inférieure est taillée en pignon d'engrenage et munie de la poulie motrice. Le bout supérieur de cet axe porte, à frottement doux, un volant venu de fonte avec un pignon-denté.

Le pignon inférieur commande, par un engrenage intermédiaire, le mouvement de rotation de l'outil.

Le pignon supérieur commande, par un engrenage intermédiaire, le mouvement de descente d'une vis, qui donne la pression au forêt.

Depuis 1884, les ateliers d'Hellemmes ont construit neuf de ces machines qui ont été livrées à divers ateliers.

5° Meule alésoir servant à rectifier les œils, les boutons et les coulisses de distribution. — Cette machine sert à rectifier les pièces gauchies à la cémentation et à la trempe et à aléser les pièces trempées, ovalisées par l'usure. Elle évite la nécessité où l'on se trouvait souvent autrefois de détremper les pièces pour les ajuster à la lime, et les remettre ensuite à la trempe.

L'outil de cette machine consiste en une monture portant une petite meule animée des mouvements d'une toupie et d'un mouvement de monte et baisse. Cette petite meule travaille dans le trou à aléser et débite plus de limaille que ne le ferait un ajusteur avec une lime douce.

L'arbre porte-meule est fixé excentriquement dans un manchon qui est monté lui-même excentriquement à la base d'un porte-outils analogue à celui d'une machine à percer ordinaire. Les deux excentricités du porte-meule et du manchon peuvent, au moyen d'une disposition ingénieuse de vis sans fin, s'ajouter de sorte que l'axe de la meule décrive un cercle de 20 ^m/_m de diamètre, ou s'annuler, de manière que l'axe soit immobile et que la meule tourne simplement sur elle-même. La vitesse de l'arbre porte-meule est de 5400 tours par minute; celle du manchon de 50 à 80 tours. Le rayon d'excentricité, dont le maximum est de 20 ^m/_m, suffit dans tous les cas à condition que l'on soit approvisionné de meules de diamètres différents.

L'ensemble de la machine repose sur un bâti formé d'un soubassement creux, surmonté d'une colonne. Le soubassement porte à sa partie inférieure un arbre horizontal qui reçoit la commande au moyen d'une poulie. Un autre arbre vertical, engrené par un pignon conique avec cet arbre horizontal, sert d'intermédiaire pour tous les mouvements de la meule.

Sur le devant du bâti se trouve une table semblable à celle des machines à percer et munie de trois mouvements : l'un transversal, l'autre longitudinal, et le troisième vertical, qui permettent de centrer facilement les pièces à rectifier.

La colonne porte la tête de la machine, sorte de fourreau venu de fonte avec trois bras horizontaux, et dans lequel est fixé l'écrou d'une vis verticale. Cette vis verticale reçoit un mouvement alternatif de rotation par le moyen d'un engrenage conique, calé sur elle à la partie inférieure, et qui est commandé alternativement par deux roues coniques, calées elles-mêmes sur un arbre qui reçoit son mouvement de l'arbre vertical de commande. La vis traverse la tête, à laquelle elle communique ainsi un mouvement vertical de monte et baisse.

La transmission de la meule suit la tête dans son mouvement. Pour commander la poulie de la meule, on a dû, à cause du déplacement excentrique de l'arbre de la meule, prendre une disposition particulière. On a installé un arbre vertical supplémentaire, qui porte des poulies de renvoi de mouvement, et peut se déplacer en suivant les mouvements que lui impose un contrepoids destiné à maintenir toujours la courroie de commande tendue.

Pour rectifier les boutons qui ne peuvent être mis en pointes, on remplace le porte-meule décrit par un autre permettant d'avoir un plus grand rayon d'excentricité.

Pour rectifier l'intérieur des coulisses de distribution, on se sert de la même machine, légèrement modifiée. On donne à la meule un simple mouvement de rotation sur elle-même, et on applique à la table un dispositif permettant de donner à la coulisse fixée sur cette table un mouvement circulaire concentrique à celui de la coulisse.

Deux machines de ce type sont construites pour les ateliers de Tergnier et une pour les chemins de fer de l'Etat Autrichien.

6° Polissoir chirotrope. — Cet outil a pour but de meuler et de polir, en les laissant posées sur une table ou sur des tréteaux, les pièces telles

que : glissières, bielles, têtes de pistons, etc., dont le poids est trop grand pour qu'on puisse les présenter à la main aux polissoirs ou aux meules fixes ordinaires.

La meule chirotrope est suspendue au-dessus de la pièce à travailler et peut agir dans toutes les directions et inclinaisons. Elle se compose d'organes articulés qui forment une suite de transmissions donnant à l'outil la vitesse et la flexibilité voulues. Son maniement n'exige pas d'effort sensible, à cause de la présence de contrepoids convenables.

Les pièces principales sont :

1° La meule, formée d'un rondin de bois garni de buffle, enduit d'émeri fixé à la colle forte ;

2° — Un porte-meule tenant la meule en pointes ;

3° — Une sorte de brouette suspendue à un tube et équilibrée par un poids ;

4° — Une suspension formée de deux tubes dans lesquels passe la corde des poulies ;

5° — Une transmission intermédiaire portant des poulies qui permettent le désembrayage ;

6° — Une transmission multiple qui accélère convenablement la vitesse par d'autres poulies.

Le porte-meule est articulé sur la brouette ; la vitesse de la meule est de 3000 tours environ par minute.

L'ouvrier qui conduit la chirotrope n'a qu'un peu d'attention à donner pour produire un travail décuple de celui obtenu par les moyens ordinaires.

Il y en a actuellement 8 en usage : aux Ateliers de la Compagnie, à Hellemmes, La Chapelle et Amiens ; à la Compagnie de Paris Orléans ; à Bruxelles, Gand et Malines.

7° Meule à tailler et à affûter les lames des scies à métaux. — a). *Scies rectilignes.* — Cette machine remplace l'affûtage au tiers-point ou à la meule d'émeri.

Un disque lisse en acier non trempé, profilé suivant la denture à obtenir, et actionné par une poulie de commande, tourne avec un arbre monté sur pointes, à la vitesse de 26 mètres par seconde à la circonférence. La scie à tailler est fixée dans un étau à trois vis, faisant partie d'un chariot qui coulisse sur une réglette de longueur double. La réglette est articulée à l'une de ses extrémités sur l'entablement. L'ouvrier pose la main sur une poignée

placée à l'autre extrémité et peut ainsi approcher ou dégager la scie à affûter du disque meule.

Un double jet d'eau, arrivant de part et d'autre du disque, vient rafraîchir la lame de scie.

L'entablement en fonte est boulonné sur une colonne qui forme bâti de la machine.

Dans la réglette est logée la vis du chariot porte-scie. L'avancement est donné par un rochet qui fait tourner la vis lorsqu'on dégage la scie du contact de la meule. Le retour du chariot se fait à la main. Il faut 8 à 10 minutes pour monter et affûter une lame de scie de 34 centimètres. L'affilage du disque doit se refaire toutes les fois qu'on a affûté 50 scies environ. L'opération n'exige pas plus de 5 minutes. Il est inutile de démonter le disque ; il suffit de faire avancer la courroie d'une main et de présenter une plane de l'autre sur le disque.

b). *Scies circulaires.* — On peut, de plus, avec cette machine, affûter les scies circulaires. La réglette est remplacée par un support en tôle de 14 ^m/_m, dans lequel une rainure à coulisse est ménagée pour recevoir un tourillon tenant par son trou central la scie serrée à frottement, convenablement réglée par un écrou et une rondelle à ressort. C'est la scie elle-même qui sert de rochet. L'ouvrier la fait tourner au moyen d'une poignée mobile.

On peut affûter à la machine des scies circulaires de 0^m,500 de diamètre et 4 ^m/_m d'épaisseur, portant 260 dents.

Les scies affûtées mécaniquement ont leurs dents mieux alignés que celles affûtées à la main avec le tiers-point et donnent du meilleur travail.

On a construit 8 machines de ce modèle :

2 pour les Ateliers de Machines de la Compagnie : Hellemmes et La Chapelle ;

1 pour la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques ;

4 pour les Ateliers du Chemin de fer de Paris-Orléans ;

1 pour l'Exposition Universelle de 1889.

8° Machine à planer à l'émeri. — Cette machine est destinée à dresser les glissières des têtes de pistons, les boîtes à graisse trempées, les têtes de bielles, etc. Elle substitue au dressage et polissage à la lime le dressage à la meule d'émeri, qui permet d'opérer sans détremper préalablement les pièces.

La machine se compose, en principe, d'une meule animée d'un mouvement

de rotation très rapide (3000 tours à la minute) autour de son axe vertical et d'un mouvement rectiligne de translation dans son propre plan.

Le bâti en fonte, affectant la forme générale d'un banc de tour, porte sur sa face supérieure un chariot porte-meule, et sur sa face antérieure deux tables à étaux sur lesquelles vient se poser la pièce à dresser.

Le chariot porte-meule est animé d'un mouvement alternatif, de course variable, dans le sens du banc principal. Ce mouvement est produit par une vis commandée directement par deux courroies : l'une droite, l'autre croisée, enroulées sur le même tambour de la transmission intermédiaire. Un débrayage à fourchettes, mû par des taquets, agit automatiquement sur ces courroies comme dans une machine à raboter. Ce chariot porte-meule est composé de deux parties, dont l'une glisse sur le banc par une large base, et dont l'autre, qui porte l'arbre de la meule et son mouvement de descente, est reliée à la première par une articulation. Au moyen d'un coin de serrage, on peut donner à l'arbre de la meule une légère inclinaison de part et d'autre de la verticale, et l'amener dans la position exactement perpendiculaire à la surface à dresser, sans avoir à régler minutieusement la pièce dans les étaux.

Le mouvement de rotation de la meule s'obtient à l'aide d'une transmission intermédiaire portée par le chariot porte-meule. L'arbre de cette transmission a une vitesse de 500 tours, et communique par des poulies de renvoi la vitesse de 3000 tours à l'arbre de la meule.

Les tables qui supportent les pièces sont montées sur un double chariot susceptible de mouvements horizontaux et verticaux donnés à la main. Les meules employées sont des disques en bois sur lesquels on fixe, par de la colle, de l'émeri en grains. Lorsque la meule a perdu son mordant, un simple lavage suffit pour enlever l'émeri, que l'on remplace facilement.

Le dressage d'une glissière dure environ 1^h30 en moyenne. Pour le travail des boîtes à graisse, le temps est variable ; la moyenne est de 4 heures pour les deux faces.

Des machines de ce modèle fonctionnent dans les ateliers de la Compagnie à La Chapelle, à Hellemmes et à Tergnier.

ATELIERS D'HELLEMES.

Les différentes machines qui viennent d'être décrites font partie de l'outillage des ateliers d'Hellemmes, près Lille (Nord), dans lesquels elles ont été construites et où elles sont employées couramment depuis plusieurs années.

La Compagnie du Nord a créé ces ateliers, en 1879, en vue de satisfaire aux besoins nouveaux que faisait prévoir l'augmentation rapide de l'effectif du matériel.

Une description sommaire de cet ensemble important, dont un plan figure à l'Exposition de la Compagnie du Nord, trouve naturellement sa place à la suite des descriptions de détail que nous venons de donner.

On a pu disposer, pour les construire, après avoir remué 40.000m³ de terres, d'un terrain plat ayant 18 hectares de surface formant à peu près un rectangle de 1.100 mètres de long sur 170 de large, et placé le long de la ligne de Lille à Tournai.

Affranchis de toute sujétion à des dispositions préexistantes, les Ingénieurs de la Compagnie ont pu adopter un plan général, qui a reçu l'approbation des hommes techniques de tous les pays, qui ont visité cet établissement.

La Revue Générale des Chemins de fer (1) en a donné la description très détaillée, rédigée pour les machines par M. Ferdinand Mathias, alors Ingénieur de la Traction, et pour les wagons par M. Bricogne, alors Ingénieur Inspecteur principal du Matériel Roulant. Nous nous bornons à en résumer les traits principaux :

Les divers bâtiments qui composent ces ateliers peuvent être divisés en trois groupes.

A l'ouest, se trouvent les ateliers nécessaires à la réparation des machines et tenders ; à l'est, les bâtiments consacrés aux wagons ; au centre, les magasins de matières premières et de pièces de rechange. A chaque groupe sont réservés des emplacements destinés à de futurs agrandissements, dont quelques-uns ont déjà été effectués.

Un réfectoire pour 300 ouvriers, un magasin de denrées pour la vente aux Agents, quelques maisons d'habitation, deux citernes recevant l'eau de pluie pour servir à l'alimentation des chaudières, complètent un ensemble qui est susceptible d'un assez grand développement.

Tel qu'il est aujourd'hui, il présente 36.200m² de surfaces couvertes et peut occuper :

Aux ateliers des Machines.	700 à 800	Ouvriers.
Aux ateliers des Voitures.	500 à 600	d°.
État-Major, bureaux de la Comptabilité, des Etudes, Magasins etc... .	150 à 180	Employés.
Situation totale.....	1.350 à 1.580	

(1) Nos de Janvier, Juillet et Novembre 1882 pour l'atelier des machines ; Août 1884, Janvier 1885, Janvier, Mars, Juin et Juillet 1886 pour les ateliers des wagons.

Voici maintenant quelques détails sur les dispositions générales et l'organisation du travail.

L'orientation de l'est à l'ouest du terrain disponible a permis de n'exposer qu'au nord les surfaces éclairées, et les toits sont à rampants inégaux ou à dents de scie. La lumière diffuse qui pénètre ainsi dans les salles, réfléchi contre des surfaces blanchies, est d'une égalité et d'une douceur extrêmes, et l'absence de rayons solaires directs a de notables avantages.

Les fermes ont, selon les ateliers, 7^m, 12^m,50 et 19^m de portée.

Les chéneaux sont plus nombreux, mais n'occasionnent aucun inconvénient.

Tous les ateliers sont reliés entre eux et avec le magasin par des voies munies de plaques de divers diamètres. Celles de 2 mètres à billes (Système Weickum) et les simples tourniquets rendent de grands services.

1^{er} GROUPE. — Ateliers de réparation des machines. — Le groupe de ces ateliers se compose de 6 bâtiments :

- I. Le montage, les machines-outils et la chaudronnerie.
- II. La forge,
- III. L'atelier des roues,
- IV. La fonderie de cuivre,
- V. La peinture,
- VI. Les bureaux de l'Ingénieur, des études et de la comptabilité.

I. Montage, Machines-Outils et Chaudronnerie. — Le montage forme un rectangle de 98 mètres sur 62^m,10, avec fosse centrale et chariot pouvant donner accès à 28 fosses de 2 machines; mais quelques-unes ont reçu des affectations spéciales, (dodécuple-bascule, établis d'ajusteur) et aujourd'hui 48 machines sont en montage. A chaque extrémité de cet atelier se trouve une aile perpendiculaire; l'aile nord renferme les machines-outils. l'aile sud la grosse chaudronnerie, la chaudronnerie en cuivre et la tôlerie.

Il a paru logique de mettre ces ateliers en communication directe avec le montage, car beaucoup de chaudières sont réparées sur fosse; les pièces de machines brutes de forge ou de fonte s'échangent fréquemment entre les ateliers d'ajustage et de montage et les contre-maitres ont besoin de se concerter entre eux.

La forge, au contraire, peut occuper un bâtiment séparé, qui est placé devant l'atelier des machines-outils avec lequel il a le plus de relations. Le travail des essieux, des roues et des bandages est concentré dans un bâtiment égal à celui de la forge et placé en face de la chaudronnerie.

Quelques détails sur certaines installations devront trouver ici leur place :

a) Dans l'atelier de montage, chaque fosse reçoit deux machines ; l'une d'elles est desservie par le chariot central, l'autre par une voie posée entre les établis d'ajusteurs et les fosses, et cette disposition évite tout retard dans le maniement des essieux et même dans celui des chaudières.

Presque tout le travail d'alésage, de dressage, de perçage et de taraudage se fait sur la machine même par le transport de la force, au moyen de cordes sans fin, en un point quelconque de l'atelier. Les petites machines spéciales mues à la corde, et dont il a été question ci dessus, ont été construites à Hellemmes pour le perçage et le taraudage des entretoises du foyer, pour le dressage des tables de tiroirs et des rebords de boîtes à vapeur, et d'autres machines percent et taraudent tous les trous de longerons, de cylindres, etc. Les meules à affûter marchent également à la corde.

De très sérieuses économies d'argent et de temps sont réalisées par ces procédés peu coûteux.

La machine à vapeur du chariot central porte un treuil qui opère la mise sur fosse des machines, leur entrée à l'atelier de peinture, etc...

b) L'atelier des machines-outils forme un rectangle de 25 mètres de largeur et dont la longueur, après l'agrandissement en exécution aujourd'hui, sera de 82^m,50. La machine " Corliss " qui, avec condensation, développe 150 chevaux indiqués, actionne directement un arbre de commande attaché au mur, de 25 mètres de longueur, et cet arbre transmet par engrenages coniques le mouvement à trois arbres sur lesquels les transmissions intermédiaires prennent leur force motrice. Deux de ces arbres longent les murs, le troisième est attaché aux colonnes supportant les fermes au milieu de l'atelier.

L'une des deux travées ainsi formées est consacrée aux grosses machines qui exigent des grues pour le maniement des pièces. Ces manœuvres, toujours si gênantes et si coûteuses, s'accomplissent de la manière la plus simple par la Grue dite " Ramsbottom " qui peut parcourir toute la longueur de l'atelier et desservir une bande de 4^m de chaque côté. Elle est conduite par un seul homme et peut mettre en quelques minutes un essieu moteur coudé de machine express entre les pointes d'un tour, ou le remettre du tour sur la voie ; l'aide de deux hommes est suffisante. La grue Ramsbottom des ateliers

d'Hellemmes, la première qui ait fonctionné en France, rend de grands services, et son entretien est des plus économiques.

Le système des forets hélicoïdaux et des fraises est très développé à Hellemmes. Le travail à la meule y joue un rôle important, et des machines spéciales y ont été inventées pour rendre circulaires des trous ovalisés, pour réparer l'intérieur des coulisses de distribution, pour dresser les glissières et têtes de piston, les surfaces de frottement des boîtes à graisses, pour polir les axes, pour nettoyer les pièces, etc. etc...

Plusieurs de ces machines font partie de l'Exposition de la Compagnie du Chemin de fer du Nord et sont décrites sommairement, pages 101 à 108. L'emploi de la meule en bois garnie d'émeri, tenu dans une couche de colle forte, s'est montré avantageux sur plusieurs de ces outils. Enfin, nous signalerons la brosse circulaire faisant de 1500 à 2000 tours comme excellente pour le nettoyage des pièces en fer ou bronze. Un atelier spécial en construction, va recevoir toutes les machines à meuler et sera assaini par un ventilateur enlevant sur chaque machine les poussières produites par le travail.

c) La chaudronnerie, bâtiment de 25^m de largeur sur 82^m,00 de longueur est divisée en 2 travées dont l'une renferme tout l'outillage, les forges et leur ventilateur, etc., nécessaires à la réparation des chaudières, à la chaudronnerie de cuivre et à la tôlerie.

Une longueur de 34 mètres est occupée par 8 voies pour tenders, voies aboutissant à un chariot extérieur en communication avec les voies de circulation.

La seconde travée reçoit les chaudières en réparation sur tréteaux, et est desservie sur toute la surface par une grue à treuil.

Un arbre porté par les colonnes des fermes donne le mouvement à toutes les transmissions, et actionne un grand nombre de perceuses et de taraudeuses à la corde, déjà mentionnées plus haut. Elles rendent à la chaudronnerie les plus grands services par la rapidité, l'exactitude et l'économie de leur travail, et par la suppression d'une main-d'œuvre des plus pénibles pour l'ouvrier, le taraudage consciencieux des entretoises dans les foyers.

II. Forge. — Ce bâtiment ayant 45^m sur 25^m renferme une machine à vapeur de 30 chevaux et deux chaudières tubulaires, un marteau à vapeur de 2.500 kilog. pour les grosses pièces et le corroyage des riblons et des bandages usés; ces riblons et bandages sont réchauffés dans deux fours à vent forcé placés dans un hangar annexé, qui contient encore deux chaudières verticales "Field," chauffées par la flamme perdue des fours.

Vingt-neuf feux de forges et dix marteaux à vapeur, une grue en arc de 3000 kil., et d'autres grues et servantes, une scie à chaud complètent l'outillage de l'atelier.

La vapeur de la machine et des pilons est recueillie dans un tuyau unique d'échappement.

Le ventilateur, dont la prise d'air est au dehors, est placé au-dessous du sol et tout à fait silencieux. Il lance le vent dans une conduite métallique verticale de 0^m,80 de diamètre qui se bifurque au-dessous des fermes et par des ramifications, arrive à la portée de toutes les forges. La pression du vent n'est pour ainsi dire pas diminuée dans ce trajet ; les prises pour de nouveaux feux se font avec la plus grande facilité, et le procédé n'offre que de réels avantages

III. Ateliers des roues et bandages. — Cet atelier ayant aussi 45^m sur 25^m renferme sept tours à tourner les bandages des essieux des voitures et wagons. Placés contre le mur ouest, ils communiquent chacun avec le parc aux roues au moyen d'une porte roulante. Les essieux montés arrivent ainsi sur le tour et en sont descendus sans pénétrer dans l'atelier ; la manœuvre est des plus faciles et on gagne de la place dans l'atelier, du temps et de la main d'œuvre. Le procédé n'est applicable qu'aux essieux de support.

Il existe encore trois gros tours doubles et quatre tours simples pour l'alésage des bandages, douze tours pour tourner les essieux bruts, des machines à faire les rainures de clavettes, à percer les bandages, etc., et des presses hydrauliques pour caler les roues sur les essieux.

Une machine à vapeur horizontale, de 30 chevaux, est installée dans le coin sud-est de l'atelier ; elle fait tourner un arbre fixé au pignon, arbre qui en commande deux autres placés le long des murs est et ouest, et sur lesquels sont prises les transmissions intermédiaires.

Le quart de l'atelier est affecté à l'embattage et au désembattage des bandages des roues de machines, tenders et véhicules.

La première de ces opérations se fait au moyen de deux fours dans lesquels les bandages sont chauffés ; des crochets de grues les y introduisent, et les en retirent pour les déposer sur les plateaux.

C'est par un mélange de gaz d'éclairage et d'air, passant dans des tuyaux circulaires, de diamètre convenable, et allumé au sortir de trous percés dans la circonférence intérieure, que le bandage à désembattre est réchauffé, pendant que l'intérieur de la roue est refroidi par de l'eau toujours renouvelée. Le bandage est posé sur un cercle de caoutchouc rond qui fait joint pour empêcher cette eau de s'écouler au dehors.

Un système de grues et de petits chariots, roulant sur des rails fixés aux fermes, facilite toutes les manœuvres.

Nous signalons particulièrement l'appareil très simple dit " basculeur " qui saisit un essieu monté, et qui, suspendu à une grue, permet de l'enlever de la voie, de le placer verticalement sur la plateforme ou sur la cuve, de le descendre sur le bandage ou de l'en retirer, de le manœuvrer enfin en tous sens, sans effort et sans danger, même lorsqu'il ne porte qu'un bandage.

Le basculeur est un grand étrier, dont la traverse horizontale tourne dans des œils qui terminent les branches verticales. A son milieu cette traverse peut recevoir l'essieu, et, lorsqu'il s'y trouve serré à son centre de gravité, il tourne avec la traverse et prend toutes les positions voulues dans un plan vertical. Il y a des basculeurs de plusieurs grandeurs, pour les roues de 2^m,10 jusqu'aux roues d'un mètre de diamètre.

IV. Fonderie de cuivre. — Cette fonderie, de récente construction, est installée d'après les procédés les plus perfectionnés, et satisfait à peu près aux besoins de tous les ateliers de réparations de machines et de wagons pour les tiroirs, coussinets et autres pièces de bronze ou de laiton.

V. Peinture. — L'Atelier de peinture, bâtiment de 25^m,50 de long sur 20^m de large, comprend cinq fosses, auxquelles les machines et tenders sont livrés par un chariot spécial, qui reçoit les machines amenées par le chariot central de montage. L'atelier de peinture est muni d'un système de chauffage très complet.

VI. Bureaux. — Ce bâtiment renferme les bureaux de l'Etat-Major, Ingénieurs, Inspecteurs, le bureau des études et de la comptabilité, la photographie, les modèles, et les archives, etc.; il communique au moyen d'un passage couvert avec l'atelier du montage.

2^e GROUPE. — Ateliers de réparation des Voitures et Wagons.
— Les Ateliers du Matériel Roulant se composent d'un ensemble de voies extérieures, destinées à effectuer le triage des wagons à réparer, et d'un groupe de bâtiments comprenant l'atelier principal, complété par une série d'ateliers et de bâtiments secondaires, groupés de façon à assurer entre eux des relations faciles, savoir : un atelier d'apprentis-ajusteurs; un atelier d'apprentis-menuisiers; une étuve pour fumer les bois; un magasin à bois; un bâtiment com-

prenant la sellerie, l'ébénisterie, la ferblanterie et diverses installations accessoires ; un petit atelier pour le broyage des couleurs ; un parc aux roues, avec un atelier où se fait la vérification des essieux ; un atelier pour le rodage des coussinets et le polissage des fusées, un chantier de démolition, avec fabrication de fagots d'allumage ; un magasin destiné aux ferrures lourdes ; un hangar pour le triage des vieilles ferrures ; enfin, un atelier pour la réparation des bâches.

L'ensemble des voies extérieures se compose de voies d'arrivée, de voies de sortie, et d'un groupe de 5 voies dont deux couvertes par un hangar de 195 mètres de longueur, sur lesquelles s'exécutent les réparations d'entretien courant, qui demandent moins de 12 heures de travail.

Cette installation, toute spéciale, est complétée par plusieurs constructions légères, où se trouvent : le bureau du contre-maitre ; celui du garde-matières distributeur ; un petit magasin pour les pièces de rechange les plus usuelles ; un petit atelier avec un établi, quelques étaux et une forge ; une machine à percer ; un atelier de dégraissage, où est concentré tout ce qui concerne la préparation des tampons graisseurs des boîtes des véhicules sortant de l'atelier ; le petit magasin de ce groupe de petits ateliers s'approvisionne auprès du magasin de l'atelier principal et remplace chaque matin les pièces consommées la veille.

Sur la voie de sortie des wagons réparés est placée une bascule, de la force de 10.000 kilog. sur laquelle sont tarés tous les wagons dont on a changé les pièces lourdes, les essieux notamment.

Les wagons dont la réparation demande plus de douze heures sont introduits dans l'atelier principal.

Enfin, les wagons reconnus irréparables sont dirigés sur les voies du chantier de démolition, où ils sont démolis.

I. Atelier principal.—L'Atelier Principal, d'une surface de 79 ares 27 centiares, ayant 105 mètres de longueur sur 75^m,50 de largeur, couvert par une toiture en dents de scie, avec éclairage au nord, est affecté à la grande réparation des voitures et wagons ; il a, au centre, les bureaux de l'Ingénieur de l'atelier et des employés, l'outillage, une machine fixe, système Corliss de la force de 75 chevaux, alimentée par trois chaudières à vapeur chauffées presque entièrement au moyen des copeaux et des déchets de bois produits par l'atelier, et le magasin, d'où les ouvriers reçoivent à tout instant les matières nécessaires à leurs travaux.

Sur la droite, se trouve un atelier de forge et d'ajustage, comprenant six

feux, 18 étaux d'ajusteurs, des tours, des machines à raboter le fer et quelques outils spéciaux ; plus loin sont disposés 24 établis de menuisiers, une scie circulaire, une varlope mécanique, et sur la gauche, 15 voies de réparation, ayant pour outillage : une fosse à régler les freins, deux fosses à régler le parallélisme des essieux, deux grues pour le levage des caisses des voitures et deux appareils mobiles, établis sur des chariots à bras, qui sont : une pompe pour vérifier l'étanchéité des appareils moteurs des freins à vide et un réservoir d'air comprimé pour vérifier les appareils moteurs à air comprimé, cette vérification étant obligatoire avant la mise en service des voitures.

A l'extrémité ouest de l'atelier se trouve la Peinture, qui peut renfermer 45 véhicules ; il est chauffé au moyen de deux calorifères à circulation d'air chaud, placés dans le sous-sol.

Enfin, sur une surface de 38 mètres sur 19 mètres, sont établies les machines à bois, qui confectionnent mécaniquement la presque totalité des pièces employées dans les réparations. Cette partie de l'atelier est établie sur cave, et c'est dans ce sous-sol que se trouve l'arbre de transmission intermédiaire qui fait mouvoir les machines, au nombre de neuf, savoir :

Une scie à mouvement alternatif, à refendre les madriers pour la confection des frises ;

Une scie circulaire ;

Une scie à ruban à table mobile ;

Une machine à raboter les bois sur les 4 faces, système Frey ;

Deux machines à mortaiser, système Arbey ;

Une machine à raboter, système Gérard ;

Une machine à tenons, système Bricogne ;

Une machine-toupie pour la confection des moulures et des feuillures.

Toutes ces machines sont pourvues d'un aspirateur, qui enlève les poussières et les copeaux, à mesure qu'ils sont produits, et les refoule dans le sous-sol dans une chambre disposée tout exprès, d'où ils sont extraits pour alimenter les foyers des générateurs.

L'atelier est desservi par deux chariots roulants sans fosse, qui se meuvent en travers de l'atelier et coupent toutes les voies. Étudiés spécialement en vue de supprimer les fosses sans empêcher la circulation transversale des véhicules dans l'atelier, les roues de ces chariots roulent dans des rainures de 120 ^m/_m de largeur, pratiquées dans le sol, et les bordures de ces rainures sont disposées de façon à permettre de faire rouler, sur le boudin, les roues des véhicules qui traversent l'espace qu'eussent gêné les fosses.

Le cas a été prévu où une avarie grave survenant à la machine fixe, il serait nécessaire d'y suppléer au moyen d'une locomotive.

A cet effet, au-dessus d'une voie extérieure à l'atelier principal, on a installé une estacade portée par 4 colonnes en fonte, sur laquelle repose, à l'aide de deux paliers, l'extrémité de la transmission principale faisant saillie hors de l'atelier ; et, au milieu de la voie, on a établi une fosse à piquer le feu.

II. Atelier des apprentis-ajusteurs. — L'Atelier des apprentis-ajusteurs prend le mouvement, au moyen d'un câble, sur l'arbre de l'atelier principal. Il a son contremaître, son magasin et un outillage spécial. Ainsi, il possède en son milieu quatre rangées d'établis portant 40 étaux d'ajusteurs, entre lesquels sont disposées 22 machines diverses, savoir : une cisaille multiple à 3 outils, 2 tours à fileter, une machine à raboter, une machine à aléser les coussinets, une machine à mortaiser, 7 machines à tarauder, 9 machines à percer et 4 meules ; et, de plus : 9 feux de forges, un pilon à ressort de 30 kilog. et une machine à souder. La machine à aléser les coussinets et la machine à souder présentent un réel intérêt, parce qu'elles ont été étudiées pour servir principalement à l'entretien des pièces du matériel de la Compagnie. Le bâtiment a 50 mètres de longueur sur 20 mètres de largeur.

III. Atelier des apprentis-menuisiers. — L'Atelier des apprentis-menuisiers contient une scie circulaire et deux meules en grès ; il peut contenir 17 apprentis, lesquels finissent les pièces ébauchées sortant de l'atelier des machines à bois ; il est complété par un magasin où sont rangées et classées les pièces de bois confectionnées. Cet atelier et son magasin constituent un bâtiment de 50 mètres sur 20.

IV. Étuve pour le fumage et fourneau pour le flambage des bois. — Pour que les bois entrant dans la construction des wagons soient parfaitement secs, ils sont, avant leur emploi, fumés et ensuite flambés.

L'étuve pour le fumage des bois a 8^m de longueur, 3^m de largeur et 3^m,30 de hauteur ; elle fournit environ 80 étuvées par an, et le prix de revient du fumage ressort à un peu moins de 3 francs par stère.

A côté de l'étuve est installé un fourneau pour le flambage des bois.

V. Magasin des bois bruts. — Le Magasin des bois bruts a 50^m sur 19.

VI. Ébénisterie, sellerie et ferblanterie. — Le bâtiment qui comprend l'ébénisterie, la sellerie et la ferblanterie est à deux étages et occupe une

surface de 40 mètres de longueur sur 19 de largeur ; il renferme, en outre, les magasins à crin et à garnitures, le dégraissage des boîtes et des ressorts, la remise de la pompe à incendie et le bureau des comptables.

Dans l'atelier de sellerie, le battage des garnitures en drap, des coussins et des tapis est fait mécaniquement à l'aide d'une machine à battre, (1) étudiée et construite de toutes pièces dans les ateliers de la Compagnie.

VII. Atelier de broierie des couleurs. — L'atelier de broierie des couleurs possède deux machines à broyer, système Hermann ; il est divisé en deux parties : le magasin des couleurs et la broierie proprement dite. C'est un bâtiment de 15 mètres sur 7^m,50.

VIII. Atelier annexe du parc aux roues. — L'atelier annexe du parc aux roues, où se font l'équilibrage des roues, l'ajustage des coussinets sur les fusées, et le polissage des fusées, est alimenté par deux voies ; il comprend 7 étaux pour les ajusteurs. Il a 20 mètres sur 7^m,50.

IX. Atelier de démolition. — L'atelier de démolition occupe une surface de 15 mètres carrés ; son outillage se compose d'une forge volante et de deux étaux. Les wagons sont démontés avec soin par deux charrons ; les ferrures et les boulons sont rassemblés, et trois ouvriers nettoient et restaurent ceux que leur état permet d'employer de nouveau.

La fabrication des fagots d'allumage, qui se font avec les vieux bois provenant des wagons, est installée sous un hangar de 6^m de longueur et 5^m de largeur, pourvu d'un petit outillage spécial.

X. Magasin principal et magasin annexe. — Le Magasin Principal occupe, au niveau de l'atelier, une superficie de 344 mètres carrés et est pourvu d'une cave de 182 mètres de superficie.

Le magasin annexe, pour les grosses ferrures, que leur poids ne permet pas de ranger dans les casiers du magasin principal, occupe une surface de 135 mètres carrés. Le chantier pour le triage et le classement des vieilles ferrures provenant des wagons démolis, occupe une superficie de 327 mètres carrés ; il s'y trie et classe, en ferrures réparables ou irréparables, plus de 145.000 kilogrammes par mois.

(1) Voir page 120.

XI. Atelier pour la réparation des bâches. — L'atelier pour la réparation des bâches occupe une surface de 770 mètres, comprend deux séchoirs de 107 mètres carrés de surface chacun. Le plancher sur lequel travaillent les ouvriers voiliers a 528 mètres carrés. Ce plancher est à 0^m,900 au-dessus du niveau des rails, hauteur qui correspond à peu près à la hauteur du plancher des wagons sur lesquels se fait le chargement des bâches.

L'atelier de couture et le sous-sol à deux étages sont chauffés par deux calorifères à circulation d'air chaud, semblables à ceux de l'atelier de peinture ; ils sont installés à l'étage inférieur du sous-sol.

La toiture de l'atelier est construite en dents de scie, avec orientation sur le nord.

Cet atelier livre en moyenne 1200 bâches par mois, à raison de 4 et 5 bâches par jour et par homme.

3^e GROUPE. — Économat. — Le magasin, ayant une surface couverte de 45 mètres de long sur 25 mètres de large, dessert, au moyen d'une grue avec locomobile, un chantier considérable de bandages, tôles, fers, etc., et est relié à tous les ateliers.

Réfectoire. — Le réfectoire donne le repas du milieu du jour à 300 ouvriers environ. Plusieurs conditions sont indispensables pour assurer le succès d'un pareil établissement : d'abord, le bon marché (1), puis la variété des mets, enfin la propreté du service (2).

Ce bâtiment renferme également le service de la lampisterie.

Épicerie, service médical, Logements, etc. — Le magasin des denrées, qui vend au prix du gros les comestibles et l'épicerie, et des maisons d'habitation complètent l'ensemble des ateliers d'Hellemmes.

(1) Toutes les portions sont au prix uniforme de fr. 0.10, sauf le café avec sucre qui est à fr. 0.05.

(2) La substitution de la faïence à la tôle étamée a attiré beaucoup d'ouvriers.

XII. — MACHINE A BATTRE LES TAPIS
ET A BATTRE ET BROSSER LES COUSSINS.

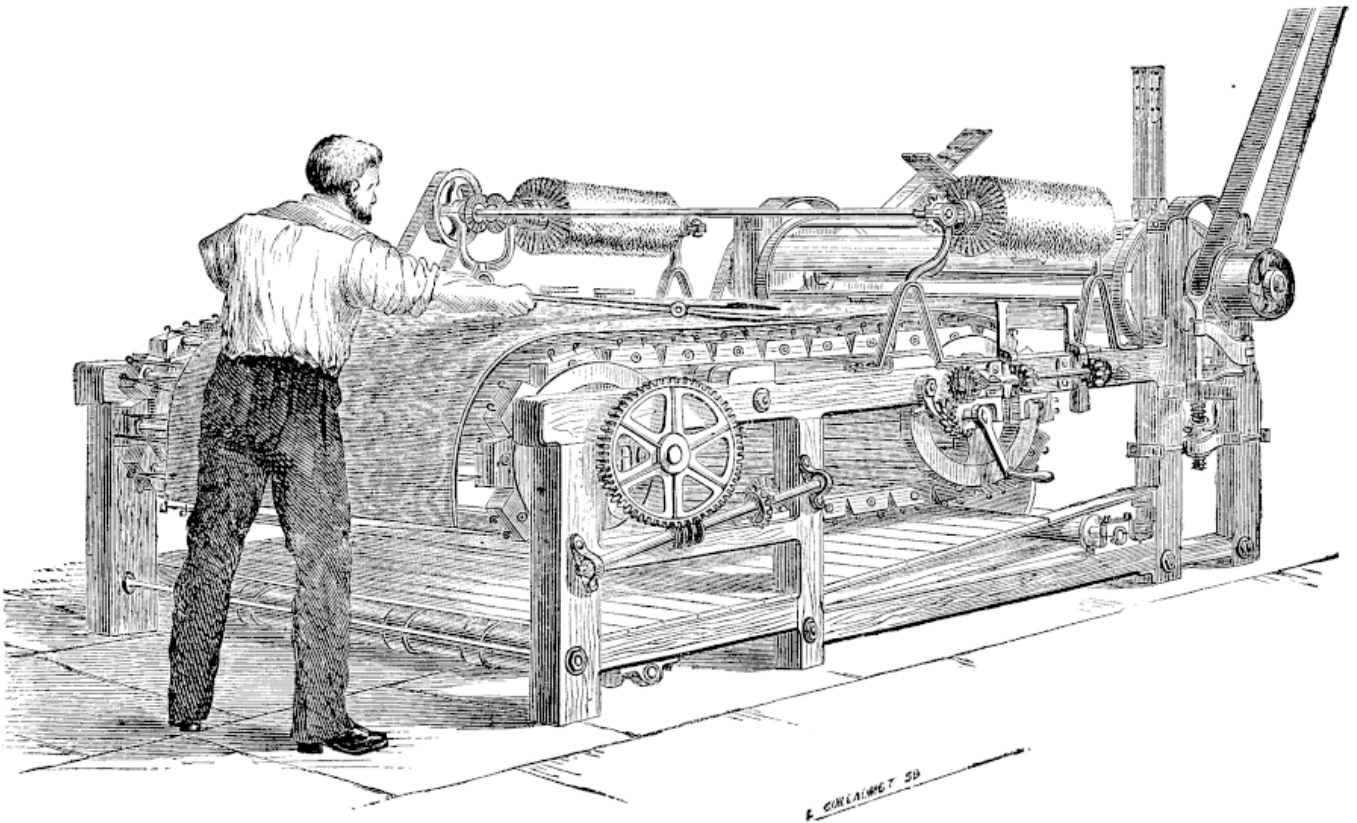


Fig. 20. — Machine à battre les tapis, à battre et à brosser les coussins des voitures de la Compagnie du chemin de fer du Nord
(Dessin de M. Guillaumot).

La machine à battre les tapis et à battre et brosser les coussins des voitures de la Compagnie des Chemins de fer du Nord (fig. 20), est du système rotatif et se compose :

D'un solide bâti de 2^m,60 de longueur, 1^m,30 de largeur et 0^m,90 de hauteur, formé de deux flasques entretoisées qui portent les organes : il est suivi d'un aspirateur de poussière, système Bourdon, mis en communication avec la chambre de la machine.

En arrière du bâti de la machine se trouvent des paliers à coulisse recevant l'arbre d'un tambour métallique de 0^m,250 de diamètre, à la circonférence duquel sont fixés les batteurs, au nombre de douze, diamétralement opposés deux à deux.

Ces batteurs sont formés chacun d'une forte équerre en fer boulonnée sur

le tambour et recevant à son extrémité libre deux bandes solidement serrées entre l'équerre et une contreplaque au moyen de boulons.

La hauteur des paliers, et par suite du tambour, se règle à volonté au moyen de 2 vis avec écrous à mancheron. L'arbre de ce tambour porte, à son extrémité de droite, deux poulies dont une fixe et une folle qui reçoivent le mouvement de l'arbre principal de transmission de l'atelier ; son nombre de tours est de 150 par minute. L'arrêt de la machine se fait au moyen d'une fourchette d'embrayage se manœuvrant par une poignée ; cette fourchette est montée de façon à suivre d'une manière invariable les poulies motrices pendant le règlement de hauteur du tambour.

L'autre extrémité de l'arbre du tambour est munie d'une poulie de commande générale du mécanisme ; elle met en mouvement une poulie double, avec joue au milieu de sa largeur, montée folle sur l'axe d'un rouleau dont les paliers sont fixés sur les traverses inférieures des flasques ; ce rouleau sert à la conduite des tapis ; il reçoit les sangles sans fin destinées au retour de ces derniers ; la deuxième partie de la poulie double commande un cône à deux étages dont la partie centrale du moyeu forme la contrepartie d'un manchon à griffes ; ce cône est monté fou à l'extrémité d'un arbre intermédiaire, au moyen duquel les autres organes de la machine reçoivent le mouvement quand le manchon à griffes, manœuvré par un levier à manette, est embrayé avec le cône. Ce levier à manette est placé à la gauche de l'ouvrier à proximité de sa main.

Les mouvements transmis par cet arbre intermédiaire sont les suivants :

Par une petite poulie fixe, il commande le rouleau de retour des tapis ; placé à l'arrière de la machine, il commande par courroie l'arbre qui actionne les brosses circulaires ; enfin, par une roue d'angle calée à son autre extrémité, il commande une vis sans fin qui met en mouvement deux poulies décagonales destinées à conduire les chaînes sans fin, lesquelles amènent les tapis sous les batteurs. Ces chaînes sont formées de blocs en bois montés à charnières et réunis par des entretoises en fer ; chaque bloc porte deux pitons, leur ensemble se complète par une corde bien tendue passant de l'un à l'autre des pitons.

Nettoyage des coussins. — Les coussins sont à la fois battus et brossés ; à cet effet, ils sont placés sur un plancher transversal, dont la hauteur peut se régler suivant l'épaisseur des coussins, afin d'amener ceux-ci en contact avec les brosses, au moyen d'un double mécanisme à crémaillère composé, de chaque côté du bâti, d'un arbre muni de deux pignons engrenant avec les

crémaillères fixées au support de la planche de façon à mettre ces deux arbres simultanément en mouvement.

La hauteur de la planche est maintenue à l'aide d'une roue à rochet dont le cliquet est à portée de la main de l'ouvrier.

Chaque coussin est frappé par les batteurs quatre fois dans l'espace compris entre les deux brosses, deux fois à l'endroit, deux fois à l'envers, et l'ouvrier les pousse l'un par l'autre afin qu'il n'y ait pas d'arrêt dans la marche de la machine.

Les brosses tournent en sens inverse l'une de l'autre et de façon à ramener la poussière vers l'axe longitudinal de la machine, d'où elle est enlevée par un aspirateur.

Nettoyage des tapis. — Pour le nettoyage des tapis, les brosses ne servent pas; on débraye la courroie qui les commande, on règle la hauteur du tambour portant les batteurs de façon à ce que pendant leur rotation ils frappent parfaitement à plat le tapis; on met ensuite en mouvement les chaînes d'entraînement au moyen de l'embrayage à griffes décrit plus haut.

Chaque tapis, après avoir passé sous l'action des batteurs, est ramené aux pieds d'avant de la machine par les sangles sans fin, où il est repris par l'ouvrier pour être rebattu, s'il y a lieu, ou mis de côté pour être ensuite transporté dans les voitures.

Cette machine est en grande partie enfermée dans une chambre vitrée pour permettre à l'ouvrier de surveiller son travail en étant lui-même à l'abri de la poussière produite par le battage, qui est enlevée au fur et à mesure de sa production par les bouches d'aspiration de l'aspirateur.

Sa production en dix heures avec deux hommes, et pour des pièces chargées de poussière, est de 300 tapis ou coussins, et lorsque les tapis et coussins sont médiocrement sales la production s'élève facilement à 700 par jour.

XIII. — COURS PROFESSIONNELS DU CHEMIN DE FER DU NORD.

Création des Cours. — La Compagnie du Chemin de fer du Nord a organisé des cours professionnels à Paris La Chapelle, en vertu d'une décision du Comité de Direction, en date du 20 Décembre 1882. Ces Cours, établis dans le but de former des ouvriers instruits et habiles à tous les travaux de leur état, sont ouverts exclusivement aux fils des Agents de la Compagnie.

Ils sont entièrement gratuits.

Le nombre des élèves est fixé à quarante, et la durée des Cours à trois ans.

Administration. — Ces Cours sont placés sous la Direction d'un Conseil de Surveillance, composé ainsi qu'il suit :

MM. GRIOLET, Vice-Président du Conseil d'Administration du chemin de fer du Nord.
VALLON, Administrateur de la Compagnie.
Ferdinand MATHIAS, Ingénieur en Chef du matériel et de la traction.
BANDERALI, Ingénieur Chef du service central du matériel et de la traction.
DU BOUSQUET, Ingénieur Inspecteur principal de la traction.
BRICOGNE, Ingénieur Chef du matériel roulant.
SAUVAGE, Ingénieur Principal des ateliers des machines.

Le Conseil nomme les Professeurs, et statue sur l'admission ou le renvoi des élèves.

M. Damour est chargé de l'Administration générale et de la Direction intérieure des Cours.

Les élèves reçoivent gratuitement les fournitures scolaires et les outils du travail manuel à l'atelier.

Ils sont partagés en deux divisions, déterminées par le degré d'instruction. Ils restent dans chacune d'elles pendant dix-huit mois.

Conditions d'admission. — Le recrutement des élèves s'opère tous les ans, par la voie du concours, à époque déterminée. A cet effet, une circulaire est envoyé aux Agents de la Compagnie, pour leur faire connaître la date des examens, et les conditions requises pour y prendre part.

Nul n'est admis à concourir s'il est âgé de moins de 12 ans ou de plus de 15 ans.

Les demandes en inscription sont adressées à M. l'Ingénieur en Chef du Matériel et de la Traction, 78, rue des Poissonniers. Elles sont rédigées sur papier libre, et accompagnées des pièces suivantes :

- 1^o — Extrait de l'acte de naissance.
- 2^o — Certificat de vaccine.

Les parents des candidats sont prévenus du jour, de l'heure et du lieu désignés pour les examens.

Les épreuves sont de deux sortes :

Epreuves écrites.

- 1^o — Une dictée tirée des Auteurs classiques.
- 2^o — Problèmes raisonnés sur les quatre règles.
- 3^o — Exercices spéciaux sur l'addition, la soustraction, la multiplication et la division.

Epreuves orales.

- 1° — Questions sur l'histoire et la géographie de la France.
 2° — Eléments de la grammaire française.
 3° — Principes d'arithmétique et de système métrique.

Programme des Etudes.

MATIÈRES.	2 ^e DIVISION.	1 ^{re} DIVISION.
Grammaire.....	Dictées. Règles grammaticales. Analyses. Exercices de style.	Rédactions diverses. Lettres. Rapports.
Géographie.....	Géographie physique et politique de la France. Etude abrégée des cinq parties du monde.	Géographie générale, industrielle, minière et agricole.
Histoire.....	Abrégé de l'histoire de France jusqu'à nos jours.	Histoire des découvertes scientifiques et industrielles.
Arithmétique....	Les quatre règles et les fractions. Système métrique. Règles commerciales et industrielles. Théorie et problèmes.	Règles commerciales et industrielles. Compléments d'arithmétique.
Géométrie.....	Les deux premiers livres. Mesure des surfaces et des volumes.	Géométrie plane et dans l'espace. Les cinq premiers livres.
Physique.....	Notions élémentaires. Pesanteur. Hydrostatique. Principes d'Archimède.	Notions générales. Chaleur. Electricité et magnétisme. Notions de mécanique.
Chimie.....	Notions préliminaires. Oxygène et hydrogène. Azote. Lois des combinaisons.	Chimie générale et industrielle. Métalloïdes. Métaux.
Machines.....		Machines-outils. Appareils de levage. Machines à vapeur. Locomotives.
Technologie.....		Matières premières. Métallurgie. Matériel fixe et roulant des chemins de fer.
Dessin.....	Tracé géométrique. Dessin à main levée. Notions de dessin linéaire.	Dessin industriel. Croquis d'outils et de machines. Lavis.

Enseignement professionnel. — Il consiste, pour la première année et en tenant compte de la force physique et de l'adresse des élèves, à exécuter progressivement des travaux d'atelier, depuis le dressage d'une règle à la lime jusqu'à la fabrication d'un compas maître de danse.

Dans la seconde année, les élèves commencent par construire un étau à main et finissent par l'exécution d'un chariot de tour. A la fin de cette seconde année ils se livrent à quelques travaux de forge consistant à frapper, conduire le feu, rebattre et forger les burins et autres outils légers, etc. Dans le cours de ces deux années, ils exécutent sur le tour les pièces de détail qui leur sont nécessaires.

A partir de la 3^e année, ils travaillent à des pièces de locomotives telles que bielles, coulisses, boîtes à graisse etc..., ils assistent au montage des machines et au réglage des distributions, enfin ils sont spécialement exercés aux travaux pour lesquels ils montrent une aptitude particulière.

Service sanitaire. — Tous les candidats déclarés admissibles sont soumis à la visite d'un médecin attaché à la Compagnie, qui s'assure de leur bonne constitution.

Ceux qui sont reconnus trop faibles, ou qui ne pourraient sans danger se livrer aux exercices professionnels de l'atelier sont éliminés.

Les travaux manuels développent d'une manière frappante les forces physiques de ces jeunes gens, dont la santé est florissante. La Compagnie leur accorde d'ailleurs gratuitement, comme à ses agents, les soins médicaux.

Compositions. — Le zèle et l'activité des élèves sont stimulés par de fréquentes compositions hebdomadaires et mensuelles.

Les compositions générales ont lieu à la fin de l'année scolaire.

Les notes de la conduite, des leçons et des devoirs de chaque jour, sont réunies à celles des compositions, et servent de base à un classement définitif par ordre de mérite et de capacité.

Les élèves les plus avancés de la deuxième division passent à la division supérieure.

Les autres recommencent les cours de la première année.

Examens de sortie. — Indépendamment des compositions générales et mensuelles faites par les professeurs de l'école dans leurs divisions respectives, les élèves passent chaque année des examens généraux sur les différentes branches des Cours.

Les notes attribuées à chacun des élèves, et spécialement à ceux qui sortent, sont une des bases essentielles pour l'obtention du certificat d'études.

Certificat d'apprentissage. — Les élèves qui ont suivi régulièrement pendant trois ans les Cours professionnels de l'école et de l'atelier, et qui ont satisfait à toutes les conditions imposées par le règlement et les programmes, reçoivent un certificat d'études.

La Compagnie du Chemin de fer du Nord les admet dans ses ateliers, à titre d'agents salariés, au fur et à mesure des besoins du service.

Mais comme elle n'exige à l'entrée aucun contrat d'apprentissage, les élèves ne sont liés, à la fin de la période triennale, par aucune sorte d'engagement.

Récompenses. — Des récompenses, consistant en volumes et en livrets de caisse d'épargne donnés par la Compagnie du Chemin de fer du Nord, sont distribués chaque année aux élèves les plus méritants.

Des livrets de caisse d'épargne sont aussi décernés aux ouvriers, c'est-à-dire aux anciens élèves qui se font remarquer par leur bonne conduite, à la condition expresse qu'ils aient travaillé, durant une année entière, le lundi de chaque semaine et le lendemain des jours fériés.

Résultats. — Depuis le 15 Janvier 1883, date de l'ouverture de l'école professionnelle, cent dix-sept élèves ont été admis à en suivre les cours.

Sur ce nombre, 57 ont terminé leurs études et ont reçu le certificat d'études, 11 ont été obligés de quitter la Compagnie après quelques semaines d'essai, parce qu'ils n'étaient pas assez forts pour le maniement des outils, et 40 suivent actuellement les cours.

La plupart de ceux qui ont obtenu le certificat d'études ont été admis au service de la Compagnie.

Quelques-uns se sont fait des positions très honorables dans divers ateliers de l'industrie privée. Mais lorsqu'ils témoignent le désir de rentrer au service de la Compagnie du Chemin de fer du Nord, ils sont admis de préférence aux étrangers.

III. — SERVICE DES TRAVAUX ET DE LA SURVEILLANCE DE LA VOIE.

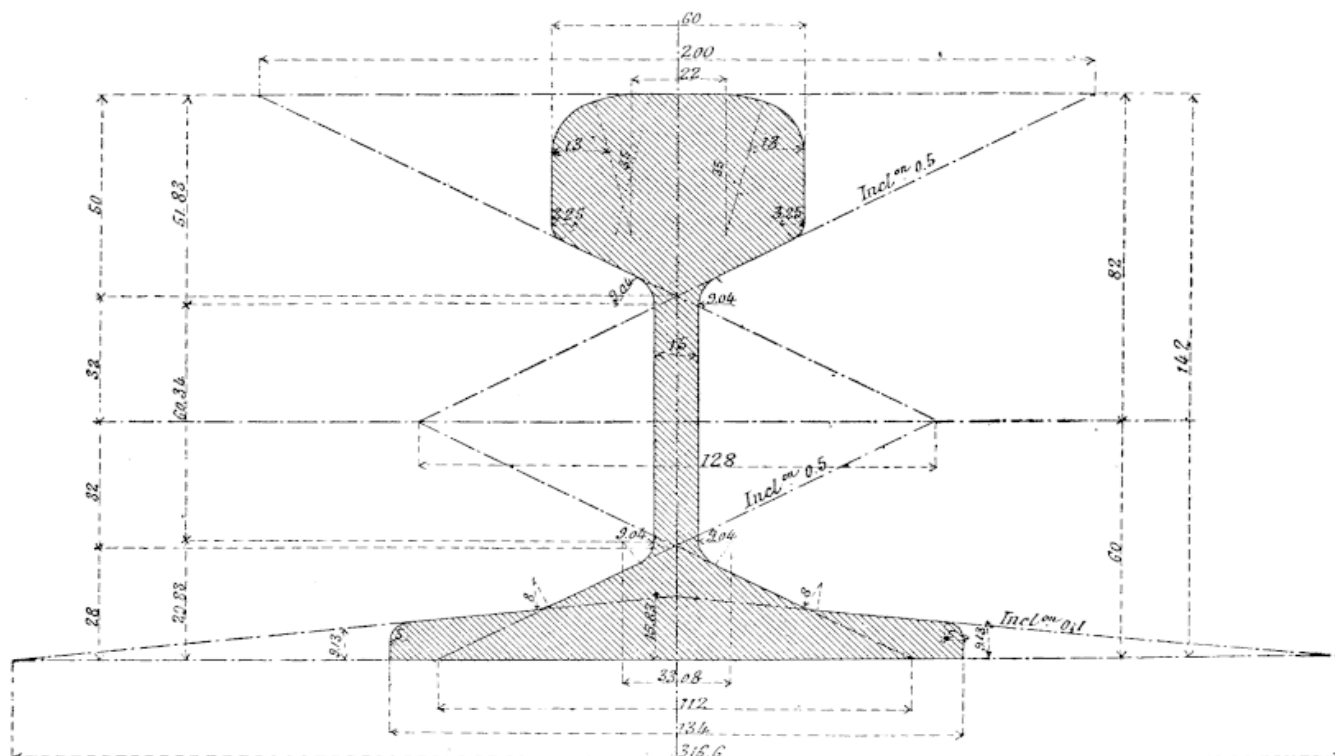
ENGINS ET APPAREILS EXPOSÉS.

1° Eléments de pose de voie en rails de 43 kilog. en acier. — 2° Appareil de dédoublement d'une voie étroite intercalée dans une voie normale. — 3° Plaque tournante de 14^m00 pour locomotives. — 4° Chariot transbordeur pour voitures ou wagons. — 5° Appareil d'enclenchement à cinq leviers. — 6° Treuil enclenché pour manœuvre de barrière actionnée à distance. — 7° Leviers enclenchés avec appareil retardateur. — 8° Signal d'arrêt à montant unique avec verrou de calage. — 9° Appareil à transmissions multiples avec désengageur circulaire. — 10° Indicateur tournant de bifurcation. — 11° Poteau indicateur d'arrêt des machines. — 12° Indicateur de direction à bras horizontal. — 13° Indicateur de position d'aiguille en pointe. — 14° Signal d'arrêt monté sur potence métallique. — 15° Compensateur du type réduit pour transmission de disque à fil unique. — 16° Compensateur pour transmissions d'aiguilles à deux fils. — 17° Verrou-aiguille actionné par transmission rigide. — 18° Verrou à ressort actionné par transmission par fils.

I. — VOIES EN RAILS DE 43^{kg.} 215.

Divers types de voies. — La compagnie du Nord a étudié et commence à mettre en service, au fur et à mesure des besoins de l'entretien et du renouvellement des rails sur ses lignes parcourues par les trains rapides, un nouveau rail (fig. 21) du poids de 43^k,215, par mètre, aux lieu et place du rail

Fig. 21. — Rail de 43 kil. 215.



Vignole en acier pesant 30 kilogr. le mètre courant, maintenu sur ses autres lignes.

La comparaison des conditions de résistance de ces rails est établie par le tableau ci-dessous :

CARACTÉRISTIQUES DES RÉSISTANCES.	MODÈLES	
	43k 215	30k.300
Moment d'inertie dans le sens vertical I_v	0,00001466	0,00000795
$\frac{I_v}{v}$ des fibres extrêmes du sommet.....	0,0001971	0,0001291
$\frac{I_v}{v'}$ des fibres extrêmes du patin	0,0002169	0,0001253
Moment d'inertie dans le sens horizontal I_h	0,000002851	0,00000107
$\frac{I_h}{v^1}$ des fibres extrêmes du champignon.....	0,00009506	0,000038
$\frac{I_h}{v'^1}$ des fibres extrêmes du patin.....	0,00004256	0,0000219

Les rails de 43 k. reposent, comme ceux de 30 k. sur des traverses en bois, par l'intermédiaire de plaques de feutre goudronnées de 0^m,005 d'épaisseur, de 0^m,20 de longueur et d'une largeur égale à celle du patin du rail; ces feutres convenablement serrés et reserrés dans les premiers temps de la pose empêchent le sable et l'humidité de pénétrer dans l'entaille des traverses.

Les rails de 43 k. ont 12 m de longueur; leurs joints sont posés en porte-à-faux et concordants. On emploie dans les courbes des rails de 11^m,91 pour racheter la différence de développement des deux files de rails.

Les traverses en bois qui supportent les rails de 43 k. sont de forme équarrie ou à plateaux; la largeur des traverses ordinaires en bois a été portée à 0^m,26 au minimum. Le bourrage étant pratiqué uniquement sur environ 0^m,40 de chaque côté de l'axe longitudinal du rail, la surface utile d'appui de ces traverses sur le ballast est de $0,26 \times 0,40 \times 4 = 0^{\text{m}^2},4160$ centimètres carrés.

Les traverses à plateaux sont composées d'une membrure de 2^m,30 $\times$ 0^m,20 $\times$ 0^m,11 et de 2 plateaux de 0,40 $\times$ 0,75 $\times$ 0,045 fixés vers chaque extrémité de la membrure. La surface utile d'appui sur le ballast est égale à celle des plateaux soit $0,40 \times 0,75 \times 2 = 0^{\text{m}^2},6000$ centimètres carrés.

Pour s'opposer au déplacement latéral de la voie, on relie les traverses voisines du joint, de même que celles des milieux de rails par deux petits

madriers de 0^m,10 de hauteur sur 0^m,05 ou 0,06 d'épaisseur que l'on fixe aux abouts de ces traverses.

L'espacement des traverses des voies en rails 43 k. a été calculé de façon à égaliser à peu près la fatigue de chacune d'elles d'après la vitesse ordinaire des trains circulant sur les différentes parties du réseau.

On a été ainsi amené à poser :

12 traverses par longueur de rail sur les points où la vitesse réelle des trains ne dépasse jamais 80 kilomètres à l'heure.

13 traverses sur les points où cette vitesse varie de 80 à 95 kilomètres ; enfin 14 traverses sur les points où la vitesse dépasse même accidentellement 95 kilomètres à l'heure.

Toutefois la distance entre les traverses voisines des joints de rails est invariablement de 0^m,70 d'axe en axe.

Le glissement des rails, dans le sens de leur longueur, est empêché au moyen d'encoches pratiquées aux extrémités des éclisses qui viennent buter contre la tête des tirefonds.

II. — APPAREILS DE DÉDOUBLEMENT D'UNE VOIE ÉTROITE INTERCALÉE DANS UNE VOIE NORMALE.

Depuis que la gare de Noyelles est devenue gare de tête des lignes à voie étroite de Noyelles au Crotoy et à Cayeux, la ligne de Noyelles à St-Valery, établie d'abord avec voie de 1^m,45 de largeur, a dû recevoir entre les rails de l'ancienne voie les deux rails de la voie étroite (1 m. de largeur) de Noyelles à Cayeux, en sorte que, les axes des deux voies se confondant, les véhicules de l'une ou de l'autre largeur pussent être remorqués indistinctement par les machines circulant sur l'une ou l'autre des deux voies.

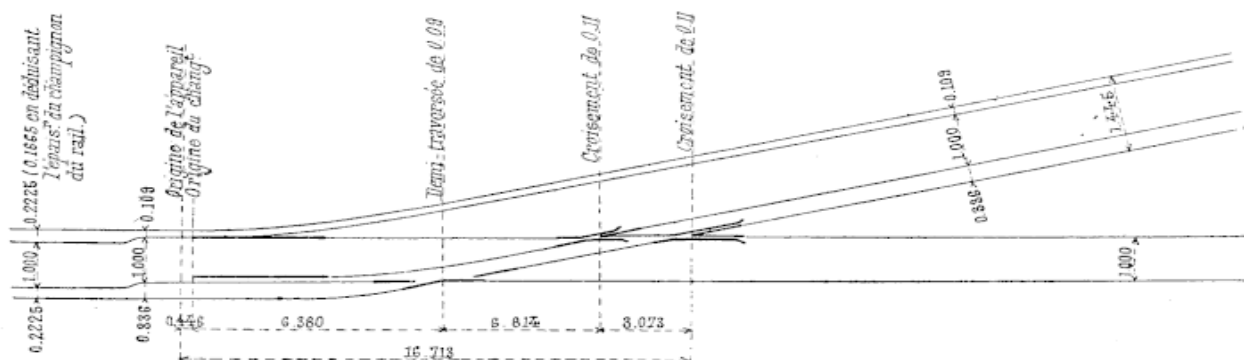
Cette disposition a nécessité, pour la pénétration et la sortie de la voie étroite, l'étude de l'appareil spécial exposé, construit tout entier en rails du modèle Nord.

Lorsque les deux voies sont posées sur le même axe, la distance entre les bords des champignons des deux voies, n'est que de 0,1665. Cette cote réduite serait une difficulté pour la sortie de la voie étroite, dont le croisement avec la voie large se ferait sous un angle trop aigu, avec ornière très allongée, au passage de laquelle les véhicules seraient difficilement guidés.

Pour atténuer cet inconvénient dans la limite du possible, on a dû donner plus de champ à la courbe de sortie, en rapprochant la voie étroite du rail

de la voie large du côté opposé au croisement (fig. 22). On arrive ainsi à obtenir un angle de $\text{tg } 0,09$, sans toutefois décentrer la voie étroite, au point de

Fig. 22. — Epure du dédoublement.



compromettre le contact des tampons, entre les véhicules qui suivent la voie étroite et ceux qui suivent la voie large ; on laisse d'ailleurs, du côté où a lieu le rapprochement des rails, une ornière de $0,053$ suffisante pour le passage des bandages circulant sur la voie large.

III. — PLAQUE TOURNANTE DE 14 MÈTRES DE DIAMÈTRE.

Description. — Cet appareil est établi pour tourner les plus longues locomotives en usage sur le réseau du Nord, et desservir les rotondes destinées au remisage de ces machines.

Une plaque de ce type comprend une partie fixe et une partie mobile.

1^o Partie fixe. — Un cuvelage en maçonnerie borde la fosse destinée à recevoir l'appareil ; il est établi, au centre de la fosse, un pivot dont la tête, en forme de crapaudine, supporte le milieu de la plaque. Ce pivot s'enclasse dans un support en fonte scellé sur un massif en maçonnerie.

Un chemin de roulement en acier fondu, sur lequel s'appuient les galets d'orientation de l'appareil, règne au pourtour et au fond de la fosse ; son rayon moyen est de $6^{\text{m}},25$ et son niveau est en contrebas de $1^{\text{m}},260$ par rapport à celui des voies rayonnantes. Ce chemin repose sur de la pierre de taille à laquelle il est fixé par des boulons de scellement.

Une crémaillère en fonte formant un point d'appui continu pour le pignon qui provoque la rotation de la plaque, est disposée et scellée à la périphérie des maçonneries de la fosse.

2^o Partie mobile. — Le pivot reçoit, par l'intermédiaire d'un grain en

acier, la pression de la partie centrale de la plaque, qui est constituée comme il suit :

Deux poutres principales parallèles, espacées de 1^m,500 d'axe en axe, supportent les rails de la voie destinée à recevoir les machines à tourner.

Ces poutres sont reliées entre elles par huit entretoises dont deux, placées près du centre, reçoivent un moyeu en fonte muni de six boulons de suspensions de 60^m/_m de diamètre, lesquels reportent la charge sur le pivot par l'intermédiaire d'un chapeau en fer, et permettent de régler le niveau de la plaque et compenser le jeu produit par l'usure ; deux des entretoises sont placées vers la partie intermédiaire ; les quatre autres sont fixées vers les extrémités des poutres. Des supports à paliers sont disposés, sur les poutres, au droit des entretoises extrêmes, et sont munis de galets roulant sur le chemin établi dans la fosse.

Un parquet, composé de panneaux en tôle striée, recouvre toute la surface comprise entre ces poutres.

Deux poutrelles transversales, écartées aussi de 1^m,500 et maintenues par des entretoises, sont disposées transversalement de chaque côté des poutres principales, sur lesquelles elles s'appuient d'un bout, en reposant, de l'autre extrémité, sur des supports munis de galets de roulement.

Ces poutrelles reçoivent chacune un treuil à engrenages, qui actionne un pignon agissant sur la crémaillère fixée au cuvelage, pour produire le mouvement d'orientation de la plaque ; l'un des deux treuils est mû par une locomobile de deux chevaux disposée à cet effet sur l'appareil ; l'autre treuil est muni de manivelles à bras, pour permettre l'utilisation de la plaque en cas d'avarie à la locomobile.

Un débrayage à main est porté par chacun des deux treuils pour permettre d'engager l'un des pignons avec la crémaillère, et de dégager l'autre engrenage, suivant que l'on veut manœuvrer avec l'un ou l'autre des treuils.

En dehors de la voie placée sur la plaque et des tôles striées abritant les engrenages des treuils, un platelage en bois de 50^m/_m, formé de panneaux mobiles recouvre toute la charpente de l'appareil.

Un abri métallique, couvert en voligeage et zinc, garantit la locomobile et le conducteur contre les intempéries atmosphériques.

Effort d'orientation. — Sous la charge de l'une des plus lourdes machines du Nord attelée à son tender, l'effort utile à exercer sur les dents de la crémaillère, pour produire la rotation de l'appareil, est de 1345 kilogrammes ; cet effort peut être exercé soit par l'intermédiaire de la machine locomobile, soit par l'action de quatre hommes agissant sur les manivelles.

Ecrasement du pivot. — Le maximum de charge supporté par le grain d'acier du pivot se produit lorsqu'une machine forte rampe, à essieux rapprochés, est placée au milieu de la plaque, et la résistance à l'écrasement qui en résulte sur la surface de contact de ce grain a pour valeur :

$$R = \frac{60400}{\pi \cdot 160 \frac{2}{3}} = 3^k000 \text{ par millimètre carré.}$$

Poids de l'appareil. — Partie fixe :

Pivot et son plateau	1.429 ^k .	} 13.900 ^k .
Chemin de roulement	8.480	
Crémaillère.....	3.991	

Partie mobile :

Charpente métallique.....	20.586	} 49.653
Rails de la voie.....	840	
Tôle striée.....	1.362	
Partie mécanique	15.665	
Locomobile.....	4.000	
Platelage 8 ^m 3 × 900 ^k	7.200	
Poids total.....		<u>63.553^k.</u>

IV. — CHARIOT TRANSBORDEUR DE 6^m,50 DE LONGUEUR, AVEC PALIERS A CHAPELETS, MANŒUVRÉ A BRAS OU PAR UNE MACHINE DE MANUTENTION.

Cet appareil a été établi pour transborder les divers types de voitures, et notamment celles à grand écartement d'essieux (5^m50), qui ne peuvent tourner sur les plaques de 4^m80 qui existent sur le réseau du Nord.

L'installation d'un semblable chariot comprend :

- 1° L'appareil proprement dit ;
- 2° Son chemin de roulement.

1° **Appareil proprement dit.** — L'appareil se compose de deux chevalets en acier de 500×60, espacés de 5^m30 d'axe en axe, sur lesquels sont rivées transversalement deux poutrelles en fers cornières, reliées entre elles par un parquet en tôle striée. Ces dernières supportent deux fers rectangulaires de 6^m50 de longueur, et de 0^m060 de largeur, espacés de 1^m500 d'axe en axe, servant de rails à la voie de l'appareil, et ayant leur niveau à 130 millimètres au-dessus des voies ; ils sont rabotés à leur partie supérieure suivant l'inclinaison des bandages, et sont terminés, à leurs extrémités, par des aiguilles mobiles reliées, deux à deux, par une armature en tôle striée.

Les aiguilles sont maintenues relevées par des ressorts à lames plates fixées.

d'un bout, sur le parquet de l'appareil, au moyen de collier et de vis de réglage. La position supérieure de ces aiguilles est limitée par un taquet d'arrêt placé en prolongement des poutrelles de la voie.

L'ensemble du tablier est supporté par 8 galets en acier, de 380 ^m/_m de diamètre, placés deux par deux et reportés à l'extrémité des chevalets pour dégager les pièces basses qui existent entre les roues des wagons ; ils sont établis en quinconce, pour éviter la présence simultanée de deux galets du même groupe dans une même ornière de la voie. Les axes en sont parallèles, et les fusées tournent librement dans des supports, munis de colliers de galets, qui diminuent sensiblement les résistances au roulement de l'appareil.

La direction du chariot est assurée par quatre petits galets-guides placés à chaque extrémité des chevalets, et dont le voile s'engage entre les bords des rails accouplés du chemin de roulement.

Pour maintenir ou arrêter le chariot au droit d'une voie, des verrous basculeurs sont fixés au chemin de roulement. Lorsqu'ils sont levés, ils viennent buter contre des oreilles portées par les chevalets. Ces verrous doivent être renversés pour permettre le déplacement de l'appareil.

2° Chemin de roulement. — Le type de chemin de roulement employé dans les gares terminus, est en rails Vignole 30 k., accolés deux à deux, posés sur traverses.

Cette disposition permet un roulement doux de l'appareil, et ne donne lieu qu'à un faible entretien. Elle facilite en outre l'application d'une voie ordinaire, placée dans l'axe du chemin de roulement et destinée à la manœuvre de l'appareil au moyen d'une machine de manutention ; à cet effet, de chaque côté des poutrelles de la voie du chariot sont installés des crochets munis de ressorts Belleville, auxquels vient s'atteler une barre spéciale de traction portée par la machine.

Les données principales relatives à cet appareil sont celles qui suivent :

Longueur de la voie du chariot.....	6 ^m 500
Hauteur de la voie d° au-dessus des rails..	0 ^m 130
Longueur totale en dehors des aiguilles.....	9.300
Hauteur totale du tablier.....	0.225
Longueur d'axe en axe des galets-guides.....	3.310
D'axe en axe des chevalets.	5.300
Poids du chariot.....	5.000 k.
Poids du véhicule à transborder.....	12.000 k.
Poids total du chariot chargé.....	17.000 k.
Effort approximatif au roulement sous charge.....	120 k.
Nombre utile d'hommes (minimum).....	6
Vitesse de translation sous charge, environ.....	0 ^m 50 p. 1".

Pour faire monter sur l'appareil un wagon de 12 tonnes, il faut 6 hommes qui commencent à lancer ce wagon à 10 mètres de l'appareil pour lui faire franchir les aiguilles.

Les manœuvres se font très rapidement lorsqu'on emploie une machine de manutention.

V. — APPAREIL D'ENCLENCHEMENT A 5 LEVIERS.

L'ensemble du mécanisme repose sur un bâti en fonte, d'une seule pièce, portant les axes et les secteurs des leviers de manœuvre, de même que des paliers et des glissières, pour les arbres et les tringles que ces derniers actionnent.

Les leviers portent chacun leurs axes et peuvent être établis, ajoutés ou remplacés, indépendamment les uns des autres.

Chaque levier actionne une glissière, qui, elle-même, par l'intermédiaire d'une came, actionne un arbre tournant transversal.

Ces arbres actionnent des verrous verticaux qui, par leurs relations avec des trous ménagés dans les glissières, permettent de réaliser les diverses combinaisons d'enclenchements.

VI. — TREUIL ENCLENCHÉ ACTIONNANT UNE BARRIÈRE A PIVOT MANŒUVRÉE A DISTANCE AU MOYEN D'UNE TRANSMISSION PAR FILS.

La barrière, à l'état normal, est sollicitée à la fermeture par un contre-poids de rappel, que l'on soulève lorsque la traction, exercée sur le fil de transmission, provoque l'ouverture du vantail.

Le treuil se compose de deux flasques réunies par des entretoises et portant une poulie dentée, avec gorge d'enroulement, actionnée par un pignon monté sur l'arbre d'une manivelle.

Cette poulie porte un large rebord percé d'un trou dans lequel, à l'état normal, pénètre un verrou vertical qui s'oppose au mouvement de la poulie.

Ce verrou est lui-même enclenché par une glissière actionnée du poste.

Lorsque le jeu de l'ensemble des leviers doit permettre l'ouverture de la barrière, la glissière présente un trou dans le prolongement du verrou, qui peut être abaissé ; il permet alors la rotation de la poulie, et par là même, l'entraînement de la chaîne de manœuvre qui s'enroule sur la gorge.

Tout commencement de rotation dans la poulie, déplaçant le trou, pratiqué dans le rebord, et dans lequel on peut faire remonter le verrou, enclenche

réciproquement les leviers du poste qui ont concouru au dégagement de la glissière.

Il est donc nécessaire de fermer à nouveau la barrière pour remettre les choses à l'état normal.

VII. — APPAREIL RETARDATEUR POUR LA MANŒUVRE DES DISQUES A DISTANCE.

(Pl. 6, Fig. 1 à 3).

Cet appareil est ajouté sur l'un des deux leviers d'un élément de bâti, pour poste d'enclenchement, établi aux abords d'un pont tournant.

L'un des deux leviers représente celui qui actionne un disque à distance protégeant l'arrivée à un pont tournant ; le second, relié par enclenchement avec le premier, est celui qui actionne les verrous du pont mobile ; c'est ce dernier qui est muni de l'appareil, dit retardateur, ayant pour but d'assurer un espace de temps suffisamment long, entre le moment où l'on ferme le disque avancé, et celui où l'on peut enlever les verrous du pont. Ce temps doit être celui nécessaire pour qu'un train, de vitesse ordinaire, ayant déjà dépassé le signal, quand ce dernier est mis à l'arrêt, ait eu le temps de franchir le pont avant que l'on ait pu procéder à l'enlèvement des verrous.

Ces deux leviers sont l'un et l'autre du type Saxby, avec manettes actionnant les engins d'enclenchements, réalisés de telle sorte que la manœuvre du disque doit toujours précéder celle du verrou du pont.

Une fois le disque mis à l'arrêt, la manette du levier du verrou devient libre et permet de produire un mouvement élémentaire, dont le seul but est de rendre libre un petit levier qui produit la mise en marche de l'appareil retardateur.

Cet appareil commande une tringle à ressort dont l'extrémité pénètre dans une encoche, ménagée sur le secteur fixe, et s'oppose ainsi au mouvement du levier de verrou, qui ne peut être actionné qu'après relèvement de la tringle.

Cette pièce porte, à cet effet, un bouton qui reçoit l'action d'une came montée sur une roue actionnée par une vis sans fin, commandée par un levier à cliquet.

Le pas de la vis sans fin et l'amplitude de mouvement du levier à cliquet, sont combinés de telle sorte que, moyennant deux battements environ par seconde, il s'écoule nécessairement trois minutes, au moins, pour dégager la tringle de son encoche et permettre la manœuvre du levier, ce dont on est averti par la sonnerie d'un timbre fixé sur l'appareil.

Par contre, le levier renversé peut être immédiatement ramené dans sa

position primitive ; quatre ou cinq battements du levier à cliquet suffisent pour faire ensuite retomber la tringle dans son encoche, d'où elle chasse un taquet qui maintenait enclenché le levier du disque dans sa position renversée. Ce complément d'opération est donc nécessaire pour que l'on puisse ramener le signal à voie libre ; il s'oppose à ce que l'aiguilleur abandonne la tringle relevée pour ne pas avoir à renouveler l'opération du relèvement, lors de la manœuvre suivante.

VIII. — SIGNAL D'ARRÊT A MONTANT UNIQUE AVEC VERROU DE CALAGE.

1° Signal proprement dit. — Le signal est porté sur un montant constitué par deux fers en U réunis, par des entretoises formant échelons, et s'implantant dans le sol où ils sont maintenus par un plateau fixé à la base et une collerette en cornières à 0^m,10 au-dessous du niveau du sol.

Les deux fers du montant servent également de guides au porte-lanterne.

L'appareil est caractérisé par l'adaptation du contrepoids de rappel sur le montant lui-même, qui le supporte par l'intermédiaire d'une console en fonte.

2° Appareil de verrouillage automatique. — Ce dispositif a pour but essentiel de s'opposer à la rotation de l'appareil sous l'action du vent. Comme avantage auxiliaire, il s'oppose à ce que l'appareil, manœuvré avec violence, ne rebondisse sur son butoir, pour conserver ensuite une position anormale.

Cet engin s'ajoute à la partie inférieure du montant.

Il se compose essentiellement d'une poulie avec rebord, calée sur un arbre vertical et portant un manneton recevant l'extrémité d'une bielle de manœuvre, qui actionne le signal par l'intermédiaire d'une manivelle calée sur le mât.

Le rebord de cette poulie porte deux encoches dans lesquelles, suivant la position du disque, pénètre successivement l'extrémité d'un verrou, oscillant sur un point fixe, et pouvant ainsi caler l'appareil dans chacune de ses deux positions.

Une seconde poulie, superposée à la première, et non calée sur l'arbre vertical, reçoit l'attache du fil de transmission.

Elle porte à sa partie inférieure un butoir, terminé par deux plans inclinés, qui se meut dans une ouverture pratiquée à la périphérie de la poulie inférieure, et d'une ouverture dépassant celle du butoir de la longueur de l'un des deux plans inclinés.

Quand la poulie supérieure est actionnée par le fil de transmission, elle décrit, tout d'abord, un élément de circonférence, sans entraîner la poulie

inférieure ; mais pendant lequel le plan incliné agit sur le verrou qu'il dégage de l'encoche ; le butoir arrive alors appuyer sur une saillie, et le complément de rotation entraîne l'autre poulie et, par là même, le signal, qui décrit un quart de tour, après lequel le verrou, rendu libre, retombe dans la seconde encoche.

Le mouvement inverse ramène et cale le signal dans sa première position.

IX. — APPAREIL A TRANSMISSIONS MULTIPLES AVEC DÉSENGAGEUR CIRCULAIRE.

Fig. 23. — Désengageur circulaire.

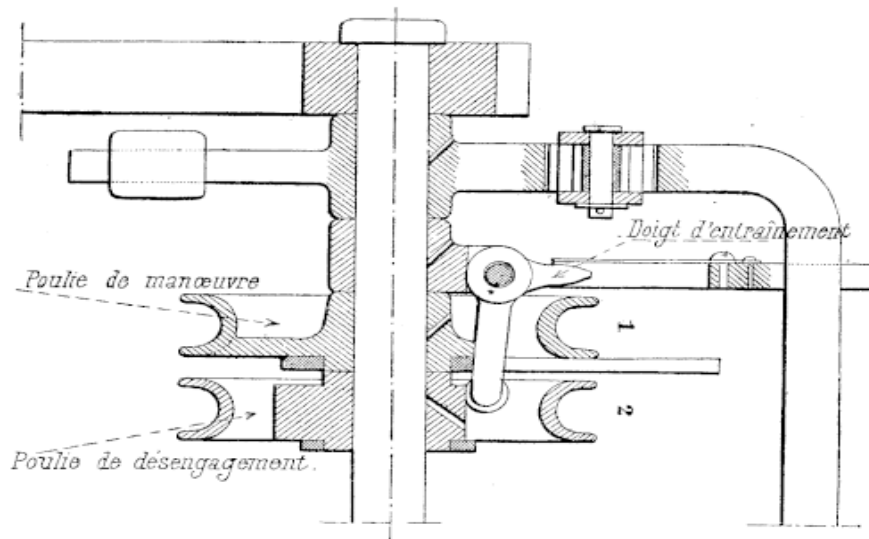


Fig. 24.

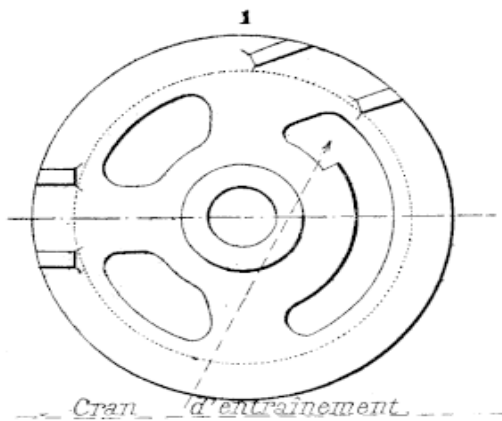
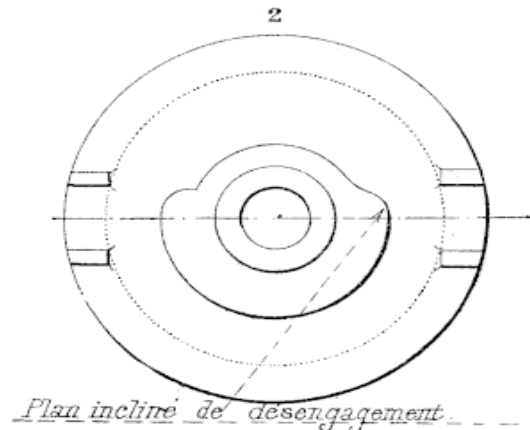


Fig. 25



Cet appareil permet d'actionner un signal d'arrêt, au moyen d'un nombre quelconque de leviers qui peuvent être répartis en divers points d'une même gare.

Le désengageur permet de neutraliser l'action de l'un ou de plusieurs de

ces leviers ; il peut être simple ou multiple et actionné d'un point quelconque à protéger.

L'appareil à transmissions multiples est surtout caractérisé par un vilebrequin relié au disque dont le contrepoids assure la mise à l'arrêt.

Ce vilebrequin peut être tiré à voie libre par une série de doigts, fixés sur des poulies à gorge, en nombre égal à celui des transmissions, groupées sur un même axe et recevant une attache des chaînes de manœuvre, rappelées chacune par un contre-poids suspendu entre les flasques qui portent l'ensemble de l'appareil.

Quand l'une des transmissions est commandée par un désengageur, l'attaque entraîne le concours de trois organes distincts. Un doigt isolé, fixé sur l'axe des poulies et portant un taquet d'entraînement, traverse deux poulies voisines et juxtaposées.

La première des deux poulies est celle actionnée par la transmission du signal ; elle comporte une rainure avec cran d'entraînement dans lequel pénètre le taquet.

La poulie du signal, lorsque le taquet est appuyé dans l'encoche, entraîne donc le doigt, qui fait ainsi mouvoir le signal.

La seconde poulie est celle du désengageur et reçoit l'action d'une transmission spéciale : elle comporte également une rainure formant plan incliné, sur lequel s'appuie l'extrémité du taquet.

Si ce plan incliné permet au taquet de pénétrer dans le cran de la première poulie, l'appareil est en prise et peut être manœuvré ; si, au contraire, en relevant l'extrémité du taquet, ce dernier sort du cran, le jeu de la première poulie est annihilé, et le désengagement a lieu.

Si la manœuvre du désengageur a lieu pendant la mise du signal à voie libre, ce dernier n'est plus maintenu dans cette position et retombe à l'arrêt.

L'ensemble de l'appareil peut recevoir l'action d'un nombre quelconque de leviers, avec ou sans désengageur pour chacun d'eux.

X. — INDICATEUR TOURNANT DE BIFURCATION, ÉCLAIRÉ PAR TRANSPARENCE.

Cet appareil comporte un montant vertical et un contrepoids de rappel absolument semblables à ceux employés pour le disque à montant unique.

Toutefois le mât qui porte le voyant est supporté, par l'intermédiaire de consoles, à une distance suffisante du montant, pour permettre la rotation du voyant, devant une lanterne spéciale d'assez grandes dimensions.

Le voyant affecte l'apparence d'un damier vert et blanc, obtenu par l'emploi

de verres dépolis, avec lesquels, seuls, on obtient une répartition sensiblement uniforme de la lumière sur la surface du voyant.

La lumière donnée par les parties blanches, a dû être notablement atténuée, pour laisser apparaître convenablement celle émise par les parties vertes.

Ce résultat a été obtenu, d'une part, en constituant les parties blanches au moyen de deux verres juxtaposés, tous deux dépolis sur la face intérieure ; quant à la partie verte elle comprend un verre vert non dépoli, doublé par un second verre blanc, dépoli sur la face intérieure.

Ces verres sont soigneusement mastiqués sur les tranches, pour éviter la pénétration de l'eau entre les faces juxtaposées.

D'autre part, la lanterne, dite intensive, qui éclaire ce voyant, affecte, comme réflecteur, une disposition spéciale.

Ce réflecteur est composé de deux conques, qui reçoivent la lumière d'une lampe de 12 lignes et en renvoient la plus grande partie sur les surfaces vertes, au détriment des surfaces blanches qui s'éclairent beaucoup plus facilement.

Dans ces conditions la surface du voyant s'éclaire d'une façon uniforme et peut être nettement distinguée à plus de 400 mètres de distance.

XI. — POTEAU D'ARRÊT DES MACHINES.

Cet appareil est porté sur un montant formé d'un bout de rail, implanté dans le sol, et dont le patin forme les guides du porte-lanterne.

Le voyant, porté sur console, est formé d'un verre dépoli portant, en brun émaillé, l'inscription indiquée.

Ce voyant est éclairé par transparence, par une lanterne ordinaire, comportant seulement un réflecteur approprié de manière à reporter uniformément la lumière sur toute la surface éclairée.

Le porte-lanterne est monté sur une tringle rigide portant un manneton à la partie inférieure, et suffisant pour effectuer les mouvements de montée et de descente de la lanterne.

XII. — INDICATEUR DE DIRECTION D'AIGUILLE, A BRAS HORIZONTAL.

Cet appareil est monté sur des fers en U, comme le disque à montant unique.

Il porte à la partie supérieure, un voyant oscillant formé de deux bandes assemblées d'équerre, peintes en violet et terminées par une flamme à deux pointes, à chaque extrémité. A peu de distance de l'axe d'oscillation, chaque

bande du voyant porte deux lunettes, dont une est munie d'un verre violet, et dont l'autre émet un feu blanc.

Ces lunettes sont éclairées la nuit par deux lanternes ordinaires montées sur un support spécial ; la position relative des deux feux, indique, au mécanicien, la direction qui lui est offerte.

Quand le voyant est en position normale, une des deux branches reste horizontale du côté opposé à la direction donnée par l'aiguilleur ; l'autre branche tombant verticalement reste masquée par un écran.

Par suite d'une transmission qui rend le mouvement du voyant solidaire du mouvement de l'aiguille, chacune des deux branches de l'équerre peut occuper alternativement la position horizontale, l'appareil indiquant ainsi deux directions différentes.

XIII. — INDICATEUR DE POSITION D'AIGUILLE EN POINTE (Type réduit).

Ce petit appareil se compose d'un mât vertical, actionné par le mouvement même de l'aiguille, et tournant dans un bâti en fonte fixé dans le sol.

Le mât porte une flamme en tôle, peinte en vert, et terminée par deux pointes, à chaque extrémité.

Cette flamme, quand elle est placée parallèlement à la voie, indique que l'aiguillage donne la direction normale ; quand elle est tournée perpendiculairement elle accuse une direction déviée.

Le mât reçoit, à sa partie supérieure, une petite lanterne à quatre feux, dont deux verts et deux blancs, diamétralement opposés.

Le feu blanc, parallèle à la voie indique la direction normale ; le feu vert, dans la même position, indique la direction déviée.

XIV. — VOYANT DE SIGNAL ÉTABLI SUR POTENCE MÉTALLIQUE.

On a recours à cette disposition dans le cas d'insuffisance de l'entrevoie où devrait être installé le signal.

Dans ce cas, cet appareil est monté sur une légère charpente métallique, en treillis, affectant la forme d'une potence, qui porte le voyant suspendu à son extrémité, à une hauteur suffisante au-dessus du sol pour dégager l'entrevoie, et dont le point d'appui est reporté sur l'accotement.

La partie supérieure de la potence est recouverte d'un petit plancher sur lequel peuvent se mouvoir les agents préposés à l'allumage des feux et à l'entretien de l'appareil.

On accède à cette plate-forme par une échelle en fer fixée latéralement.

XV. — COMPENSATEUR DU TYPE RÉDUIT, POUR TRANSMISSION DE DISQUE
A UN SEUL FIL.

(Pl. 6, fig. 5).

Cet appareil destiné à être posé dans les entrevoies de faible largeur, est surtout caractérisé par le contre-poids qui est suspendu dans un tube, en-dessous du niveau du sol.

Ce tube supporte un couronnement formé d'un plateau et de deux flasques qui reçoivent un axe horizontal autour duquel peuvent tourner deux poulies à gorge juxtaposées.

Ces deux poulies sont reliées par un engin de déclenchement du système Dujour ; elles reçoivent respectivement les actions des deux fils de transmission, et du contrepoids compensateur.

Un taquet sollicité par un ressort maintient, en cas de déclenchement, le petit levier désengageur renversé et l'empêche, dans la rotation inverse des deux poulies, qui se produit en semblable occurrence, de rencontrer et briser le mentonnet en fonte sur lequel il s'appuie à l'état normal.

XVI. — COMPENSATEUR POUR TRANSMISSION D'AIGUILLE A DEUX FILS.

(Pl. 6, fig. 8 à 10).

Ce dispositif, en usage pour la manœuvre à distance des aiguilles à l'aide de fils, consiste à introduire dans le parcours d'une double transmission, en un point où elle s'infléchit à angle droit, un chariot de glissement portant deux poulies sur lesquelles passent les fils, et sollicité par un contrepoids suffisant, suivant la bissectrice de l'angle d'inflexion.

L'action de ce contrepoids a pour effet, quelles que soient les variations de température, d'assurer une tension constante à celui des deux fils de la transmission, sur lequel on opère une traction.

XVII. — VERROU - AIGUILLE ACTIONNÉ PAR TRANSMISSION RIGIDE.

Cet appareil se compose d'une tige rectangulaire formant verrou, coudée en forme de , coulissant dans un support en fonte fixé sur deux des traverses de la voie, vers la pointe des aiguilles.

La partie oblique de ce verrou formant plan incliné est destinée, par son déplacement entre deux galets-guides, portés par la tige de connexion, à ouvrir les aiguilles à droite ou à gauche, suivant le sens dans lequel on actionne le verrou.

Les parties droites en prolongement du plan incliné, ont pour effet d'assurer la position des aiguilles lorsque les galets-guides ont échappé la partie oblique.

Ce verrou est relié, par une bielle, à une double équerre de renvoi portée par un support fixé sur une traverse, actionnée par une transmission rigide manœuvrée du poste de l'aiguilleur.

Cette double équerre est elle-même reliée par une tringle à une pédale de sûreté, en cornière, articulée sur des supports fixés à l'un des rails de la voie, en avant des pointes du changement.

Cette pédale s'oppose à la manœuvre de l'aiguille au moment du passage d'un train.

XVIII. — VERROU A RESSORT POUR MANŒUVRE DES AIGUILLES ACTIONNÉES PAR FILS.

(Pl. 6, fig. 6 et 7).

Cet appareil a pour but d'assurer le calage des aiguilles manœuvrées par transmissions rigides ou par fils, tout en permettant leur déplacement dans le cas d'une prise en talon.

Il consiste en une tige reliée par un manchon à la tringle de connexion des aiguilles, portant un ressort à spirale enfermé et coulissant dans un boisseau en fonte, disposé dans une boîte également en fonte qui lui sert de guide.

Un levier de manœuvre à quatre branches qui oscille autour d'un axe ayant point d'appui sur la boîte, est actionné par les transmissions venant du poste de l'aiguilleur.

La branche d'avant, terminée par une langue d'aspic, se meut dans une rainure ménagée sur le boisseau et soulève, pendant ce déplacement, un verrou de calage articulé sur la boîte, lequel dégage l'arrêt porté par le dit boisseau, et permet au levier, en continuant sa course, d'entraîner cet organe et, par suite de la raideur du ressort, l'aiguillage, dans un sens ou dans l'autre.

Le verrou de calage, retombant après chaque course, assure alors la position du boisseau, et la pression du ressort maintient celle des aiguilles.

Lorsqu'un train franchit un changement de voie en le prenant en talon, les aiguilles étant placées pour une direction opposée, celles-ci se déplacent sous l'action de la poussée des boudins des véhicules, la tige de connexion suit le mouvement, en comprimant, dans le boisseau, le ressort qui, après le passage des véhicules, ramène les aiguilles dans leur position primitive.

NOMENCLATURE DES DESSINS EXPOSÉS

Galerie des Machines. — 1^{er} étage.

I. — SERVICE DE L'EXPLOITATION.

- 1° Carte indiquant le développement de l'installation du Block-Système sur le réseau du Nord.
 - 2° Carte indiquant le développement de l'installation des cloches électriques sur les lignes à double ou à simple voie du réseau du Nord.
 - 3° Carte indiquant les lignes du réseau du Nord sur lesquelles circulent des trains légers ou des trains-tramways.
-

II. — SERVICE DU MATÉRIEL & DE LA TRACTION.

- 1° Ateliers de réparation des locomotives, voitures et wagons, à Hellemmes.
 - 2° Caves aux huiles et pétroles et Atelier de mélange des huiles du Landy.
 - 3° Locomotive type primitif de l'État (1845).
 - 4° Locomotive à voyageurs, système Stephenson (1846).
 - 5° Locomotive à voyageurs, système Buddicom (1847).
 - 6° Locomotive à marchandises, système Buddicom (1848).
 - 7° Locomotive à bogie à l'avant pour trains express (modèle 1876).
 - 8° Locomotive à bogie à l'avant pour trains express (modèle 1889).
 - 9° Coupe des cylindres et du tiroir de la machine à marchandises, type Woolf, à quatre cylindres en tandem.
 - 10° Wagon à deux trains pour transport des longues tôles et des longs fers.
 - 11° Machine à battre les tapis et à battre et broser les coussins.
 - 12° Tableau graphique montrant les progrès de la substitution du gros charbon au coke, du tout venant au gros charbon, et des fines au tout venant dans l'alimentation des foyers des locomotives, de 1845 à 1888.
-

III. — SERVICE DES TRAVAUX & DE LA SURVEILLANCE.

- 1° Viaduc du bassin de la Liane, à Boulogne-sur-Mer.
- 2° Pont tournant à Saint-Valery.
- 3° Passerelle pour signaux de la gare de Paris.
- 4° Chariot transbordeur de 14^m.00 pour locomotives.
- 5° Installation d'une cabine pour manœuvre d'aiguilles libres.
- 6° Dispositions des appareils de manutention hydraulique à la gare de La Chapelle.
- 7° Installation d'un système d'épuration des eaux d'alimentation des locomotives.
- 8° Profils géologiques de diverses parties du réseau.
- 9° Gares du Bourget.



TABLE DES MATIÈRES.

DÉSIGNATION DES OBJETS.	PAGES.	PLANCHES.
Introduction.....	3	
I. — SERVICE DE L'EXPLOITATION.		
A. — Appareils électriques.		
I. — Electro-sémaphores pour le block-système.....	5	Fig. 1.
II. — Cloches électriques.....	12	
III. — Contact fixe pour le déclenchement électro-automatique du frein continu.....	17	
IV. — Avertisseur de gare.....	19	Fig. 2 et 3.
V. — Avertisseur à lanterne mobile.....	21	Fig. 4 et 5.
VI. — Contrôleur électrique du fonctionnement des aiguilles de changement de voie.....	23	Fig. 6.
VII. — Contrôleur électrique du fonctionnement des appareils des engageurs.....	25	Fig. 7 à 9.
VIII. — Contrôleurs des signaux.....	27	
IX. — Appareils électriques de correspondance.....	29	
X. — Intercommunication des trains (système Prudhomme).....	34	
XI. — Postes de secours.....	36	
XII. — Postes télégraphiques et appareils qui les composent.....	38	
XIII. — Poste téléphonique.....	38	
XIV. — Appareils divers. Matériel de ligne et de pile. Outillage.....	39	
XV. — Treuil électrique.....	41	
XVI. — Manœuvre électrique d'aiguille.....	42	
XVII. — Cabestan électrique.....	46	Fig. 10.
XVIII. — Eclairage électrique.....	50	
XIX. — Synchronisation des horloges des gares.....	53	
B. — Matériel de l'Eclairage et du Chauffage.		
1°. — Chauffe-fer mixte à eau et à briquettes pour le chauffage des voitures des 1 ^{re} et 2 ^e classes.....	54	Fig. 11.
2°. — Lampe à bec rond pour l'éclairage des voitures à voyageurs.....	56	Fig. 12.
3°. — Réflecteur en tôle d'acier doux plaquée de nickelé pour les appareils d'éclairage.....	58	

DÉSIGNATION DES OBJETS.	PAGES.	PLANCHES.
C. — Service du petit matériel.		
1°. — Casier de distribution pour billets de voyageurs.....	60	
2°. — Armoire à deux portes pour étiquettes à bagages.....	60	
3°. — Armoire à deux portes avec soubassement à réserve pour étiquettes à wagons.....	60	
 II. — SERVICE DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION. 		
Exposé général.....	61	
Descriptions détaillées du Matériel exposé.		
I. — Locomotive à bogie pour trains express (N° 2.101).....	65	Pl. 2, fig. 1.
II. — Locomotive compound à trois cylindres (N° 3.101).....	68	Pl. 2, fig. 2. Pl. 3.
III. — Locomotive type Woolf à 4 cylindres en tandem (N° 4.733)....	76	Pl. 4 et 5.
IV. — Locomotive de manutention avec cabestan à vapeur.....	81	Fig. 13.
V. — Locomotive Crampton exposée par les anciens établissements Cail et C ^{ie}	84	
VI. — Locomotive compound à 4 cylindres (N° 701), construite par la Société Alsacienne de constructions mécaniques.	85	Pl. 1.
VII. — Echappement Vortex (système Adams).	89	Pl. 3, fig. 6 à 8.
VIII. — Voiture-tramway à six essieux et à couloir intérieur.....	90	Fig. 14 à 18.
IX. — Voiture de 1 ^{re} classe à trois compartiments avec lits et cabinets de toilette... ..	96	
X. — Wagon plat à deux trains (N° 31.253), pour le transport des grandes tôles et des longs fers.....	99	Fig. 19.
XI. — Machines-outils mises en mouvement par un moteur électrique. Description des Ateliers d'Hellemmes.....	100 108	
XII. — Machine à battre les tapis et à battre et broser les coussins...	120	Fig. 20.
XIII. — Cours professionnels du Chemin de fer du Nord.....	122	
 III. — SERVICE DES TRAVAUX DE LA SURVEILLANCE. 		
I. — Voies en rails de 43 kg. 215.....	127	Fig. 21.
II. — Appareils de dédoublement d'une voie étroite intercalée dans une voie normale.....	129	Fig. 22.
III. — Plaque tournante de 14 mètres de diamètre.. ..	130	
IV. — Chariot transbordeur de 6 ^m 50 de longueur, avec paliers à chapelets, manœuvré à bras ou par une machine de manutention	132	

DÉSIGNATION DES OBJETS.	PAGES.	PLANCHES.
V. — Appareils d'enclenchement à 5 leviers.....	134	
VI. — Treuil enclenché actionnant une barrière à pivot manœuvrée à distance au moyen d'une transmission par fils.....	134	
VII. — Appareil retardateur pour la manœuvre des disques à distance.	135	Pl. 6, fig. 1 à 3.
VIII. — Signal d'arrêt à montant unique avec verrou de calage.....	136	
IX. — Appareils à transmissions multiples avec désengageur circulaire.....	137	Fig. 23 à 25.
X. — Indicateur tournant de bifurcation, éclairé par transparence....	138	
XI. — Poteau d'arrêt des machines.....	139	
XII. — Indicateur de direction d'aiguilles, à bras horizontal.....	139	
XIII. — Indicateur de position d'aiguille (type réduit).....	140	
XIV. — Voyant de signal établi sur potence métallique.....	140	
XV. — Compensateur du type réduit, pour transmission de disque à un seul fil.....	141	Pl. 6, fig. 5.
XVI. — Compensateur pour transmission d'aiguille à deux fils.....	141	Pl. 6, fig. 8 à 10.
XVII. — Verrou-aiguille actionné par transmission rigide.....	141	
XVIII. — Verrou à ressort pour manœuvre des aiguilles actionnées par fils.....	142	Pl. 6, fig. 6 et 7.
Nomenclature des dessins exposés.....	143	



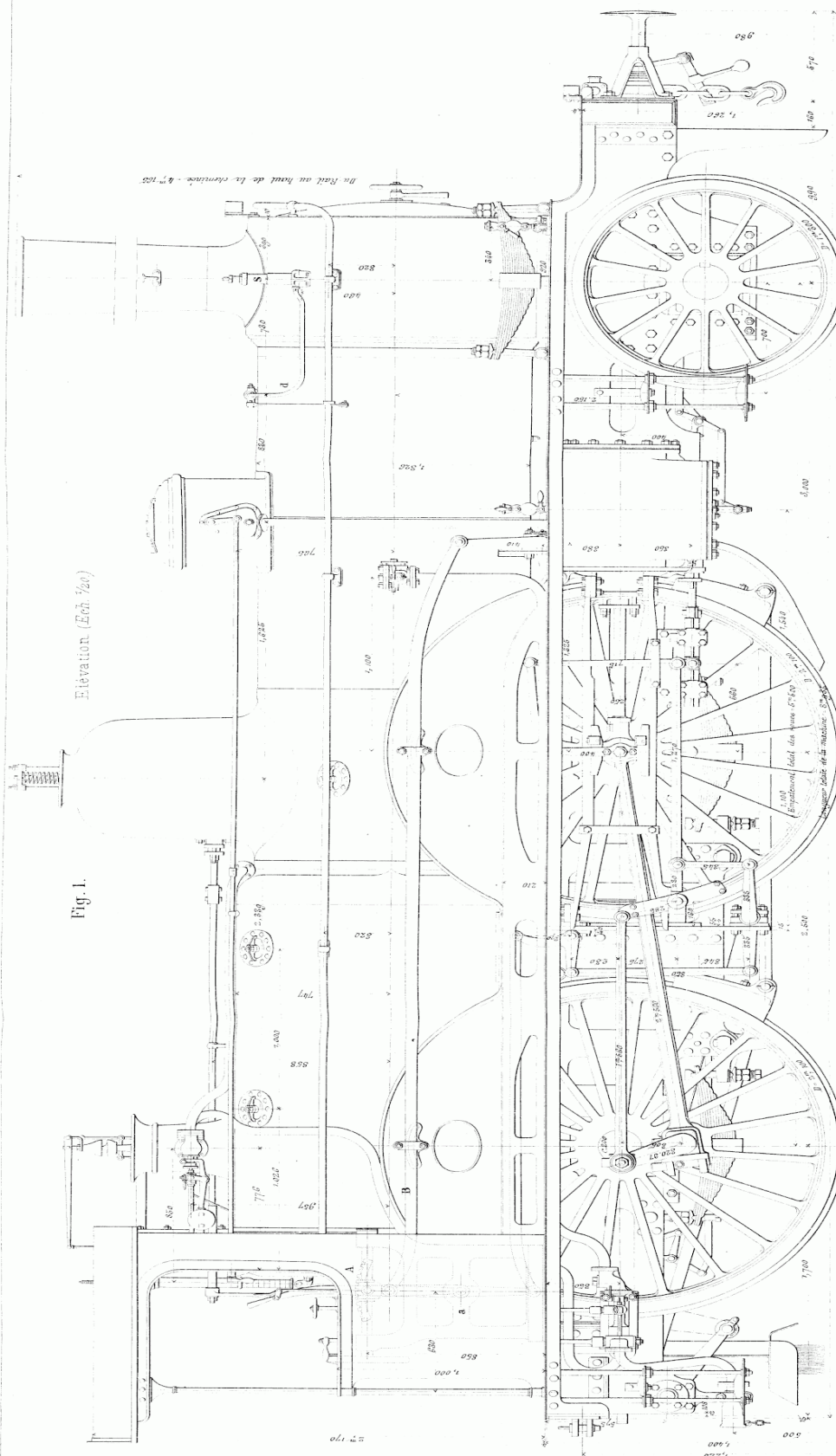


Fig. 2. Demi coupe horizontale

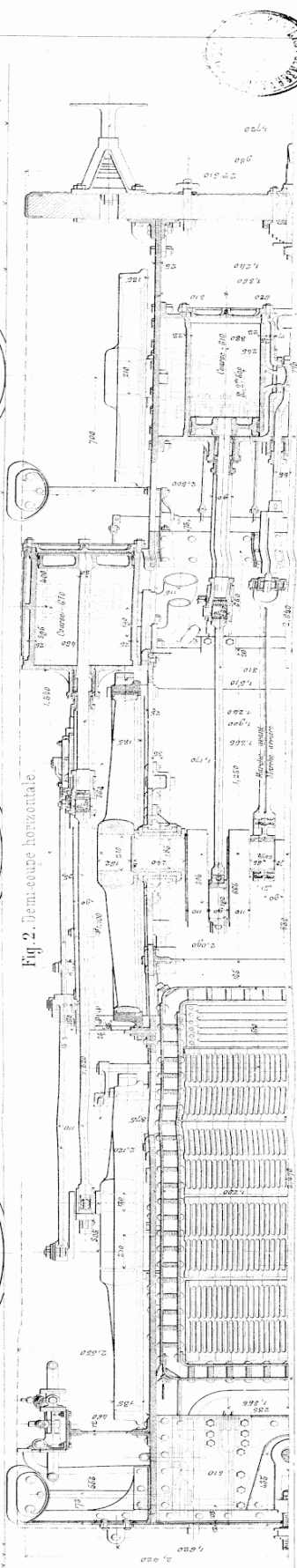


Fig. 1. — Locomotive à bogie à l'avant pour trains' express (2.404)
Échelle 1/8

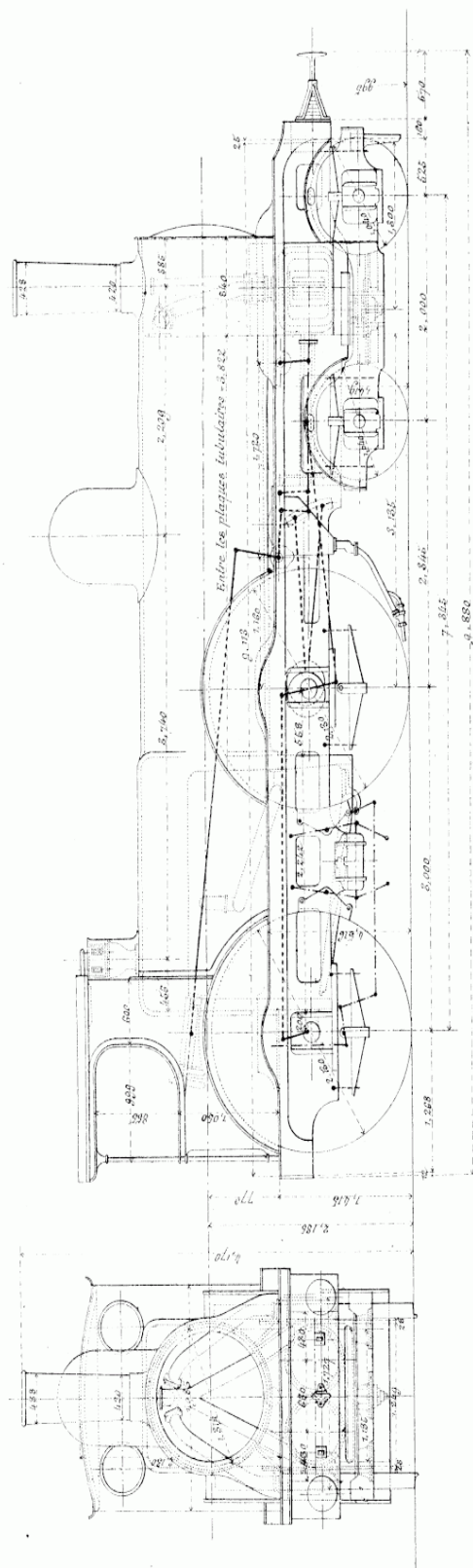


Fig. 2. — Locomotive Compound à 3 cylindres pour trains mixtes (3 101)

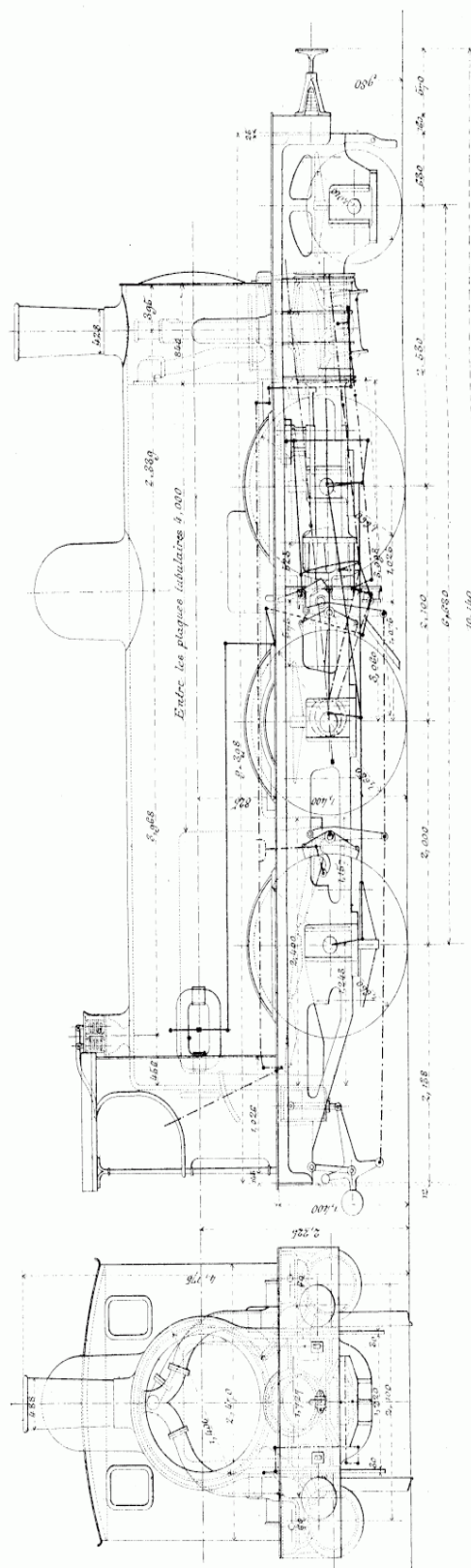


Fig.1 à 4. - Cylindre intérieur de haute pression.

Fig.1. Vue de dessous ie la boîte à vapeur. Echelle 1/200.

Fig.2. Coupe FGHDI.

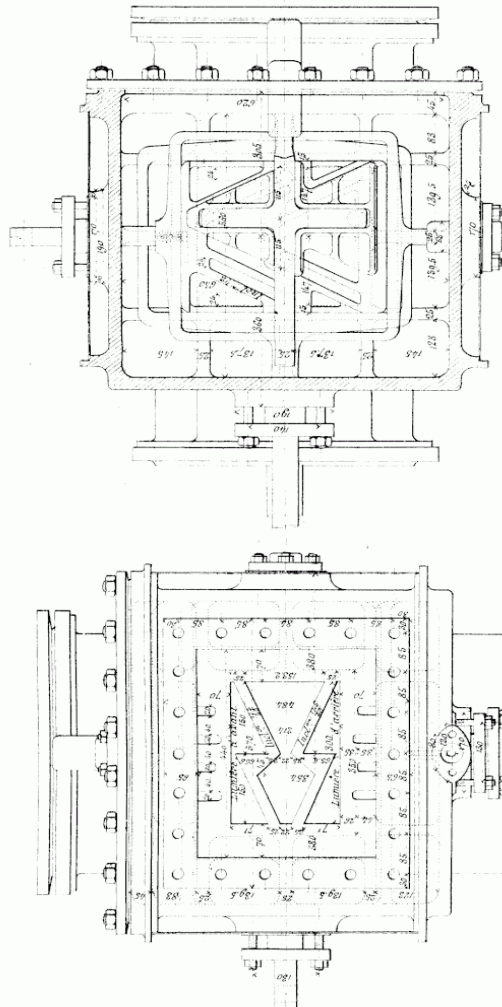


Fig.4. Coupe NPQORP.

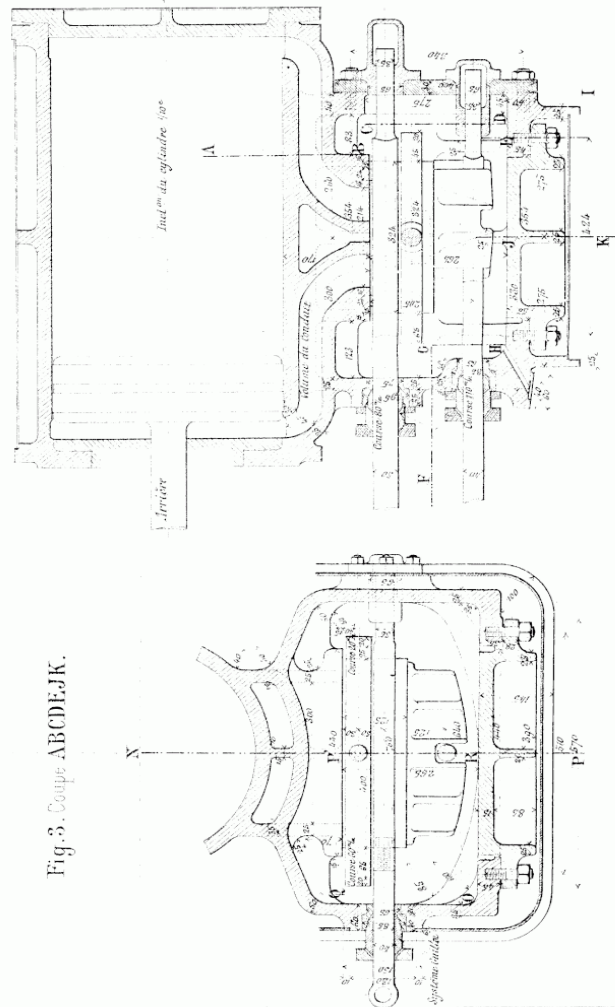


Fig.3. Coupe ABCDEJK.

Fig.6. Coupe AB

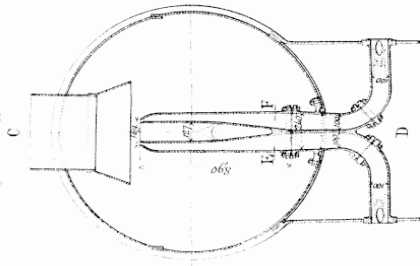


Fig.7. Coupe CD.

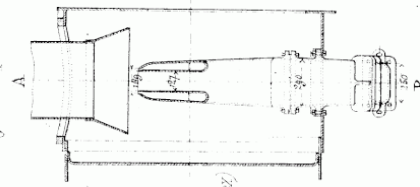


Fig 6 à 8 Application de l'échappement Adams (1872)

Fig.8. Coupe EF

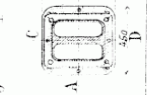


Fig.5. Courbe de distribution du cylindre à haute pression de la machine Compound à 3 cylindres.

Echelle : Déplacements relatifs du piston
1/200 pour les déplacements du piston

Nota: L'épave indique deux séries de lignes pour le lapport des plus faibles se rapportent à une alimentation de sa course.

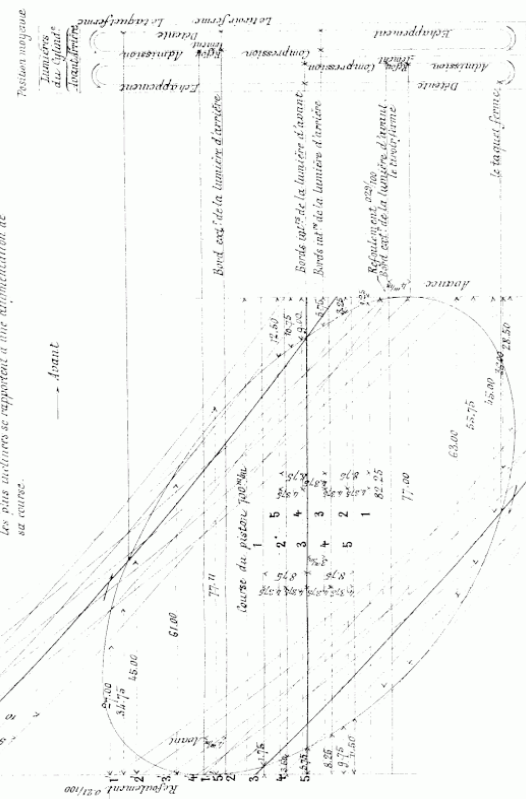


Fig. 1.

Soupape de rentrée d'air et admission directe aux grands cylindres.

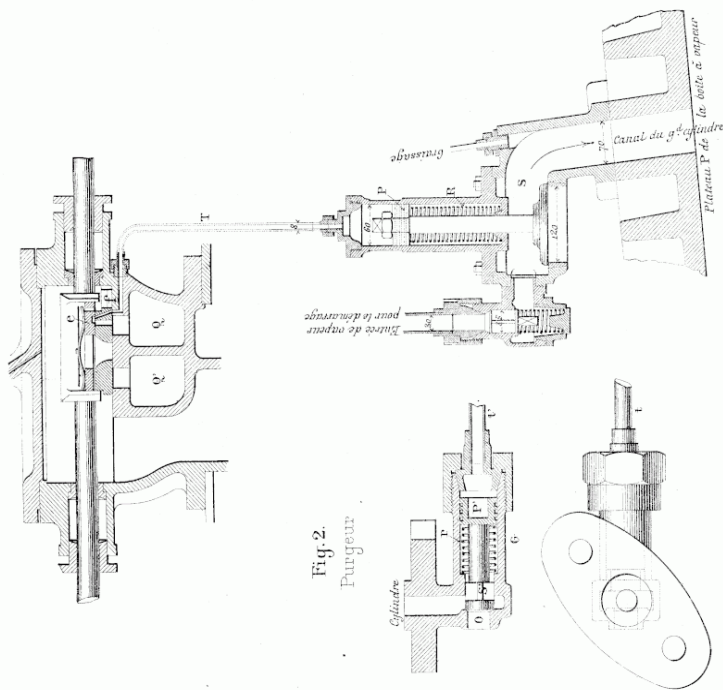
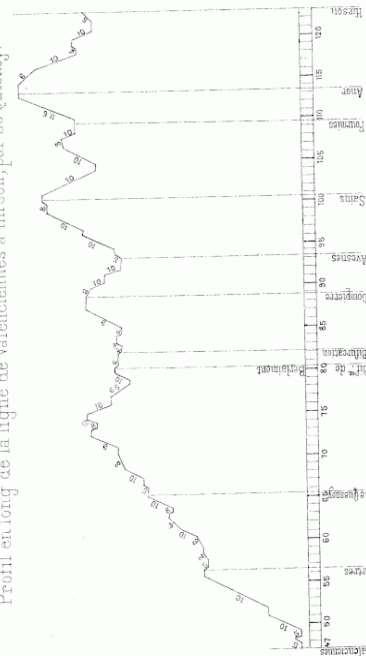


Fig. 2.

Purgeur

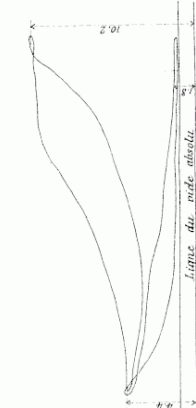
Fig. 3.

Profil en long de la ligne de Valenciennes à Hirson, par Le Quesnoy.

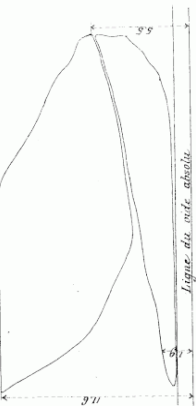


Diagrammes

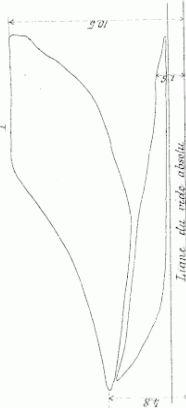
Train 2962 du 4 Juin 1888. Charge 615 T^{mes}
Vitesse de 20 kilom^{tres} à l'heure.
Admission 35 5 % Palier.



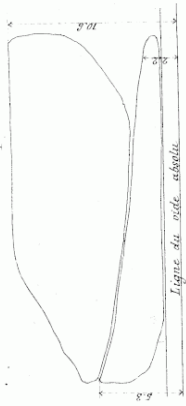
Train 1.C du 23 Novembre 1888. Charge 286 T^{mes}
Vitesse de 16 kilom^{tres} à l'heure.
Admission 65 %.



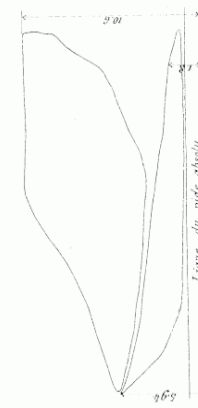
Train 1342 du 12 Septembre 1887. Charge 750 T^{mes}
Vitesse de 21 kilom^{tres} à l'heure.
Admission 45 % — Rampe de 5.5.



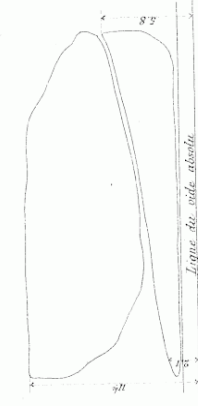
Train 950 du 22 Mai 1888. Charge 550 T^{mes}
Vitesse de 15 kilom^{tres} à l'heure.
Admission 70 % — Rampe de 10 %.



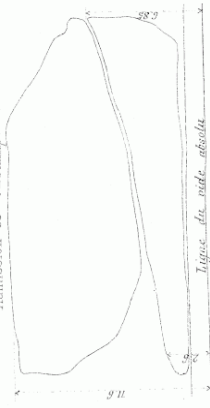
Train 1242 du 12 Septembre 1887. Charge 750 T^{mes}
Vitesse de 21 kilom^{tres} à l'heure.
Admission 54.5.



Train du 27 Mars 1888. — Charge 550 T^{mes}
Vitesse de 15 kilom^{tres} à l'heure.
Admission 79 % — Rampe de 10 %.



Train 1260 du 12 Mai 1889. Charge 600 T^{mes}
Démarrage de Beaulmont (40 Wagons)
Admission 75 % Rampe de 10 %.



Train 1.C du 23 Novembre 1887. Charge 286 T^{mes}
Démarrage de Lens (60 Wagons)
Admission 68 %.

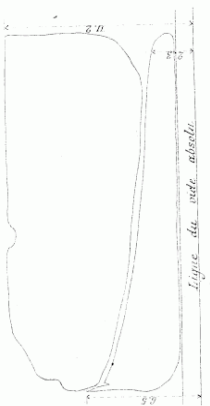


Fig. 13. Appareil retardant la manœuvre du pont tournant après la mise à l'arrêt du disque à distance.

Fig. 2. Coupe suivant a b c.

Fig. 1. Vue de côté.

Echelle de $\frac{1}{16}$.

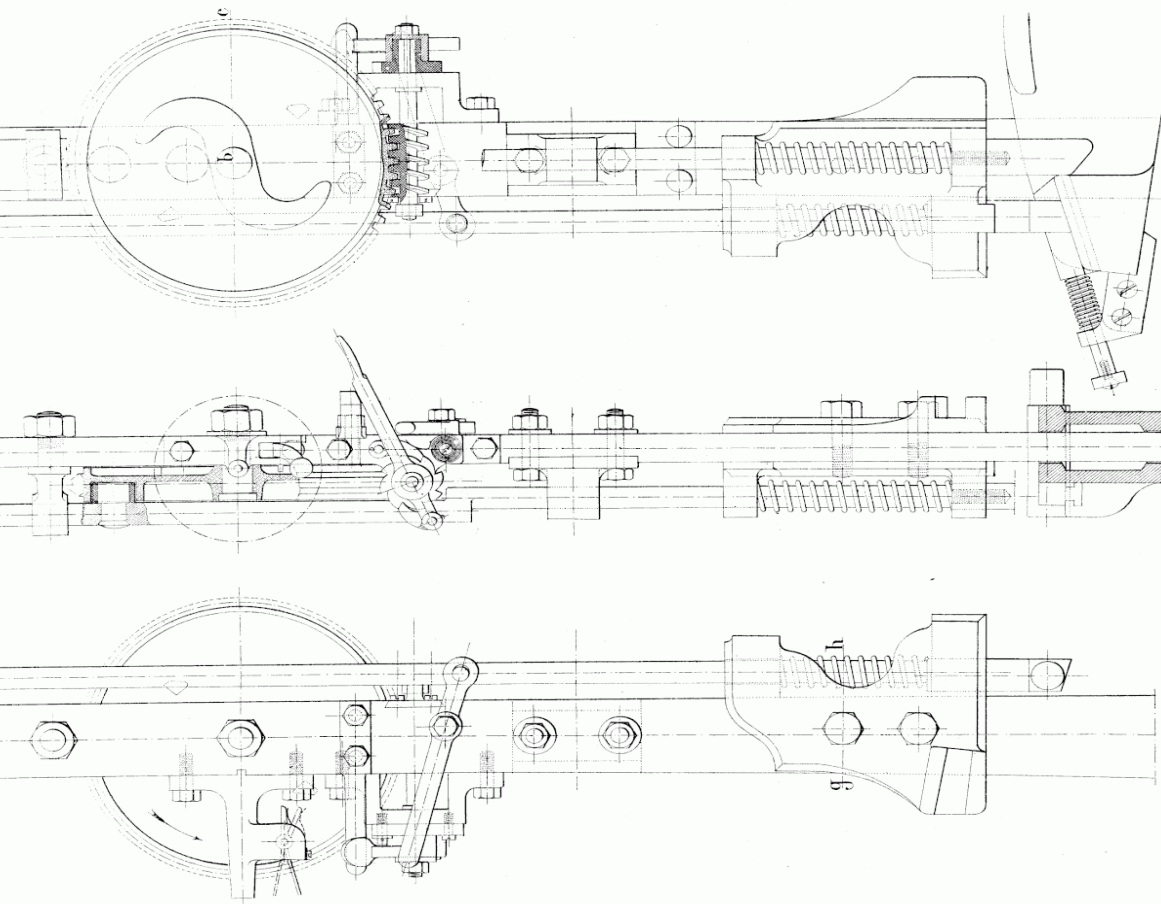


Fig. 5. Compensateur pour transmissions de signaux.

Echelle de $\frac{1}{16}$.

pour transmissions de signaux.

Elevation.

Profil.

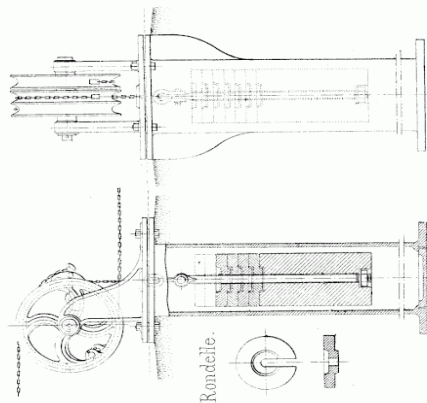


Fig. 8. Elevation.

Fig. 10. Plan.

Fig. 6 et 7. Verrou à ressort.

Fig. 6. Coupe longitudinale suivant a b.

Echelle de $\frac{1}{8}$.

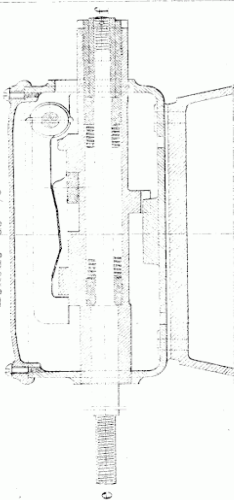


Fig. 7. Coupe horizontale suivant e f.

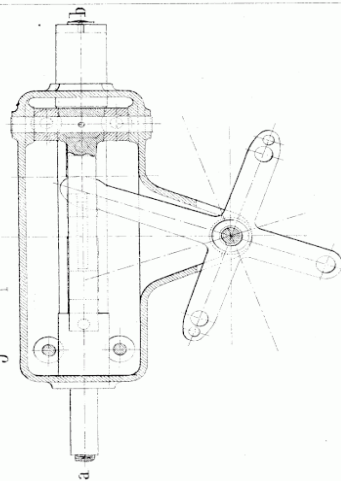


Fig. 9. Coupe transversale.

Fig. 8 et 10.

Compensateur à 2 poulies.

Echelle de $\frac{1}{40}$.

