
LOCOMOTIVES-TENDER A DEUX ET TROIS ESSIEUX ACCOUPLES

DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878

Par M. DEGHILAGE

(PL. XXV A XXVII)

L'une des plus intéressantes particularités que révèle l'examen des locomotives exposées au Champ de Mars est sans contredit l'emploi de machines-tender à 2 et 3 essieux accouplés interposés entre deux essieux à roues libres, soit pour desservir des embranchements plus ou moins importants, sur lesquels les rampes de 10 et 15^{m/m} sont fréquentes, soit pour effectuer un service de réserve ou être employées comme « machines pilotes ».

Trois types de locomotives de ce genre figurent à l'Exposition universelle : 2 dans la section belge, et 1 dans la section française ; tous trois ont été étudiés dans un but analogue et répondent aux données générales suivantes :

- Suppression du foyer en porte-à-faux ;
- Approvisionnements considérables en eau et combustible ;
- Égale régularité de fonctionnement dans les deux sens de la marche.

Pour répondre à ces diverses parties du projet, on a eu recours, de part et d'autre, à l'adoption d'un deuxième essieu porteur, placé sous le foyer, et dont la charge est sensiblement la même que celle supportée par l'essieu d'avant. Cette solution, qui tend à se généraliser aujourd'hui, a été plusieurs fois mise en pratique.

Dès 1860, l'usine du Creusot construisit pour la Grande Société Russe des machines express à 4 roues accouplées de 2^m,100, dont le vaste foyer était supporté en partie par un essieu libre placé, à l'arrière des roues accouplées, symétriquement par rapport à l'essieu libre d'avant (Pl. XXV, fig. 2). L'excellent service que ces machines ont effectué sur la voie russe, fatiguée pendant la mauvaise saison, a justifié pleinement les prévisions de l'étude.

Un autre exemple, remontant à l'année 1864, est fourni par la Compagnie du « Great-Eastern » qui met en service de puissantes locomotives-tender à quatre roues accouplées de 1^m,70 de diamètre, encadrées par deux essieux libres. Le

combustible était placé à l'arrière, sur le tablier; les caisses à eau réparties sous la plate-forme d'arrière et entre les essieux moteurs (Pl. XXV, fig. 4).

Le chemin du « Grand Luxembourg » a aussi fait construire en 1860 par Stephenson, et en 1862 par Cockerill, des machines à 4 essieux dont 2 accouplés, mais à tender séparé (Pl. XXV, fig. 5).

On rencontre en Angleterre des exemples fréquents de locomotives-tender à quatre essieux pour le service des voyageurs sur les lignes du Métropolitain, North-London, South-Eastern, Midland..., mais on a eu recours à l'articulation « bogie », en la plaçant soit à l'avant, soit à l'arrière de la machine.

Le matériel de traction exposé dans la classe 64 offre encore deux autres spécimens de locomotives à quatre essieux dont deux accouplés; elles sont présentées par les Compagnies d'Orléans et de Paris-Lyon-Méditerranée et sont destinées au service des trains à grande vitesse, dont le poids va sans cesse augmentant, sur les voies principales où les courbes ont, au minimum, 500^m de rayon.

Ces machines ont été construites sur les données générales des locomotives à quatre roues accouplées, primitivement à foyer en porte-à-faux, en service depuis treize ans, et que l'application d'un quatrième essieu, dont la charge n'a pas dépassé 5 tonnes, a placées dans les meilleures conditions de stabilité.

Dans les machines exposées, outre la nécessité de faire disparaître les inconvénients du porte-à-faux du foyer pour un service d'embranchement, il devenait indispensable, vu le peu de rapprochement des installations hydrauliques, de les munir de vastes soutes d'approvisionnements; et, à ce point de vue encore, l'adoption du quatrième essieu présentait un réel avantage que les chiffres de comparaison ci-après feront aisément ressortir.

France : Ouest. — Locomotives-tender.

Modèle 1856-1876.		Modèle 1878.	
Eau.	3 ^{me} 800	Eau.	6 ^{me} 500
Combustible.	4000 kil.	Combustible.	1500 kil.

Belgique : Chemins de fer de l'État.

Modèle 1875.		Modèle 1878.	
Eau.	7000 litres.	Eau.	9950 litres.
Combustible.	1600 kilog.	Combustible.	1800 kilog.

Il est utile de remarquer que la machine belge de 1875 dont il est question ici est à quatre essieux dont trois accouplés. L'essieu libre est intercalé entre les deux, d'arrière et moteur, pour supporter le foyer, et les roues sont dépour-

vues de boudins afin de faciliter l'inscription dans les courbes avec un empâtement de 4^m,580. (Pl. XXV, fig. 5.)

Les trois locomotives de l'Exposition, complètement différentes quant aux détails de construction, présentent cependant plusieurs points d'analogie. Destinées à effectuer certains parcours indifféremment en avant ou en arrière, elles ont été munies d'abris à doubles cloisons transversales également vitrées. Les tubes de raccord du frein à air comprimé sont symétriquement établis aux deux extrémités de la machine de l'État belge ; et une disposition semblable se remarque sur celle du Grand Central en ce qui concerne l'appareil de chauffage des voitures à circulation d'eau, du système Belleruche.

Comme il a été dit plus haut, les deux essieux extrêmes se trouvent également chargés, de sorte que la marche arrière présente les mêmes conditions de sécurité que la marche avant.

DESCRIPTION DES LOCOMOTIVES EXPOSÉES

BELGIQUE. — CHEMIN DE FER DU GRAND CENTRAL

M. Maurice URBAN, ingénieur en chef

LOCOMOTIVE-TENDER N° 400

Constructeur : Société de Marcinelle et Couillet (n° 358)

(PL. XXV, FIG. 1)

Vaporisation. — La chaudière de cette machine reproduit, dans ses dispositions principales, le modèle adopté sur les lignes du Grand Central; le diamètre intérieur moyen est de 1^m,276; les tôles, assemblées horizontalement par une double rivure, ont 0^m,012 d'épaisseur. Le corps cylindrique renferme 188 tubes en fer de 5^m, 500 entre les plaques; la capacité en eau, avec 0^m,10 sur le foyer est de 5^{mc},450, et le volume de vapeur, de 1^{m⁵},750.

Le foyer, du système Belpaire, donne 7^{m^q},79 de surface de chauffe; la surface de grille est de 2^{m^q},400; l'épaisseur des plaques de cuivre de 0^m,013. La première rangée d'entretoises, vers la plaque tubulaire, est articulée pour permettre une facile dilatation ainsi que l'indique la figure 42 ci-contre :

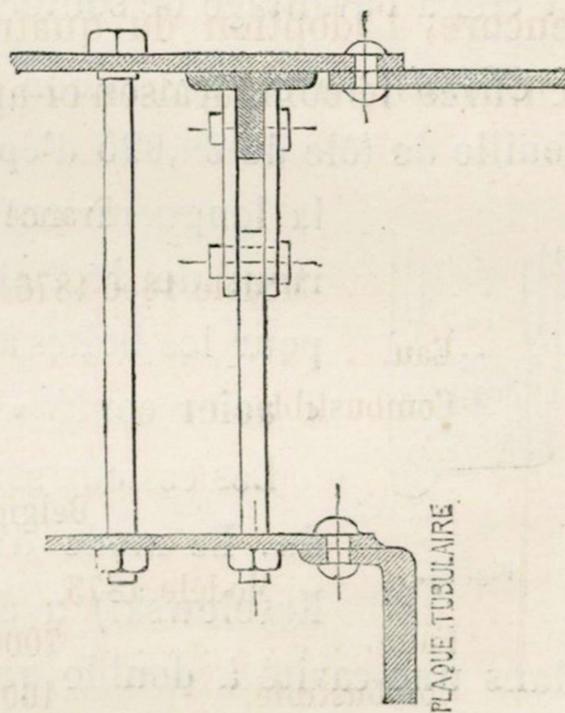


Fig. 42.

Les entretoises horizontales seules sont creuses; et, à chaque extrémité de

la partie supérieure, sont disposés des regards pour faciliter l'examen des parois. Le manomètre est du système Rau, à cadran transparent.

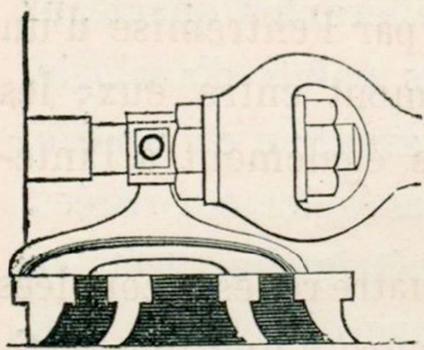


Fig. 45.

Deux soupapes à levier sont placées à l'avant sur le dôme de prise de vapeur.

Mouvement. — Les cylindres sont extérieurs, et la distribution de vapeur, du système Walschaërt; un appareil indicateur du mouvement du tiroir est adapté sur cette machine.

Il se compose d'une première pièce mobile, fixée sur la tige même du tiroir, dont elle représente le tracé géométrique, et glissant sur une autre pièce qui reproduit les lumières d'admission et d'échappement. Il devient dès lors facile de vérifier le réglage sans enlever le couvercle de la boîte de distribution¹.

Les cylindres ont 0^m,440 de diamètre, 0^m,600 de course, et 1^m,980 d'écartement d'axe en axe; la bielle motrice de 5^m,080 de longueur, est en fer, ainsi que les autres pièces du mécanisme. Le changement de marche est du type ordinaire de la Compagnie, à vis et levier combinés.

Toutes les garnitures sont métalliques.

L'agencement des glissières de la crosse de piston est à remarquer. Celles-ci se prolongent sensiblement au delà de leur support auquel elles sont rattachées, à leur point de contact, par des armatures en forme d'équerre. Cette disposition a été rendue nécessaire par le peu d'écartement existant entre les essieux, et elle a l'avantage de soutenir les glissières d'une manière plus rigide.

Châssis, roues, suspension. — Les longerons sont découpés dans une seule feuille de tôle de 0^m,025 d'épaisseur; leur plus grande hauteur est de 0^m,500; la longueur entre les traverses, de 8^m,870 et l'écartement intérieur de 1^m,250. Les traverses d'avant et d'arrière sont en fer; pour les boîtes à graisse et leurs guides, on a choisi le métal dit « acier coulé » assurant une parfaite résistance.

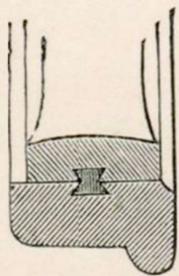


Fig. 44.

Les essieux sont en acier Bessemer et les bandages en acier fondu. Le mode d'assemblage du bandage et de la jante (système Kaselewski) a été obtenu au moyen d'un anneau en zinc coulé dans une cavité à double queue d'aronde pratiquée dans chacun d'eux; procédé appliqué à titre d'essai (fig. 44).

(1) Le chemin de fer de l'Ouest (France) obtient un résultat analogue en adaptant sur la tige de tiroir une petite pointe en saillie sur une plaque de bronze fixe dont la longueur est égale à la course du tiroir. La position de la pointe par rapport à la table permet un contrôle facile du réglage.

Le diamètre des roues accouplées est de 1^m,700 ; celui des roues libres, de 1,140.

Les deux essieux moteurs sont uniformément chargés par l'entremise d'un balancier articulé à un ressort commun placé latéralement entre eux ; les essieux libres sont munis de ressorts ordinaires situés également à l'intérieur des longerons et au-dessus des boîtes à graisse.

Un frein à main, commandé par une vis, agit sur les quatre roues accouplées au moyen de sabots en fonte attachés à l'extrémité inférieure d'une tige verticale. La machine est, de plus, pourvue de l'appareil à contre-vapeur Lechatelier.

Alimentation. — Les injecteurs, du type à tuyère fixe ont été étudiés par M. Wehrenpfennig ; ils sont placés latéralement sous le tablier, et leur prise de vapeur est commandée par un robinet à vis fixé sur la colonnette du sifflet ; ils servent à la fois d'appareil d'alimentation et de réchauffage des wagons. A cet effet, sur la chapelle de refoulement, sont installés deux tuyaux permettant de diriger à volonté l'eau vers le train ou vers la chaudière ; l'eau est amenée à une température de 70°, et à son retour aux injecteurs, elle est mélangée à volonté à l'eau du tender dans la proportion voulue pour le bon fonctionnement.

Ce mode de chauffage des voitures, imaginé par M. Bellerocche, fonctionne depuis trois années.

Les caisses à eau, disposées latéralement contre le corps cylindrique, ont une capacité de 5^{mc} ; les soutes à combustible, d'une contenance de 3^{mc}, sont placées sur la plate-forme d'arrière, entièrement recouverte par un abri fermé à chaque extrémité.

BELGIQUE. — CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

M. BELPAIRE, ingénieur en chef

LOCOMOTIVE-TENDER N° 1090

Constructeur : Evrard, directeur de la Société belge (n° 295)

(PL. XXVI, FIG. 1)

Il a été parlé plus haut, à titre de comparaison, d'une locomotive-tender à quatre essieux, dont trois accouplés, mise en service en 1873, sur les lignes de l'État belge (Pl. XXV, fig. 5) La machine exposée en reproduit les conditions générales d'établissement, surtout en ce qui concerne la chaudière et l'appareil moteur, qui sont d'un modèle adopté depuis longtemps par l'État belge.

Vaporisation. — Le foyer, du type Belpaire, a 2^m,710 de longueur intérieure et de 1^m,425 de largeur moyenne; la grille, disposée pour brûler les menus, donne une surface de 5^m²; les épaisseurs des tôles sont les suivantes : plaque tubulaire $\frac{0,025}{0,012}$; parois longitudinales $\frac{0,015}{0,012}$; ciel 0,012; plaque d'arrière 0,012.

Le corps cylindrique, de 1^m,500 de diamètre extérieur moyen, se compose de 5 anneaux de 0^m,011 d'épaisseur de tôle; la pression effective est de 8 atmosphères; la plaque tubulaire d'avant est en fer de 0,019.

Les tubes, de 0,045 de diamètre extérieur, sont au nombre de 226, ayant 3^m,467 de longueur entre les plaques; la paroi avant de la boîte à fumée est inclinée pour faciliter le dégagement des gaz. Une soupape ordinaire à levier est disposée sur une ouverture spéciale, et une autre soupape, chargée directement au moyen de ressorts à pincette, surmonte le dôme de prise de vapeur. Le régulateur, à tiroir vertical, est placé au sommet d'un col de cygne.

La cheminée, de forme évasée, a 0,465 et 0,555 de diamètre.

Mouvement. — Le mécanisme est entièrement intérieur; les tiges du piston sont maintenues entre quatre glissières, et la bielle motrice rappelle le type anglais de Sharp.

La coulisse est à cage ouverte et commande le tiroir au moyen d'une longue tige guidée par une bielle attachée à un point fixe. Le relevage se fait par l'extrémité inférieure de la coulisse; les barres d'excentrique sont venues de forge avec la partie antérieure des colliers.

Les cylindres ont 0^m,450 de diamètre et 0^m,600 de course; les tiroirs sont placés extérieurement, sur les côtés, disposition qui les rend facilement abordables. L'écartement des glissières est rendu invariable par leur appui sur un longeronnet placé dans l'axe de la machine.

Le changement de marche, du modèle employé par la Compagnie, est à secteur denté et à vis combinés.

Châssis, roues, suspensions. — Les longerons, extérieurs par rapport aux roues, sont écartés de 1^m,848, et ont 10^m,900 de longueur entre les traverses. Celles-ci sont en fer de 0^m,025.

L'empâtement total des essieux est de 8^m,400; mais l'application aux essieux extrêmes à roues libres du système convergent « Edmond Roy » fait disparaître l'inconvénient du grand écartement et assure la stabilité en facilitant l'inscription dans les courbes.

Cette disposition (Pl. XXVI, fig. 2 et 5) est ainsi décrite dans la notice publiée par le constructeur.

« Les essieux rayonnants, indépendamment des embases intérieures des fusées, portent au milieu de chacune de ces dernières une embase cylindrique saillant de 20 millimètres, et de 50 millimètres d'épaisseur, servant à l'entraînement des boîtes à l'huile dans leurs guides lors du passage dans les courbes. Les guides des boîtes à huile, en fonte dure mélangée d'étain, sont, ainsi que les boîtes dans leurs parties en contact avec celles-ci, formés par des parois verticales cylindriques inclinées sur les longerons, et tracées horizontalement avec un rayon de 2^m,600 pris sur l'axe longitudinal de la machine et symétriquement par rapport à cet axe.

« La partie inférieure des tiges de pression des ressorts d'avant et d'arrière repose sur des crapaudines en bronze glissant horizontalement sur le couvercle en fer forgé des boîtes à huile.

« Cette disposition, dont l'exécution est spécialement soignée, assure le bon fonctionnement du système dont l'expérience n'est plus à faire. »

Une note spéciale indique qu'au sortir de l'atelier, la machine, remorquée par une petite locomotive de manœuvres, a circulé sans difficulté dans une courbe de 80^m de rayon sur rampe de 25^m/^m p. 1^m.

Pour les essieux accouplés, les ressorts sont indépendants et placés au-dessus des longerons.

L'action du frein est communiquée aux roues par 6 sabots en fer suspendus de manière que la pression s'exerce toujours dans le même sens. Ces sabots sont commandés par un système de leviers et de balanciers dont le rapport a été calculé pour obtenir sur chaque roue le $\frac{1}{6}$ de l'effort total, soit 3,150 kil. par bloc. La commande a lieu à volonté au moyen d'une vis ou de l'appareil à air comprimé agissant avec une pression de 5 atmosphères dans le réservoir placé à l'arrière, sous la plate-forme, ainsi que le cylindre spécial.

Le frein à contre-vapeur Lechatelier est mis à la disposition du mécanicien ; il se compose d'un simple robinet à vis placé sur la face arrière du foyer à l'endroit du mélange.

Il est bon de remarquer que le frein à air comprimé Westinghouse est généralement employé sur les lignes de l'Etat belge.

Alimentation. — L'alimentation est assurée par deux injecteurs système Dixon, à tuyère fixe, placés sous le tablier ; les robinets de prise de vapeur sont adaptés sur le côté, à 0,20 environ du ciel de la boîte à feu extérieure. L'introduction de l'eau a lieu sur la face arrière du foyer, au moyen de deux clapets en bronze disposés symétriquement. Les tuyaux d'aspiration contournent le tablier et s'embranchent sur le tuyau de raccordement des caisses.

Ces dernières occupent toute la longueur du châssis, au-dessus duquel elles sont supportées par trois consoles en forme d'équerre, de manière à rendre facilement accessible le mécanisme pour la visite et le graissage. A l'avant, elles reposent directement sur la plate-forme et communiquent entre elles par un tuyau de larges dimensions.

Leur contenance est de 9,950 litres.

Les caisses à combustible, d'une capacité de 2^m^c, sont placées à l'arrière.

FRANCE. — COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST

M. MAYER ingénieur en chef

LOCOMOTIVE-TENDER N° 91

Constructeur : Société de Fives-Lille (n° 2...)

(PL. XXVII, FIG. 1)

Le point de départ de cette locomotive a été l'excellent type de machine-tender à 3 essieux dont 2 accouplés, mis en service par la Compagnie en 1856 pour ses lignes de banlieue, et reproduit en grand nombre depuis cette époque sans modifications fondamentales.

La planche XXVII fig. 2 et 3 donne les diagrammes des locomotives de 1856 et 1877.

L'appropriation au nouveau service à effectuer n'a porté que sur l'arrière, toute la partie antérieure du moteur étant conservée rigoureusement conforme aux machines existantes. La longueur de la boîte à feu a été portée de 1^m,200 à 1^m,720 et la grille inclinée pour passer au-dessus de l'essieu d'arrière.

Les caisses à eau qui s'arrêtaient entre les deux essieux accouplés ont été prolongées jusqu'à l'extrémité du foyer, et la soute à combustible occupe maintenant la partie arrière du tablier.

L'ensemble de ces dispositions a permis d'obtenir pour le quatrième essieu une charge sensiblement égale à celle de l'essieu d'avant, quelle que soit la situation des approvisionnements, et a placé la machine dans des conditions identiques de stabilité pour les deux sens de la marche.

Vaporisation. — Le ciel du foyer (du modèle classique français) est consolidé par 8 armatures placées longitudinalement, et rattaché au ciel de la boîte à feu extérieure par une double rangée de tiges de suspension. Quatre tirants horizontaux relient les parois du corps cylindrique à la face arrière de l'enveloppe.

La longueur intérieure du foyer est de 1^m,420 en haut et 1^m,470 en bas; sa largeur moyenne 0^m,952; la hauteur au-dessus de la grille 1,075.

Le corps cylindrique a 5^m890 de longueur et 1^m080 de diamètre moyen; il renferme 149 tubes de 0^m,05 de diamètre extérieur, et est formé de deux anneaux seulement.

Le mode d'assemblage de la plaque tubulaire d'avant et du corps cylindrique est celui qui a été adopté depuis plusieurs années par la Compagnie : la boîte à fumée a le même diamètre que le corps cylindrique; une double cornière relie les deux faces de la plaque, d'un côté à la chaudière, de l'autre, à la boîte à fumée. Quatre armatures obliques rattachent la partie pleine de la plaque aux parois de la chaudière.

Une grille placée à 0^m,06 de la rangée supérieure des tubes empêche la projection des escarbilles.

Les accessoires de la chaudière sont aussi d'un modèle uniformément adopté par la Compagnie et se composent d'une soupape ordinaire à levier située au sommet d'une colonnette spéciale placée sur le foyer, à la portée du mécanicien; et d'une autre soupape, exactement semblable, surmontant le dôme de prise de vapeur, lequel fait corps avec la boîte du régulateur.

Celui-ci est du modèle Crampton; l'emplacement qu'il occupe en dehors du dôme en rend l'accès facile sans nécessiter le démontage de la calotte. Il est mis en communication avec la partie supérieure du réservoir par un tuyau en col de cygne.

Mouvement. — Tout le mécanisme est intérieur; l'ensemble de ses dispositions rappelle le modèle « Sharp » appliqué à un grand nombre de machines de la Compagnie. Les bielles motrices ont 1^m,510 de longueur, pour une course de piston de 0^m,560; elles sont de la forme dite « à fourche », c'est-à-dire qu'elles embrassent les glissières. La tête principale est fermée à l'arrière par une pièce maintenue au moyen de boulons, sans aucune clavette; les cylindres ont 0^m,420 de diamètre et 0,750 d'axe en axe.

Une frette robuste renforce les manivelles.

Les colliers d'excentriques sont en bronze, et les barres, de 1^m,510 de centre en centre, commandent une coulisse à double flasque dont le point d'attache du relevage est placé au-dessous de son axe. La tige du tiroir est actionnée par un bielle suspendue à un point fixe.

Les tiroirs dont les axes sont horizontaux sont placés entre les cylindres vers la partie inférieure, dans une position oblique par rapport au plan vertical, l'écartement d'axe en axe de leurs tiges est de 0,140 seulement.

Le bâti de changement de marche à vis est en acier coulé de forme très simple et boulonné sur la chaudière; modèle qu'on retrouve sur tous les types de locomotives de la Compagnie. La tige de commande du relevage est attachée directement sur l'écrou, sans balancier intermédiaire; le mouvement est transmis par l'entremise d'une équerre appuyée sur le corps cylindrique.

Châssis, roues, suspension, frein. — Les longerons du châssis, intérieurs aux roues, sont découpés dans une même feuille de tôle et ont 8^m,645 de longueur y compris les traverses en fer, et 1^m,120 d'écartement. Ils sont évidés à leur sommet, dans l'axe des roues libres, pour le passage des tiges de pression des ressorts qui les embrassent. Ceux-ci sont tous indépendants et placés au-dessus des essieux.

Les deux ressorts de l'essieu accouplé ont dû être rejetés au-dessus des roues et occuper une position oblique pour éviter les parois du foyer.

Les essieux d'avant et d'arrière ont un jeu transversal obtenu par la disposition à plans inclinés.

Un frein à vis commande deux sabots qui embrassent les roues accouplées vers l'arrière; la machine est munie du frein à contre vapeur Lechatelier.

Indépendamment de ces moyens d'arrêt, la Compagnie fait une large application du frein à air comprimé Westinghouse.

Alimentation. — Deux injecteurs du modèle Turck, exclusivement adopté, sont placés verticalement contre la rampe du mécanicien; leur prise de vapeur se fait sur une pièce en bronze spéciale située à l'arrière du levier du régulateur. Cette pièce porte également le mouvement du sifflet rejeté au-dessus de la toiture. L'introduction de l'eau dans la chaudière se fait vers le milieu du corps cylindrique et au-dessus de l'axe; le tuyau d'aspiration pénètre dans la caisse à eau jusqu'à sa plus grande profondeur.

Un robinet est adapté sur le tuyau dégorgeur; il a pour but de fermer l'appareil afin de l'utiliser comme réchauffeur.

Les caisses à eau communiquent entre elles par un tube de grand diamètre passant entre les deux premiers essieux.

La toiture-abri, ouverte sur les côtés, recouvre une double cloison transversale munie de lunettes de forme ovale de larges dimensions. La cloison d'avant est découpée pour le passage de toutes les pièces de mouvement bien groupées sous la main du mécanicien. Celle d'arrière est consolidée jusqu'au sommet par deux tôles placées longitudinalement.