

CHASSE-NEIGE ROTATIF ÉLECTRIQUE

DE LA COMPAGNIE P.-L.-M.

Par M. A. BERGERET,

INGÉNIEUR PRINCIPAL DU MATÉRIEL A LA COMPAGNIE P.-L.-M.

(Pl. IX).

Dans le numéro de Novembre 1908 de la *Revue Générale*, M. Auvert, Ingénieur principal du Matériel de la Compagnie P.-L.-M., a donné une description détaillée des appareils en usage sur la ligne électrique du Fayet à Chamonix et à Vallorcine, pour le déblaiement des neiges et l'enlèvement du verglas sur le rail conducteur.

Pour le déblaiement des neiges on avait adopté des chasse-neige automoteurs munis à l'avant d'un double soc en tôle rejetant la neige sur les deux côtés de la voie.

Ces chasse-neige sont encore en service actuellement et permettent de déblayer assez facilement des couches de neige d'un mètre d'épaisseur environ. Mais ils ont l'inconvénient, dans les gares en particulier, de rejeter sur les voies à proximité une partie de la neige qu'ils enlèvent de la voie en déblaiement. De plus, dans les tranchées étroites, leur efficacité devient d'autant moindre que l'accumulation de la neige est plus considérable sur les côtés de la voie.

Ces chasse-neige, néanmoins, ont été généralement suffisants pour permettre d'assurer la circulation des trains sur la section du Fayet aux Tines qui, seule, restait en service pendant l'hiver.

Au cours de ces dernières années, les sports d'hiver se développant de plus en plus dans la région de Chamonix, la Compagnie P.-L.-M., pour favoriser encore ce développement, décida de prendre des dispositions telles que, pendant la saison hivernale, le service des trains pût être maintenu au delà des Tines jusqu'à Argentière et Montroc.

Malheureusement les chasse-neige à soc employés jusqu'alors au déblaiement des neiges devenaient tout à fait insuffisants pour cela.

Sur le parcours des Tines à Montroc, en effet, l'altitude s'élève de 1.082 m aux Tines jusqu'à 1.364 m à Montroc ; les chutes de neige y sont beaucoup plus abondantes et on rencontre fréquemment des amoncellements dont la hauteur dépasse parfois 2 m, 50. Enfin, la présence de couloirs d'avalanches qui coupent la voie en plusieurs points, augmente encore les difficultés rencontrées pour assurer la circulation des trains.

Afin d'arriver au but qu'elle s'était proposé, la Compagnie P.-L.-M. prit les dispositions suivantes :

D'une part, elle décida de mettre en construction un chasse-neige puissant capable de déblayer des hauteurs de neige allant jusqu'à 3 mètres. D'autre part, elle mit à l'étude l'installation de galeries paraneige placées aux endroits de la voie menacés par la descente des avalanches. L'Administration des Eaux et Forêts, de son côté, avait commencé des travaux destinés à empêcher, dans une certaine mesure, tout au moins, la formation de ces avalanches.

C'est la description du nouveau chasse-neige, actuellement construit et en service, que je me suis proposé de donner ci-après :

Choix du type de chasse-neige. — Des chasse-neige puissants, du type rotatif à turbine, sont depuis longtemps en usage tant en Amérique qu'en Europe (Chemin de fer d'Orléans, Chemin de fer de la Bernina). Mais tous ces appareils comportent un moteur à vapeur pour actionner la turbine. Leur mouvement de translation est assuré, en général, par des locomotives à vapeur qui les poussent par l'arrière, sauf toutefois pour celui de la Bernina qui est automoteur et possède, par suite, le mécanisme à vapeur nécessaire.

Sur la ligne à voie étroite du Fayet à Chamonix et Vallorcine, qui est complètement électrifiée et ne comporte, par conséquent, aucune installation pour la distribution de l'eau et des combustibles, il était de toute nécessité d'adopter un appareil purement électrique. Il apparaissait, d'autre part, indispensable, en raison de fortes rampes que présente en certains points cette ligne (70 à 90 millimètres par mètre), que l'appareil fut automoteur pour obtenir l'adhérence nécessaire à la circulation dans ces rampes.

C'est suivant ces directives que nous avons entrepris l'étude d'un chasse-neige rotatif électrique en nous inspirant de certaines dispositions des appareils similaires à vapeur et leur apportant, parfois, quelques améliorations, à la roue turbine notamment.

Description générale du chasse-neige rotatif électrique. — Dans ses grandes lignes, le chasse-neige (Fig. 1, 2 et Pl. IX) se compose d'un châssis en tôle et profilés reposant sur deux essieux commandés chacun par un moteur électrique semblable à ceux en usage sur les véhicules automoteurs de la ligne de Chamonix. Ce châssis supporte, à l'avant, l'enveloppe contenant la roue turbine et, à l'arrière de cette enveloppe, une caisse en tôle abritant le moteur de la turbine ainsi que tout l'équipement mécanique et électrique nécessaire au contrôle des différents moteurs et à la conduite du chasse-neige.

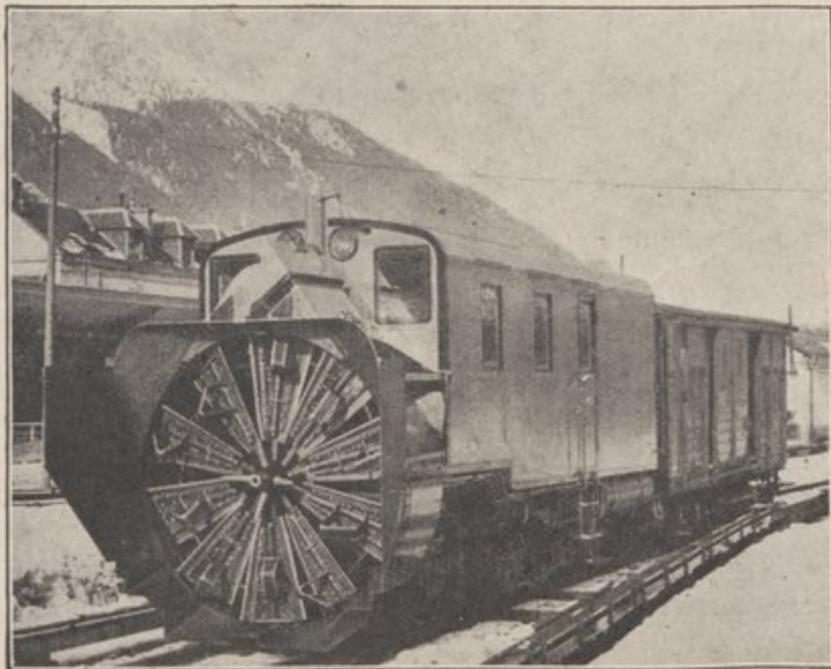
Les principales caractéristiques de ce chasse-neige qui fonctionne sur courant continu 600 volts, sont les suivantes :

Voie	1 mètre
Diamètre des roues.....	0 m, 930
Distance d'axe en axe des essieux.....	3 m, 200
Longueur totale non compris les volets mobiles.....	7 m, 970
Charge par essieu.....	16 t, 500
Poids total.....	33 t, 000
Diamètre extérieur de la roue turbine.....	2 m, 420
Nombre de tours par minute de la roue turbine.....	160 à 210

Le chasse-neige circule toujours attelé à un wagon couvert automoteur de type ordinaire, dont le rôle est de contribuer à la propulsion du chasse-neige dans les rampes, en même temps qu'à la captation du courant sur le 3^e rail.

Châssis. — Le châssis du chasse-neige est constitué par deux longerons en tôle d'acier de 18 mm d'épaisseur entretoisés à l'avant par deux bâtis en acier moulé supportant, le

Fig. 1.

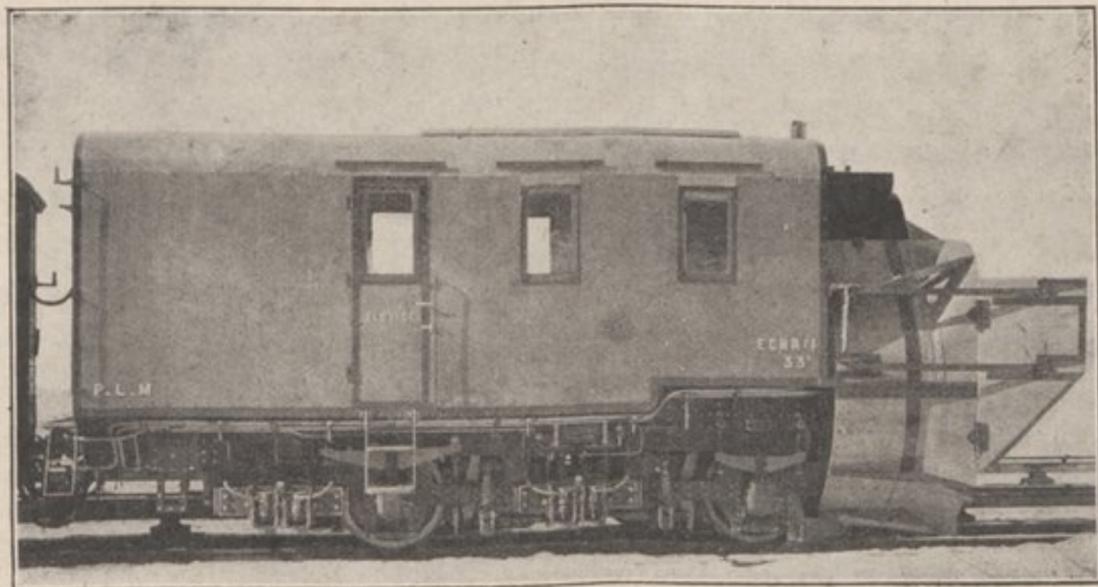


premier, le palier principal de la roue turbine et, le second, son palier de butée ainsi que le moteur électrique qui l'entraîne. Les longerons du châssis sont entretoisés à l'arrière par plusieurs traverses en profilés d'acier, dont l'une porte les organes de choc et traction.

Ce châssis repose, par l'intermédiaire de ressorts à flexibilité réduite, sur un premier essieu moteur ; cet essieu est disposé aussi près que possible de l'avant de façon que le déblaiement des neiges s'effectue presque au ras du sol sans toutefois que l'enveloppe de la roue turbine risque, dans les oscillations verticales, d'accrocher

les ouvrages ordinaires de la voie. Le deuxième essieu moteur supporte le châssis vers l'arrière par des ressorts beaucoup plus flexibles, conjugués au moyen de balanciers transversaux de manière à répartir également les charges sur les roues.

Fig. 2.



Chacun de ces essieux est commandé par un moteur électrique à simple réduction d'engrenage dont la puissance est d'environ 75 *ch* au régime unihoraire et 120 *ch* pour des

périodes de 10 minutes. Ces moteurs peuvent, suivant les besoins, être couplés en série ou en parallèle.

Le châssis est muni d'une timonerie de frein mise en jeu soit par l'air comprimé, soit à la main ; il possède enfin sur chacune de ses faces latérales 4 frotteurs de prise de courant sur 3^e rail, à pression variable par l'air comprimé.

Enveloppe de la roue-turbine. — L'enveloppe contenant la roue-turbine est solidement assemblée avec l'avant du châssis par des goussets très rigides en tôle et cornières de façon qu'elle puisse résister aux efforts considérables qu'elle supporte pendant le fonctionnement du chasse-neige.

Elle se compose d'une partie cylindrique de 2 m, 460 de diamètre en tôle de 9 mm, assemblée vers l'arrière avec un fond en tôle de même épaisseur. Cette partie cylindrique se prolonge vers l'avant, ainsi que le montrent les figures et les planches, par une autre partie de plus en plus évasée, en tôle de 9 mm également, dont les bords viennent épouser le contour du gabarit.

Au-dessus de l'enveloppe se trouve l'orifice d'évacuation de la neige projetée par la roue turbine. Cet orifice est muni d'un capuchon mobile auquel on donne l'orientation convenable pour que la neige puisse être évacuée soit à droite, soit à gauche de la voie suivant le sens de rotation de la turbine.

Enfin, sur les arêtes verticales de l'avant de l'enveloppe sont articulés deux volets latéraux de forme trapézoïdale, solidement maintenus par des bielles de butée dans une position faisant un angle de 35° environ avec la direction de l'axe du chasse-neige. Ces volets, qui peuvent s'effacer quand les ouvrages de la voie le rendent nécessaire, permettent de débayer la neige sur une largeur de 3 m, 500 environ alors que le gabarit de construction du matériel roulant de la ligne de Chamonix n'a que 2 m, 700 de large.

Roue-turbine. — La roue-turbine a un diamètre de 2 m, 420 ; elle tourne à l'intérieur de la partie cylindrique de l'enveloppe et sa vitesse peut varier à volonté de 165 à 210 tours par minute aussi bien dans un sens que dans l'autre. Elle est montée en porte à faux sur l'extrémité d'un arbre puissant de 195 mm de diamètre et de 2 m, 500 de long.

Cet arbre est supporté par un premier palier placé immédiatement derrière la turbine et par un deuxième palier supportant son autre extrémité et servant en même temps de palier de butée. Une roue d'engrenage (62 dents), en deux pièces pour faciliter le montage, est clavetée sur cet arbre et engrène avec le pignon (18 dents) du moteur électrique commandant la turbine.

La construction de la roue-turbine rappelle, comme ensemble, celle des roues-turbines des chasse-neige déjà en service et qui ont été cités plus haut ; toutefois, certaines dispositions nouvelles ont été adoptées, notamment pour les couteaux d'attaque de la neige, de façon à obtenir l'orientation automatique de ces couteaux lorsqu'on change le sens de rotation de la roue. Avec les chasse-neige américains, en effet, il est nécessaire, dans la plupart des cas, d'effectuer cette orientation à la main ; la disposition que nous avons réalisée ne nécessite jamais pour cela l'intervention du personnel.

La roue-turbine est constituée par :

— un fort moyeu en acier moulé, comportant dix nervures, claveté sur l'extrémité de l'arbre et maintenu en place par un cône d'attaque vissé sur le bout d'arbre ;

— un disque de tôle de 9 mm d'épaisseur et 2 m, 420 de diamètre rivé sur un collet du moyeu et formant le fond de la roue-turbine ;

— dix demi-cônes en tôle de 9 mm également, rivés par leurs extrémités de petit diamètre sur les nervures du moyeu et par leurs autres extrémités sur la tôle de fond. Les lèvres voisines de ces demi-cônes sont, en outre, réunies deux à deux par des pièces en acier moulé auxquelles elles sont rivées et sur lesquelles viennent s'articuler les couteaux.

Le tout est, de plus, solidement entretoisé par des tirants en fer rond raidissant l'ensemble de la roue et servant d'appui aux couteaux ;

— dix couteaux doubles en acier moulé ayant la forme d'angles dièdres très ouverts articulés par leurs parties centrales sur les pièces en acier moulé dont il vient d'être parlé. Ces couteaux sont fortement nervurés pour les rendre indéformables et portent, rivées sur leurs arêtes d'attaque de la neige, des lames coupantes en acier de 12 mm d'épaisseur. Ils possèdent, de plus, rivées également sur leur face antérieure, d'autres lames coupantes spéciales, en forme d'anse de panier, que l'on aperçoit très nettement sur les différentes figures. Ces lames coupantes spéciales ont pour but de faciliter l'orientation automatique des couteaux lorsqu'on change le sens de rotation de la roue et, de plus, de désagréger la neige lorsque cette dernière présente une dureté exceptionnelle.

Moteur de la roue-turbine. — Le moteur de la roue-turbine est construit pour fonctionner sous courant continu 600 volts. Il est à six pôles à enroulement compound à flux additifs et pôles de commutation.

Il peut développer, d'une façon continue, une puissance de 350 chevaux à 550 tours par minute environ et 500 chevaux pendant une demi-heure. Il est, de plus, capable de fournir des à-coups dépassant 600 chevaux pendant quelques minutes.

Sur l'extrémité de son arbre est calé un pignon de 18 dents qui engrène avec la roue de 62 dents clavetée sur l'arbre de la roue-turbine. Ce train d'engrenage est contenu dans un carter étanche.

Le moteur est solidement fixé sur un bâti en acier moulé qui entretoise les longerons du châssis et supporte également le palier de butée de l'arbre de la roue-turbine.

Caisse. — La caisse est entièrement en tôle et occupe tout l'espace disponible sur le châssis à l'arrière de l'enveloppe de la roue-turbine. Elle est munie des portes et baies nécessaires ainsi que, sur la toiture, d'un grand panneau amovible pour permettre de sortir le moteur de la turbine.

Elle abrite, outre ce moteur, tout l'équipement mécanique et électrique nécessaire au fonctionnement du chasse-neige.

Je citerai parmi les appareils les plus importants :

Le compresseur d'air à mise à marche et arrêt automatiques.

Les robinets des freins automatique et modérable.

Le servo-moteur à air comprimé permettant la commande simultanée des contrôleurs des moteurs de translation du chasse-neige et du wagon automoteur auxiliaire attelé derrière lui.

Le contrôleur des moteurs de translation du chasse-neige.

Le contrôleur, les contacteurs, l'inverseur de marche et les résistances de démarrage du moteur de la roue-turbine.

Le rhéostat d'excitation de ce moteur permettant de faire varier sa vitesse.

La manivelle du frein à main et le volant d'orientation du capuchon de l'enveloppe de la roue-turbine.

Les manomètres et les divers appareils de mesures électriques placés sur les circuits des différents moteurs.

Les appareils d'éclairage et de chauffage de l'intérieur de la caisse.

Vagon automoteur auxiliaire. — Ainsi qu'il a été dit plus haut, le chasse-neige circule toujours attelé à un vagon couvert automoteur dont le rôle est de contribuer à la propulsion du chasse-neige dans les rampes en même temps qu'à la captation du courant sur le 3^e rail.

Ce vagon automoteur, du poids de 23 tonnes environ en ordre de marche, est monté sur deux essieux commandés par des moteurs identiques à ceux du chasse-neige et susceptibles d'être couplés en série ou en parallèle.

Il est relié à ce dernier par les attelages ordinaires ainsi que par six conduites d'air comprimé et deux accouplements électriques.

Les six conduites d'air comprimé sont nécessaires pour le fonctionnement des freins automatique et modérable, des servo-moteurs de commande des contrôleurs des moteurs de translation et enfin des frotteurs à verglas.

Les accouplements électriques servent de liaison, le premier entre les frotteurs de prise de courant du chasse-neige et ceux du vagon auxiliaire, le second entre les châssis des deux véhicules afin de faciliter le retour, aux rails de la voie, du courant absorbé par les différents moteurs; la valeur de ce courant peut en effet, à certains moments, dépasser 1.500 ampères.

Manœuvre du chasse-neige rotatif électrique. — La manœuvre du chasse-neige rotatif électrique pour le déblaiement de la neige est extrêmement facile. Deux hommes sont affectés à sa conduite, plutôt par raison de sécurité que par nécessité, car un seul serait suffisant pour en assurer dans tous les cas le fonctionnement.

Le conducteur dispose en effet, à portée de sa main, de tous les organes commandant le mouvement de rotation de la turbine ainsi que le mouvement d'avancement du chasse-neige

Fig. 3.



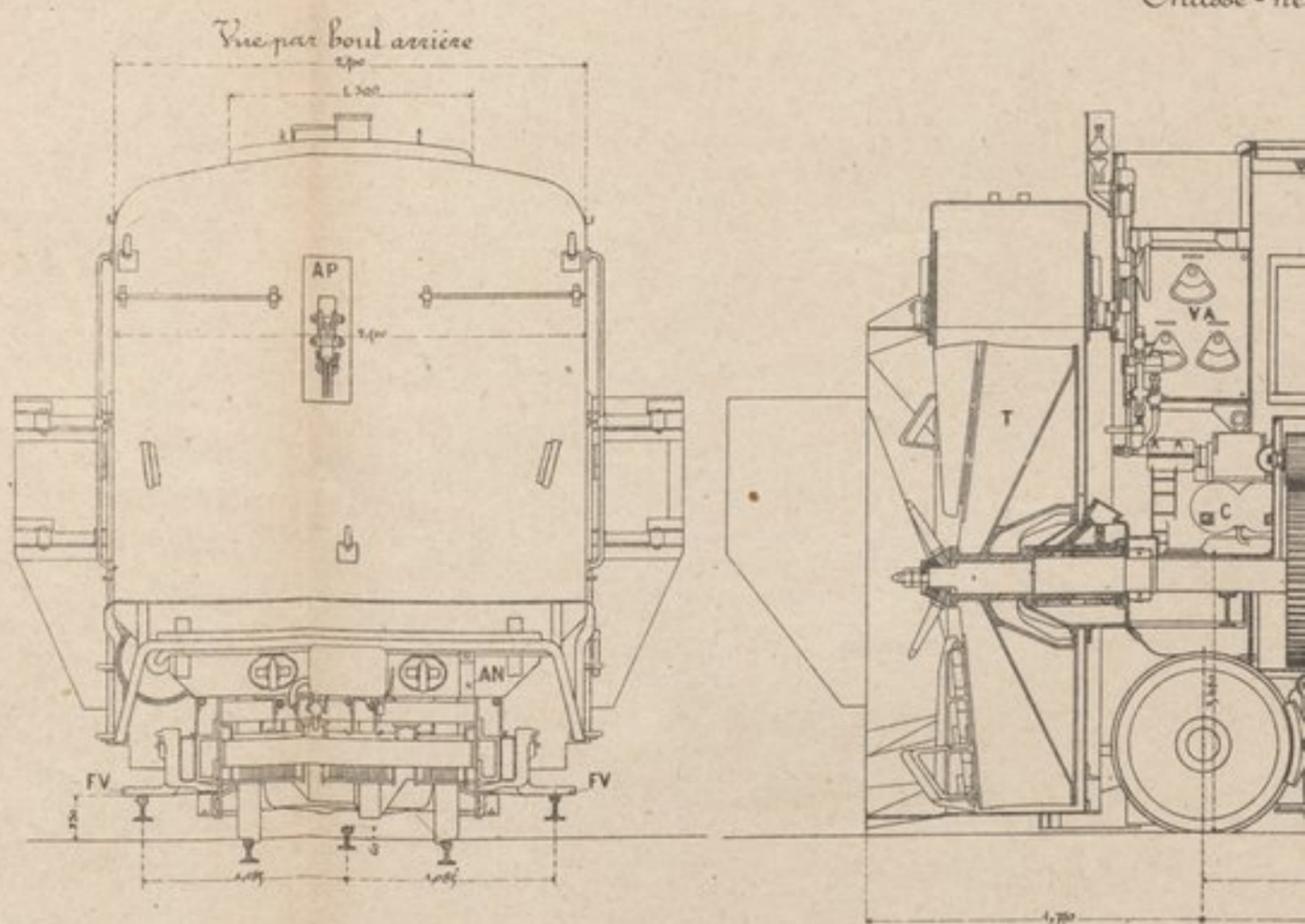
et du vagon auxiliaire. Il n'a pas, d'autre part, comme sur les appareils similaires à vapeur, à surveiller d'une façon particulièrement attentive le moteur de la turbine pour éviter qu'il s'emballe à certains moments ou, au contraire, se bloque lorsque le chasse-neige vient en prise avec des amas de neige importants. Le moteur électrique, en effet, n'est pas susceptible de s'emballer et présente de plus une élasticité de puissance telle qu'il fournit toujours l'effet momentané nécessaire au passage des endroits difficiles.

Le chasse-neige rotatif électrique, construit par notre Compagnie,

est en service depuis plusieurs années; il a permis de prolonger pendant l'hiver le service des trains, dans la haute vallée de Chamonix, toutes les fois que la circulation de ces trains n'a pas dû être interrompue par la menace des avalanches.

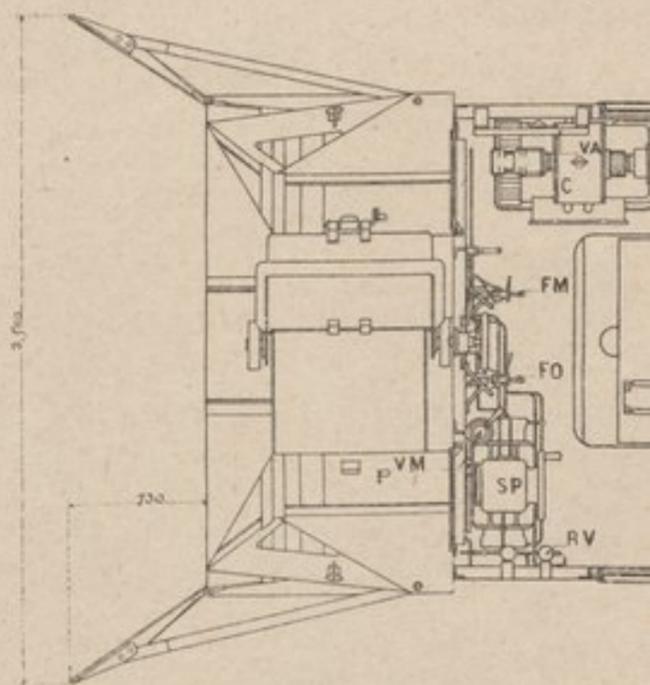
Au cours des opérations de déblaiement, il a permis souvent de débarrasser la voie d'amoncellements de neige atteignant 2 m, 50 de hauteur; à condition, bien entendu, que ces derniers ne soient pas constitués par des coulées d'avalanches. Dans ce cas, il faut obligatoirement avoir recours au déblaiement à la pelle en raison des blocs de rochers et des troncs d'arbres que contiennent presque toujours ces coulées d'avalanches.

La figure 3 montrant le chasse-neige en action pendant des opérations de déblaiement, permet de se faire une idée de sa puissance et, en particulier, de la distance à laquelle il rejette la neige dont il débarrasse la voie.



LÉGENDE

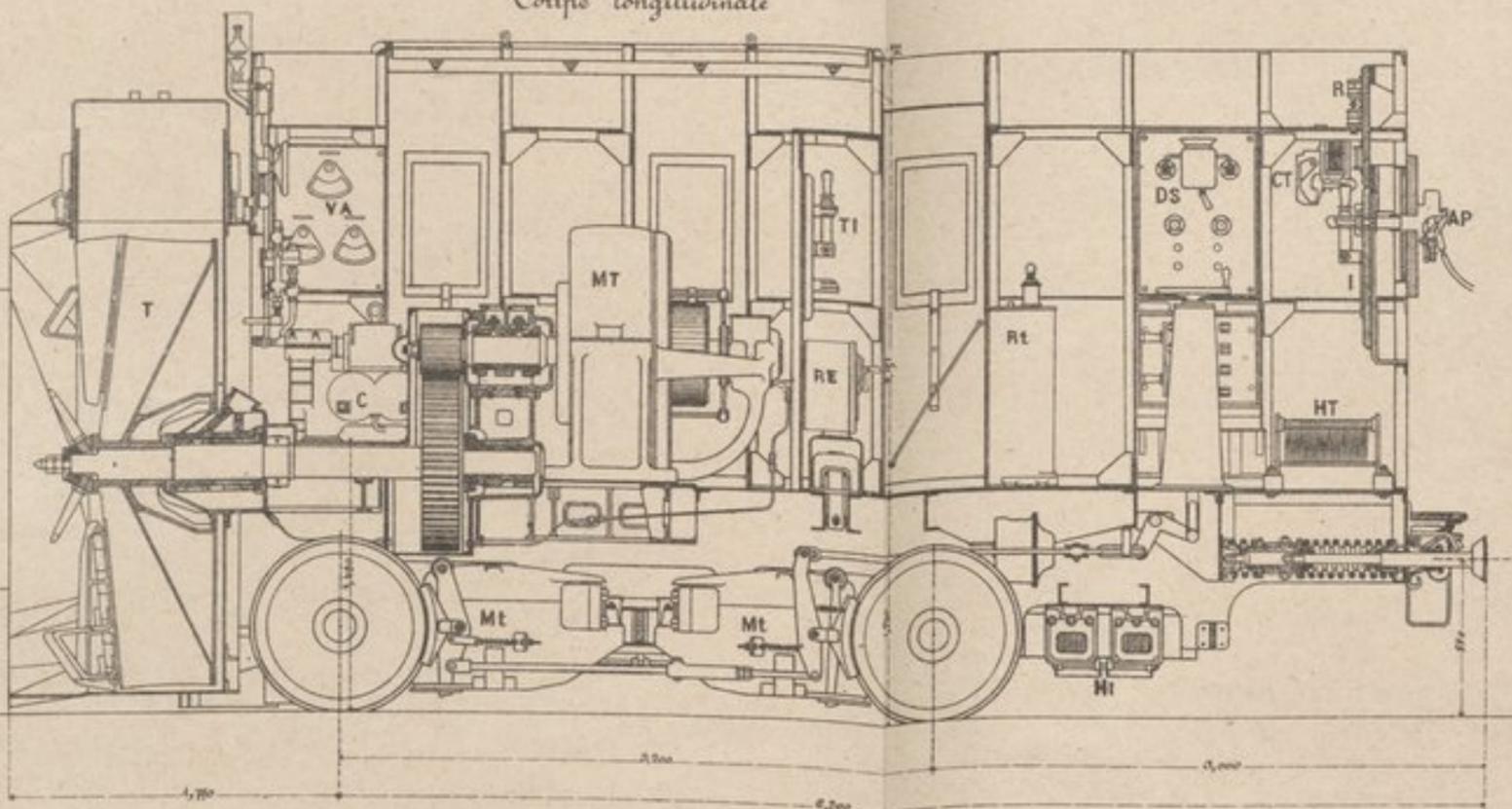
- T Turbine
- MT. Mt Moteurs de la turbine et de la translation
- C Compresseur d'air
- SP Servo-moteur principal
- RT. Rt Régulateurs de commande des moteurs de la turbine et de la translation
- TI Inverseur de changement de marche du moteur de la turbine
- R. CT Relais de surcharge et contacteurs de la turbine
- HT. RE Rhéostat de démarrage et d'excitation du moteur de la turbine
- Ht Rhéostat de démarrage des moteurs de translation
- Hc Rhéostat du moteur du compresseur d'air



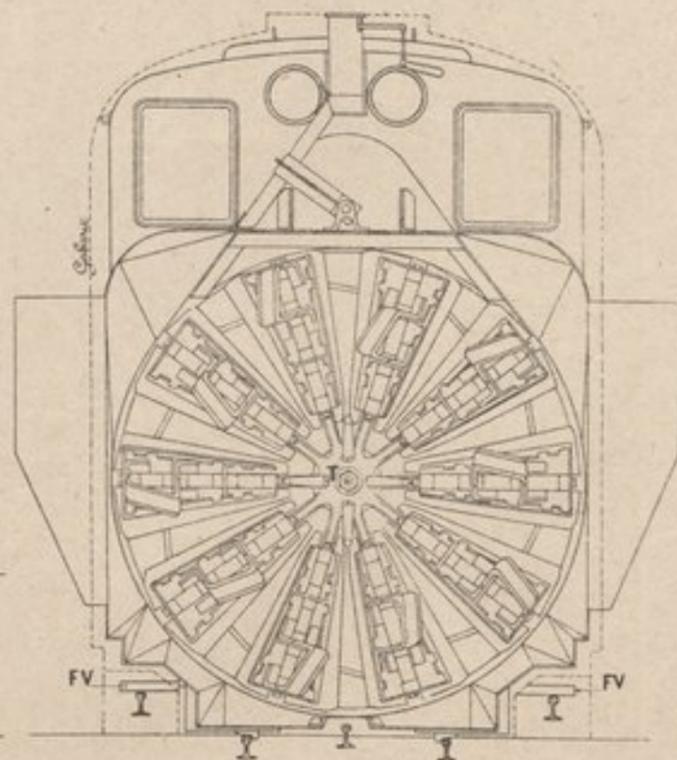
Chasse-neige rotatif automoteur Ensemble

Échelle de 0,025 pour 1 mètre.

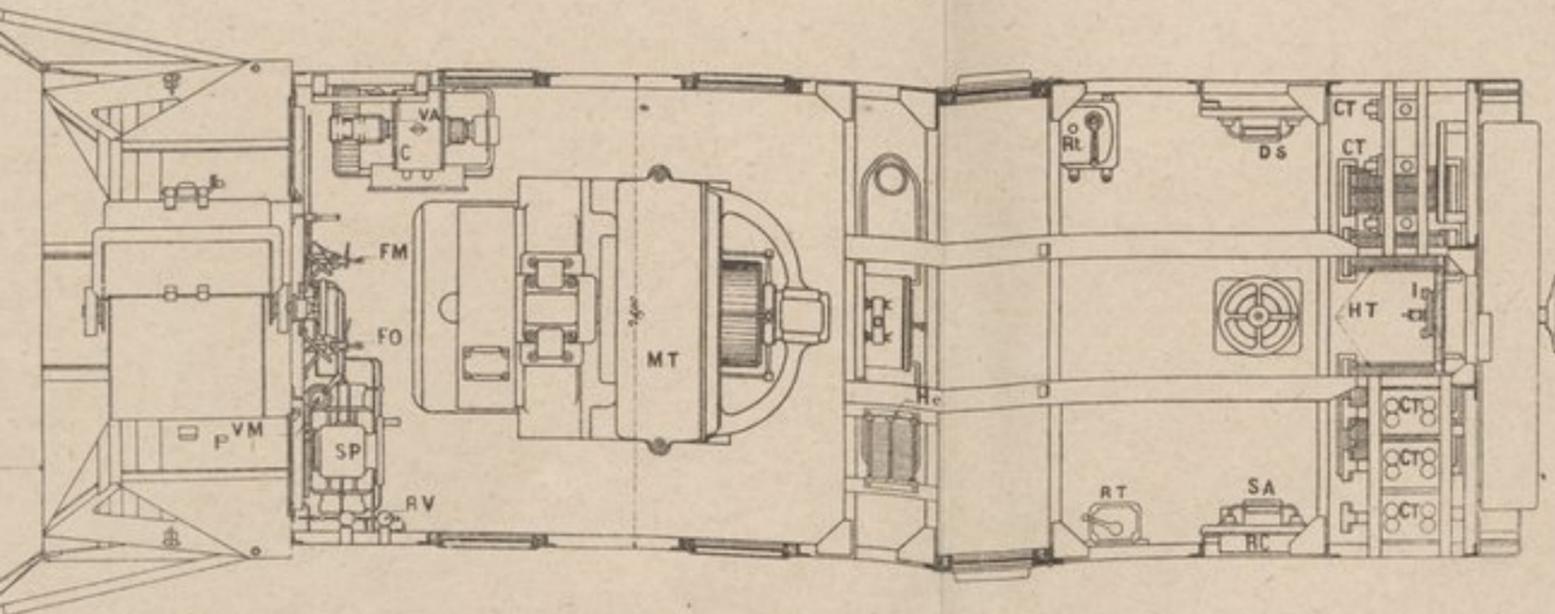
Coupe longitudinale



Vue par bout avant



Coupe horizontale



LÉGENDE

- RC ... Régulateur automatique du compresseur d'air
- DS ... Disjoncteur des moteurs de translation et shorts d'ampère-mètre
- VA ... Voltmètre et ampèremètres
- SA ... Tableau du compresseur d'air, de l'éclairage et du chauffage
- AP, AN ... Accouplement positif et négatif
- I ... Interrupteur d'accouplement électrique
- FO, FM ... Robinets des freins automatiques ordinaires et à mâchoires
- VM ... Valve de commande du frein modérateur
- FV ... Freins à verglas
- RV ... Robinet de commande des freins à verglas