NOTE

SUR LA

LOCOMOTIVE COMPOUND A QUATRE CYLINDRES

A TROIS ESSIEUX ACCOUPLÉS

ESSIEU PORTEUR A L'AVANT ET BOGIE A L'ARRIÈRE

SÉRIE 210 DES CHEMINS DE FER I. R. DE L'ÉTAT AUTRICHIEN

Par M. Jacques NEBLINGER,

INGÉNIEUR I. R. AU MINISTÈRE DES CHEMINS DE FER D'AUTRICHE.

Pl. II.

L'augmentation rapide du poids des trains express et la grande vitesse qu'on en exige ont amené successivement bon nombre d'administrations de chemins de fer en Europe à adopter des locomotives du type « Pacific » (2 C 1 d'après la nomenclature du « Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen ») venu des Etats-Unis. Ce sont en France les administrations des chemins de fer de Paris-Orléans, du Midi, de l'Ouest et de Paris-Lyon-Méditerranée, en Allemagne des chemins de fer d'Etat badois, bavarois et würtembergeois et des chemins de fer de l'empire en Alsace-Lorraine, en Angleterre du Great Western, en Belgique et en Italie des chemins de fer d'Etat.

Une locomotive de ce type remorque un train de 350 à 400 tonnes en rampe de 10^{mm} à une vitesse de 60 kilom. à l'heure. Elle développe donc (supposé un poids de 140 tonnes pour locomotive + tender) :

$$(140 + 350)\left(\frac{60}{10} + 10\right) \times \frac{60}{270} = 1740 \text{ HP.}$$

à

$$(140 + 400)\left(\frac{60}{10} + 10\right) \times \frac{60}{270} = 1920 \text{ HP.}$$

Pour la production de la vapeur nécessaire il fallut une si grande surface de grille, qu'il

devint très difficile de loger la boîte à feu entre les roues à cause de la longueur limitée de la grille.

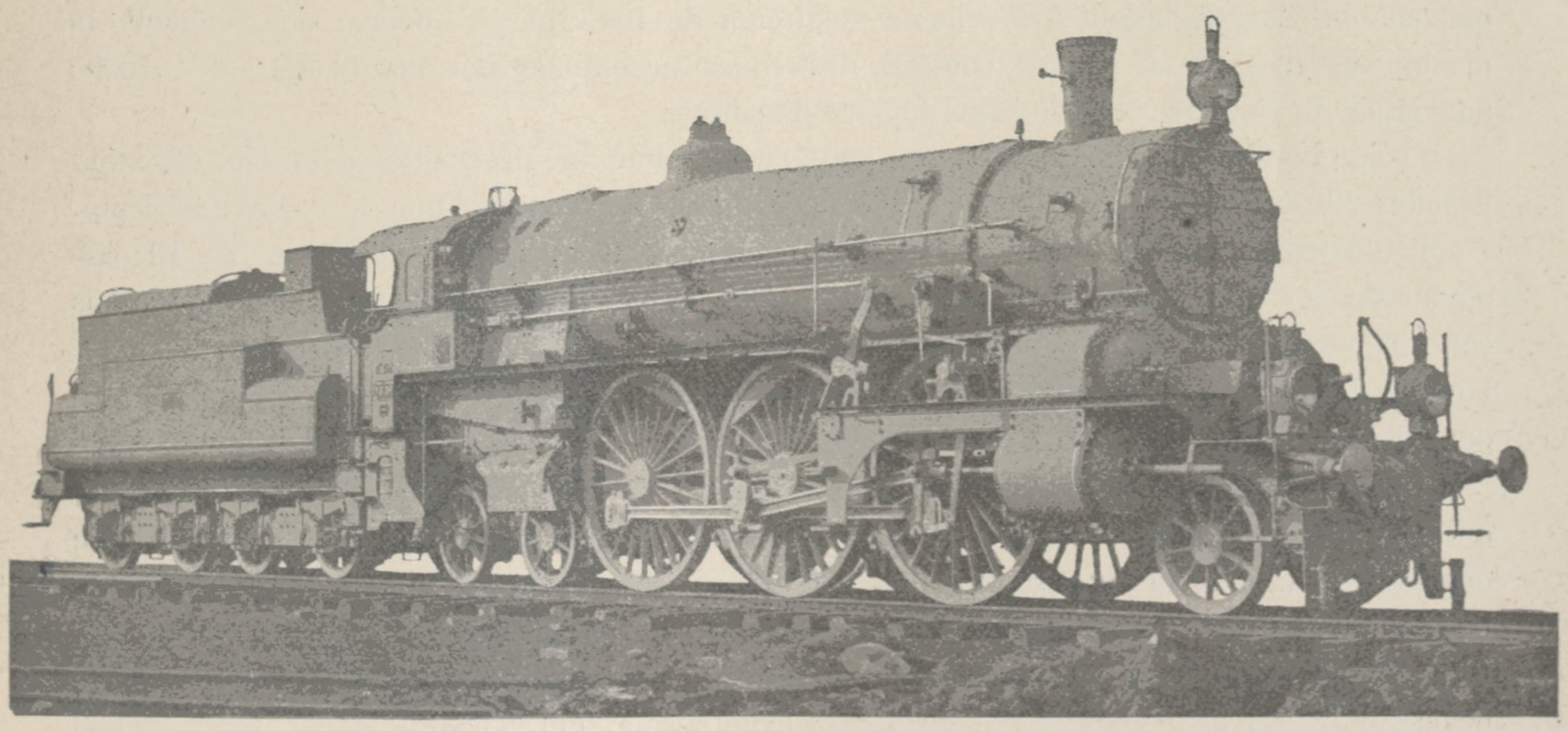
Seule l'administration des chemins de fer de l'empire en Alsace-Lorraine ne quitta pas la boîte à feu étroite. Aussi la grille n'a, malgré la longueur excessive de 3.215^{mm}, qu'une surface de 3^{m2},2.

Les administrations des chemins de fer de Paris-Orléans et du Midi en France construisirent une boîte à feu étroite à l'avant, large et débordante à l'arrière avec des surfaces de grille de 4^{m2},27 et 4^{m2}, construction difficile pour la manufacture et l'entretien.

Toutes les autres administrations adoptèrent une boîte à feu débordante au-dessus des roues. Mais les locomotives du type 2 C 1 étant construites pour de grandes vitesses, le diamètre des roues accouplées était trop grand pour placer la boîte à feu au-dessus d'elles. On la plaça donc derrière elles au-dessus de l'essieu porteur et pour empêcher la surcharge de cet essieu, qui aurait résulté du simple déplacement de la chaudière vers l'arrière, et reporter le centre de gravité plus en avant il fallut recourir à divers artifices. On inclina la face avant de la boîte à feu pour faire place aux roues du troisième essieu accouplé tout en portant la plaque tubulaire du foyer aussi loin que possible en avant, admit une longueur des tubes déjà à la limite de l'économie, adopta une longue boîte à fumée, serra les roues accouplées les unes contre les autres, rapprocha le bogie du premier essieu accouplé et reporta les cylindres en avant, et malgré tout l'essieu porteur arrière resta chargé de 15 tonnes et plus ; dans un seul cas, la machine Pacific de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, en France, la charge de cet essieu n'est que de 14 tonnes.

Pour éviter tous ces écueils, M. K. Gölsdorf, conseiller ministériel au ministère des chemins de fer d'Autriche, adopta pour la locomotive 210 (Fig. 1, 2, Pl. II), qu'il étudia en 1908, une

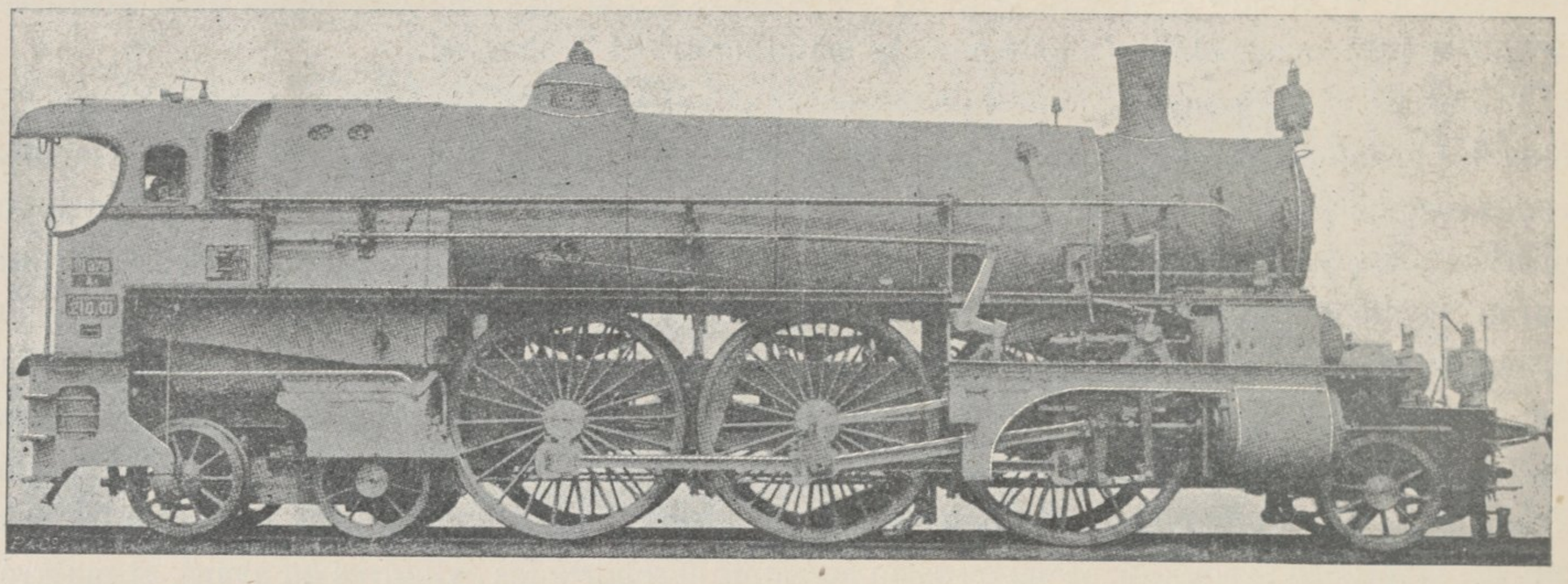
Fig. 1. — 1 C 2 Locomotive compound a 4 cylindres, série 210 des Chemins de fer I.R. de l'État Autrichien liée avec un tender série 86.
(Avec installation pour le chauffage au pétrole).



disposition toute nouvelle en retournant la disposition 2 C 1 en 1 C 2, type nommé depuis

"Adriatic". Il plaça à l'avant de la locomotive un bogie du système Krauss-Helmholtz en réunissant l'essieu porteur d'avant avec le premier essieu accouplé et fit supporter la boîte à feu par un bogie à deux essieux porteurs, qui est traîné par un pivot situé à l'avant de ce bogie.

Fig. 2. — 1 C 2 Locomotive compound a 4 cylindres, série 210 des Chemins de fer I.R. de l'Etat Autrichien.



Avec cette disposition le poids de la boîte à feu est réparti sur deux essieux, ce qui est de grande importance surtout en Autriche avec la charge limitée de 15 tonnes par essieu, et le constructeur a toute liberté de tenir compte des coefficients donnant les meilleures proportions entre les éléments essentiels de la locomotive.

La grille a une surface de $4^{m2},62$, ce qui rend possible la réalisation du programme: la remorque d'un train de 400 tonnes en rampe de 10^{mm} à une vitesse de 60 kilm. à l'heure avec le combustible normalement employé en Autriche, qui a en moyenne une vaporisation de 6 kilogs.

La face avant de la boîte à feu est verticale, les tubes et la boîte à fumée sont d'une longueur convenable. Correspondant à la vitesse maximum de 100 kilm. à l'heure, pour laquelle la machine est destinée en service courant, les roues accouplées ont un diamètre de 2.100^{mm} au contact du rail avec des bandages de 50^{mm} d'épaisseur.

Le bogie Krauss-Helmholtz, dont nous donnons plus loin une description détaillée, offre aux grandes vitesses la même sûreté pour l'inscription dans les courbes que le bogie américain. L'empattement rigide n'est que de $2^{m},220$ sur $5,^{m}710$ de longueur conduite et de $10^{m},450$ d'empattement total. Le rapport de la longueur conduite à l'empattement total n'est donc, dans cette locomotive 1 C 2, pas sensiblement inférieur à celui des locomotives 2 C 1 et avec les boudins des roues motrices tournés de 9^{mm} au-dessous de l'épaisseur normale, elle peut s'inscrire dans des courbes de 180 mètres de rayon.

La chaudière (Fig. 3 et 4) est construite en fer Martin homogène basique. La première virole, qui comporte le sécheur de vapeur, est cylindrique, a un diamètre intérieur de $1^{m},624$, une épaisseur de tôle de 18^{mm}, et son axe est à $2^{m},930$ au-dessus des rails. Elle est réunie à la troisième virole, qui est également cylindrique mais avec un diamètre intérieur de $1^{m},757$, par une virole conique, dont la génératrice inférieure est horizontale. Ces deux viroles ont une épaisseur de tôle de $21^{mm},5$. L'axe de la troisième virole, qui porte le dôme, est à $3^{m},000$ au-dessus des rails. La première et troisième virole sont formées d'une seule tôle, la seconde est formée de deux tôles pour plus de simplicité dans la fabrication. Les clouures longitudinales

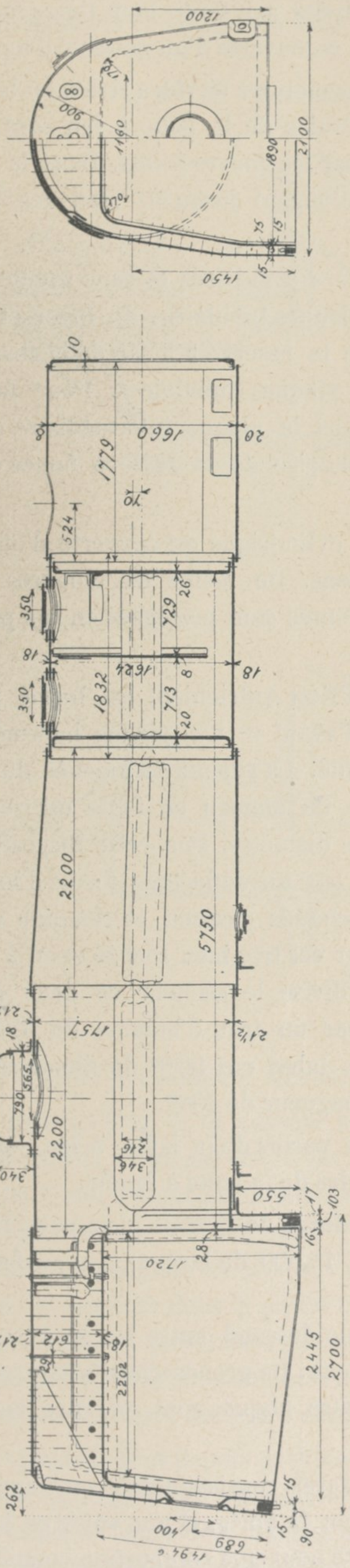


Fig. 3 et 4. — Chaudière.

sont à double couvre-joint, large à l'intérieur, étroit à l'extérieur. Le large couvre-joint a six rangées de rivets, l'étroit en a quatre. Pour obtenir une liaison étanche aux clouures transversales les clouures longitudinales sont soudées en ces endroits sur une longueur d'environ 250^{mm}. Les clouures transversales sont à double rangée de rivets.

La plaque tubulaire de la boîte à fumée est consolidée par une armature en tôle, rivée par les deux bouts pliés à la première virole du corps cylindrique et réunie à la plaque tubulaire en-dessus par un fer en U laissant passer la tête du régulateur, en-dessous par une cornière.

La boîte à feu déborde au-dessus des roues du bogie arrière. Son berceau est cintré conformément à la dernière virole du corps cylindrique. Son enveloppe est formée de trois tôles réunies par des clouures à double couvre-joint, tandis que toutes les autres clouures de la boîte à feu sont à double rangée de rivets.

Le foyer est en cuivre rouge. Son ciel plan est réuni au berceau de la boîte à feu par des tirants verticaux. Les deux premières rangées sont à dilatation, ils suspendent le ciel du foyer à des barres, qui s'appuient d'une part sur la courbure de la plaque tubulaire d'autre part sur une pièce de forme appropriée vissée sur le filet inférieur de la troisième rangée des tirants prolongé à cet effet.

La plaque tubulaire, verticale ainsi que la face avant de la boîte à feu, est réunie par une rangée de tirants à la partie inférieure de la troisième virole du corps cylindrique. Les faces arrières du foyer et de la boîte à feu sont inclinées et embouties de manière à former ensemble le cadre de la porte du foyer. L'enveloppe est formée d'une seule tôle dont les faces latérales sont plus inclinées que celle de l'enveloppe de la boîte à feu de sorte que la largeur des lames d'eau croît vers le ciel du foyer, ce qui assure une rapide circulation d'eau et diminue les ruptures des entretoises, qui, étant plus flexibles par la grande longueur, suivent plus facilement les dilatations du foyer.

Les épaisseurs des tôles de la boîte à feu et du foyer sont données dans les Figures 3 et 4.

Les entretoises sont en cuivre rouge, filetées aux bouts et tournées lisses au milieu. Les trois rangées supérieures ont 28^{mm}, les autres 25^{mm} de diamètre. Elles sont vissées dans les parois, rivées à leurs extrémités et percées aux

deux bouts sur une longueur un peu supérieure à celle du filet d'un trou, qui sert à déceler leur rupture. Les entretoises situées dans l'abri sont percées sur toute leur longueur d'un conduit à ce même effet, cette partie de la boîte à feu étant recouverte d'un matelas d'amiante.

La face arrière de la boîte à feu est consolidée par six armatures en tôles rivées au berceau et reliées par des cornières à la face arrière. Les parois latérales de la boîte à feu sont entretoisées par une rangée de tirants horizontaux, qui passent par les couvre-joints. Dans la partie d'avant de la boîte à feu deux fortes cornières, qui se prolongent jusqu'au plan des tirants horizontaux sont rivées au pourtour du berceau.

Les tubes en fer homogène avec virole en cuivre à l'arrière sont lisses et sans soudure, ont un diamètre extérieur de 53^{mm} et sont mandrinés dans les plaques tubulaires du foyer et de la boîte à fumée et dans une plaque intermédiaire, qui sépare le réservoir d'eau de la chaudière du sécheur de vapeur. Leur longueur est $5^{m},750$ entre plaques tubulaires. Pour faciliter l'extraction des tubes par la boîte à fumée les trous dans la plaque intermédiaire ont un diamètre de 54^{mm} tandis que les trous de la plaque tubulaire de la boîte à fumée ont un diamètre de $55^{mm},5$.

Sur une largeur de $1^{m},350$ la partie inférieure du corps cylindrique est couverte d'une tôle de fer de 2^{mm} d'épaisseur pour la préserver des corrosions. De même les clouures de la première virole et de la plaque tubulaire dans la boîte à fumée sont protégées en bas par une tôle de cuivre de 6^{mm} d'épaisseur contre la rouille.

Le sécheur de vapeur (type des chemins de fer I. R. de l'Etat Autrichien) est formé par la première virole du corps cylindrique, la plaque tubulaire d'avant et une plaque intermédiaire déjà mentionnée ci-dessus. Il est muni d'un matelas d'amiante. La vapeur est amenée du dôme par une tuyère de 170^{mm} de diamètre intérieur. A l'orifice un anneau en fonte est rivé dans cette tuyère, qui ne laisse qu'un libre passage de 100^{mm} de diamètre. Par cette disposition la vapeur arrive déjà assez sèche dans le sécheur, est forcée par un déflecteur formé d'une tôle verticale de descendre entre les tubes, par lesquels les gaz chauds passent, et remonte devant le déflecteur pour entrer dans le régulateur. Ainsi la vapeur est très bien séchée et on a même relevé en marche jusqu'à 50° de surchauffe. Le déflecteur divise le sécheur en deux parties presque égales, dont chacune est accessible d'en haut par un trou d'homme de 350^{mm} de diamètre. Les trous dans le déflecteur pour le passage des tubes ont 56^{mm} de diamètre et les tubes y sont élargis à 55^{mm} de diamètre extérieur sur une longueur de 40^{mm}.

Un grand nombre de trous de lavage sont percés dans les parois de la boîte à feu, dans la virole arrière du corps cylindrique et dans la plaque tubulaire de la boîte à fumée.

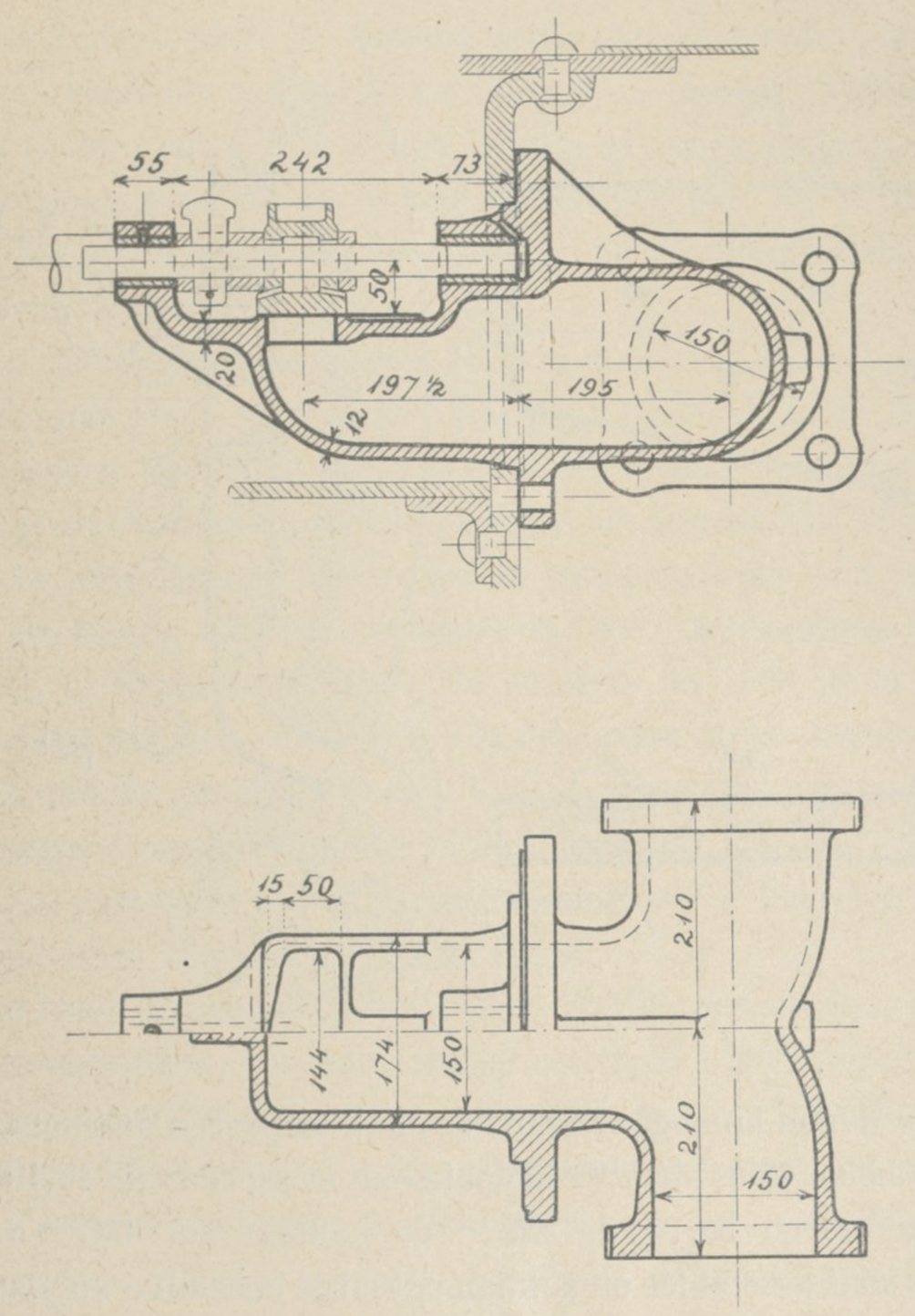
La grille est formée de deux groupes de barreaux en fer forgé de 15^{mm} de plein pour 21^{mm} de vide. Sa face est inclinée 1 : 8 ; elle a $2^{m},445$ de longueur, $1^{m},890$ de largeur ; sa surface est donc $4^{m2},62$.

Le cendrier est partagé en trois parties. La partie centrale descend entre les longerons du châssis général, les parties latérales débordent au-dessus d'eux. De grands clapets assurent une abondante amenée d'air. Pour le nettoyage du cendrier quatre clapets sont en outre ménagés dans les parois latérales.

La chaudière est munie d'un appareil fumivore système Marek consistant dans un clapet dans la porte du foyer retenu ouvert par un doigt, quand on ferme la porte, et une voûte en briques dans la partie d'avant du foyer. Une quantité d'air suffisante pour une combustion complète du combustible chargé étant admise on retire le doigt mentionné ci-dessus et le clapet se ferme par

son propre poids. Une grille à flammèches dans la boîte à fumée empêche les escarbilles d'être entraînées par la cheminée (du type Prüssmann) prolongée à l'intérieur de la boîte à fumée.

Fig. 5 et 6. — Régulateur.



L'orifice de la tuyère d'échappement est à 150mm au-dessus du centre de la chaudière. La tête de cette tuyère est en fonte et comporte deux clapets mobiles en bronze, qui permettent un changement du libre passage de 83cm2 à 194cm2. Ils se manœuvrent par simple tirage de l'abri.

Le régulateur (Fig. 5 et 6) disposé dans le sécheur de vapeur et boulonné à la plaque tubulaire de la boîte à fumée est à tiroir plan horizontal, recouvrant une lumière dont la partie arrière où l'ouverture commence est de forme triangulaire, ce qui permet de graduer facilement son ouverture. Ce tiroir est actionné au moyen d'un levier, qui se manœuvre par simple tirage dans un plan horizontal. Le régulateur est très bien accessible par le trou d'homme dans la partie d'avant du sécheur de vapeur.

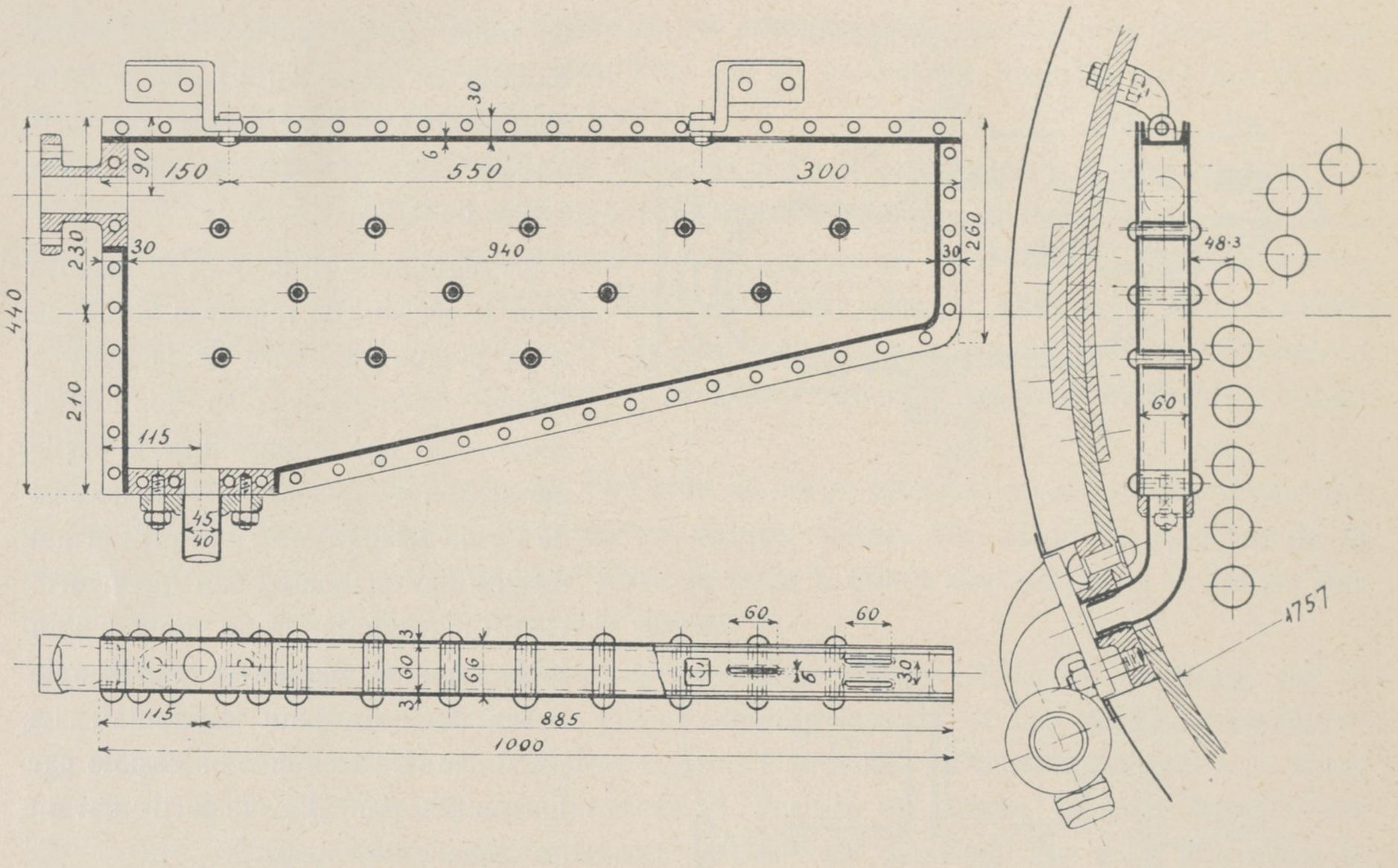
Les injecteurs sont du type Friedmann, à droite, du côté du mécanicien, classe R S T N° 9, à gauche, du côté du chauffeur, classe R T N° 11. Les tuyaux de refoulement situés de chaque côté de la chaudière mènent à des séparateurs de boues du système Gölsdorf.

Cet appareil (Fig. 7, 9) consiste en une caisse plate formée de tôles et de fers en U. Il est disposé dans la troisième virole du corps cylindrique entre le faisceau tubulaire et la paroi de la virole. L'eau venant de l'injecteur entre en haut à l'arrière et sort dans la chaudière par des ouvertures longues de 60mm sur 6mm de largeur ménagées dans le couvercle de la caisse. Par le changement instantané de température et de vitesse à l'entrée dans l'appareil, les boues se séparent et tombent dans la partie inférieure de la caisse, d'où une tuyère mène à un robinet de vidange. Après un parcours d'environ 200 km. on ouvre ce robinet et purge l'appareil par la pression de la chaudière tout en ayant soin de mettre en même temps l'injecteur en activité pour ne pas renvoyer les boues dans le tuyau de refoulement.

Ces appareils sont depuis quelques années en service et donnent toute satisfaction. Dans des contrées, où l'eau employée nécessitait un lavage des chaudières après huit jours où on trouvait des couches de boues déjà durcies et difficilement à enlever, il ne fallait laver les chaudières munies de cet appareil qu'après une quinzaine et encore ne trouvait-on qu'une faible quantité de boue molle et facilement à enlever.

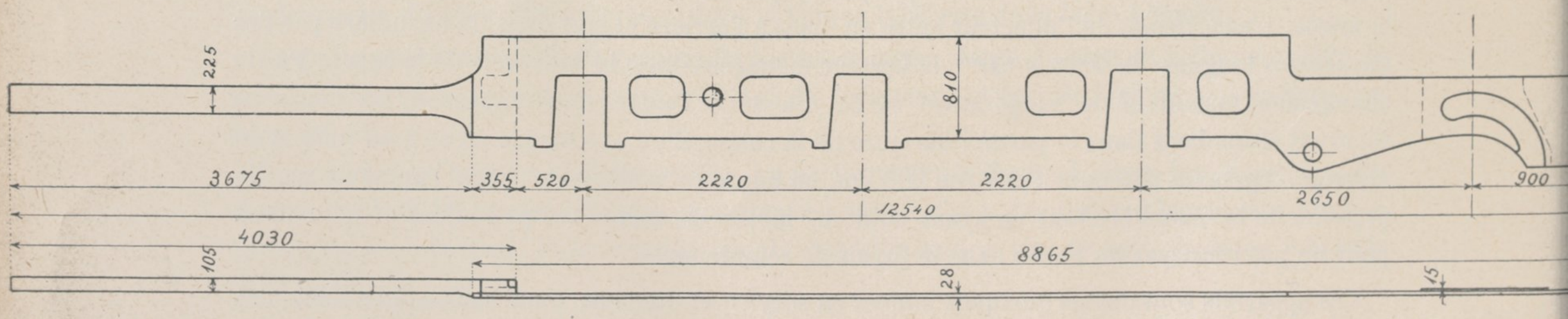
Deux soupapes de sûreté du type Coale de 4 pouces de diamètre sont disposées sur le dôme et réglées pour la pression de marche de 15 kg.

Fig. 7-9. — Séparateur de boue.



Le châssis général (Fig. 10 et 11) en fer Martin homogène se divise en deux parties distinctes, la partie d'avant formée de deux longerons en tôles de 28mm d'épaisseur et espacés de 1m,190 et la partie d'arrière formée de deux longerons en barres de 225mm de hauteur sur 105mm de largeur, espacés de 950mm. Ces longerons sont assemblés et solidement rivés ensemble au plan du pivot du bogie d'arrière derrière le dernier essieu accouplé.

Fig. 10 et 11. — Longerons du chassis général.



Aux découpures pour les trois essieux accouplés les longerons en tôles ne sont renforcés que par les plaques de garde en acier moulé qui les entourent. Pour faire place aux roues du premier essieu rayonnant les longerons sont fraisés à l'extérieur sur une profondeur de 15mm et sont renforcés en cet endroit par une tôle de 15mm d'épaisseur, qui y est rivée de l'intérieur.

Les longerons en tôles sont très solidement entretoisés par des tôles horizontales découpées pour l'essieu coudé, les bielles motrices, les crosses de piston et les glissières des cylindres à haute pression et pour rendre accessibles tous les organes intérieurs de la locomotive, par des tôles verticales et de part et d'autre de l'essieu moteur par de lourdes entretoises forgées en fer homogène. Outre la traverse en tête les tôles verticales sont disposées à la face avant et arrière des cylindres, entre les essieux accouplés et derrière le dernier essieu accouplé au plan de l'assemblage des longerons en tôles et en barres. Toutes ces tôles verticales et horizontales sont réunies entre elles et aux longerons par de fortes cornières.

Les longerons en barres sont entretoisés par les cornières portant les rotules, qui servent d'appui sur le bogie d'arrière et par un caissonnement en tôles et en cornières formant la traverse d'attelage.

La chaudière est supportée en cinq points : A l'avant par la boîte à fumée elle est solidement boulonnée à une selle formée des deux pièces de fonte des cylindres, par sa première virole elle repose librement sur une cornière rivée à l'entretoise des longerons qui sert de support aux glissières des crosses de piston à haute pression, et la seconde et la troisième virole ainsi que la boîte à feu à l'arrière par le cadre du foyer sont attachées aux entretoises des longerons par des tôles à dilatation épaisses de 10^{mm}. La chaudière étant froide ces tôles sont courbées en avant, la première de 10^{mm}, le seconde de 11^{mm} et la dernière de 25^{mm} pour qu'elles ne se courbent pas trop en arrière à la dilatation de la chaudière.

Le châssis général repose à l'avant sur quatre points, les ressorts de suspension des essieux du bogie Krauss-Helmholtz d'une part, de l'essieu moteur et du dernier essieu accouplé d'autre part étant réunis par des balanciers, à l'arrière il s'appuie par deux rotules sur des crapaudines hémisphériques du bogie,

Le bogie Krauss-Helmholtz (Fig. 12-15) consiste dans la réunion de l'essieu porteur d'avant rayonnant avec le premier essieu accouplé à jeu latéral par un bâti, qui est entraîné par une cheville ouvrière fixée dans une entretoise du châssis général. Chacun des deux essieux est entouré d'une pièce en acier moulé formant aussi les deux boîtes. Celle de l'essieu porteur est fixement boulonnée au bâti en tôles et en cornières de forme triangulaire qui porte le palier de la cheville ouvrière et au bout un tourillon sphérique de 120^{mm} de diamètre, dont le palier est dans le caisson de l'essieu accouplé. En s'inscrivant dans une courbe, l'essieu porteur rayonne avec le bâti triangulaire autour de la cheville ouvrière et déplace latéralement, par le tourillon sphérique le caisson de l'essieu accouplé. L'empattement du bogie est de $2^{m},650$, le jeu latéral de l'essieu acccouplé avec son caisson, de 22^{mm} de chaque côté. Les ressorts de suspension disposés au-dessus des essieux, s'appuient sur de petites crapaudines pouvant glisser sur la face supérieure des boîtes et sont réunis de chaque côté par un balancier.

Le bogie arrière de la locomotive (Fig. 16-19) est entraîné par une cheville ouvrière fixée dans l'entretoise du châssis général au plan de l'attache des longerons en barres à ceux en tôles à $1^{m},010$ au-devant du premier essieu du bogie. Le châssis consiste en deux longerons en tôles de fer Martin homogène de 30^{mm} d'épaisseur entretoisés par des tôles verticales et horizontales qui sont assemblées entre elles et aux longerons par des cornières. A l'avant le châssis est prolongé pour porter le palier de la cheville ouvrière. Sur l'entretoise du milieu du bogie sont boulonnées deux pièces en fer homogène, dans lesquelles les crapaudines hémisphériques, qui supportent le châssis général, peuvent glisser. Les fusées du premier essieu ont un jeu latéral de 16^{mm} dans leurs boîtes. Le jeu du bogie mesuré à l'essieu arrière est de 46^{mm} en chaque sens. Les ressorts de suspension sont disposés au-dessus des essieux et

Fig. 12-15. — Bogie Krauss-Helmholtz.

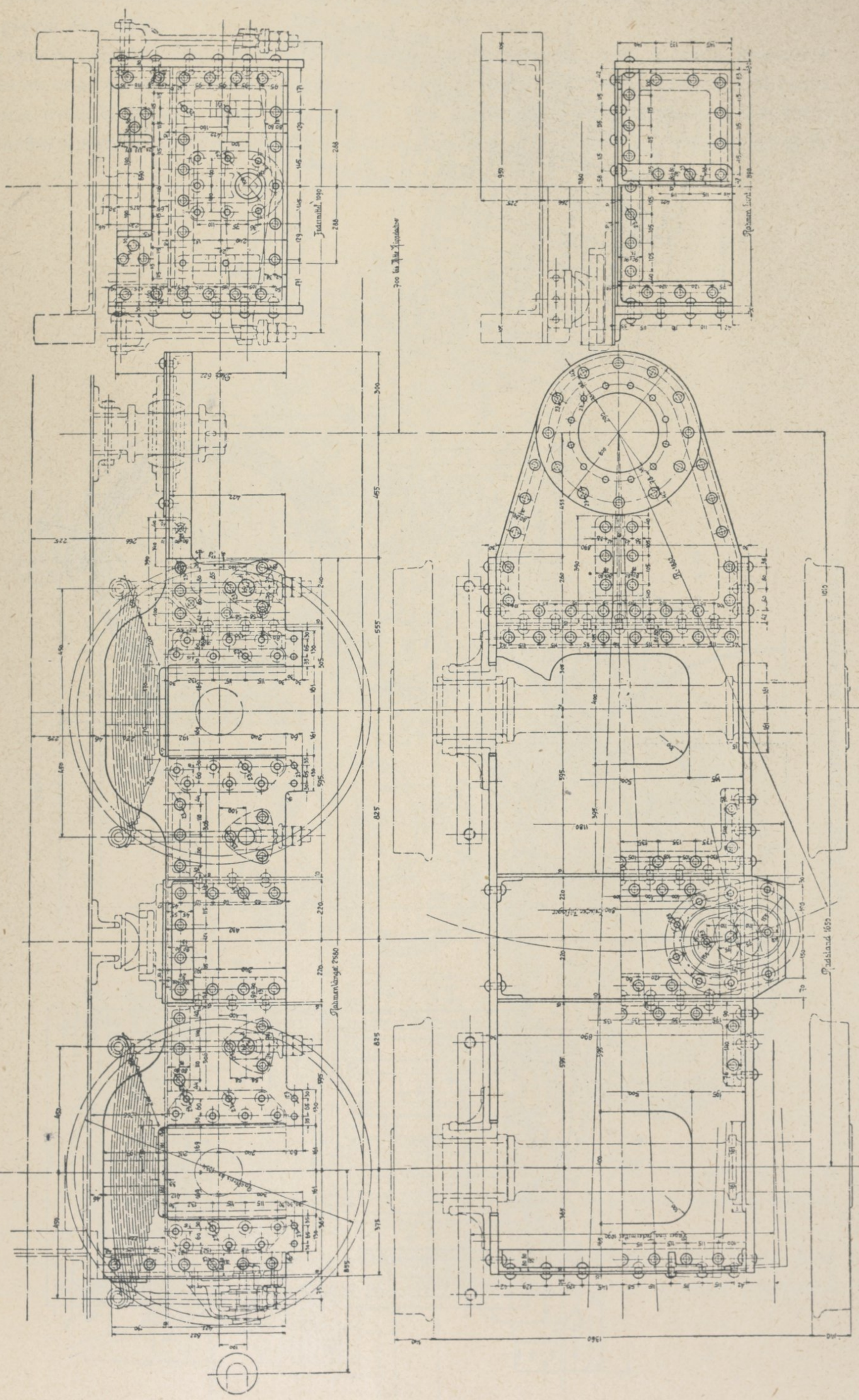
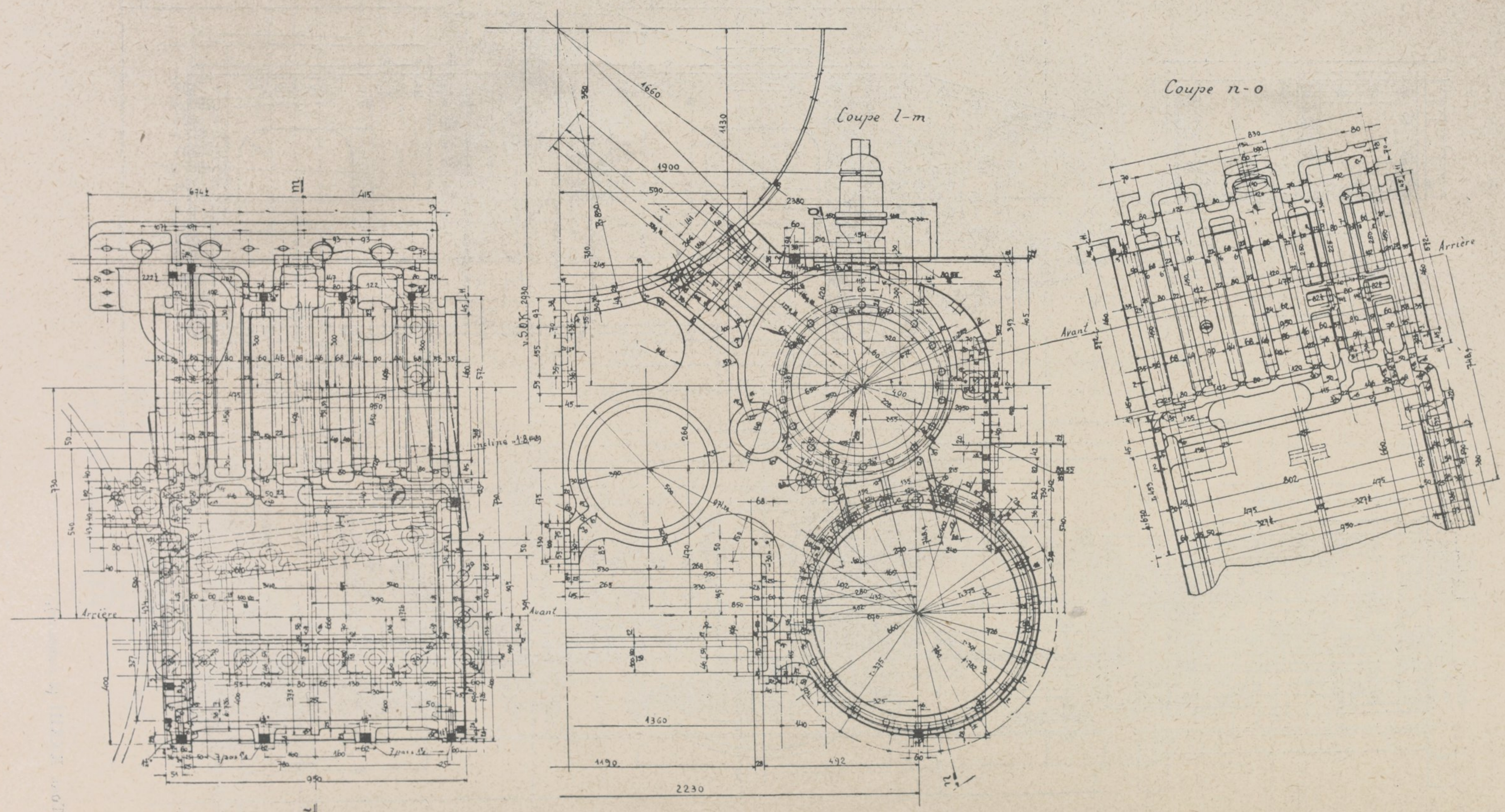


Fig. 16-19. — Bogie arrière.

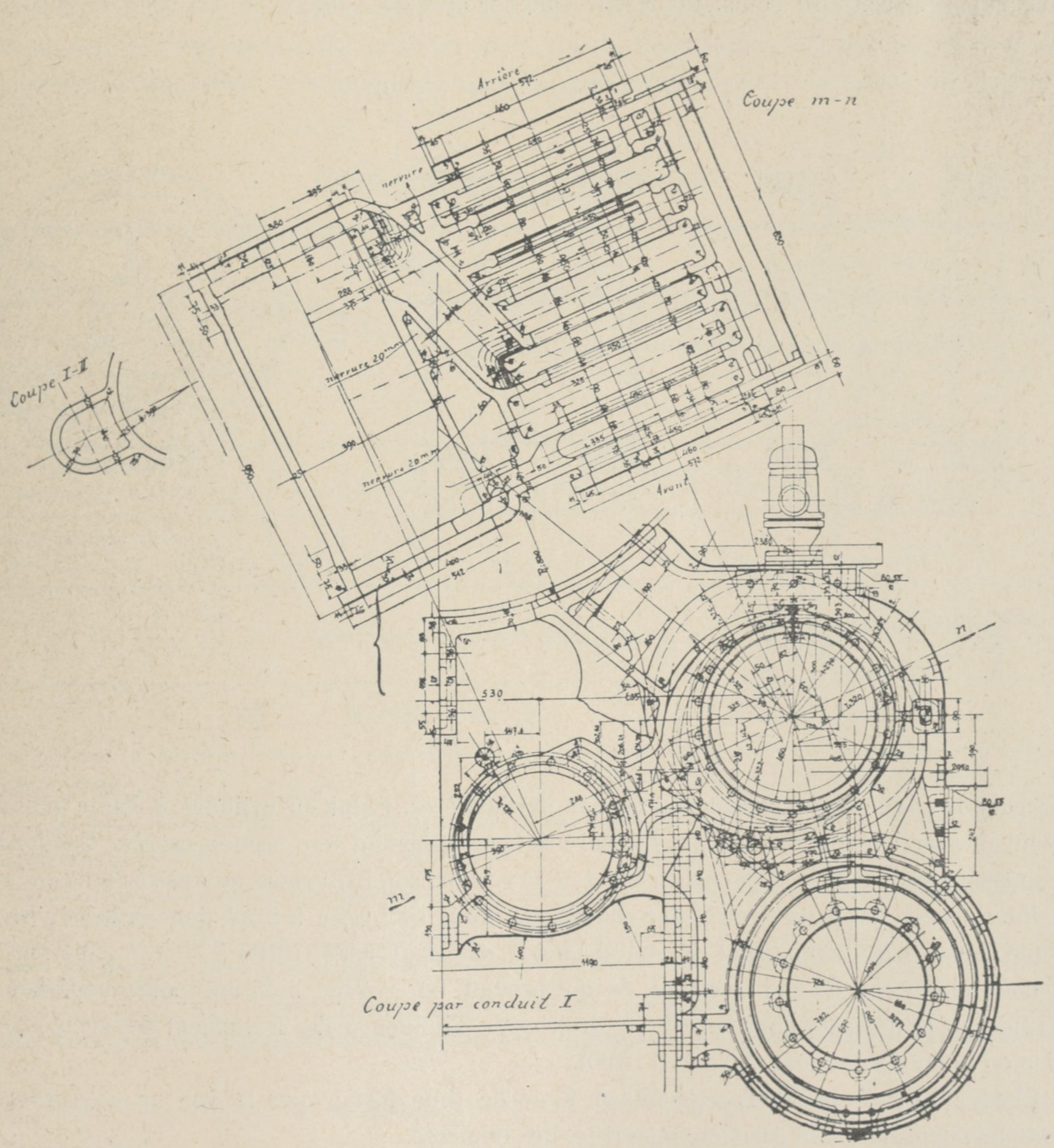
Fig. 20-22. — Cylindres et boîte a tiroir.



ceux du second essieu sont réunis à l'arrière par un balancier transversal. L'empattement de ce bogie est de 1^{m},650.

Les quatre cylindres sont situés dans un même plan transversal, ceux à haute pression à l'intérieur, ceux à basse pression à l'extérieur. De chaque côté les deux cylindres sont venus de fonte avec la boîte à tiroir (Fig. 20-25). Ces deux pièces de moulage sont fortement boulonnées ensemble dans l'axe de la locomotive ainsi qu'aux longerons du châssis général de

Fig. 23-25. — Cylindres et boîte à tiroir.

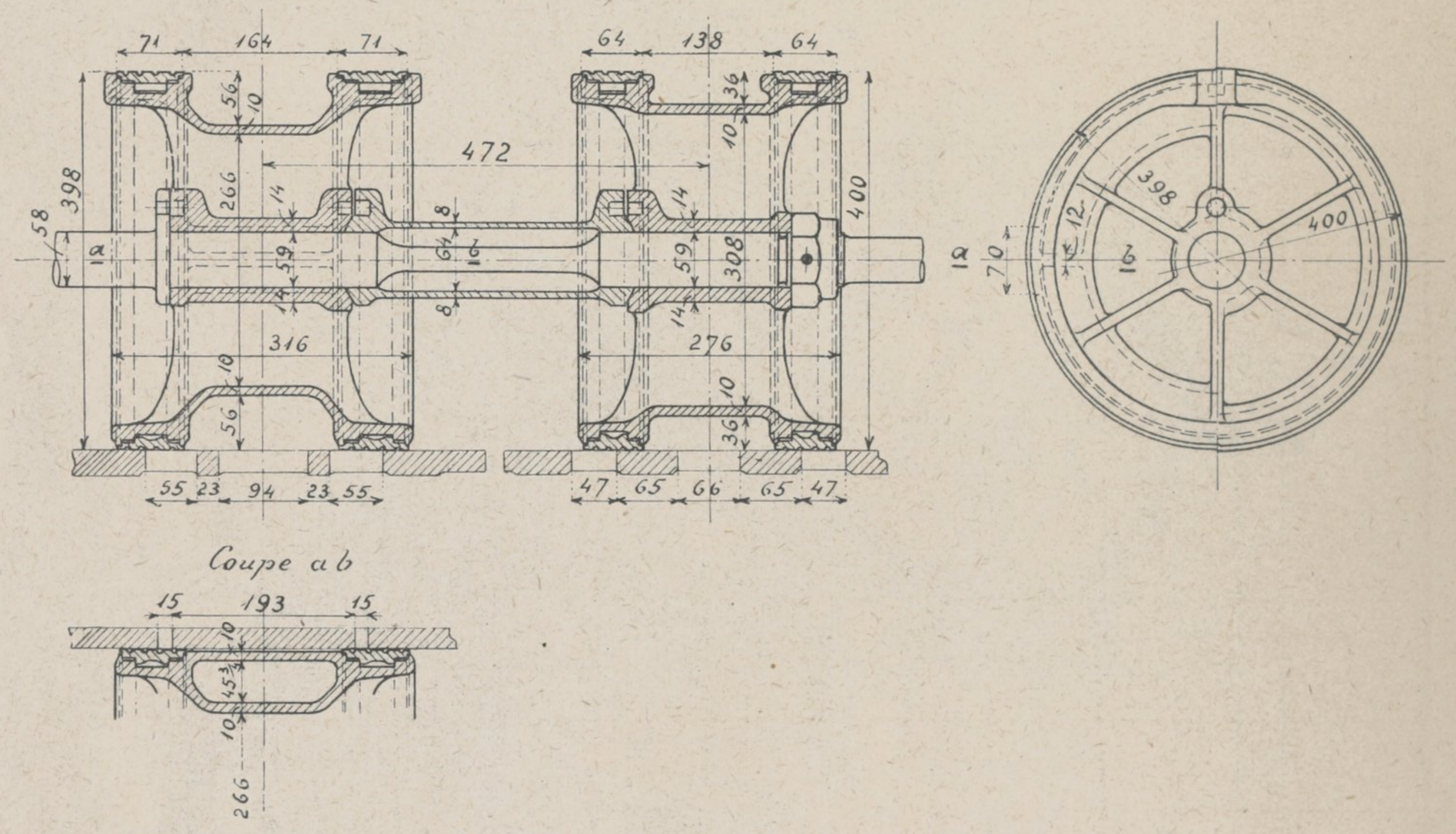


l'extérieur et forment la selle, qui sert d'attache à la chaudière. Les cylindres à haute pression sont inclinés 1 : 8.15 pour faire passer les bielles motrices au-dessus du premier essieu accouplé, les cylindres à basse pression et les boîtes à tiroir sont horizontaux.

Les deux tiroirs à piston à haute et à basse pression (Fig. 26-28) sont formés de deux pistons en fonte distincts, mais assemblés sur une même tige, le tiroir à haute pression à

l'avant, celui à basse pression à l'arrière. Du régulateur, la vapeur vive est admise par les arêtes intérieures des pistons à haute pression dans les cylindres à haute pression et s'échappe d'ici dans les boîtes à tiroir, qui forment les réservoirs intermédiaires dont le volume est agrandi par la forme bombée des couvercles et qui portent au milieu des soupapes de sûreté et de rentrée d'air combinées. De ces réservoirs intermédiaires la vapeur est admise par les arêtes extérieures des tiroirs à basse pression dans les cylindres à basse pression. Par la disposition des deux tiroirs l'un derrière l'autre les conduits de vapeur du milieu deviennent plus longs que ceux des bouts. Pour éviter une inconvenante différence des espaces nuisibles,

Fig. 26-28. — Tiroirs a piston.



les conduits du milieu reçurent des formes particulières. Celui au cylindre à haute pression reçut une section ronde, celui au cylindre à basse pression une section carrée. Ces formes réduisent aussi, avec la surface de contact de la vapeur, son frottement aux parois des conduits.

Pour chacun des deux tiroirs, une chemise en fonte est forcée à froid dans la boîte à tiroir. Cette chemise est cylindrique et son diamètre extérieur est de 5/100 à 7/100^{mm} supérieur au diamètre intérieur de son logement, ce qui produit un serrage suffisant pour empêcher la chemise de se déplacer dans la boîte à tiroir sous l'influence du frottement des segments ou bien on la fait légèrement conique (1 : 100).

Chaque tiroir n'a que deux segments en fonte de telle forme que la vapeur a le passage complètement libre à la première ouverture des lumières.

Le tiroir à piston à haute pression a un diamètre de 400^{mm}, celui à basse pression de 398^{mm}. Le but de cette différence des diamètres des deux pistons est de faciliter leur montage.

L'installation pour le démarrage du système Gölsdorf est extrêmement simple. (Voir les dessins des cylindres et des tiroirs). Sitôt que l'ouverture des lumières admettant la vapeur du réservoir intermédiaire au cylindre à basse pression dépasse 13^{mm} 1/2, deux petites lumières, une à l'avant, une à l'arrière, recouvertes jusqu'ici par une nervure du tiroir à basse pression, sont

découvertes et admettent de la vapeur vive, amenée de l'admission de la vapeur au tiroir à haute pression dans une nervure au plan du centre de la boîte à tiroir, au réservoir intermédiaire et de là au cylindre à basse pression. Cette installation entre en fonction à une introduction d'environ 50 p. c.

Les robinets de purge du sécheur de vapeur, de la conduite d'amenée de vapeur à la boîte à tiroir, des quatre cylindres à l'avant et à l'arrière, enfin du réservoir intermédiaire sont actionnés par des leviers calés tous sur le même arbre qui se manœuvre par simple tirage.

La distribution est du type Heusinger (Walschaert). Pour arriver du plan de la contre-manivelle au plan de l'axe de la boîte à tiroir un arbre de transmission est devenu nécessaire. L'appareil de changement de marche se manœuvre au moyen d'un volant agissant sur une vis.

Distribution à haute pression.

	MARCHE AVANT						MARCHE ARRIÈRE					
Côté du piston	à l'avant			à l'arrière			à l'avant			à l'arrière		
Avance linéaire....m/m	8						8					
Ouverture maximum des lumières.....m/m	10 3/4	16 1/2	58 3/4	10 3/4	17 1/2	62 3/4	10 1/2	15 3/4	47 1/4	10 1/4	15 1/2	36 3/4
Admission en centième de course.....	32 1/2	53 3/4	87 1/4	30	49 1/2	83 3/4	34 1/2	56 3/4	84 1/2	29	46 1/4	75

Distribution à basse pression.

	MARCHE AVANT						MARCHE ARRIÈRE					
Côté du piston	à l'avant			à l'arrière			à l'avant			à l'arrière		
Avance linéaire....m/m	9						9					
Ouverture maximum des lumières.....m/m	11 1/4	18 1/4	63 3/4	10 3/4	17	59 1/2	11	16 1/4	37	10 1/2	15 1/2	48
Admission en centièmes de course.....	37	57 1/4	87 3/4	26 3/4	47	84	35 3/4	54 1/4	80 1/2	26 1/2	50	80 1/4

Les pistons à vapeur sont en acier moulé avec segments en fonte et contre-tiges pour leur guidage à l'avant.

Les presse-étoupes des cylindres à haute pression ont des garnitures du système Huhn, anneaux de plomb ouverts vers l'intérieur et remplis de graphite purifié. Les presse-étoupes des cylindres à basse pression et des boîtes à tiroir ont des garnitures consistant en tresses de chanvre.

La lubrification des cylindres et des boîtes à tiroir est assurée par deux pompes à huile du système Friedmann classe K D à six départs chacune. Située sur le tablier de chaque côté au

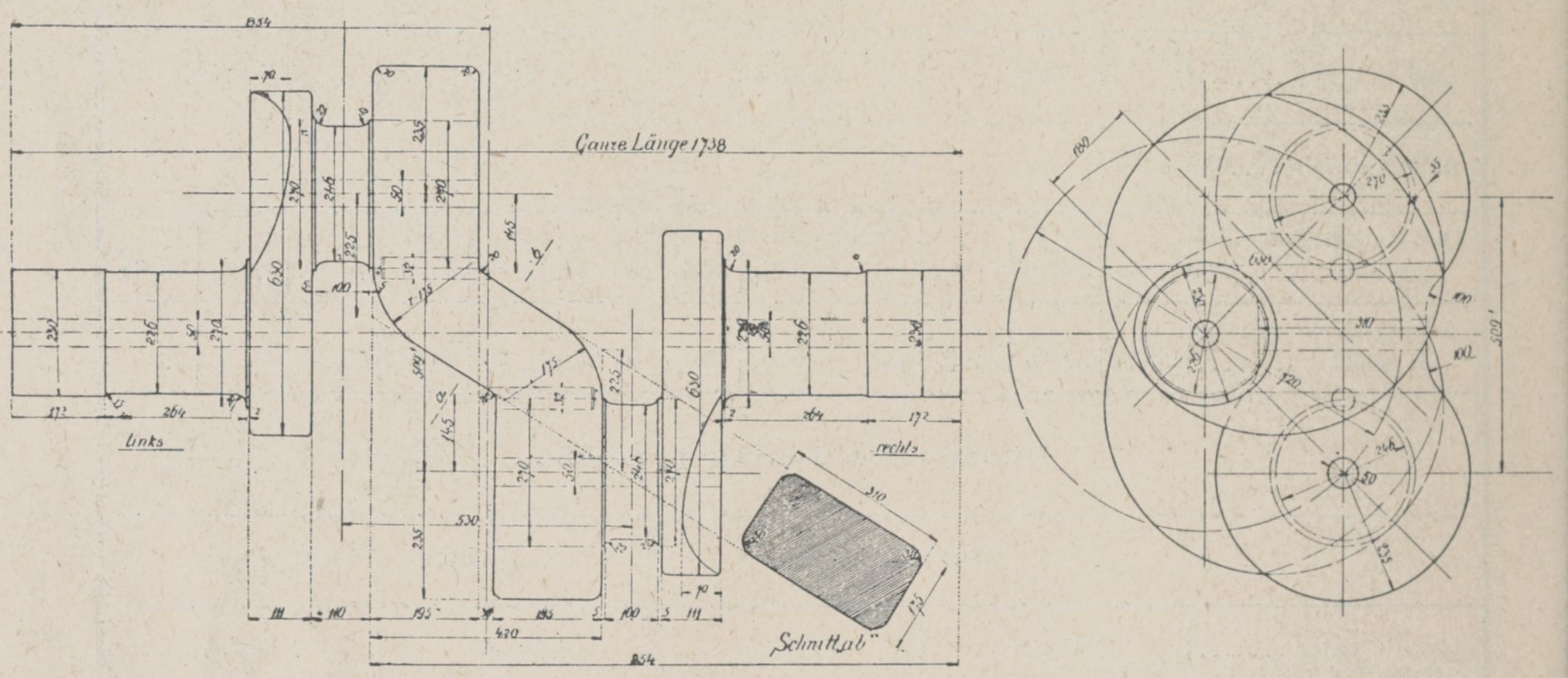
droit du premier essieu accouplé elles reçoivent le mouvement des arbres de transmission de la distribution.

La difficulté de l'attache et pour les glissières intérieures aussi des raisons d'encombrement menèrent à l'emploi de glissières uniques. Elles sont en acier forgé et s'appuient toutes à l'avant sur les cylindres, à l'arrière les glissières intérieures sont attachées à une entretoise du châssis général, les glissières extérieures ont une attache spéciale.

Les crosses sont en acier moulé avec coulisseaux garnis de composition, alliage d'étain, d'antimoine et de cuivre.

Les quatre cylindres commandent le même essieu, le second essieu accouplé. Jusqu'alors les essieux coudés usités pour les machines à quatre cylindres des chemins de fer I. R. de l'État autrichien étaient forgés d'une pièce. Les expériences faites pendant un service d'à peu près huit ans menèrent à la conclusion qu'il n'était pas possible de travailler avec les installations

Fig. 29 et 30. — Essieu coudé composé de 3 pièces.



présentes un tel essieu (le lingot d'acier nécessaire pour le forgeage pesait environ 6.000 kg.) de manière qu'une homogénéité parfaite du matériel soit garantie. Les installations nécessaires auraient bien été possibles, mais le prix des essieux coudés, sans cela déjà assez élevé, aurait encore augmenté considérablement. La société de mines et d'usines de Witkowitz adopta donc une nouvelle construction (Fig. 29 et 30) qui fut brevetée dans différents États. Ce nouvel essieu se compose de trois pièces distinctes. Les deux pièces extérieures, qui comportent les fusées, sont calées dans le bras oblique et une clavette ronde les garantit en outre contre toute torsion.

Le poids d'un tel essieu composé de trois pièces dépasse d'environ 20 à 30 % le poids d'un essieu forgé d'une pièce pour la même machine et exige en conséquence de plus grands contre-poids, mais ces inconvénients sont plus que compensés par la garantie d'avoir un matériel parfaitement homogène, garantie donnée par la masse peu considérable et la simplicité relativement parlant de chacune des trois pièces. Comme contrôle du matériel l'arbre et les tourillons sont percés d'un conduit de 50^{mm} de diamètre.

La locomotive N° 210.01 fut la première munie d'un tel essieu. Il est forgé en acier spécial

de Witkowitz et en service régulier depuis le mois d'août 1908, il donne jusqu'ici toute satisfaction.

Les corps de roue sont en acier moulé, ceux des roues motrices ont un diamètre de 2m,000, ceux des roues porteuses de 895mm. Les contrepoids sont venus de fonte avec les corps des roues accouplées et sont calculés de sorte que les masses rotatives sont complètement compensées, tandis que des masses alternatives 30.6 % sont compensées à gauche et 34,3 % à droite.

Les bielles motrices et d'accouplement sont en acier Martin et à corps évidé. La petite tête des bielles motrices est en forme d'œil muni d'une bague en bronze. La grosse tête est à fourche avec joug et clavette de serrage des coussinets, qui sont en bronze garni de composition. Les têtes des bielles d'accouplement sont à chape fermée avec clavette de serrage des coussinets également en bronze garni de composition.

Le jeu latéral du premier essieu accouplé exige des tourillons d'accouplement sphériques et une articulation dans la bielle d'accouplement permettant ce jeu dans le plan horizontal. Le premier essieu accouplé étant complètement déplacé, la distance entre les tourillons d'accouplement s'agrandit de 1mm,2, ce qui est compensé par les jeux des boîtes et des coussinets. Pour rendre le premier et le troisième essieu accouplé interchangeables le tourillon du troisième essieu accouplé est aussi sphérique. Outre le tourillon d'articulation à axe verticale, pour le jeu latéral du premier essieu accouplé, les bielles d'accouplement comportent un tourillon à axe horizontal pour le jeu vertical des essieux accouplés.

A l'intérieur des longerons du châssis général, des boîtes à sable sont installées devant l'essieu moteur, qui mènent le sable par des tuyaux immédiatement devant les roues motrices. Un tirage de l'abri actionne les deux sablières.

La locomotive est munie du frein à vide automatique à action rapide. Il agit sur les six roues accouplées au moyen de six sabots en fonte actionnés par deux cylindres de 18 pouces de diamètre. L'effort maximum de freinage est égal à 70 p. c. du poids adhérent de la machine. Le rattrapage du jeu de tous les sabots de frein se fait par une seule vis.

Un indicateur-enregistreur de vitesse du système Hausshälter est placé dans l'abri sous les yeux du mécanicien. Il reçoit le mouvement du second essieu du bogie arrière par l'intermédiaire d'engrenages. A la vitesse de 100 km. à l'heure, pour laquelle la machine est destinée, un signal d'alarme retentit.

Pour le chauffage des trains à la vapeur, la locomotive est munie d'un régulateur de pression du système Foster qui règle la pression à 3 at. 1/2.

Sur la conduite d'aspiration de l'injecteur gauche on peut visser le tuyau d'une pompe centrifuge pour le lavage de la chaudière d'après Schilhan et Wittenberg. On chauffe d'abord l'eau du tender par la vapeur de la chaudière puis on se sert de cette eau chaude pour laver à l'aide de la pompe la chaudière,

A titre d'intérêt historique la Figure 31 représente la locomotive N° 210.01 à côté de l'Aiax, locomotive à deux essieux accouplés et essieu porteur à l'arrière construite en 1841 par Iones, Turner et Evans à Newton près de Warrington pour trains voyageurs pour le réseau du chemin de fer du Nord empereur Ferdinand. Au droit de l'essieu porteur d'avant de la locomotive N° 210.01 se tient le constructeur M. Gölsdorf.

La première machine de la série 210 N° 210.01 fut livrée au mois de juillet 1908 par la Société de construction de locomotives de Vienne-Floridsdorf d'après les plans de M. Gölsdorf

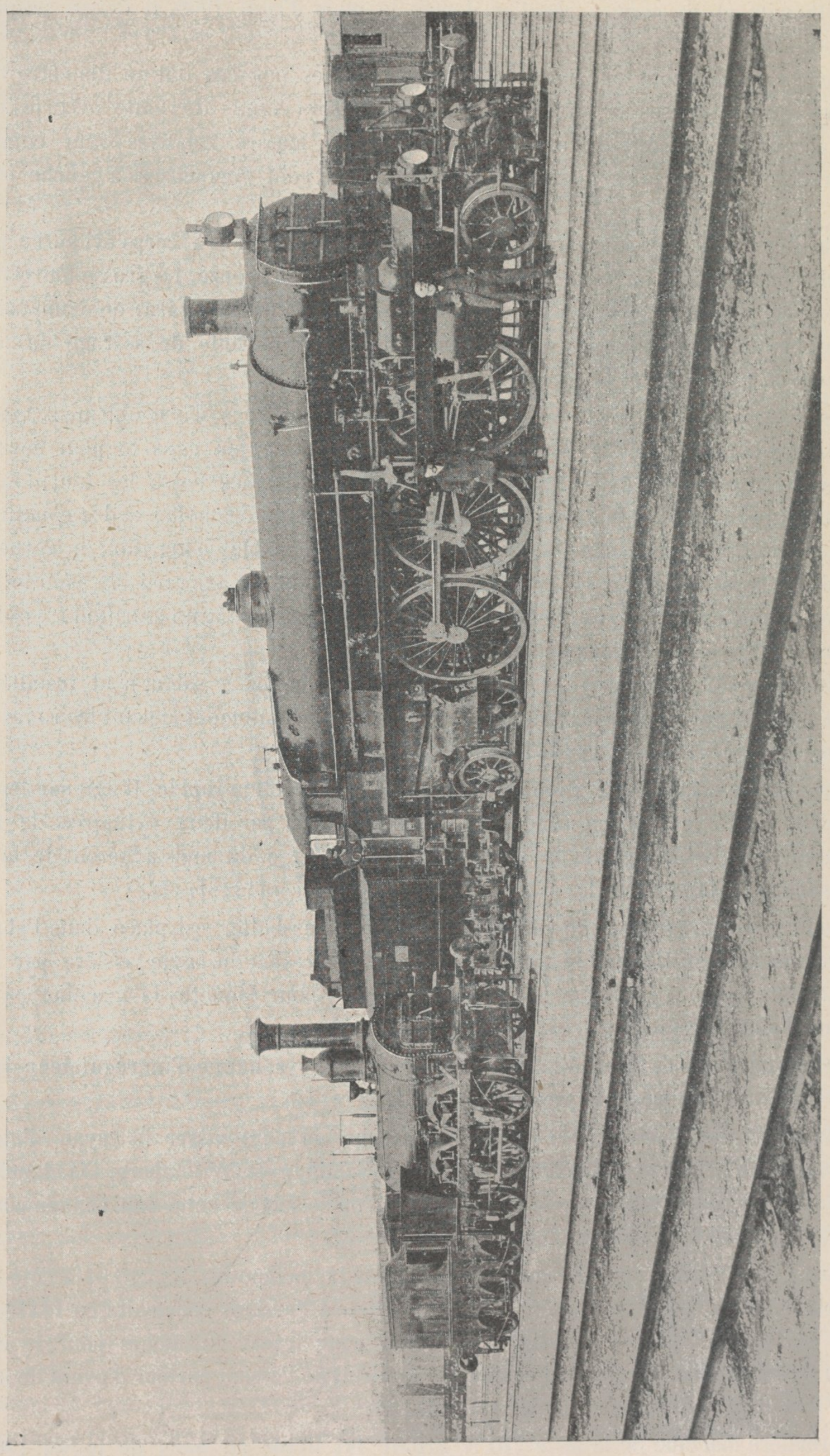
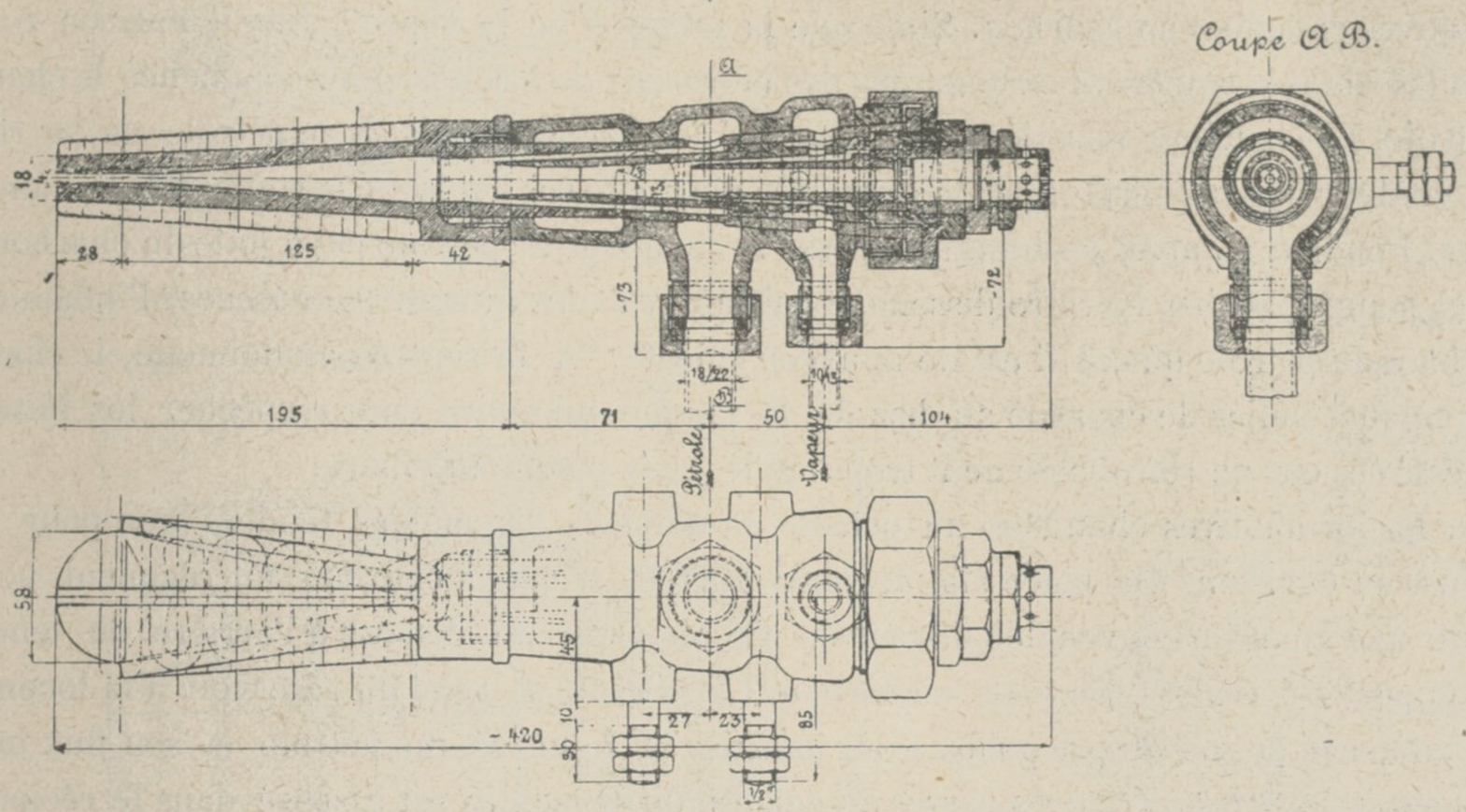


Fig. 31. — Locomotives 1 C 2 de 1908 et B 1 de 1841.

et fut d'abord employée au remorquage des lourds trains express de la ligne de Vienne à Salzbourg comportant des rampes jusqu'à 10^{mm},6.

La locomotive N° 210.01 ayant parcouru pendant un service d'un an plus de 50.000 km. à la plus grande satisfaction on commanda dix autres machines du même type, qui furent livrées au commencement de l'année 1910, cinq par la Société nommée ci-dessus et cinq par les premiers ateliers de construction de machines de la Bohême et de la Moravie à Prague-Lieben.

Fig. 32-34. — Bruleur de pétrole.



Ces locomotives sont employées au service de la grande ligne de Vienne à Lemberg, service auquel la locomotive N° 210.01 est employée depuis la fin de l'année 1909. On en équipa cinq avec les appareils et installations nécessaires pour le chauffage au pétrole d'après le système Holden, l'emploi de ce combustible devenant général en Galicie.

Le mode d'emploi du pétrole au chauffage et l'installation des locomotives différent en quelque sorte de celui usité dans d'autres pays et offrent assez d'intérêt pour justifier une courte digression du sujet.

Par pétrole, sont entendus les résidus qui résultent de la distillation de l'huile crue de la Galicie après en avoir retiré la benzine et à peu près la moitié du contenu de pétrole proprement dit. Ces résidus constituent environ 75 p. c. de l'huile crue. Leur point d'inflammabilité est à 80° C ou plus haut, entre 20° et 25° C ils perdent leur liquidité et deviennent solides et leur pesanteur spécifique est entre 0.88 et 0.91.

Les locomotives destinées à l'emploi de ce combustible sont munies de deux brûleurs (excepté les locomotives d'intérêt local, qui n'ont qu'un brûleur situé au milieu), d'une soupape de réglage dans la conduite d'amenée du pétrole, d'un réchauffeur de pétrole et d'une série de robinets et de conduites nécessaires pour l'amenée de la vapeur aux brûleurs, pour la purge des conduites de pétrole et pour le chauffage de ce dernier. Le foyer est muni d'une voûte en briques et en outre la plaque tubulaire est protégée sous cette voûte par un mur en briques qui s'y applique aussi près que possible pour y empêcher l'entrée d'air entre plaque tubulaire et mur. La grille est couverte d'une couche de morceaux de briques réfractaires dont l'épaisseur

augmente vers l'arrière afin d'obtenir une convenable distribution de l'air entrant par la grille dans le foyer.

Les brûleurs (Fig. 32-34) sont situés des deux côtés de la porte du foyer un peu au-dessous d'elle, passent par les plaques arrière de la boîte à feu et du foyer et sont dirigés sous la voûte. Ils fonctionnent comme des injecteurs à vapeur; la vapeur y aspire le pétrôle et l'entraîne tout en le chauffant pour faciliter son inflammation par l'orifice rectangulaire du brûleur en forme d'évantail dans le foyer.

Quand une locomotive doit être mise en service, on enlève sur une face d'environ 1^{m2} les morceaux de briques qui couvrent la grille on allume le feu et on chauffe au charbon comme aux locomotives chauffées au charbon. Sitôt que la pression de la vapeur atteint 4 at. on referme le trou fait dans la couche de briques par des morceaux de briques et on commence le chauffage au pétrole. Le chauffeur manœuvre la soupape de réglage d'amenée de pétrole en se réglant sur la couleur des gaz sortant par la cheminée ainsi que sur l'éclat de la voûte et de la couche en briques. Pendant un arrêt prolongé, on cesse le chauffage au pétrole et on jette du charbon dans le foyer pour empêcher un refroidissement qui causerait des fuites et pour assurer l'inflammation immédiate du pétrole quand il est de nouveau injecté. A la rentrée au domicile, le chauffeur jette quelques pelles de charbon au bas de la plaque tubulaire pour empêcher les fuites des tubes causées par un refroidissement trop rapide de la plaque tubulaire.

Pour les locomotives chauffées au pétrole en emploie les mêmes tenders que pour celles chauffées au charbon. On place simplement dans la trémie à charbon un récipient pouvant contenir une quantité convenable de pétrole. Ce récipient est disposé à l'arrière du tender et laisse la partie d'avant libre pour le charbon. Le pétrole se rend du réservoir à la locomotive sous l'influence de son propre poids. Pour assurer la liquidité du pétrole et son flux ininterrompu aussi à des températures basses au dehors, un serpentin est disposé dans le récipient et la conduite qui amène la vapeur de la chaudière à ce serpentin longe la conduite du pétrole et la chauffe de cette manière.

Tender série 86.

Le tender série 86 qui est lié avec la locomotive série 210 est à deux bogies à deux essieux (Fig. 35-37).

La caisse à eau pouvant contenir 21^{m3} d'eau a une section rectangulaire à coins fortement arrondis et approfondie au milieu entre les deux longerons en fer en U. Pour le remplissage elle est rehaussée des deux côtés sur une longueur de $3^{m},400$. Les couvercles de ces caisses de remplissage se manœuvrent par des leviers de la plateforme du chauffeur.

Dans l'axe du tender, engagé dans la caisse à eau, incliné vers l'arrière et avec l'orifice près de la face avant de la caisse à eau, est un tuyau de $3^{m},700$ de longueur et un diamètre intérieur de 146^{mm}, qui reçoit le râble. Cette disposition facilite au chauffeur le maniement du râble chaud après remuage du combustible sur la grille. Il n'a qu'à engager le bout du râble qu'il tient en main dans l'orifice du tuyau situé justement vis-à-vis de la porte du foyer et le râble s'enfonce sous l'influence de son propre poids dans le tuyau.

La trémie à charbon est située sur la caisse à eau entre les caisses de remplissage et peut contenir 9^{m3} de combustible.

Le récipient de pétrole qu'on place sur les tenders liés avec les locomotives à chauffage au pétrole peut contenir $6^{m3},5$.

Fig. 35-37. — TENDER SÉRIE 86 DES CHEMINS DE FER I. R. DE L'ÉTAT AUTRICHIEN

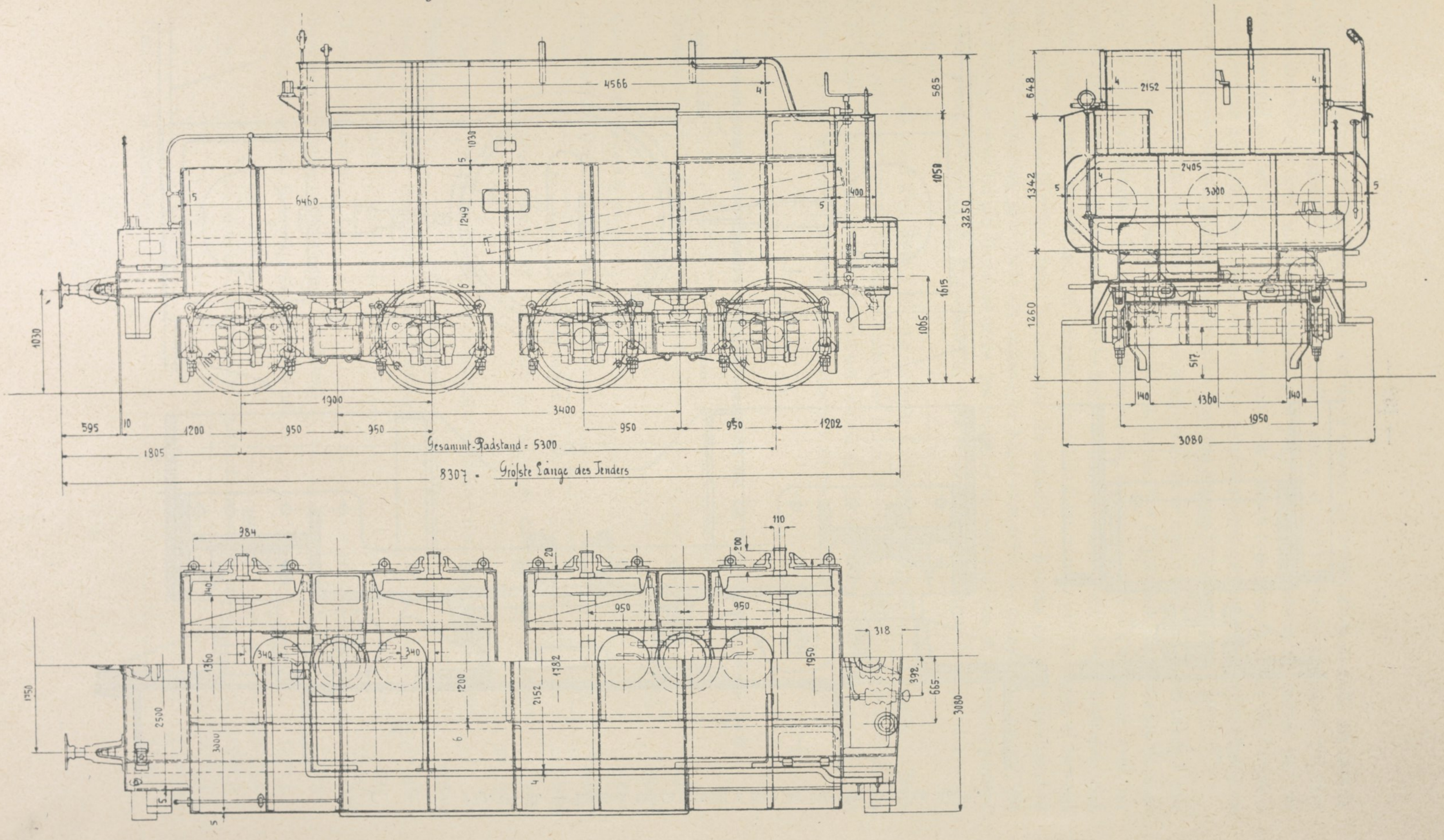
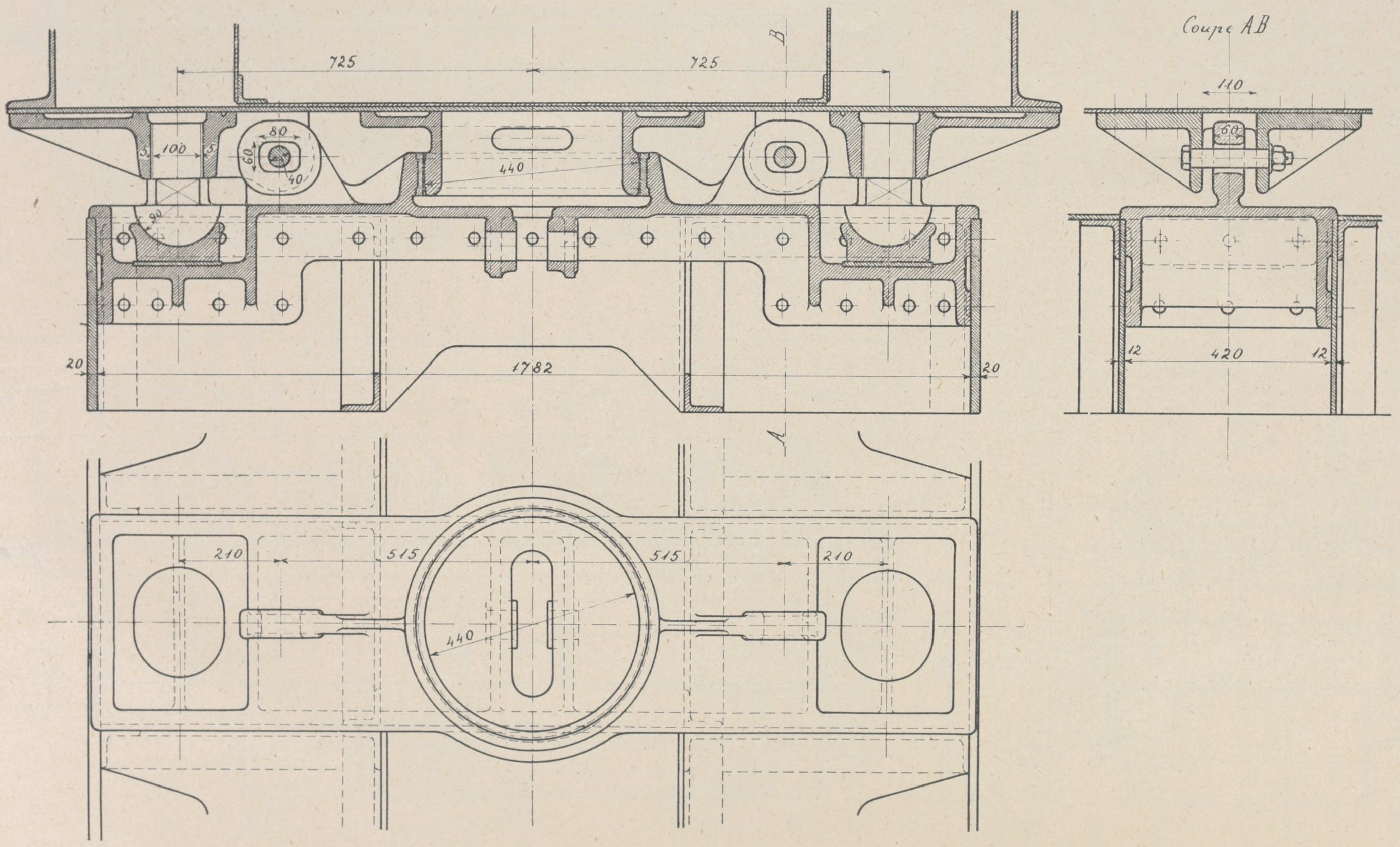


Fig. 38-40. — LIAISON DE LA CAISSE A EAU DU TENDER AVEC LE BOGIE.



Les deux bogies sont identiques. Ils sont à deux essieux de 1m,900 d'écartement. Le châssis consiste en deux longerons en tôles de 20mm d'épaisseur et de 3m,140 de longueur. Ils sont espacés de 1m,782 et sont solidement entretoisés par tôles et cornières et au milieu par un caissonnement en acier moulé. Ce caissonnement (Fig. 38-40) comporte le palier de l'anneau d'entraînement garni de composition et aux deux côtés les faces sur lesquelles les crapaudines hémisphériques peuvent glisser, qui supportent par des rotules la caisse à eau.

Au-dessus de chacun des deux bogies, trois pièces en acier moulé sont rivées à la caisse à eau et aux longerons par l'intermédiaire d'une tôle de fer de 10mm d'épaisseur, disposées toutes trois dans un plan transversal. La pièce centrale est un anneau bombé à l'extérieur avec un diamètre maximum de 440mm, par lequel le bogie est entraîné. Les deux pièces latérales sont symétriques, portent les rotules, par lesquelles la caisse à eau repose sur le bogie, et forment vers l'intérieur une fourche, dans les branches de laquelle un boulon de 40mm de diamètre est ajusté. L'entretoise principale du châssis du bogie comporte de chaque côté un œil, qui vient s'engager avec un jeu abondant entre les branches de cette fourche, et le boulon passant par l'ouverture de l'œil assure l'impossibilité d'une séparation non voulue de la caisse à eau et du bogie.

Le tender est muni d'un frein à vis et d'un frein à vide automatique à action rapide. Le frein agit sur toutes les roues au moyen de 8 sabots en fonte. Le frein à vide développe par 4 cylindres de 18 pouces de diamètre, un effort maximum de freinage de 30.400 kg. c'est-à-dire que 84 % du poids du tender chargé de la moitié des provisions sont freinés.

Conditions principales d'établissement de la locomotive série 210 :

Diamètre des cylindres à haute pression	390mm
» » basse pression	660mm
Course des pistons à vapeur	720mm
Diamètre des tiroirs à piston à haute pression	400mm
» » basse pression	398mm
» roues accouplées au contact du rail avec des bandages de 50mm d'épaisseur	2m,100
Diamètre des roues porteuses au contact du rail avec des bandages de 50mm d'épaisseur	995mm
Diamètre intérieur maximum de la chaudière	1m,757
Nombre des tubes	291
Diamètre des tubes	53/48mm
Longueur des tubes entre plaques tubulaires	5m,750
Surface de chauffe du foyer au contact de l'eau	15m2,1
» » des tubes » »	207m2,4
» » du sécheur de vapeur au contact de la vapeur	69m2,9
» » totale	292m2,4
» » de la grille	4m2,62
Timbre de la chaudière	15 at.

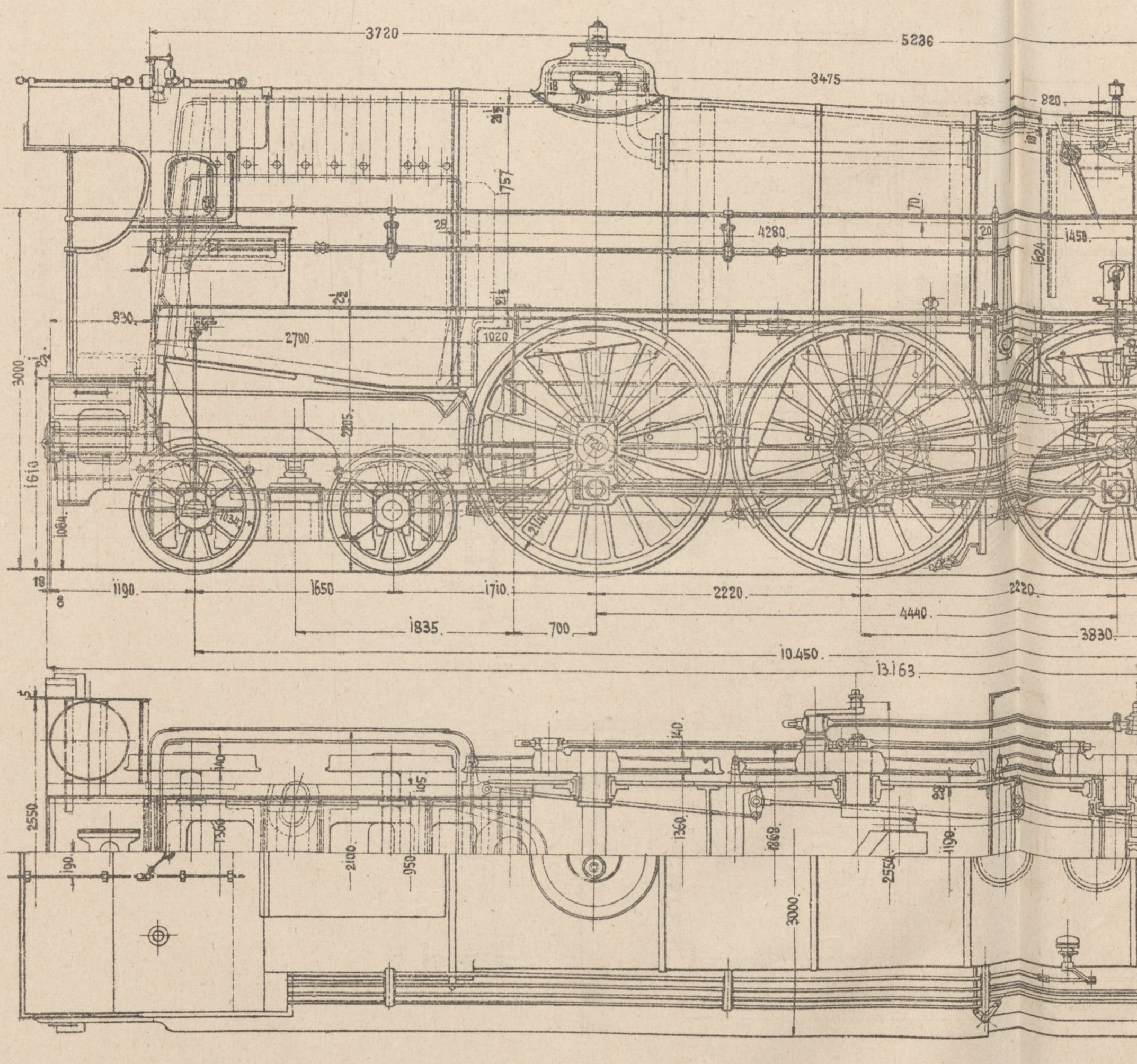
Hauteur du centre de la chaudière au-dessus des rails à l'avant	2m,930
» » » à l'arrière	3m,000
Empattement rigide	2m,220
» total	10m,450
Longueur totale de l'extrémité des tampons	13m,145
Hauteur maximale (cheminée)	4m,610
Poids de la machine vide	77t1
Poids en ordre de marche :	
» sous les roues du 1er essieu	14t0
» » 2e essieu	14t6
» » 3e essieu	14t6
» » 4e essieu	14t6
» » 5e essieu	13t0
» » 6e essieu	13t0
Poids adhérent	43t8
Poids total en ordre de marche	83t8

Conditions principales d'établissement du tender série 86.

Diamètre des roues au contact des rails avec bandages de 50mm d'épaisseur	995mm
Empattement total	5m,300
Longueur totale de l'extrémité des tampons	8m,307
Volume de l'eau	21m3
Volume du combustible	9m3
Poids du tender vide sans installation pour le chauffage au pétrole	22t2
» » avec » » »	23t5
» en ordre de marche :	
» sous les roues du 1er essieu	12t5
» » 2e essieu	12t5
» » 3e essieu	12t5
» » 4e essieu	12t5
Poids total en ordre de marche	50t0

LOCOMOTIVE COMPOUND A 4 CYLINDRES A 3 ESSIEUX ACCOUPLÉS, ESSIEU

(Note

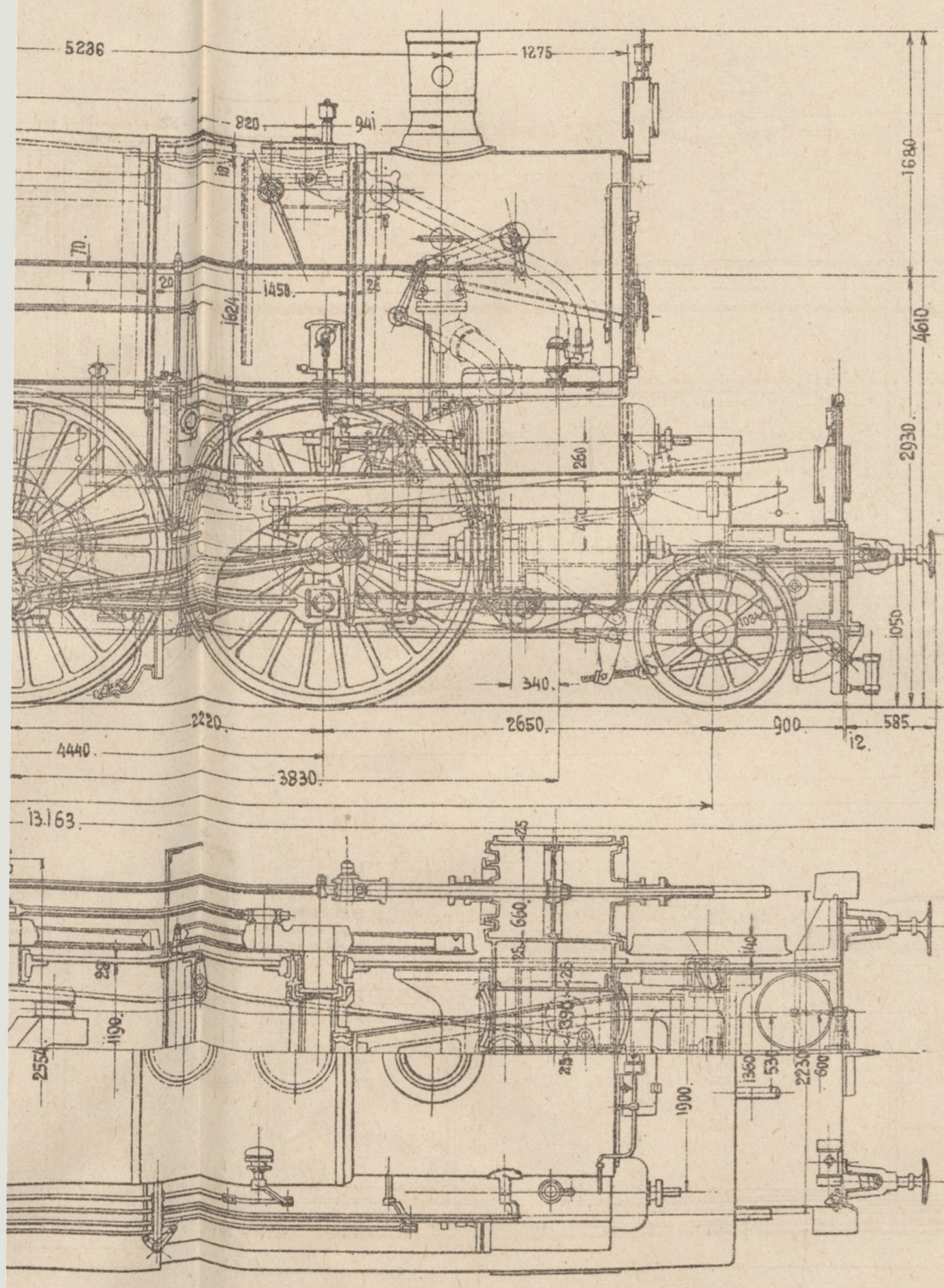


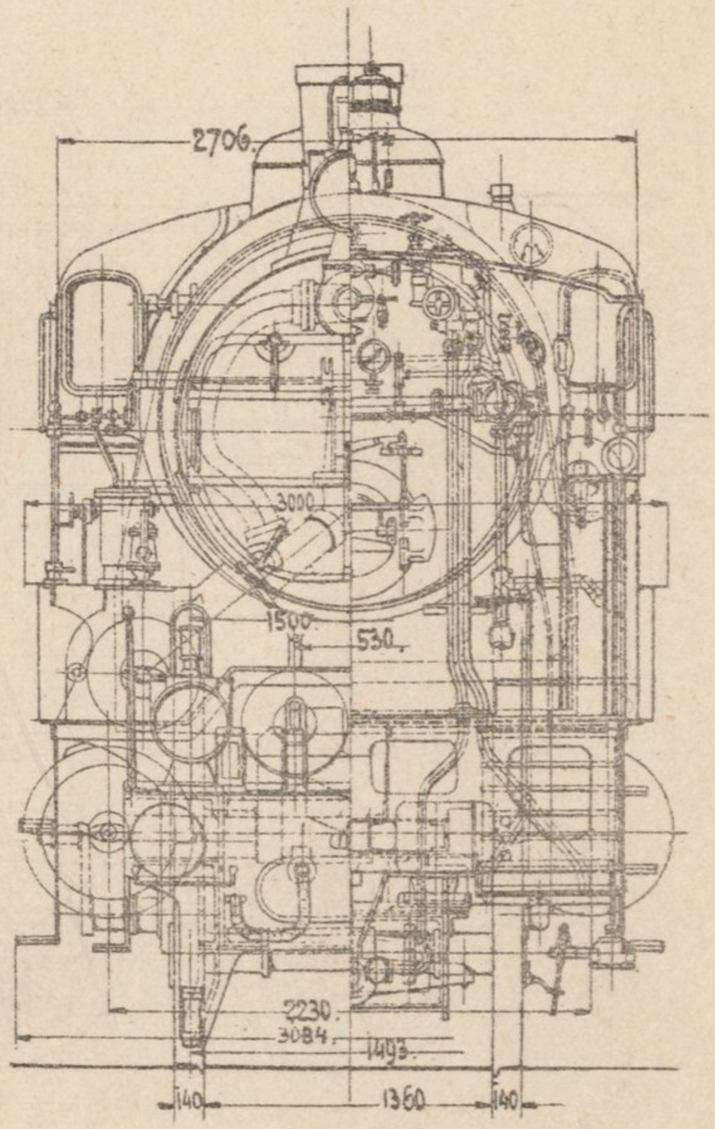
DUNOD & PINAT, Éditeurs, 49, quai des G

ESSIEUX ACCOUPLÉS, ESSIEU PORTEUR A L'AVANT, BOGIE A L'ARRIÈRE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT AUTRICHIEN

(Note par M. J. NEBLINGER).

Pl. II





NAT, Éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins, Paris

Courtier & Cie, 43, rue de Dunkerque, Paris