

LE MATÉRIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER

A L'EXPOSITION DE MILAN

I. — LOCOMOTIVES

Par M. L. GEORGES,

INGÉNIEUR A LA COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

(Pl. VI).

A l'Exposition internationale de Milan se trouvaient rassemblés 194 véhicules de chemins de fer se répartissant en :

54 locomotives ;
10 voitures automotrices ;
130 voitures et wagons

et provenant de 7 nations distinctes : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, la France, la Hongrie, l'Italie et la Suisse.

A l'exception de l'Angleterre et de la Russie, les principaux pays constructeurs de l'Europe étaient représentés ; il n'y avait du moins aucune abstention de la part de ceux qui alimentent d'ordinaire de matériel roulant ce vaste réseau international qui s'étend, sans discontinuité dans le rail, des Pyrénées aux frontières occidentales de la Russie. L'Exposition de Milan présentait donc un intérêt de 1^{er} ordre ; elle offrait à l'ingénieur de chemins de fer une reproduction suffisamment complète de l'état actuel des moyens de transport sur le Continent ; elle permettait de juger des progrès accomplis depuis 1900 ; enfin elle laissait entrevoir les principes dont seront inspirées les constructions prochaines.

LOCOMOTIVES

Sur les 54 locomotives exposées, il se trouvait 3 locomotives électriques :

La première, locomotive triphase à 3 essieux couplés et 2 essieux porteurs, 3.000 volts, de la maison Ganz de Budapest, est en service sur la ligne de la Valteline dans la haute Italie ;

La deuxième, à 2 bogies moteurs, triphase également, mais à 10.000 volts, était présentée par la maison Siemens-Schuckert de Berlin ; elle n'est pas en service et n'offre maintenant qu'un intérêt historique, pour avoir pris part aux essais de vitesse de Berlin-Zossen, en 1902 ;

La troisième enfin, exposée par la Compagnie internationale d'Électricité de Liège, est une locomotive auto-mixte, actionnée par un groupe pétroléo-électrique fonctionnant en parallèle avec une batterie d'accumulateurs ; elle est destinée à des manœuvres dans les ateliers ou dans les gares.

De ces 3 machines, qui sont toutes par diverses particularités très intéressantes, la première seule est à retenir au point de vue statistique, comme marquant autrement qu'à titre d'essai l'apparition de l'électricité sur les lignes des grands réseaux du Continent (1). Ni l'Exposition de Paris de 1900, ni celle de Liège en 1905, n'offraient aux visiteurs de locomotives électriques appelées à effectuer un service courant. C'est donc la première fois en Europe que, dans une Exposition, l'Électricité se présente en concurrence pratique avec la vapeur pour la traction des grands trains.

La vapeur n'en reste pas moins représentée, à Milan, par 51 locomotives, se répartissant comme suit par nationalité d'origine :

Allemagne.....	13
Autriche.....	6
Belgique.....	10
France.....	8
Hongrie.....	2
Italie.....	9
Suisse.....	3

I. — CLASSIFICATION DES LOCOMOTIVES A VAPEUR.

Nous distinguerons d'abord les locomotives à tender séparé et les locomotives-tenders, puis nous les classerons par nombre d'essieux accouplés et porteurs, c'est-à-dire, dans une certaine mesure, d'après leur force et leur puissance.

Les tableaux N^{os} 1 et 2 donnent le nombre et la nationalité d'origine des machines classées par types ; sur les tableaux N^{os} 3 et 4 sont indiquées leurs dimensions principales.

(1) Dans le N^o de Mars 1905 de la *Revue Générale*, M. Frédéric Koromzay a décrit les locomotives du groupe 36 du chemin de fer de la Valteline ; la locomotive N^o 381 exposée à Milan ne diffère de celles-ci que par l'équipement électrique.

Les locomotives 361-363 possèdent 2 groupes de moteurs, formés chacun d'un moteur à haute tension et d'un moteur à basse tension calés sur le même arbre ; si l'on insère sur la ligne les moteurs à haute tension seuls, on réalise la vitesse de 64^{km} ; si on les accouple chacun en cascade avec le moteur à basse tension voisin, on a la vitesse de 32^{km}.

Les locomotives N^{os} 381-382 ne comportent que 2 moteurs à haute tension, l'un à 8 pôles, l'autre à 12, qui, branchés isolément sur la ligne, donnent respectivement les vitesses de 64 et 42^{km}. Le montage en cascade donne une 3^e vitesse, de 25^{km}, utilisée plus particulièrement pour les démarrages. L'effort à la jante peut s'élever alors à 6.000 kg.

TABLEAU N° 1. — LOCOMOTIVES A TENDER SÉPARÉ.

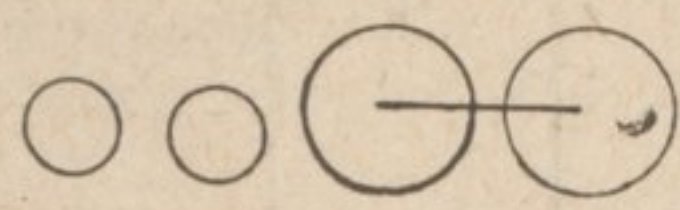
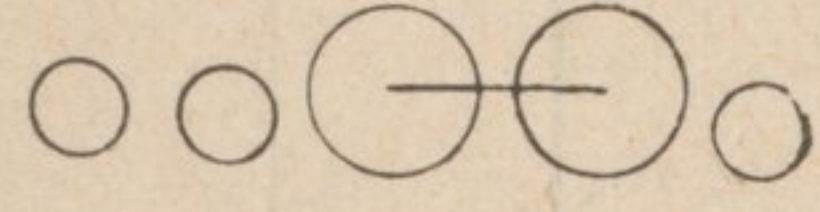
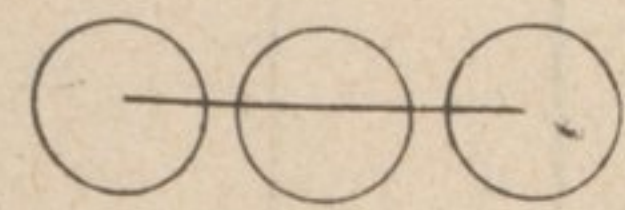



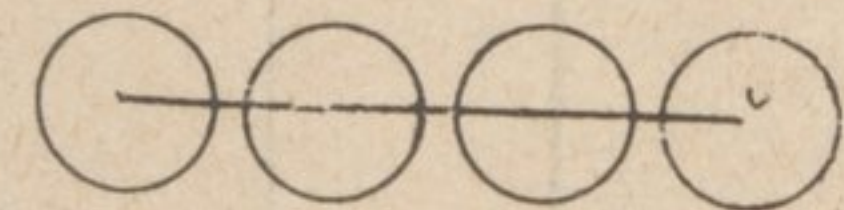

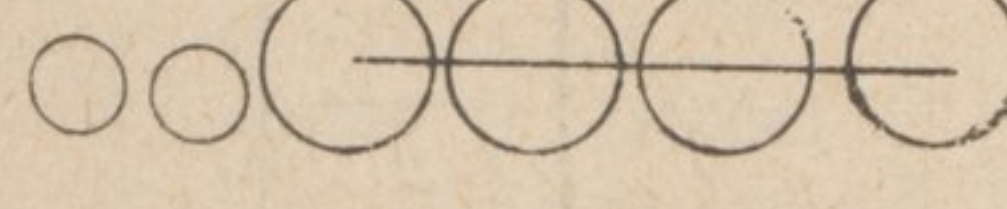

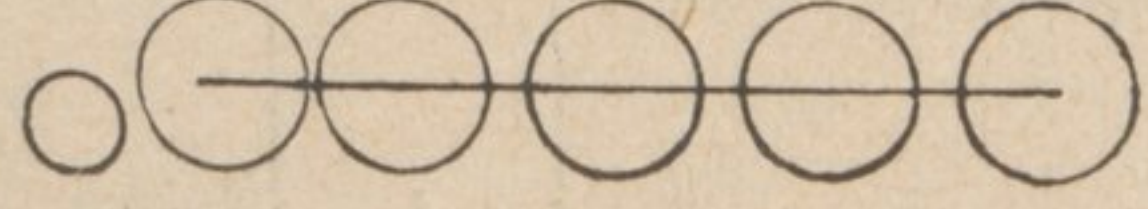
	NOMBRE total.	A VOIE NORMALE.		A VOIE ÉTROITE.	
		Nombre.	Par nationalité.	Nombre.	Par nationalité.
Locomotives à 2 essieux couplés.	Locomotives à 2 essieux couplés et bogie à l' <i>N</i> 	4	4	Allemagne..... 3 Belgique..... 1	» »
	Locomotives à 2 essieux couplés, bogie <i>N</i> et porteur <i>R</i>  Atlantic	3	3	Allemagne..... 1 Autriche..... 1 Hongrie..... 1	» »
Locomotives à 3 essieux couplés.	Locomotives à 3 essieux couplés à adhérence totale. 	1	1	Italie.....	» »
	Locomotives à 3 essieux couplés et porteur à l' <i>N</i> ..  Mogul	1	1	Italie	» »
	Locomotives à 3 essieux couplés, porteur <i>N</i> , porteur <i>R</i>  Prairie	1	1	Autriche.....	» »
	Locomotives à 3 essieux couplés et bogie à l' <i>N</i> ...  Ten Wheeler...	11	10	Belgique..... 5 France..... 2 Italie..... 1 Suisse..... 2	1 France (Algérie). voie de 1 ^m ,05.
Locomotives à 4 essieux couplés.	Locomotives à 4 essieux couplés à adhérence totale. 	3	2	France..... 1 Allemagne..... 1	1 Hongrie voie de 0 ^m ,76.
	Locomotives à 4 essieux couplés et porteur à l' <i>N</i> ...  Consolidation...	1	1	Allemagne.....	» »
	Locomotives à 4 essieux couplés et bogie à l' <i>N</i>  12 Wheeler....	1	1	Italie.....	» »
Locomotives à 5 essieux couplés.	Locomotives à 5 essieux couplés à adhérence totale.  Décapod	1	1	Autriche.....	» »
	Locomotives à 5 essieux couplés et porteur à l' <i>N</i> .. 	2	2	Autriche..... 1 Allemagne..... 1	» »
	29	27		2	

TABLEAU N° 2. — LOCOMOTIVES-TENDERS.

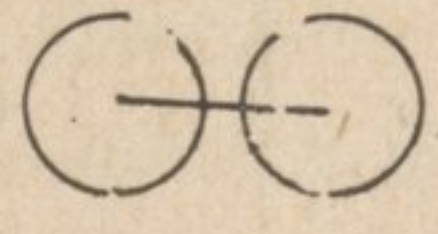
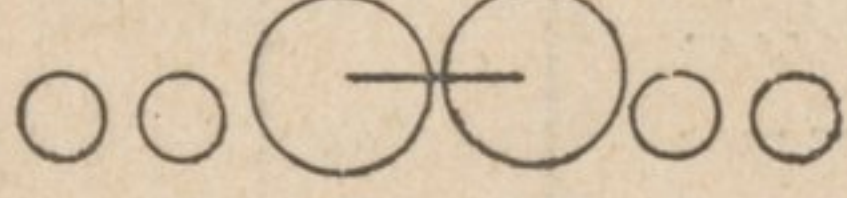

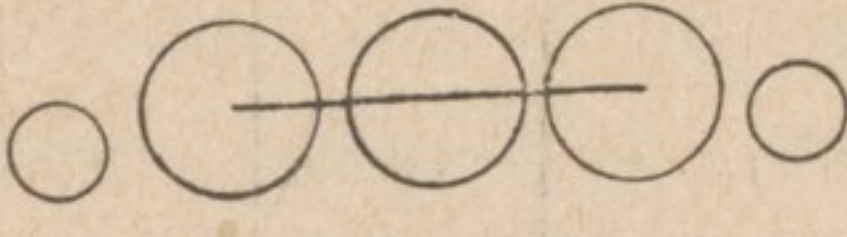


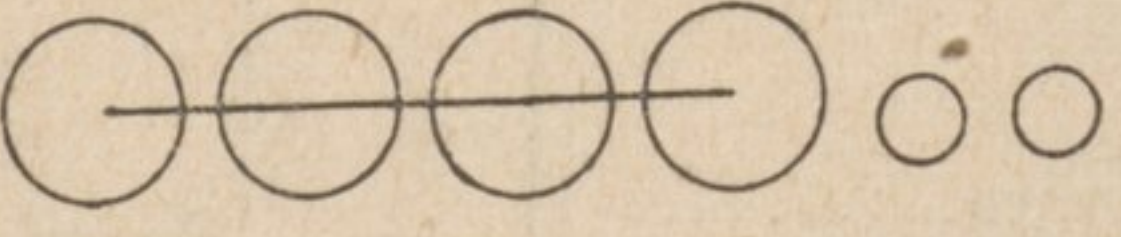
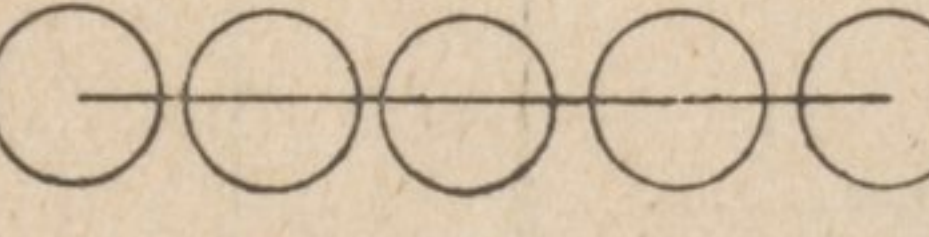
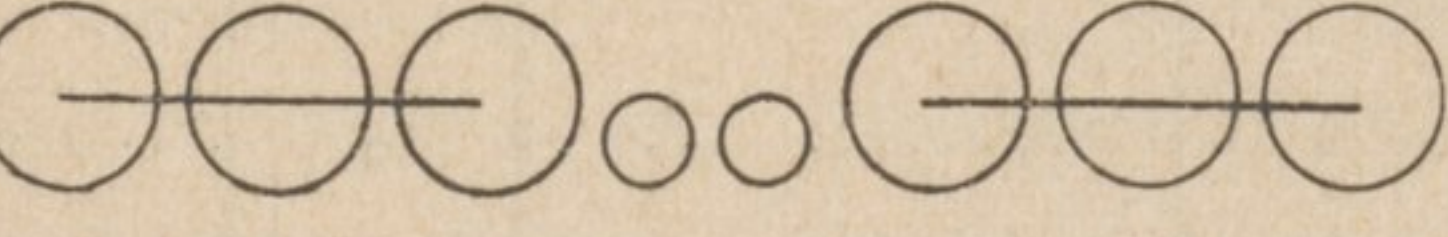
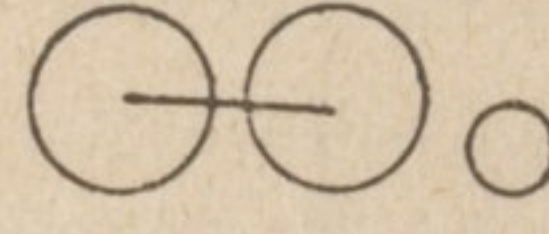
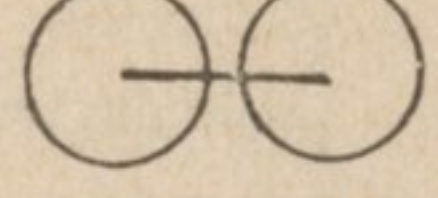
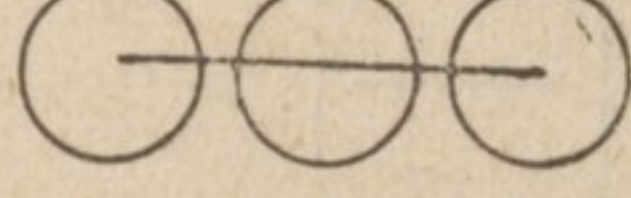
	NOMBRE total.	A VOIE NORMALE.		A VOIE ÉTROITE.	
		Nombre.	Par nationalité.	Nombre.	Par nationalité.
Locomotives à 2 essieux couplés.	Locomotives à 2 essieux couplés à adhérence totale. 	6	3	Allemagne..... 1 France..... 1 Italie..... 1	Italie..... 1 voie de 0 ^m ,96. Belgique... 2 voie de 1 ^m .
	Locomotives à 2 essieux couplés et 2 bogies..... 	1	1	France.....	»
Locomotives à 3 essieux couplés.	Locomotives à 3 essieux couplés à adhérence totale. 	5	4	Allemagne..... 1 Belgique..... 1 Italie..... 2	Belgique. voie de 1 ^m .
	Locomotives à 3 essieux couplés, porteur <i>N</i> , porteur <i>R</i>  Prairie.....	1	1	Italie.....	»
	Locomotives à 3 essieux couplés et 2 bogies..... 	2	2	Alsace-Lorraine.. 1 France..... 1	»
Locomotives à 4 essieux couplés.	Locomotives à 4 essieux couplés à adhérence totale.. 	1	1	Autriche.....	»
	Locomotives genre Engerth à 4 essieux couplés.... 	1	»	»	Autriche. voie de 0 ^m ,76.
Locomotives à 5 essieux couplés.	Locomotives à 5 essieux couplés à adhérence totale.  Décapod.....	1	1	Allemagne.....	»
Locomotives à 6 essieux couplés.	Locomotives à 6 essieux couplés 3 à 3..... 	1	1	France.....	»
	19	14		5	
LOCOMOTIVES SPÉCIALES.					
Locomotive grue..... 	1	1	Allemagne.....	»	»
Locomotive sans foyer..... 	1	1	Allemagne.....	»	»
Locomotive à crémaillère..... 	1	»	»	1	Suisse. voie de 1 ^m .
	3	2		1	

TABLEAU N° 3. — DIMENSIONS PRINCIPALES DES LOCOMOTIVES A TENDER SÉPARÉ

Type	○○○○			○○○○○			○○○○○			○○○○○			○○○○○			○○○○○			○○○○○			○○○○○			○○○○○			○○○○○			
Noméros d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
Pays exposant	Allemagne	Allemagne	Belgique	Allemagne	Allemagne	Autriche	Hongrie	Italie	Italie	Autriche	Belgique	Belgique	Belgique	Belgique	Belgique	France	France	France	Italie	Suisse	Suisse	Allemagne	France	Hongrie	Allemagne	Italie	Autriche	Autriche	Allemagne		
Constructeur	Henschel	Breslau	Haine St-Pierre	Henschel	Henschel	Hanovre	État hongrois	Saronno	Ansaldt-Armstrong	Floridsdorf	Præco-Beige	St-Léonard	Métallurgique	Cockerill	Meuse	Creusot	Ateliers Est	Société Alsacienne	Breda	Winterthur	Winterthur	Vulcan	Caill	État hongrois	Borsig	Officine Meccaniche Miani	Wiener-Neustadt	Autriche	Alsace-Lorraine		
Réseau	État prussien normale	État prussien normale	État belge normale	État égyptien normale	État prussien normale	État prussien normale	État hongrois normale	État italien normale	État italien normale	État autrichien normale	État belge normale	État belge normale	État belge normale	État belge normale	État belge normale	normale	normale	État français normale	État italien normale	Fédéraux normale	Gothard normale	État prussien normale	normale	État hongrois normale	Anatolie normale	État italien normale	État autrichien normale	État autrichien normale	Alsace-Lorraine normale		
Écartement de la voie	12 ^m	12 ^m	13 ^m	12 ^m ,8	14 ^m	15 ^m	16 ^m	14 ^m	16 ^m	15 ^m	14 ^m	15 ^m ,5	15 ^m ,5	15 ^m ,5	15 ^m ,5	16 ^m	16 ^m	12 ^m	15 ^m	15 ^m	12 ^m	11 ^m ,5	14 ^m	13 ^m	14 ^m	14 ^m	14 ^m	15 ^m	15 ^m		
Timbre																															
Grille																															
Corps cylindrique																															
Tubes																															
Surface de chauffe																															
Rapport de la surface totale de chauffe à la surface de grille																															
Type de surchauffe																															
Surface de surchauffe																															
Simple expansion (S. E.) ou Compound (C.)																															
Nombre et position des cylindres																															
Diamètre des cylindres																															
Course des pistons																															
Type des tiroirs																															
Diamètre des roues couplées																															
Diamètre des roues porteuses																															
Empattement total																															
Longueur hors tampons																															
Poids à vide																															
Poids en ordre de marche																															
Poids total en charge																															
Poids adhérent																															
Frein																															
Tender																															
Longueur	2 ^m ,250	2 ^m ,305	1 ^m ,937	2 ^m ,063	1 ^m ,900	2 ^m ,110	2 ^m ,110	1 ^m ,887	2 ^m ,145	2 ^m ,110	2 ^m ,750	3 ^m ,045	3 ^m ,045	2 ^m ,920	3 ^m ,045	2 ^m ,935	1 ^m ,005	1 ^m ,022	2 ^m ,000	2 ^m ,500	2 ^m ,360	2 ^m ,250	2 ^m ,220	1 ^m ,000	2 ^m ,155	2 ^m ,155	2 ^m ,825	2 ^m ,825	2 ^m ,770		
Largeur	1,010	1,000	1,070	1,115	1,420	1,900	1,900	1,057	1,120	1,900	1,030	1,019	1,019	1,030	1,010	1,022	1,005	1,034	1,500	1,500	1,020	1,000	0,990	1,000	0,990	1,630	1,630	1,630	1,630	1,630	
Surface	2 ^m ,27	2 ^m ,305	2 ^m ,07	2 ^m ,20	2 ^m ,70	3 ^m ,53	3 ^m ,895	1 ^m ,90	2 ^m ,40	4 ^m ,00	2 ^m ,84	3 ^m ,10	3 ^m ,10	3 ^m ,01	3 ^m ,10	2 ^m ,98	3 ^m ,1607	1 ^m ,2,47	3 ^m ,00	2 ^m ,60	2 ^m ,40	2 ^m ,25	2 ^m ,20	0 ^m ,586	2 ^m ,30	4 ^m ,40	3 ^m ,00	2 ^m ,77	2 ^m ,77		
Diamètre moyen intérieur	1 ^m ,400	1 ^m ,500	1 ^m ,427	1 ^m ,346	2 ^m ,500	2,830	2,850	2,200	2,200	2,870	2,750	2,700	2,700	2,800	2,805	2,600	2,600	1 ^m ,160	1 ^m ,564	1 ^m ,500	1 ^m ,500	1 ^m ,500	1 ^m ,500	1 ^m ,446	0 ^m ,802	1 ^m ,500	1 ^m ,500	2,890	2,650		
Hauteur de l'axe au-dessus des rails	2 ^m ,500	2,750	1 ^m ,644	2,387	2,500	2,830	2,850	2,200	2,200	2,870	2,750	2,700	2,700	2,800	2,805	2,600	2,600	1 ^m ,160	1 ^m ,564	1 ^m ,500	1 ^m ,500	1 ^m ,500	1 ^m ,500	1 ^m ,446	0 ^m ,802	1 ^m ,500	1 ^m ,500	2,450	2,650		
Nature	lisses	lisses	lisses	lisses	Serve	Serve	Serve	Serve	Serve	Serve	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	Serve	Serve	Serve	Serve et lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	
Nombre	172	156 + 21	153 + 18	238	138	314	291	92	104	282	168 + 21	232	139	219 + 30	180 + 25	138	140	130	125 + 4	229	227	220	220	220	224	224	224	224	224		
Longueur	3 ^m ,900	4 ^m ,500	3 ^m ,407	3 ^m ,336	4 ^m ,450	5 ^m ,000	5 ^m ,250	3 ^m ,800	4 ^m ,000	5 ^m ,200	4 ^m ,130	4 ^m ,4155	4 ^m ,400	4 ^m ,000	4 ^m ,000	4 ^m ,000	4 ^m ,400	3 ^m ,725	4 ^m ,200	4 ^m ,200	4 ^m ,000	4 ^m ,100	4 ^m ,500	4 ^m ,500	4 ^m ,300	4 ^m ,300	5 ^m ,000	4 ^m ,300	4 ^m ,300		
Diamètre extérieur	46 ^m / _m	46 et 124 ^m / _m	45 et 127 ^m / _m	45	70 ^m / _m	51 ^m / _m	52 ^m / _m	70 ^m / _m	70 ^m / _m	70 ^m / _m	45 et 127 ^m / _m	50 ^m / _m	70 ^m / _m	50 et 127 ^m / _m	70 ^m / _m	70 ^m / _m	70 ^m / _m	45 ^m / _m	50 ^m / _m	50 ^m / _m	50 ^m / _m	40 ^m / _m	40 ^m / _m	44 ^m / _m	44 ^m / _m	50 ^m / _m	50 ^m / _m	53 ^m / _m	70 ^m / _m		
Foyer	11 ^m ,826	12 ^m ,21	12 ^m ,21	12 ^m ,21	9 ^m ,2,9	12 ^m ,65	12 ^m ,65	9 ^m ,2,45	13 ^m ,70	13 ^m ,70	14 ^m ,91	15 ^m ,82	16 ^m ,17	18 ^m ,00	16 ^m ,87	15 ^m ,42	16 ^m ,22	8 ^m ,15	11 ^m ,70	15 ^m ,50	12 ^m ,80	12 ^m ,80	12 ^m ,80	12 ^m ,80	22 ^m ,50	22 ^m ,50	160,00	190,00	170,50	235,46	
Tubes	90,417	36,461	89,90	89,90	224,1	201,28	240,63	122,00	164,00	244,15	130,95	160,91	223,23	172,00	138,52	205,75	218,60	60,85	194,30	151,00	143,00	132 ^m ,26	160 ^m ,00	25,07	160 ^m ,00	203,00	195,00	250,52	250,52		
Totale	100 ^m ,94	138,704	102,11	114 ^m ,00	234,0	217,23	262,28	131,45	173,86	257,85	144,96	187,73	239,40	190,00	155,39	221,17	234,91	60,00	206,00	166,50	155,80	132 ^m ,26	160 ^m ,00	25,07	160 ^m ,00	203,00	195,00	250,52	250,52		
Rapport	44,5	60,2	49,3	51,8	86,7	61,5	67,3	69,2	72,4	64,5	51,0	57,0	77,2	63,1	50,1	74,2	74,3	46,9	68,7	64,0	64,9	58,8	72,7	42,8	69,6	67,7	42,4	90,4	90,4		
Type	S-B	S-T	S-T	—	—	—	—	—	—	—	S-T	—	—	Cockerill	S-T	—	—	—	—	—	—	S-B	—	—	—	—	—	—	—	—	
Surface	30 ^m ,75	38 ^m ,57	24 ^m ,51	—	—	—	—	—	—	—	33 ^m ,10	—	—	45 ^m ,00	36 ^m ,18	—	—	—	—	—	—	31 ^m ,70	—	—	—	—	—	—	—	—	
Simple expansion	S. E.	S. E.	S. E.	S. E.	2 E.	2 I.	2 I.	1 E.	1 I.	2 I.	2 I.	2 E.	2 E.	2 E.	4 en ligne	2 E.	2 E.	2 E.	1 E., 1 I.	2 E.	2 I.	2 E.	2 E.	2 E.	S. E.	S. E.	S. E.	2 E.	2 E.	2 E.	
Nombre et position des cylindres	2 E.	2 E.	2 I.	2 I.	2 I.	2 E.	2 E.	1 E.	1 I.	2 E.	520 ^m / _m	360 ^m / _m	360 ^m / _m	360 ^m / _m	435 ^m / _m	340 ^m / _m	360 ^m / _m	400 ^m / _m	360 ^m / _m	360 ^m / _m	370 ^m / _m	500 ^m / _m	520 ^m / _m	250 ^m / _m	520 ^m / _m	540 ^m / _m	560 ^m / _m	370 ^m / _m	390 ^m / _m		
Diamètre	540 ^m / _m	550 ^m / _m	500 ^m / _m	457 ^m / _m	560	600	620	700	680	720	660	640	640	680	610	650	680	560	650	660	600	660	660	630	300	630	630	630	630	650	
Course	600	630	660	660	600	680	660	640	700	680	660	640	640	680	610	650	680	560	650	660	600	660	630	300	630	630	630	630	650		
Type	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans	plans
Diamètre des roues couplées	1 ^m ,980	2 ^m ,100	1 ^m ,980	1 ^m ,905	1 ^m ,980	2 ^m ,140	2 ^m ,100	1 ^m ,500	1 ^m ,850	1 ^m ,820	1 ^m ,700	1 ^m ,800	1 ^m ,800	1 ^m ,800	1 ^m ,800	1 ^m ,980	2 ^m ,000	1 ^m ,500	1 ^m ,920	1 ^m ,920	1 ^m ,610	1 ^m ,350	1 ^m ,300	0 ^m ,650	1 ^m ,250	1 ^m ,400	1 ^m ,450	1 ^m ,330	1 ^m ,330		
Diamètre des roues porteuses	1,000	1,000	1,067	0,915	1,100	1,300	1,220	—	0,950	1,034	1,067	0,900	0,900	0,900	0,900	8,745	8,530	8,890	6,550	8,350	8,350	4,500	4,200	2,445	6,870	8,060	5,600	11,787	8,180		
Empattement total	7,600	8,000	7,1875	7,013	9,000	9,920	9,780	3,600	6,750	9,490	7,900	8,200	8,200	8,200	8,200																

TABLEAU N° 4. — DIMENSIONS PRINCIPALES DES LO

Type											
Numéros d'ordre.....	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Pays exposant.....	France	Italie	Allemagne	Belgique	Italie	Italie	Belgique	Belgique	Belgique	Italie	Allemagne
Constructeur.....	Cail	Bréda	Henschel	Boussu	Bréda	Bréda	Vicinaux belges	St-Léonard	St-Léonard	Bréda	Hanovre
Réseau.....	(Industrie)	Etat italien	Vérone	Vicinaux belges	Fossano-Mondovi	Tramways italiens	Vicinaux belges	Bari-Loecrotondo	Vicinaux belges	Etat italien	Etat prussien
Ecartement de la voie.....	normale	normale	normale	1 ^m	normale	normale	1 ^m	normale	1 ^m	normale	normale
Timbre.....	12kg.	12kg.	12kg.	12atm.	12kg.	12kg.	12atm.	14 atm.	12 atm.	15kg.	12 atm.
Grille.....	Longueur.....	1 ^m , 490	»	1 ^m	0 ^m , 750	»	1 ^m , 358	»	»	1 ^m , 225	1 ^m , 600
	Largeur.....	1, 010	»	0, 700	0, 692	»	0, 700	»	»	1, 064	0, 906
	Surface.....	0 ^{m2} , 67	1 ^{m2} , 50	0, 80	0 ^{m2} , 70	0 ^{m2} , 52	0 ^{m2} , 95	1 ^{m2} , 77	0 ^{m2} , 75	1 ^{m2} , 30	1 ^{m3} , 45
Corps cylindrique.....	Diamètre moyen intérieur.....	1 ^m , 066	1 ^m , 250	1 ^m , 026	1 ^m , 030	0 ^m , 966	1 ^m , 200	»	1 ^m , 000	1, 126	»
	Hauteur de l'axe au-dessus des rails.....	Vertical	2, 100	1, 800	1 ^m , 350	1, 916	1 ^m , 010	2 ^m , 020	1 ^m , 650	2, 380	»
	Nature.....	Field	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	lisses	Serve	lisses
	Nombre.....	102	164	116	160	100	174	140	123	79	»
Tubes.....	Longueur.....	0 ^m , 950	3 ^m , 000	2 ^m , 900	1 ^m , 589	2 ^m , 200	1 ^m , 500	2 ^m , 054	3 ^m , 450	2 ^m , 080	2 ^m , 800
	Diamètre extérieur.....	60 ^m /m	49 ^m /m	46 ^m /m	40 ^m /m	»	40 ^m /m	45 ^m /m	45 ^m /m	65 ^m /m	»
	Foyer.....	6 ^{m2} , 145	7 ^{m2} , 00	»	4 ^{m2} , 10	»	5 ^{m2} , 80	6 ^{m2} , 56	3 ^{m2} , 48	6 ^{m2} , 00	»
Surface de chauffe.....	Tubes.....	17, 87	79, 00	»	27, 80	»	45, 05	68, 28	32, 95	81, 00	»
	Totale.....	24, 015	86, 00	47 ^{m2} , 00	31, 80	32 ^{m2} , 10	26 ^{m2} , 30	50, 85	74, 84	36, 43	87, 00
Rapport de la surface totale de chauffe à la surface de grille.....	35, 8	57, 3	58, 5	45, 43	61, 7	39, 3	53, 5	42, 3	48, 6	66, 9	63, 8
Type de surchauffe.....	S-B (Schmidt dans la boîte à fumée).....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Pielock
	S-T (Schmidt dans les tubes à fumée).....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Surface de surchauffe.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24 ^{m2} , 50
Simple expansion (S. E.) ou Compound (C.).....	S. E.	S. E.	S. E.	S. E.	S. E.	S. E.	S. E.	S. E.	S. E.	C.	S. E.
Nombre et position des cylindres.....	H. P. } (Extérieurs E, Intérieurs I.)	2 E.	2 E.	2 E.	2 E.	2 E.	2 I.	2 E.	2 E.	2 E.	1 E.
	B. P. }	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 E.
Diamètre des cylindres.....	H. P.....	270 ^m /m	420 ^m /m	290 ^m /m	280 ^m /m	285 ^m /m	245 ^m /m	350 ^m /m	360 ^m /m	280 ^m /m	460 ^m /m
	B. P.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	700
Course des pistons.....	260	580	460	360	400	300	360	550	380	550	550
Type des tiroirs.....	H. B.....	plans	plans	plans équilibrés	plans	plans	plans	plans	plans	plans équilibrés	Souppes Lentz
	B. P.....	—	—	—	—	—	—	—	—	plans équilibrés	—
Diamètre des roues couplées.....	0 ^m , 615	1 ^m , 300	0 ^m , 900	0 ^m , 832	1 ^m , 000	0 ^m , 800	0 ^m , 850	1 ^m , 200	0 ^m , 832	1 ^m , 520	1 ^m , 100
Diamètre des roues porteuses.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Empatement total.....	1, 600	3, 600	2, 100	1, 800	1, 600	1, 400	2, 000	3, 300	1, 900	3, 600	3, 000
Longueur hors tampons.....	4, 460	9, 100	6, 755	6, 200	6, 000	4, 860	7, 050	8, 605	5, 078	9, 060	»
Poids à vide.....	13.000kg.	35.800kg.	15.200kg.	17.000kg.	15.200kg.	»	24.000kg.	29.500kg.	16.000kg.	30.300kg.	28.000kg.
Poids en ordre de marche..	1 ^{er} essieu.....	18.000	45.000	20.000	17.000	18.300	9.000	37.000	20.000	39.100	28.000
	2 ^e essieu.....	—	—	—	—	—	9.000	—	—	—	—
	3 ^e essieu.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4 ^e essieu.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5 ^e essieu.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6 ^e essieu.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7 ^e essieu.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8 ^e essieu.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Poids total en charge.....	18.000	45.000	20.000	21.000	18.300	14.000	27.000	37.000	20.000	39.100	28.000
Poids adhérent.....	18.000	45.000	20.000	21.008	18.300	14.000	27.000	37.000	20.000	39.100	28.000
Frein.....	à main	à vapeur	à main	à main	à main	Westinghouse	à main	Westinghouse	à main	Westinghouse	Westinghouse
Contenance des soutes à eau.....	3 ^{m3} , 35	5 ^{m3}	2 ^{m3} , 3	2 ^{m3} , 300	1 ^{m3} , 6	1 ^{m3} , 7	2 ^{m3} , 600	4 ^{m3}	2 ^{m3}	4 ^{m3} , 5	4 ^{m3} , 3
Contenance des soutes à combustible.....	0 ^r , 75	1 ^r , 5	1 ^r	0 ^{m3} , 700	0 ^r , 2	0 ^r , 6	0 ^{m3} , 955	1 ^r , 2	0 ^r , 5	1 ^r , 7	1 ^r , 4

PRINCIPALES DES LOCOMOTIVES-TENDERS

38			39			40			41			42			43			44		45		46			47			48		
Belgique St-Léonard			Italie Bréda			Allemagne Hanovre			Autriche Krauss			Autriche Krauss			France Ateliers Nord français			France Sté Alsacienne		Allemagne Sté Alsacienne		Italie Ansaldo Armstrong			Allemagne Schwartzkopff			France Ateliers Nord français		
Vicinaux belges			Etat italien			Etat prussien			Etat autrichien			Etat autrichien			Nord français			Est		Alsace-Lorraine		Etat italien			Etat prussien			Nord français		
1 ^m 12 atm.			normale 15kg.			normale 12 atm.			normale 13atm.			0 ^m ,760 13atm.			normale 12kg.			normale 16kg.		normale 14kg.		normale 13kg.			normale 12atm.			normale 16kg.		
»			1 ^m ,225			1 ^m ,600			»			»			1 ^m ,815			2 ^m 570		»		»			2 ^m ,300			2 ^m ,540		
»			1,064			0,906			»			»			1,073			1,000		»		»			0,980			1,186		
0 ^m 2,75			1 ^m 2,30			1 ^m 3,45			1 ^m 2,65			1 ^m 2,60			1 ^m 2,95			2 ^m 2,57		1 ^m 2,96		2 ^m 2,38			2 ^m 2,25			3 ^m 2,00		
1 ^m ,000			1,126			»			1 ^m ,192			»			1 ^m ,320			1 ^m ,516		1 ^m ,400		1 ^m ,400			1 ^m ,500			1 ^m ,456		
1 ^m ,650			2,380			»			2,250			»			2,600			2,600		2,570		2,665			2,520			2,800		
lisses			Serve			lisses			lisses			lisses			Serve			lisses		lisses		lisses			lisses			Serve		
123			79			»			172			96 + 15			93			229		190		222			220			130		
2 ^m ,080			2 ^m ,800			»			3 ^m ,750			»			3 ^m ,320			4 ^m ,200		4 ^m ,200		3 ^m ,860			4 ^m ,100			4 ^m ,750		
45 ^m /m			65 ^m /m			»			46 ^m /m			46 et 121 ^m /m			70 ^m /m			48 ^m /m 75		50 ^m /m		52 ^m /m			46 ^m /m			70 ^m /m		
3 ^m 2,48			6 ^m 2,00			»			6 ^m 2,55			6 ^m 2,5			8 ^m 2,40			13 ^m 2,97		10 ^m 2,60		12 ^m 2,00			11 ^m 2,53			11 ^m 2,99		
32,95			81,00			»			93,20			72,3			115,82			134,69		112,80		140,00			146,00			232,56		
36,43			87,00			92 ^m 2,50			99,75			101,8			124,22			148,66		123,40		152,00			131,64			244,55		
48,6			66,9			63,8			60,05			63,6			63,7			57,8		63,0		63,9			58,5			81,5		
—			—			Pielock			—			S-T			—			—		—		—			S-B			—		
—			—			24 ^m 2,50			—			23 ^m 2,00			—			—		—		—			31 ^m 2,70			—		
S. E.			C.			S. E.			C.			S. E.			S. E.			C.		C.		C.			S. E.			C.		
2 E.			1 E.			2 E.			1 E.			2 E.			2 E.			2 E.		2 E.		1 E.			2 E.			2 E.		
280 ^m /m			460 ^m /m			400 ^m /m			420 ^m /m			410 ^m /m			430 ^m /m			350 ^m /m		340 ^m /m		460 ^m /m			610 ^m /m			400 ^m /m		
—			700			—			650			—			—			550		530		700			—			630		
380			550			550			570			450			600			640		640		600			660			680		
plans			plans équilibrés			Soupapes Lentz			plans			plans			plans			cylindriques		cylindriques		cylindriques			cylindriques			plans équilibrés		
—			plans équilibrés			—			plans			—			—			cylindriques		cylindriques		plans			—			plans équilibrés		
0 ^m ,832			1 ^m ,520			1 ^m ,100			1 ^m ,140			0 ^m ,690			1 ^m ,664			1 ^m ,580		1 ^m ,650		1 ^m ,500			1 ^m ,350			1 ^m 455		
—			—			—			—			»			0,900			0,850		0,930		0,830			—			0,850		
1,900			3,600			3,000			3,700			8,100			8,750			10,800		10,400		8,400			5,800			12,590		
5,078			9,060			»			9,360			11,660			10,884			13,600		13,575		12,600			12,300			16,186		
16.000kg.			30.300kg.			28.000kg.			36.000kg.			»			50.330kg.			71.752kg.		65.600kg.		47.000kg.			58.950kg.			81.482kg.		
20.000			39.100			28.000			11.500			11.500			15.460			20.377		21.000		»			15.030			15.030		
—			—			—			11.500			30.000kg,			16.130			15.345		42.000		73.900			14.740			14.740		
—			—			—			—			7.500			16.130			15.644		»		»			8.290			8.290		
—			—			—			—			7.500			15.600			16.221		22.800		—			15.045			15.045		
—			—			—			—			—			—			22.635		—		—			14.700			14.700		
20.000			39.100			28.000			46.000			45.000			63.390			90.222		85.800		64.000			73.900			105.430		
20.000			39.100			28.000			46.000			30.000			32.000			47.210		42.000		42.000			73.900			88.930		
à main			Westinghouse			Westinghouse			Hardy			Hardy			Westinghouse			Westinghouse		Westinghouse		Westinghouse			à vapeur			à vide		
2 ^m 3			4 ^m 3,5			4 ^m 3,3			5 ^m 3,2			5 ^m 3			7 ^m 3			8 ^m 3,606		9 ^m 3,7		8 ^m 3			7 ^m 3			12 ^m 2,8		
0 ^t ,5			1 ^t ,7			1 ^t ,4			1 ^t ,9			2 ^t ,4			3 ^t ,5			3 ^t		4 ^t		3 ^t			2 ^t			5 ^t		

La proportion des machines-tenders est relativement élevée, 40 % environ du nombre total. Un grand nombre de celles-ci sont, il est vrai, destinées à des réseaux de second ordre ; cependant, pour les grands réseaux, la proportion est encore de 27 %.

Sur les 11 machines de cette catégorie :

L'une, à 3 essieux, est une machine de manœuvre ;

Deux autres, à 3 essieux également, sont destinées à des lignes secondaires, l'une sur le réseau de l'Etat prussien, l'autre sur le réseau de l'Etat italien ;

Trois machines accomplissent des services de grande banlieue, sur le Nord et l'Est français et sur le réseau d'Alsace-Lorraine ;

La machine Prairie de l'Etat italien fait un service de directs en Sicile ;

Enfin 4 autres sont destinées à des lignes présentant de fortes rampes, en particulier 2 locomotives très puissantes, la locomotive Décapod de l'Etat prussien et la locomotive à 2 bogies moteurs de la Compagnie du Nord français.

Le service prévu pour la plupart de ces machines leur impose des changements fréquents du sens de marche, d'où la forme locomotive-tender, qui dispense de l'emploi de plaques tournantes.

Pour d'autres, qui sont appelées à un service de marchandises sur de fortes rampes (telle la locomotive Décapod prussienne), la suppression du tender a plus spécialement pour but l'augmentation de la capacité du train. D'une façon générale, en effet, toute diminution dans le poids de la locomotive et de son tender, sous réserve du poids nécessaire à l'adhérence, se traduit par une augmentation équivalente de la capacité du train ; mais sur les lignes à fortes rampes le rapport entre le poids de la locomotive et de ses accessoires et le poids de la charge remorquée est beaucoup plus élevé que sur les lignes à profil ordinaire ; dans ce cas l'augmentation proportionnelle de capacité sera aussi beaucoup plus grande. D'ailleurs ces locomotives, à arrêts fréquents, n'exigent pas en général d'importantes réserves d'eau. Il peut donc être avantageux de supprimer le tender et de reporter sur les essieux couplés le poids des approvisionnements d'eau et de charbon.

II. — GÉNÉRALITÉS SUR LES LOCOMOTIVES A VAPEUR.

Parmi les locomotives de grands réseaux, il y en a 17 dont les roues couplées ont un diamètre supérieur à 1^m,750 et qui peuvent être considérées comme locomotives à grande vitesse, ce sont :

- 4 locomotives à 2 essieux couplés et bogie à l'avant (roues de 1^m,905 à 2^m,100) ;
- 3 d^o Atlantic (roues de 1^m,980 à 2^m,140) ;
- 1 d^o Mogul, à roues de 1^m,850 ;
- 1 d^o Prairie, à roues de 1^m,820 ;
- 8 d^o Ten-Wheeler, à roues de 1^m,780 à 2^m,090.

5 locomotives, dont les roues ont de 1^m,500 à 1^m,750, sont plutôt par leur destination des locomotives mixtes, ce sont :

- 1 machine à 3 essieux couplés, à roues de 1^m,500 ;
- 1 machine-tender, type Prairie, à roues de 1^m,500 ;
- 3 machines Ten-Wheeler, à roues de 1^m,500 à 1^m,700.

12 autres, enfin, ont des roues de diamètre inférieur à 1^m,500; ce sont des locomotives destinées à la remorque des trains de voyageurs en montagne ou au service des marchandises, savoir :

- 4 machines à 4 essieux couplés, à roues de 0^m,650 à 1^m,350;
- 1 machine Consolidation, à roues de 1^m,250;
- 1 machine 12-Wheeler, à roues de 1^m,400;
- 1 machine genre Engerth, à 4 essieux couplés et bogie à l'arrière, à roues de 1^m,140;
- 3 machines Décapod, dont 1 à 5 essieux couplés sans porteur, à roues de 1^m,300, et 2 à 5 essieux couplés avec essieu porteur à l'avant, à roues de 1^m,450 et 1^m,350;
- 1 machine-tender Décapod sans roues porteuses, à roues de 1^m,350;
- 1 machine à 2 bogies moteurs, 6 essieux couplés 3 à 3 et 2 essieux porteurs, à roues de 1^m,455.

Locomotives à grande vitesse. — Les 17 locomotives à grande vitesse se répartissent en :

- 7 locomotives à 2 essieux couplés;
- 10 d° à 3 essieux couplés;

bien entendu, il n'y en a aucune à essieu moteur indépendant.

A l'Exposition de 1900 l'on rencontrait surtout des locomotives à 2 essieux couplés et bogie à l'avant; à Milan ce type n'est plus représenté que par 4 exemplaires. Ces 4 machines sont d'ailleurs munies chacune d'un perfectionnement destiné à augmenter le rendement de leur chaudière : les 2 locomotives allemandes et la locomotive belge ont un surchauffeur, et la locomotive égyptienne est pourvue d'un réchauffeur d'eau d'alimentation qui récupère la chaleur entraînée par la vapeur d'échappement.

Du type Atlantic, qui constitue le terme suivant dans l'ordre des puissances croissantes, 3 spécimens nous sont fournis par l'Etat prussien, l'Etat hongrois et l'Etat autrichien.

Dans les pays où l'on brûle des charbons maigres, les boîtes à feu sont largement débordantes, d'où l'obligation d'un essieu porteur arrière.

Toutes les autres ont 3 essieux couplés, et, sauf la machine Mogul de l'Etat italien qui présente à l'avant un bogie-bissel, et la locomotive Prairie de l'Etat autrichien qui possède une boîte à feu débordante, sont du type Ten-Wheeler.

Ce dernier type se rencontre plus particulièrement en Belgique, en France et en Suisse.

Le diamètre maximum des roues accouplées, parmi les machines exposées, est de 2^m,140; il est atteint sur la locomotive Atlantic de l'Etat autrichien; en Hongrie et en Allemagne, on va jusqu'à 2^m,100; la locomotive de l'Est français a des roues de 2^m,090; en Belgique et en Italie, les roues ont de 1^m,800 à 1^m,980; enfin les Fédéraux suisses, à cause des profils parfois accidentés de leurs lignes, ont adopté le diamètre de 1^m,780. Ces divers diamètres, même les plus grands, sont déjà en usage depuis longtemps; on ne constate à ce point de vue aucun changement appréciable.

Mais tandis que les locomotives à 2 essieux couplés et bogie de 1900 pesaient de 55 à 60 tonnes, les locomotives les plus lourdes de Milan (locomotives de l'Etat belge) pèsent en charge 82 tonnes; d'autres pèsent de 70 à 80 tonnes. L'Exposition de Milan accuse au point de vue du poids, et par suite au point de vue de la puissance, un progrès très marqué par rapport à l'Exposition de Paris.

A l'exception de la locomotive de l'Etat italien dont le bogie est placé sous le foyer, les machines Ten-Wheeler ont leurs boîtes à feu insérées entre les longerons, mais leur surface de grille est en général très voisine de 3 mètres carrés ; elle atteint même à l'Est français 3^m2,16 ; on ne saurait l'accroître encore sensiblement en conservant la même forme de foyer. Ainsi, même dans ces pays continentaux où le combustible jouit d'un plus grand pouvoir calorifique, la progression de la puissance doit entraîner l'apparition des boîtes à feu débordantes et de l'essieu porteur arrière ; on s'achemine en un mot vers le type Pacific.

Locomotives à marchandises ou de montagne. — Les plus fortes locomotives à tender séparé de cette catégorie atteignent comme poids adhérent 66^t,250 en Alsace-Lorraine, 65^t,700 et 67^t,400 en Autriche ; parmi les machines-tenders, plus spécialement désignées, comme on l'a vu, pour le service en rampe, on trouve les valeurs très élevées suivantes : 73^t,900 à l'Etat prussien, 88^t,930 au Nord français.

Sur ces 5 machines 4 ont 5 essieux accouplés ; celle de la Compagnie du Nord présente 6 essieux accouplés 3 à 3.

Pour les machines à 5 essieux accouplés ensemble et plus particulièrement pour celles de montagne, qui doivent s'inscrire dans des courbes de très faible rayon, il a fallu donner à certains de ces essieux des jeux transversaux très appréciables. Deux d'entre elles présentent en outre à l'avant un essieu de direction. Ici, même avec les boîtes à feu élargies (tel le cas de la locomotive série 280 de l'Etat autrichien), il n'est plus nécessaire d'avoir un essieu porteur arrière, car les roues accouplées sont de faible diamètre et l'on a pu relever suffisamment la chaudière pour que sa boîte à feu soit au-dessus de celles-ci.

La locomotive de la Compagnie du Nord est conçue de façon tout à fait différente : sa chaudière repose sur 2 bogies moteurs, indépendants l'un de l'autre, comprenant chacun 3 essieux couplés et un essieu porteur ; chaque bogie, pris individuellement, est une machine à 3 essieux couplés avec empatement rigide de 3^m,470. Elle présente ainsi par construction une très grande souplesse pour les passages en courbes ; et elle a pu d'autre part, avec ses roues de 1^m,455, soutenir une vitesse de 84 km. à l'heure dans de remarquables conditions de stabilité.

DES PROCÉDÉS EMPLOYÉS POUR ACCROITRE LA PUISSANCE DES LOCOMOTIVES.

Les tableaux nos 3 et 4 et les données qui précèdent attestent une augmentation marquée des dimensions fondamentales des locomotives, et conséquemment, de leur puissance. Mais on serait bientôt arrêté dans cette voie d'une part par le gabarit et d'autre part par les conditions imposées pour la charge sur rail. Parallèlement, les constructeurs ont cherché à reculer cette limite en améliorant le rendement économique de la chaudière.

Parmi les procédés préconisés pour améliorer le rendement des chaudières, nous envisagerons d'abord celui qui résulte immédiatement de la loi de Carnot : c'est-à-dire l'élévation du timbre.

Puis nous examinerons les dispositifs qui ont pour objet d'atténuer les pertes de chaleur dans les organes d'utilisation de la vapeur, et ceux qui permettent de récupérer au profit de l'eau d'alimentation la chaleur perdue dans l'échappement.

Enfin, nous mentionnerons un nouveau type de générateur de vapeur qui, par un procédé de

construction tout à fait différent de celui des chaudières ordinaires, a témoigné, à surface de grille égale, d'une plus grande puissance de vaporisation : c'est la chaudière Robert.

A. — **Élévation du timbre.**

Sur les 34 locomotives des grands réseaux exposées à Milan, nous en rencontrons :

7 timbrées à 12 kilogrammes.

3	d°	13
6	d°	14
9	d°	15
4	d°	15,5
5	d°	16

La pression maximum est de 16. Or, en 1900 cette pression était déjà atteinte, et dès 1889, on avait abordé le timbre de 15 kg. ; mais en 1889 c'était une exception et en 1900 la moyenne des pressions était moindre qu'aujourd'hui, 13,5 au lieu de 14,2 kg. L'Exposition de Milan accuse donc en définitive une légère augmentation moyenne du timbre des chaudières.

On trouve les timbres de 15 et 16 kg. sur tous les réseaux continentaux sauf à l'État prussien, où les machines à simple expansion et à surchauffeur sont à 12 ou 13 atmosphères, tandis que l'Atlantic compound à vapeur saturée est timbrée à 14.

B. — **Atténuation des pertes dans les cylindres.**

Quand de la vapeur saturée pénètre à l'intérieur d'un cylindre, une partie, au lieu de fournir du travail sur le piston, se condense au contact des parois qu'elle réchauffe ; dans la période de détente, quand la pression a diminué, et pendant l'échappement, l'eau condensée se réévapore en refroidissant les parois du cylindre et s'échappe sans avoir été utilisée comme elle aurait dû l'être.

Deux procédés sont particulièrement préconisés pour diminuer cette cause de perte d'énergie : le compoundage, qui diminue les condensations dans les cylindres en diminuant la chute de température dans chaque cylindre en particulier, et l'emploi de la vapeur surchauffée, qui retarde la condensation de la vapeur avec d'autant plus d'efficacité que sa surchauffe est plus élevée.

Rien n'empêche de recourir simultanément aux deux procédés ; cependant il n'y avait à Milan que deux locomotives à vapeur surchauffée qui fussent en même temps compound : la machine Décapod de l'État autrichien et la locomotive type 19 bis de l'État belge.

Les 51 machines exposées se décomposent en :

17	machines à simple expansion à vapeur saturée ;	
9	d°	à vapeur surchauffée ;
23	machines compound à vapeur saturée ;	
2	d°	à vapeur surchauffée.

soit au point de vue compound une proportion de :

26 locomotives à simple expansion.....	$\frac{26}{51} = 51\%$
25 locomotives compound.....	$\frac{25}{51} = 49\%$

et au point de vue surchauffe :

40 locomotives à vapeur saturée.....	$\frac{40}{51} = 79\%$
11 locomotives à vapeur surchauffée.....	$\frac{11}{51} = 21\%$

En 1900 la proportion des machines compound était de 51 %; elle est à Milan de 49 %; elle n'a donc pour ainsi dire pas varié; le développement du compoundage s'est arrêté devant les progrès de la surchauffe.

C'est surtout en Allemagne que ce fait est sensible : sur les 6 machines de l'État prussien, 5 sont à simple expansion, mais munies de surchauffeurs, la 6^e est compound. Or, c'est précisément dans ce pays que, à partir de 1880, le compoundage avait fait les plus rapides progrès pour arriver vers 1900 à supplanter presque complètement le système à simple expansion.

Viennent ensuite la Belgique avec 4 machines à surchauffeurs, dont l'une à 4 cylindres égaux, et l'Autriche avec 2 machines; mais les autres pays, la France, l'Italie, l'Alsace-Lorraine, la Hongrie et la Suisse, sans ignorer la surchauffe, observent encore vis-à-vis d'elle une attitude d'expectative hésitante.

1^o COMPOUNDAGE.

Des 25 locomotives compound, 8 sont à 2 cylindres, 17 sont à 4 cylindres; il n'en existe aucune à 3 cylindres.

a. *Compounds à 2 cylindres.*

Les compounds à 2 cylindres sont des machines de puissance moyenne; sur les 8 machines, 7 ont leurs cylindres extérieurs, 1 seule a ses cylindres sous la boîte à fumée, la machine Mogul de l'État Italien. Les plus puissantes machines de ce type sont la machine à marchandises à 4 essieux couplés N^o 7.531 de l'État italien dont les cylindres ont respectivement 540 et 800 ^m/_m de diamètre, et la machine type 180 de l'État autrichien qui a des cylindres de 560 et 850. Ce diamètre de 850^{mm} pour le cylindre de détente n'est atteint sur aucune autre machine.

b. *Compounds à 4 cylindres.*

Disposition des cylindres par rapport aux longerons

Les 17 machines à 4 cylindres se répartissent en :

- 8 Locomotives à cylindres d'admission extérieurs et cylindres de détente intérieurs;
- 7 Locomotives à cylindres d'admission intérieurs et cylindres de détente extérieurs;
- 1 Locomotive à cylindres de même nature situés d'un même côté de l'axe longitudinal;
- 1 Locomotive à cylindres tous extérieurs.

Il n'y en a aucune du type Vaclain, c'est-à-dire dont les cylindres soient conjugués de façon à actionner la même bielle motrice.

Une seule de ces machines, la locomotive 6.943 de l'Etat italien, est dissymétrique comme les compounds à 2 cylindres.

Pour les autres, on voit que les 2 dispositions : cylindres à haute pression extérieurs et cylindres à haute pression intérieurs, sont représentées à Milan sensiblement par le même nombre d'exemplaires. Mais la préférence semble rester à la première, qui excentre moins les lourdes masses à mouvement alternatif.

En effet, le diamètre moyen des cylindres de détente pour les 8 premières machines est de 566^{mm}, le maximum étant de 600^{mm}, et pour les 7 autres il est de 615^{mm}, le minimum étant de 600 également. On a donc, en général, placé les cylindres BP à l'intérieur toutes les fois que leurs dimensions ont permis de les insérer entre les longerons. Même pour les 2 machines du 1^{er} groupe dont les cylindres de détente atteignent le diamètre maximum de 600 (les 2 machines type 8 de l'Etat belge), on dut, afin de les loger quand même à l'intérieur, surécarter les longerons de 90^{mm} à l'avant. Une disposition analogue a été adoptée par la Compagnie de l'Est pour ses cylindres de 590^{mm} : les longerons principaux ont été arrêtés à l'arrière de l'emplacement des cylindres BP, et sont prolongés par 2 longerons rapportés, rivés extérieurement, de façon à gagner 54^{mm}, soit une double épaisseur, sur leur écartement, au profit de l'espace réservé aux cylindres.

Ajoutons que, lorsqu'on se résigne à placer les cylindres BP à l'extérieur, il se présente un autre obstacle à l'augmentation de leurs dimensions, c'est le gabarit, qu'on rencontre d'autant plus vite que la machine est plus longue. C'est ce qui s'est produit pour la machine Décapod à essieu porteur de l'Etat autrichien, qui comporte des cylindres de 630 ; à l'inverse de ce qui s'est fait pour les machines type 8 de l'Etat belge, les 2 longerons ont été rapprochés à l'avant de 56 millimètres.

Nombre d'essieux moteurs.

La locomotive à 2 bogies du Nord étant mise à part, parmi les 16 autres locomotives compound à 4 cylindres il s'en trouve 10 qui comportent 2 essieux moteurs, l'un pour l'admission, l'autre pour la détente ; pour les 6 autres les 2 groupes de cylindres actionnent le même essieu.

La première disposition, caractéristique de la construction française, se rencontre dans les locomotives exposées par la France, l'Alsace-Lorraine, la Belgique et la Suisse.

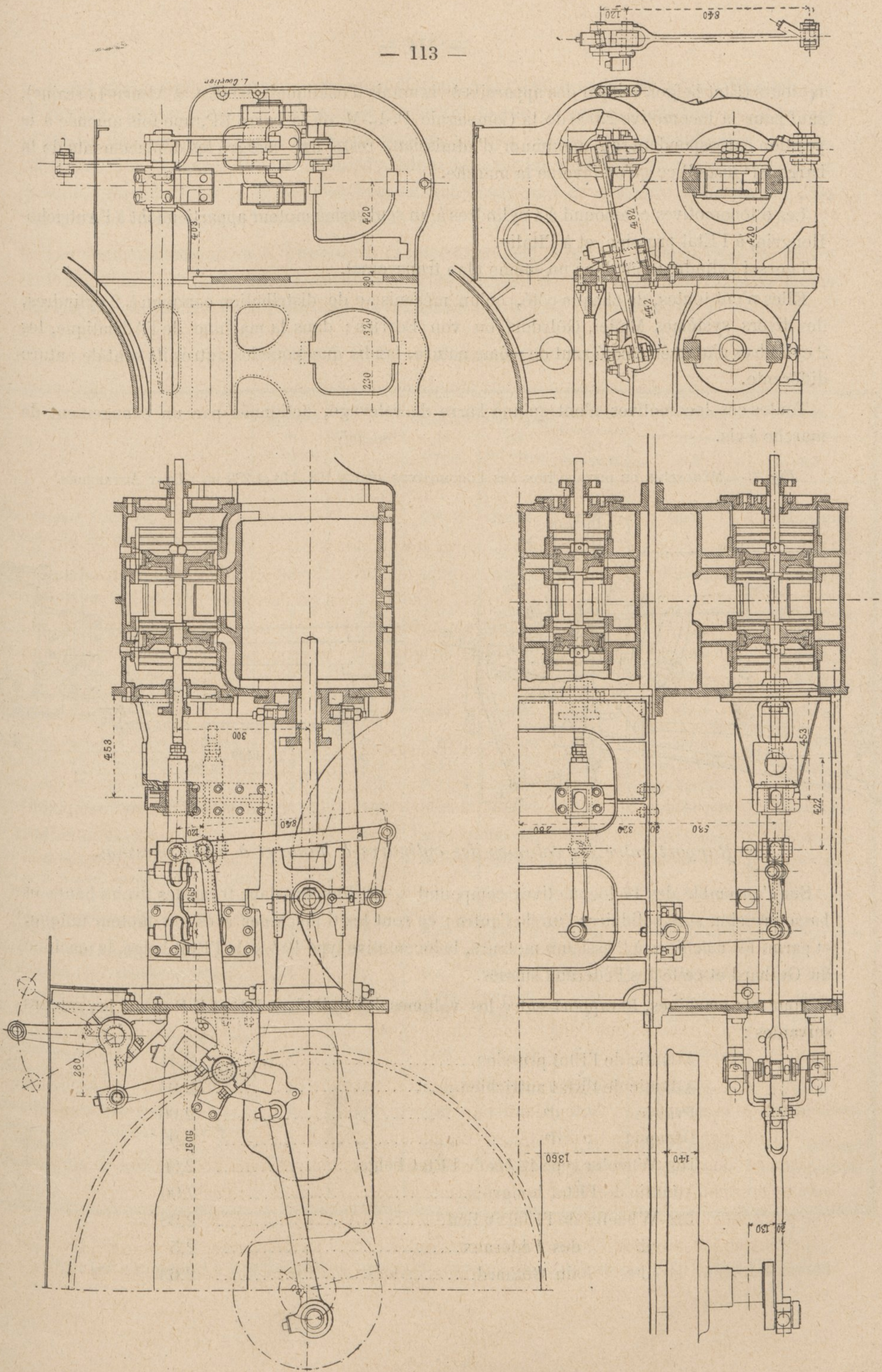
Les cylindres extérieurs sont placés en arrière des cylindres intérieurs, cependant l'écart est très peu sensible dans la locomotive P.-L.-M. et la machine type 19^{bis} de l'Etat belge, qui ont un bogie à l'avant, ainsi que dans la compound à marchandises de l'Alsace-Lorraine, qui porte un bissel à l'avant.

Toutes ces machines sont à 4 distributions, à l'exception de la machine type 19^{bis} de l'Etat belge et de la machine du Gothard qui ne comportent de chaque côté qu'un mécanisme unique actionnant directement le tiroir extérieur et, par un renvoi, le tiroir intérieur.

Dans ces deux dernières machines, par suite, les distributions dans les cylindres à haute et à basse pression sont solidaires. Il en est de même pour la locomotive des Fédéraux qui, bien que possédant 2 arbres de relevage, n'a qu'une barre de changement de marche.

Les autres locomotives à 2 essieux moteurs ont 2 barres de changement de marche, dont la commande peut être à volonté rendue indépendante ou combinée, soit à l'aide de servo-

Fig. 1. — MÉCANISME DE DISTRIBUTION DE LA LOCOMOTIVE A GRANDE VITESSE DE L'ÉTAT HONGROIS.



moteurs (Etat belge), soit par des appareils à vis munis d'encliquetages (Est et Alsace-Lorraine), sauf pour la locomotive 2.600 de la Compagnie P.-L.-M. où la barre BP, une fois amenée à la position correspondant au maximum d'admission, reste fixe malgré les déplacements de la barre HP jusqu'à ce qu'on inverse la marche.

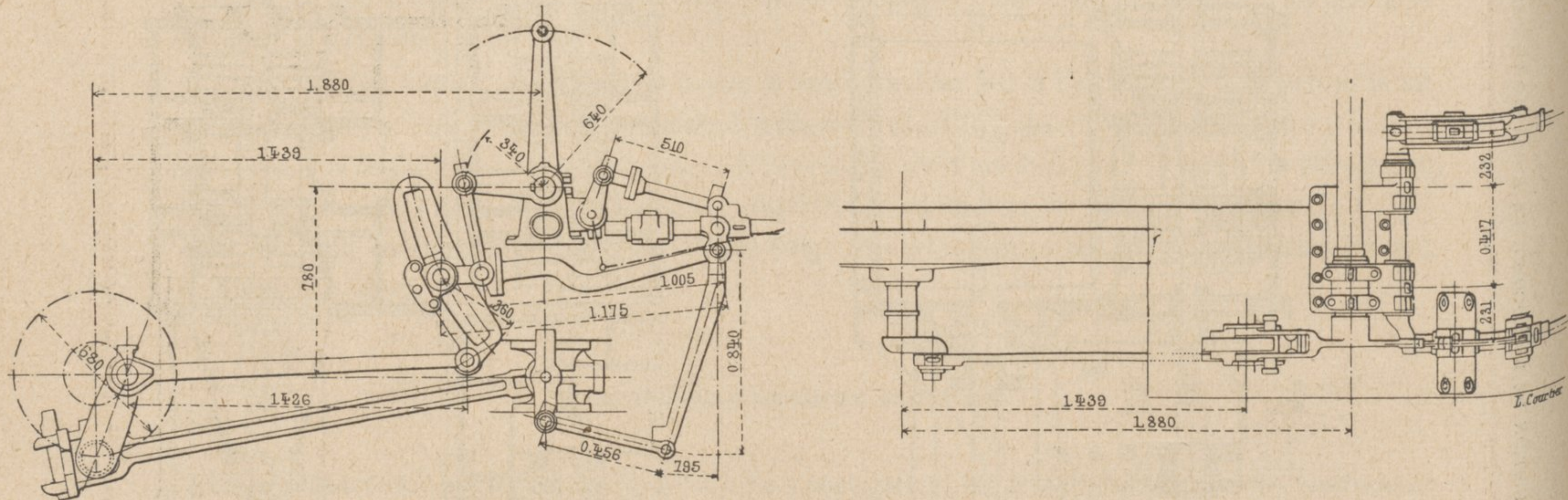
Les 6 locomotives compound à 4 cylindres à un seul essieu moteur appartiennent à l'Autriche-Hongrie, à l'Etat prussien, et à l'Italie.

Leurs 4 cylindres sont dans un même plan transversal.

Elles n'ont toutes, de chaque côté, qu'un mécanisme de distribution commun à 2 cylindres, des divers systèmes Maffei, Gölsdorf ou von Borries ; dans la machine de l'Adriatique, les 2 cylindres d'un même côté sont de même nature, tandis que pour les autres ils sont de nature différente.

Toutes ces locomotives n'ont qu'une barre de relevage, actionnée par un changement de marche à vis.

Fig. 2.— MÉCANISME DE DISTRIBUTION DES LOCOMOTIVES SÉRIES 108, 110 et 280 DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



c. Rapport entre les volumes des cylindres à haute et à basse pression.

Sur l'ensemble des 17 locomotives compound à 4 cylindres, dans 9 cas les tiroirs haute et basse pression sont solidaires l'un de l'autre : ce sont les 6 machines à essieu moteur unique, et parmi les machines à 2 essieux moteurs, la locomotive type 19 bis de l'État belge, la machine du Gothard et celle des Fédéraux suisses.

Pour ces machines, le rapport entre les volumes des cylindres BP et HP prend les valeurs suivantes :

Atlantic de l'État prussien.....	2,41
Atlantic de l'État autrichien.....	2,94
Prairie d°	2,90
Décapod d°	2,90
Ten-Wheeler type 19 bis de l'État belge.....	2,96
Atlantic de l'État hongrois.....	2,96
Ten-Whceler de l'État italien.....	2,68
d° des Fédéraux.....	2,5
d° du Gothard.....	2,63

Il est donc supérieur à 2,5, sauf pour l'Atlantique de l'Etat prussien et la Ten-Wheeler des Fédéraux. La première est équipée du dispositif de renvoi système von Borries, à leviers d'avance distincts pour chaque tiroir, qui permet, par une proportion convenable de ces leviers, de donner aux cylindres de détente des admissions de beaucoup supérieures à celles des cylindres à haute pression. Pour la 2^e les distributions combinées sont de systèmes différents : l'une, du système Walschaerts, l'autre du système Joy.

Les 8 autres locomotives à 4 cylindres (Alsace-Lorraine, Belgique, France), dont les tiroirs HP et BP ne sont pas invariablement conjugués, présentent en général des rapports moins élevés que celles du groupe précédent : le minimum est de 2,37 (Tableau n° 5).

TABLEAU N° 5. — MACHINES COMPOUND.

	NOMBRE de CYLINDRES	PRESSION	SURFACE de GRILLE	DIAMÈTRE des CYLINDRES	RAPPORT des volumes des CYLINDRES	NATURE DES TIROIRS	
						HP	BP
État prussien (Atlantic).....	4	14 atm.	2 ^m 2,70	560/360	2,41	soup.	cylindriques
Chemins de fer d'Anatolie (Consolidation).....	2	13	2,30	780/520	2,25	plans équilibrés	plans
Alsace-Lorraine (Décapod).....	4	15	2,77	600/390	2,37	cylindriques	cylindriques
Alsace-Lorraine (à 3 essieux couplés et 2 bogies).....	4	14	1,96	530/340	2,43	cylindriques	cylindriques
État autrichien (Atlantic).....	4	15	3,53	600/350	2,94	plans	plans
État autrichien (Prairie).....	4	15	4,00	630/370	2,90	plans	plans
État autrichien (Décapod).....	2	14	3,00	850/560	2,31	plans	plans
État autrichien (à 5 essieux couplés et porteur N).....	4	16	4,60	630/370	2,90	plans (surchauffeur)	plans
État autrichien (à 4 essieux couplés).....	2	13	1,60	650/420	2,39	plans	plans
État belge (Ten-Wheeler) Type 8....	4	15,5	3,11	600/360	2,77	plans équilibrés	plans
État belge (Ten-Wheeler) Type 8....	4	15,5	3,11	600/360	2,77	plans équilibrés	plans
État belge (Ten-Wheeler) Type 19bis.	4	15,5	3,00	620/260	2,96	cylindriques (surchauffeur)	cylindriques
P.-L.-M (Ten-Wheeler).....	4	16	3,00	540/340	2,52	cylindriques	cylindriques
Est (Ten-Wheeler).....	4	15	3,16	590/360	2,68	cylindriques	cylindriques
Est (à 3 essieux couplés et 2 bogies) machine-tender.....	4	15	2,57	550/350	2,47	cylindriques	cylindriques
Nord (à 6 essieux couplés) machine-tender.....	4	16	3,00	630/400	2,48	plans équilibrés	plans équilibrés
État hongrois (Atlantic).....	4	16	3,89	620/360	2,96	cylindriques	cylindriques
État italien (Ten-Wheeler) n° 6943....	4	15	3,00	500/360	2,68	cylindriques	cylindriques
État italien (à 3 essieux couplés).....	2	14	1,90	700/460	2,31	plans	plans
État italien (Mogul).....	2	16	2,40	680/430	2,5	cylindriques	cylindriques
État italien (à 3 essieux couplés) machine-tender.....	2	15	1,30	580/370	2,46	plans équilibrés	plans
Chemins de fer de Sicile (Prairie) machine-tender.....	2	13	2,38	700/460	2,32	cylindriques	plans
État italien (12 Wheeler).....	2	14	4,40	800/540	2,20	cylindriques	plans équilibrés
Chemins de fer fédéraux suisses (Ten-Wheeler).....	4	15	2,72	570/360	2,5	plans équilibrés	plans équilibrés
Gothard (Ten-Wheeler).....	4	15	2,40	600/370	2,63	cylindriques	plans équilibrés

Pour les compound à 2 cylindres, la valeur du rapport des volumes varie de 2,20 à 2,5 ; elles

ont généralement leurs distributions combinées ; alors les bielles de relevage H P et B P ont des longueurs différentes de façon à obtenir une admission plus grande au cylindre de détente qu'au cylindre d'admission.

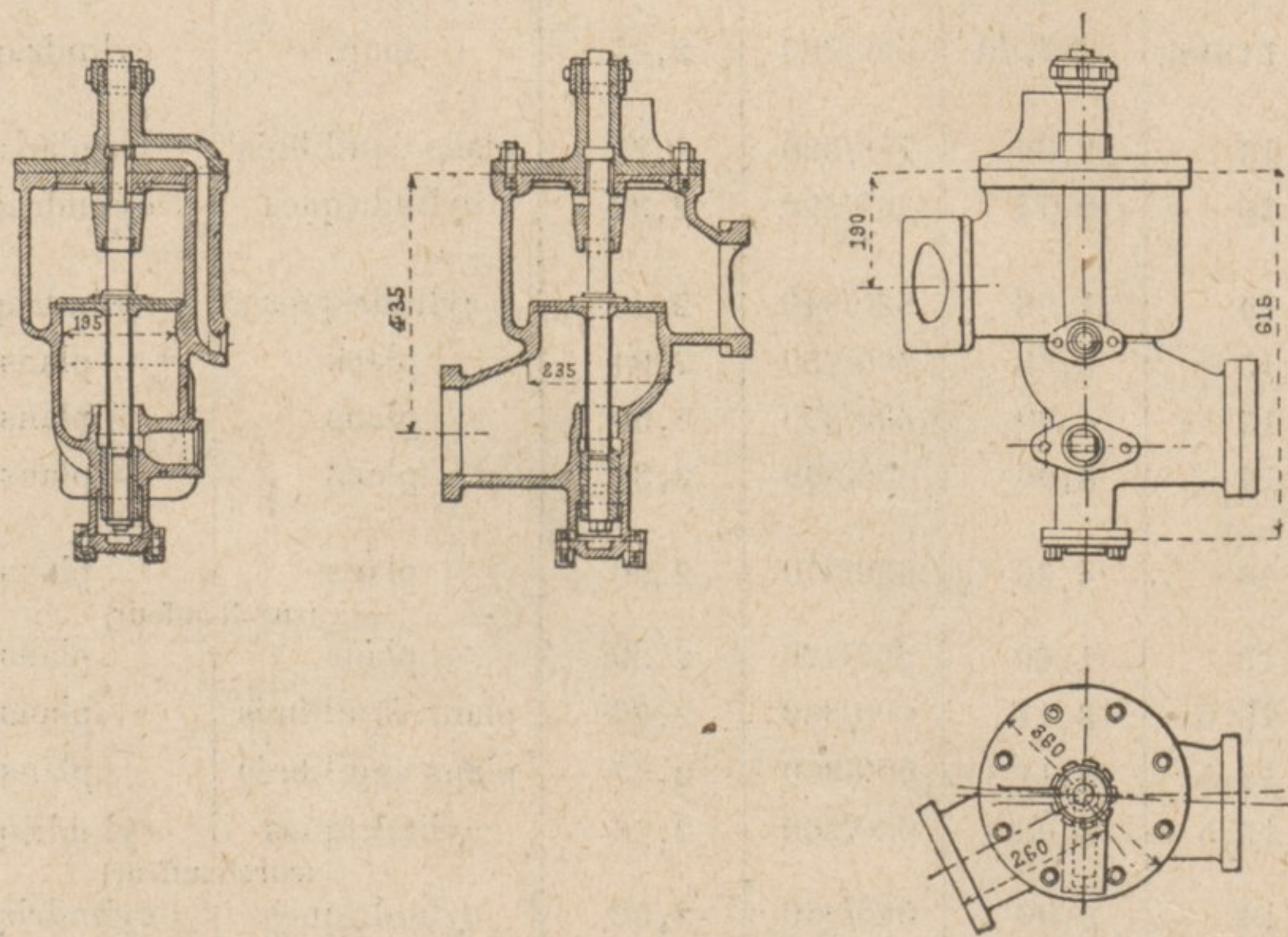
d. *Appareils de démarrage.*

Les locomotives compound à 2 cylindres, de même que la locomotive à 4 cylindres de l'Adriatique dont les manivelles H P sont à 180°, exigent au démarrage l'emploi d'un dispositif spécial permettant l'accès de la vapeur aux cylindres B P.

Les autres compounds à 4 cylindres sont également pourvues d'un système analogue destiné à augmenter leur couple moteur au démarrage.

Certains de ces dispositifs sont automatiques, telle la valve Von Borries (Fig. 3) employée sur

Fig. 3. — VALVE DE DÉMARRAGE, SYSTÈME VON BORRIES.



quelques machines italiennes. Cette valve est intercalée entre le réservoir intermédiaire et le cylindre B P. Lorsque le mécanicien ouvre le régulateur, de la vapeur vive, arrivant par un petit tuyau dans la chambre supérieure de la valve, alimente le cylindre à basse pression. La soupape, dans sa position abaissée, ferme la communication entre le réservoir intermédiaire et le cylindre B P. Mais lorsque la pression s'est accrue dans le réservoir intermédiaire par l'échappement du cylindre H P, la soupape se soulève, ferme l'admission de la vapeur vive, et les cylindres fonctionnent en compound.

La locomotive Atlantic de l'État prussien présente une autre disposition due également à Von Borries. Lorsqu'on ouvre le petit tiroir du régulateur, on admet la vapeur, par un tuyau distinct, dans le réservoir intermédiaire compris entre les 2 groupes de cylindres. De ce tuyau partent des raccords, avec clapets de retenue, qui débouchent au milieu des cylindres H P. Dans ces conditions, les cylindres à haute pression, même quand l'admission est déjà fermée, reçoivent encore de la vapeur à l'arrière du piston, ce qui contrebalance l'effet de la contrepression de la vapeur venant du réservoir intermédiaire sur l'autre face. Ainsi, tandis que les cylindres B P fonctionnent toujours normalement, de leur côté les cylindres H P n'exercent jamais d'action nuisible.

Automatique aussi est l'appareil de démarrage de la Société de Winterthur, appliqué sur la locomotive des Fédéraux suisses. Il se compose d'une soupape à piston à 2 sièges actionnée par un petit piston auxiliaire à vapeur directe. Lorsque le changement de marche est à l'une de ses positions extrêmes, un robinet donne accès à la vapeur sur ce piston. Alors la soupape se déplace, et les 2 cylindres B P reçoivent de la vapeur à haute pression.

robinet, venu de fonte avec le cylindre B P, est situé parallèlement à la boîte à vapeur cylindrique et un peu au-dessous. Une conduite directe le met en communication avec le conduit d'échappement du cylindre d'admission; il présente 2 orifices: l'un relié avec l'espace arrière des pistons distributeurs et par suite avec la colonne d'échappement, l'autre relié avec l'intervalle compris entre les 2 pistons distributeurs et par suite avec le réservoir intermédiaire.

La position donnée à l'orifice d'échappement direct, à la partie inférieure du boisseau, a pour but d'assurer l'étanchéité de la fermeture de cet orifice pendant la marche en compound. Dans cette position, en effet, le poids de la clef s'ajoute à la pression de la vapeur pour obturer l'orifice.

La disposition adoptée par l'Etat hongrois et représentée Fig. 5, est particulièrement simple, quoique un peu volumineuse. L'appareil, logé dans le cylindre B P, se compose:

1° D'un petit tiroir plat, pour l'admission directe de la vapeur vive dans le cylindre à basse tension;

2° D'un tiroir cylindrique à 2 pistons (en vue de l'équilibrage) qui dirige vers l'échappement ou dans le cylindre de détente la vapeur provenant des cylindres d'admission.

Ces 2 tiroirs sont mus simultanément par un même levier actionné à main de la cabine.

2°. — SURCHAUFFE.

Les 11 locomotives à vapeur surchauffée qui figuraient à Milan représentent 5 types de surchauffe différents:

3 sont munies d'un surchauffeur Schmidt placé dans la boîte à fumée; elles appartiennent toutes à l'Etat prussien;

5 ont un surchauffeur Schmidt placé dans les tubes à fumée (Etat prussien, 1, Etat autrichien, 1, Etat belge, 3);

1, un surchauffeur Pielock (Etat prussien);

1, un surchauffeur Gölsdorf (Etat autrichien);

1, un surchauffeur Cockerill (Etat belge).

a. *Surchauffeur Schmidt dans la boîte à fumée (1).*

La première solution pratique donnée par M. Schmidt au problème de l'application de la surchauffe aux locomotives consiste à soumettre aux gaz chauds venant du foyer des tuyaux de vapeur logés dans la boîte à fumée.

Les gaz chauds engendrés dans le foyer se divisent en 2 courants distincts (fig. 6): l'un, par les tubes à fumée ordinaires, élève la température de l'eau de la chaudière et produit la vapeur humide; l'autre, à travers un gros tube situé à la partie inférieure du corps cylindrique, gagne rapidement, et sans se refroidir sensiblement, la boîte à fumée où il va réchauffer les tubes de vapeur.

Les tubes réchauffeurs sont disposés en cercle, sur 3 rangs, à l'intérieur de la boîte à fumée, et sont fixés à leur partie supérieure dans des collecteurs en acier moulé. La vapeur, partant

(1) V. *Revue Générale*, avril 1901 (Les locomotives allemandes à l'Exposition de 1900), et août 1902 (La surchauffe sur les locomotives allemandes).

de la chambre collectrice de droite reliée par un tuyau au régulateur, gagne celle de gauche par la rangée intérieure de tubes, puis revient à la 1^{re} par la 2^e rangée; à cet effet, dans la chambre de droite se trouve un couvercle fixé au-dessus des deux files de tubes de façon à les mettre en communication. Une 3^e fois, et par un procédé identique, la vapeur fait le tour de la boîte à fumée, par la rangée extérieure, et, du collecteur de gauche, va aux cylindres.

La rangée interne est garnie d'une tôle circulaire qui embrasse la forme des tubes et les sépare de la boîte à fumée proprement dite. Du côté de l'extérieur, le surchauffeur est protégé par une couche d'amiante appliquée sur la paroi de la boîte à fumée.

Les gaz qui sortent du gros tuyau montent à droite et à gauche en léchant les tubes, et pénètrent dans la boîte à fumée par 2 ouvertures longues et étroites comprises entre la tôle intérieure et les collecteurs; ces ouvertures peuvent être fermées par des clapets manœuvrés de l'abri, et que l'on ouvre plus ou moins selon qu'on veut augmenter ou abaisser la température de surchauffe.

A régulateur ouvert, les tubes sont refroidis par la vapeur humide; à régulateur fermé, le tirage est faible, et les gaz entrent dans le surchauffeur sans vitesse et à température relativement basse: les tubes sont donc peu sujets à s'endommager. C'est seulement lorsqu'on met en marche le souffleur qu'il convient de fermer les clapets, et à cet effet la commande du souffleur et celle des clapets ont été rendues solidaires.

Le surchauffeur ne masque pas les tubes à fumée qu'on peut nettoyer et remplacer comme de coutume; d'autre part, les collecteurs de vapeur sont assez facilement accessibles; une fois les couvercles démontés, on peut mandriner les tubes. Ceux-ci, du reste, à cause de leur forme, peuvent se dilater librement, et les jonctions se trouvent aux points où la température est la plus basse de sorte qu'ils se comportent en service de façon satisfaisante. Si l'un d'eux vient à perdre, on le tamponne, et quand un certain nombre se trouvent dans ce cas, on les remplace en enlevant tout le surchauffeur après démontage de la demi-virole supérieure de boîte à fumée.

b. *Surchauffeur Schmidt dans les tubes à fumée* (1).

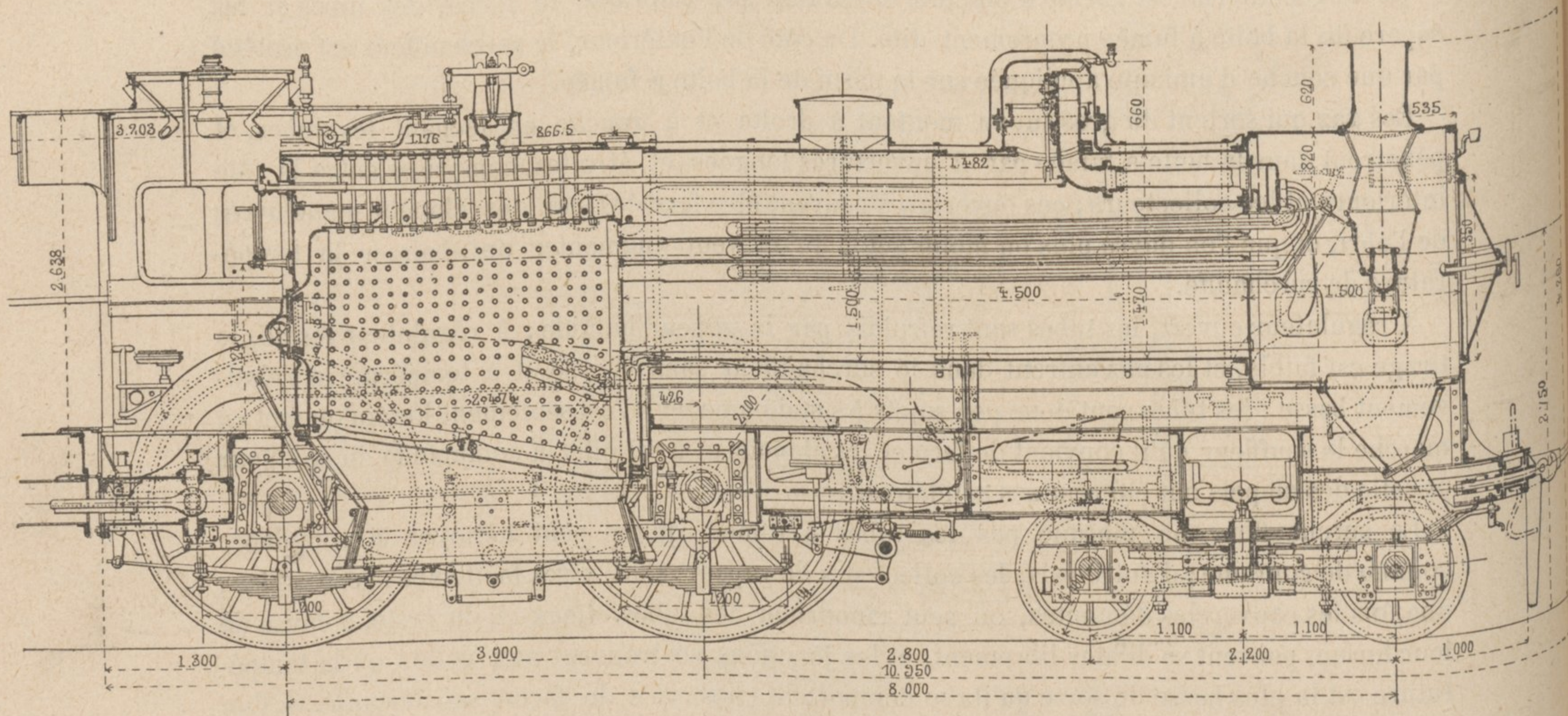
Ce 2^e type de surchauffeur Schmidt est logé à l'intérieur même du corps cylindrique de la chaudière. Celle-ci est munie à sa partie supérieure de 2 ou 3 rangées de tubes bouilleurs de grand diamètre, rétreints à l'endroit de la plaque tubulaire de foyer (fig. 7).

Chacun de ces bouilleurs contient un élément surchauffeur constitué par 4 petits tubes d'acier réunis 2 à 2 à leur extrémité arrière par un raccord en acier moulé, et venant se raccorder dans la boîte à fumée à un collecteur à compartiments disposés de façon que la vapeur soit obligée à parcourir les tubes en U. Les gaz qui passent dans les gros tubes bouilleurs cèdent une partie de leur chaleur à l'eau de la chaudière, tandis qu'ils surchauffent la vapeur humide contenue dans les tubes en U. Un obturateur disposé sur leur passage, dans la boîte à fumée, peut être maintenu fermé sous l'action d'un ressort ou d'un contrepoids tant que le régulateur est fermé. Il s'ouvre automatiquement par l'intermédiaire d'un petit cylindre à vapeur dès que la vapeur est admise au surchauffeur. Il peut aussi être manœuvré à main par le machiniste; et puisqu'il n'y a nécessité de le fermer que lorsque le souffleur fonctionne,

(1) V. *Revue Générale*, janvier 1904 (Locomotives compound à vapeur surchauffée) et décembre 1906 (Essais par la Compagnie d'Orléans de loc. à vapeur surchauffée).

leurs 2 commandes sont conjuguées de telle sorte qu'on ne puisse ouvrir le souffleur que si l'obturateur est fermé.

Fig. 7. — LOCOMOTIVE A 2 ESSIEUX COUPLÉS ET BOGIE DE L'ÉTAT PRUSSIE AVEC SURCHAUFFEUR SCHMIDT DANS LES TUBES A FUMÉE.



Le nettoyage des tubes surchauffeurs, en vue de les débarrasser des suies et des cendres, peut se faire soit du foyer, soit de la boîte à fumée, à l'aide d'un jet de vapeur ou d'air comprimé.

Cette disposition présente sur la précédente les avantages suivants :

La construction en est beaucoup plus simple et l'application à une machine ancienne en est facile ;

L'augmentation de poids qui résulte de cette application n'est que de 500 kg. environ, et ce poids supplémentaire se répartit sur une grande longueur ;

L'entretien en est moins onéreux, car le remplacement d'un tube peut être effectué sans qu'il soit nécessaire d'enlever tout le surchauffeur ; d'autre part les tubes se comportent mieux en service ;

Enfin ce type, par sa simplicité, se prête mieux que le premier à l'adaptation de la surchauffe aux machines compound.

Pour toutes ces raisons, cette disposition supplante actuellement la précédente en Allemagne, et est seule appliquée en Belgique.

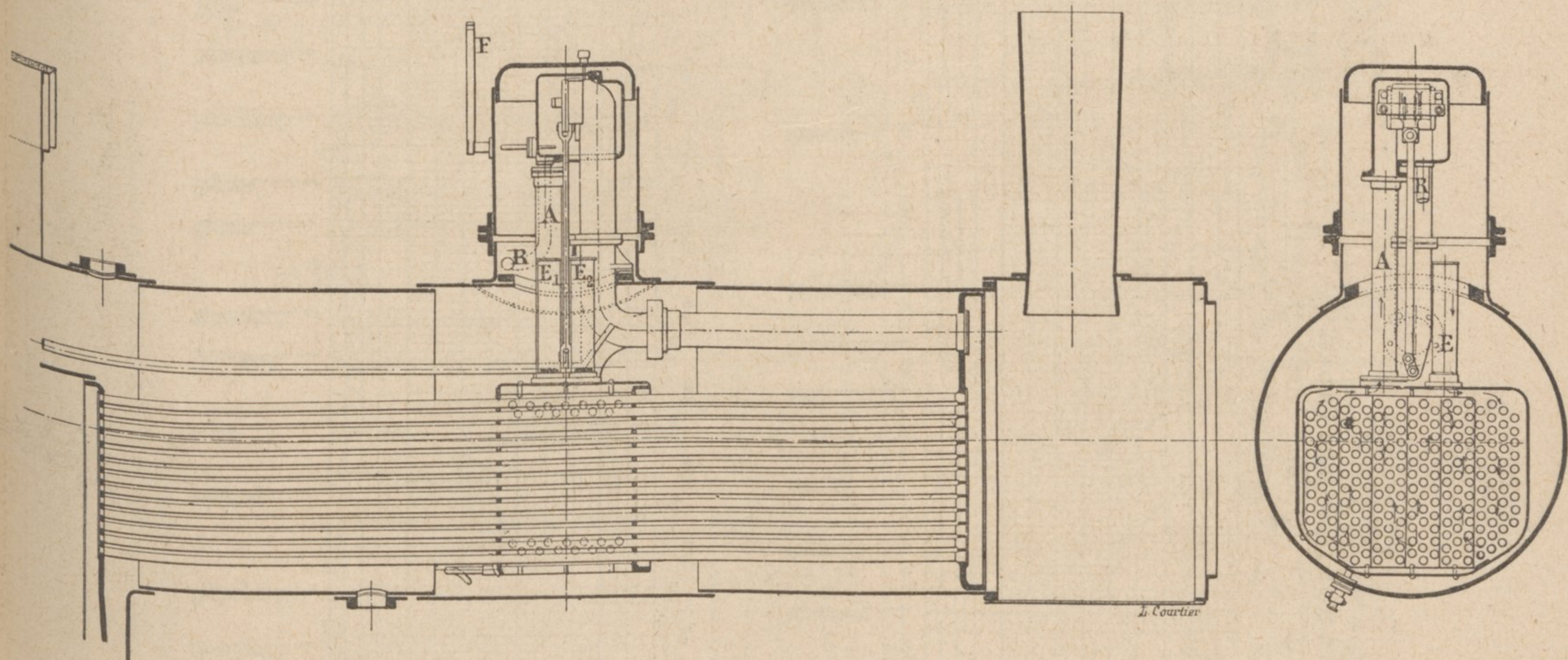
c. Surchauffeur Pielock (1).

Ce surchauffeur consiste en une caisse noyée à l'intérieur du corps cylindrique et traversée

(1) V. *Revue Générale*, Mai 1904 (Essais de surchauffe sur les locomotives de l'État prussien).

par tout le faisceau des tubes à fumée. Elle est en communication par un tuyau avec la chambre de vapeur, de sorte que la pression qui règne à l'intérieur est constamment égale à celle de la chaudière. Un autre tuyau partant du surchauffeur aboutit à un petit réservoir enveloppant la tête du régulateur (Fig. 8).

Fig. 8. — SURCHAUFFEUR PIELOCK.



D'ailleurs des parois en chicane sont disposées longitudinalement à l'intérieur de la caisse, de façon à obliger la vapeur à balayer tous les tubes à fumée avant d'arriver à ce réservoir constituant la prise générale de vapeur, et d'où elle partira pour se rendre soit aux cylindres soit à la pompe, au souffleur, ou au robinet de chauffage (1).

De la partie inférieure du surchauffeur part un tuyau de décharge aboutissant à l'extérieur du corps cylindrique à un robinet ou à une soupape ; il sert à l'évacuation de l'eau de condensation qui s'accumule dans les longs stationnements à chaud, et permet de vérifier l'état de la vapeur.

L'efficacité de la surchauffe dépend de la distance entre la plaque arrière et le foyer, mais une fois l'installation faite, il n'est plus possible de régler son action.

Le graphique ci-joint (Fig. 9) montre le fonctionnement automatique du surchauffeur sur une locomotive à 2 cylindres à vapeur surchauffée à 250° ; on voit qu'au départ la température s'élève rapidement, tandis qu'aux arrêts elle décroît lentement, de 1 à 3° par minute, selon l'intensité du feu, de sorte qu'après un stationnement d'un quart d'heure elle est encore de 210 à 220°.

On invoque en faveur du surchauffeur Pielock les avantages suivants : construction simple et robuste, adaptation facile à une locomotive ancienne, surveillance de l'appareil réduite au

(1) Sur les chemins de fer de St-Petersbourg à Varsovie la vapeur surchauffée est appliquée à la désinfection des wagons à bestiaux.

Fig. 9. — COUBE DES TEMPÉRATURES DE LA VAPEUR DANS LE SYSTÈME PIELOCK.

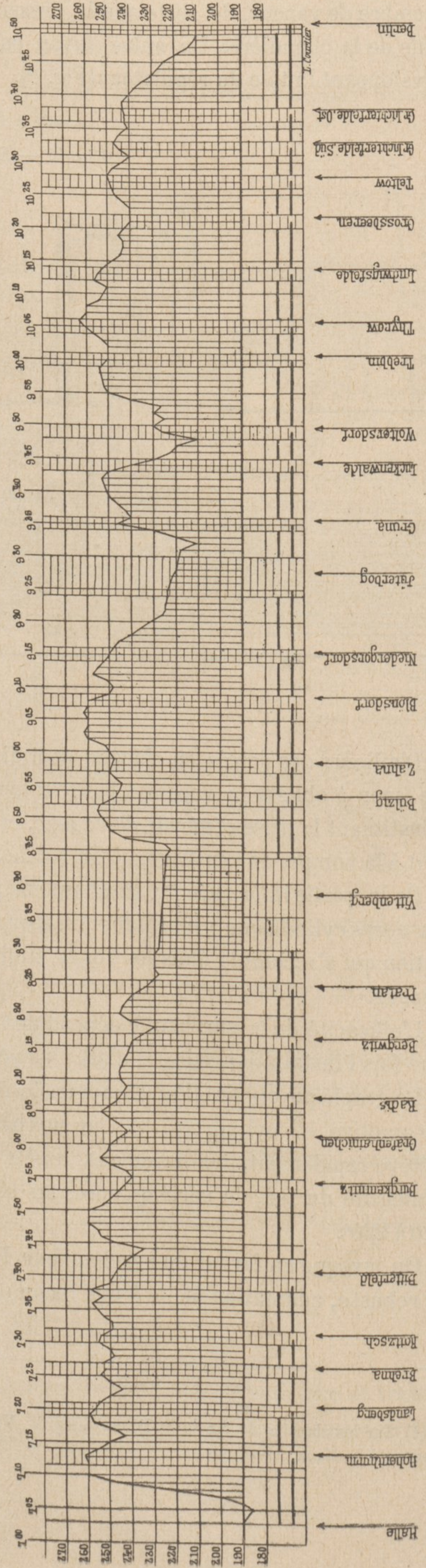
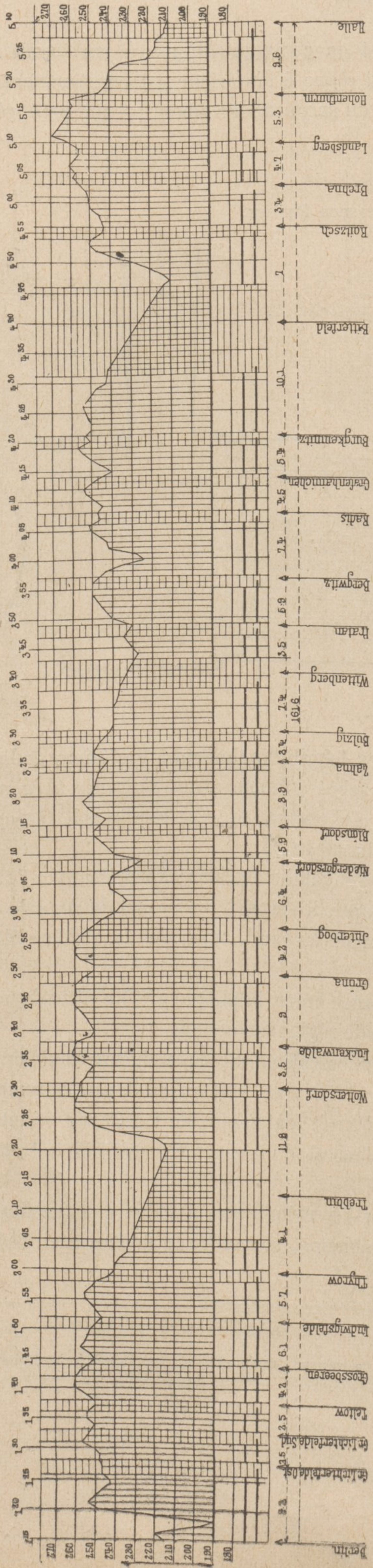
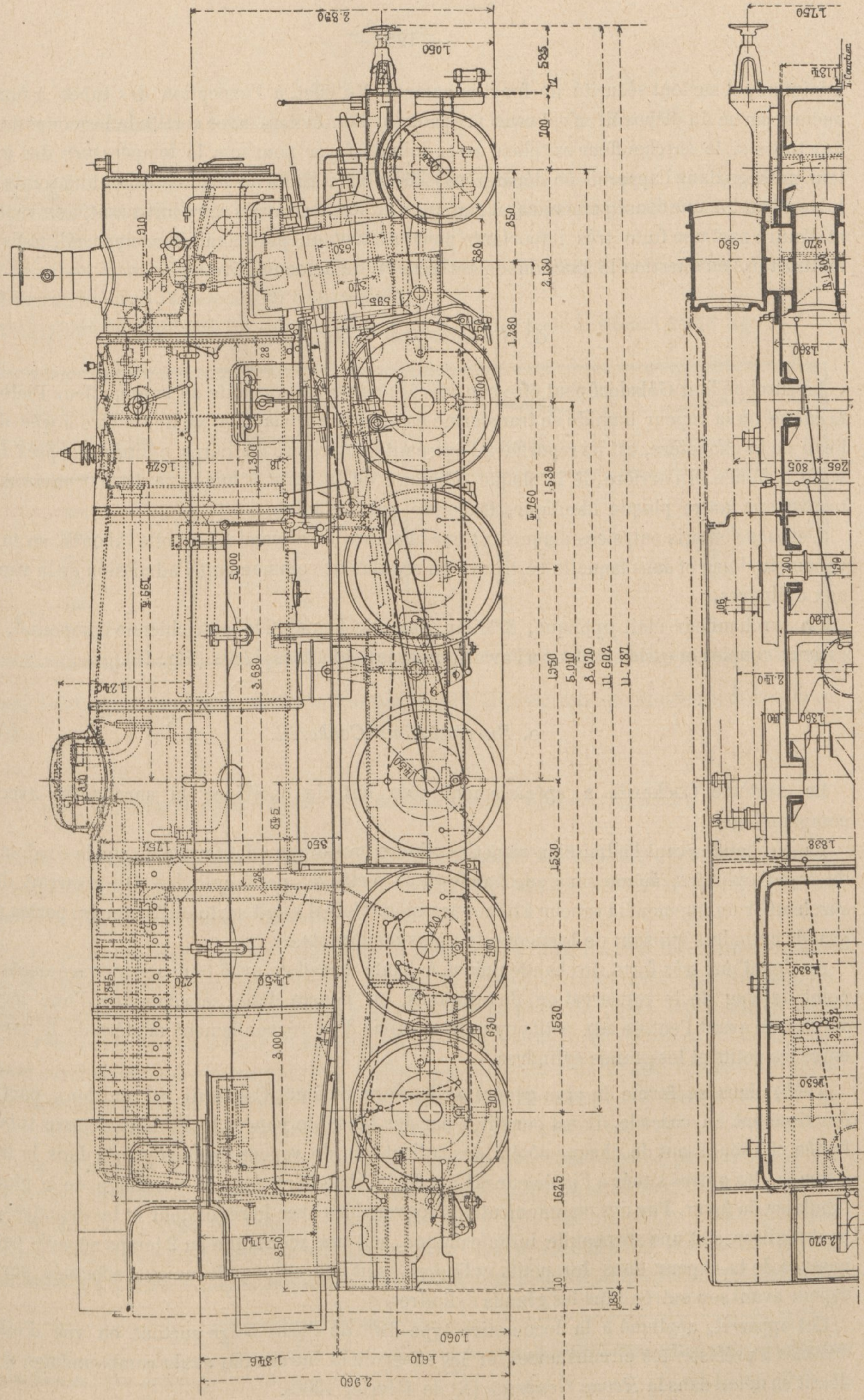


Fig. 10. — LOCOMOTIVE A 5 ESSEUX COUPLÉS ET ESSIEU PORTEUR A L'AVANT DE L'ÉTAT AUTRICHIEN AVEC SURCHAUFFEUR GÖLSDORFF.



minimum, et surtout sécurité de fonctionnement. En effet, à l'exception des tubes à fumée, aucune partie du dispositif n'est sous pression, et l'on évitera avec certitude les coups de feu aux tubes si le surchauffeur est placé assez loin du foyer pour que la température des gaz à leur passage dans l'appareil ne dépasse pas 700 à 800°. Enfin de légères fuites aux joints des tubes n'ont aucune conséquence, car l'eau qui s'infiltré au travers se réduit aussitôt en vapeur, et d'autre part une fuite très importante pourrait tout au plus annihiler l'appareil, mais ne mettrait pas en question le fonctionnement général de la locomotive.

d. *Surchauffeur Gölsdorf.*

Le surchauffeur Gölsdorf peut être considéré comme une variante du surchauffeur Pielock ; la caisse où la vapeur humide se transforme en vapeur surchauffée, au lieu d'être noyée dans l'eau de la chaudière, est ici reportée à l'extrémité antérieure du corps cylindrique près de la boîte à fumée. En arrière de la plaque tubulaire de la boîte à fumée, à 1^m,300 environ, se trouve une autre plaque identique, traversée par les tubes.

L'espace compris entre ces plaques est une chambre de vapeur à laquelle aboutit un tuyau venant du dôme et dans laquelle se trouve un régulateur commandant l'admission de la vapeur aux cylindres.

Ce surchauffeur était appliqué, à Milan, sur une locomotive autrichienne compound, à 5 essieux couplés et essieu porteur à l'avant, timbrée à 16 atmosphères (Fig. 10).

e. *Surchauffeur Cockerill.*

Le système Cockerill a spécialement pour but de combiner la surchauffe avec le compoundage.

La surchauffe avant l'admission au petit cylindre produit un effet favorable sur le rendement du grand cylindre, même sans surchauffe à la sortie du petit cylindre. On pourrait donc surchauffer uniquement la vapeur à haute pression. Mais il s'agit surtout d'éviter les pertes aux grands cylindres qui sont de beaucoup les plus importantes.

Au lieu d'une très forte surchauffe unique à haute pression, avec tous ses inconvénients au point de vue de la conservation des organes, on pourra donc se contenter d'une légère surchauffe avant l'entrée aux petits cylindres, suivie d'un réchauffement modéré de la vapeur entre les petits et les grands cylindres.

Ainsi, dans sa forme la plus générale, le surchauffeur Cockerill est en deux parties, fonctionnant en cascade. Il est constitué par des tubes de vapeur logés dans de gros tubes à fumée et aboutissant de chaque côté à des collecteurs de vapeur, les uns placés dans la boîte à fumée, les autres situés à l'intérieur même de la chaudière dans le voisinage de la plaque tubulaire du foyer. Par des communications convenables avec le régulateur et les cylindres, on peut réaliser, soit une surchauffe initiale unique, soit une surchauffe en 2 temps séparés par le passage de la vapeur dans les petits cylindres, soit une surchauffe unique effectuée sur la vapeur avant son entrée dans les grands cylindres.

Cet appareil, appliqué à la locomotive type 19^{bis} de l'Etat belge surtout en vue d'essais destinés à préciser les circonstances et les effets de la surchauffe et du compoundage, a été décrit en détail dans la *Revue Générale* (N° de Février 1906).

f. *Économie résultant de l'emploi de la vapeur surchauffée.*

Puisque par l'emploi de la surchauffe on diminue la quantité de vapeur qui traverse les cylindres sans produire de travail, on réalise d'une part une économie de calories, c'est-à-dire de combustible, mais aussi, et surtout, une économie d'eau.

Les résultats connus des essais comparatifs effectués accusent une économie d'eau de beaucoup supérieure à l'économie de combustible.

Strahl (1) indique d'ailleurs les valeurs théoriques suivantes pour le timbre de 13 kg.

TEMPÉRATURE de la vapeur surchauffée	INTENSITÉ de la surchauffe en degrés.	ÉCONOMIE	
		Charbon ‰	Vapeur ‰
200	10	2	2,5
240	50	9	12,5
260	70	12	16
280	90	14,5	20,5
300	110	17	24
350	160	24	34

Voici, d'autre part, quelques résultats d'essais récents faits sur des surchauffeurs Schmidt et Pielock.

a) *Essais effectués sur des surchauffeurs système Schmidt.*

Diverses Directions des chemins de fer de l'Etat prussien ont procédé à des essais comparatifs entre des locomotives non compound à vapeur surchauffée brevet W. Schmidt et des locomotives compound à vapeur humide :

1^o La Direction de Halle rapporte que, dans le service très difficile des trains directs entre Berlin et Halle, qui exige au-dessus de 28 essieux la double traction avec des locomotives compounds, tandis que les locomotives à vapeur surchauffée de poids sensiblement égal peuvent remorquer seules jusqu'à 40 essieux, on a pu, en 3 mois, avec un jeu de 4 locomotives à vapeur surchauffée à 2 essieux couplés, réaliser une économie de 21.633 locomotives-kilomètres ; l'économie moyenne de charbon fut de 10,62 ‰, et l'économie de vapeur de 18,6 ‰ ; pour une unité particulière ces nombres furent même de 14,7 ‰ et 22 ‰ ;

2^o Dans le ressort de la Direction de Berlin, une de ces locomotives a pu remorquer des trains directs de 50 essieux, 354 tonnes, entre Berlin et Güterglück et retour, soit une distance totale de 220 km., avec de longues rampes de 5,6 à 8,2, en un temps plus court que 2 locomotives compound accouplées. Tandis que les 2 locomotives compound mirent 190 minutes 3/4 à faire le trajet, la locomotive à vapeur surchauffée employa 180 minutes 1/2 ;

(1) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1904, page 3, et *Revue Générale*, Mai 1904 (Essai de surchauffe sur les locomotives de l'Etat prussien).

on put ainsi réduire de 20 minutes l'horaire qui était primitivement fixé à 200 minutes. Dans ce parcours, la consommation de charbon fut de 56,4 % supérieure pour les compounds.

3° D'autre part, au cours d'un service de longue durée accompli dans le ressort de la Direction d'Elberfeld, une locomotive à 2 cylindres à vapeur surchauffée, à 2 essieux couplés et bogie, accusa par rapport à une locomotive à vapeur humide compound, à 3 essieux couplés et bogie, une économie de 17,5 % en charbon et 27 % en vapeur.

La locomotive compound pesait 14 tonnes de plus que la locomotive à simple expansion et avait une surface de chauffe de 30 mètres carrés plus grande.

4° Enfin 2 locomotives-tenders à 5 essieux couplés, l'une à surchauffeur placé dans la boîte à fumée, pesant 73^t,6, l'autre à vapeur saturée à simple expansion, pesant 71^t,2, mises en service régulier, avec des charges proportionnées à leur puissance respective, sur le parcours Hirschberg-Grünthal qui présente des rampes de 25, ont accusé les dépenses suivantes par 100 tonnes kilométriques remorquées :

	charbon.	eau.
Locomotive à vapeur surchauffée	7 ^k ,25	47 ^k ,5
Locomotive à vapeur saturée.....	9 ^k ,69	78 ^k ,1

soit, au profit de la première, une économie de 25 % en charbon et de 39,2 % en vapeur (1).

b) *Essais effectués sur des surchauffeurs système Pielock.*

1° Le chemin de fer du Gothard a appliqué en janvier 1906 à une locomotive à marchandises, à 4 essieux couplés et à 2 cylindres, un surchauffeur Pielock ; cette machine fut étudiée en service, avant et après l'application, sur le parcours Erstfeld-Göschenen, long de 29 km., en rampe uniforme (sauf les stations) de 26^{mm}. La charge était à chaque voyage de 200 tonnes, non compris la machine et son tender.

On constata une économie de 17,2 % en charbon et de 24,8 % en vapeur ; la consommation d'huile était sensiblement la même.

2° Un autre essai effectué en 1904 sur une locomotive du chemin de fer vicinal à voie de 0,750 Schlawe-Pollnow-Sydow, et qui a été prolongé durant 5 mois, avait déjà donné un résultat de même ordre : l'économie de charbon avait été de 24,1 % (2).

C. — Procédés employés pour améliorer le fonctionnement mécanique des tiroirs.

Si l'on se reporte au tableau des machines compound, on voit que sur 25 machines, il en est 13 qui sont munies de tiroirs cylindriques, au moins pour les cylindres à haute pression.

Nous citerons en premier lieu, parmi ces types de tiroirs, ceux de la Compagnie de l'Est et ceux de l'Etat hongrois.

(1) Voir d'autre part, *Revue Générale*, décembre 1906 (Essais par la Compagnie d'Orléans de locomotives à vapeur surchauffée), et avril et mai 1907 (Essais de locomotives à vapeur surchauffée, d'après l'ouvrage récemment paru de M. Robert Garbe : *Die Dampflokomotiven der Gegenwart*).

(2) Voir *Revue Générale*, mai 1904 (Essai de surchauffe sur les locomotives de l'Etat prussien).

Est. — A la Compagnie de l'Est, l'admission se fait par l'intérieur (Fig. 4); cette disposition présente le double avantage de mettre la vapeur à l'abri des condensations, et de n'exposer les boîtes à garnitures qu'à des pressions peu élevées; en outre, l'établissement des conduites d'aménée en est, pour la machine considérée, très facilité. Les tiroirs distributeurs se composent d'un manchon creux en fonte terminé à ses 2 extrémités par un piston garni de 2 segments élastiques en fonte. Les logements des segments sont constitués d'une part par le corps du piston, en second lieu par une bague en bronze emmanchée à frottement doux sur le corps, enfin par une couronne en acier rapportée, faisant pression sur la bague en bronze. Cette disposition permet la mise en place des segments sans qu'on ait à les ouvrir. La coupure des segments est à la partie inférieure, elle est assurée dans cette position par un goujon.

La portée des pistons sur la boîte à vapeur doit s'effectuer sur la bague en bronze qui à cet effet est tournée à un diamètre supérieur de quelques dixièmes. La tige qui passe au travers du manchon ne doit servir qu'à l'entraîner, et non à la supporter; elle présente donc avec lui un certain jeu. En outre, une clavette ajustée à frottement doux empêche le distributeur de tourner sur son axe.

Les lumières de distribution sont constituées par des fourreaux rapportés emmanchés dans la boîte à vapeur avec un serrage de 0,3 par mètre de diamètre; l'étanchéité de l'emmanchement est assurée par 2 bagues en cuivre, l'une écrasée entre un redent du fourreau et un redent de la boîte à vapeur, l'autre matée dans une demi-queue d'hironde taillée dans le fourreau à son extrémité.

Les lumières sont constituées par des orifices triangulaires séparés par des baguettes obliques, en vue de répartir uniformément l'usure. Une seule barrette est droite, celle qui correspond à la coupure des segments.

Les conduits de communication de la boîte à vapeur avec les cylindres embrassent toute la périphérie; leur largeur est constante, tandis que leur hauteur croît à mesure qu'on approche du cylindre en proportion du poids de vapeur passant par la section considérée.

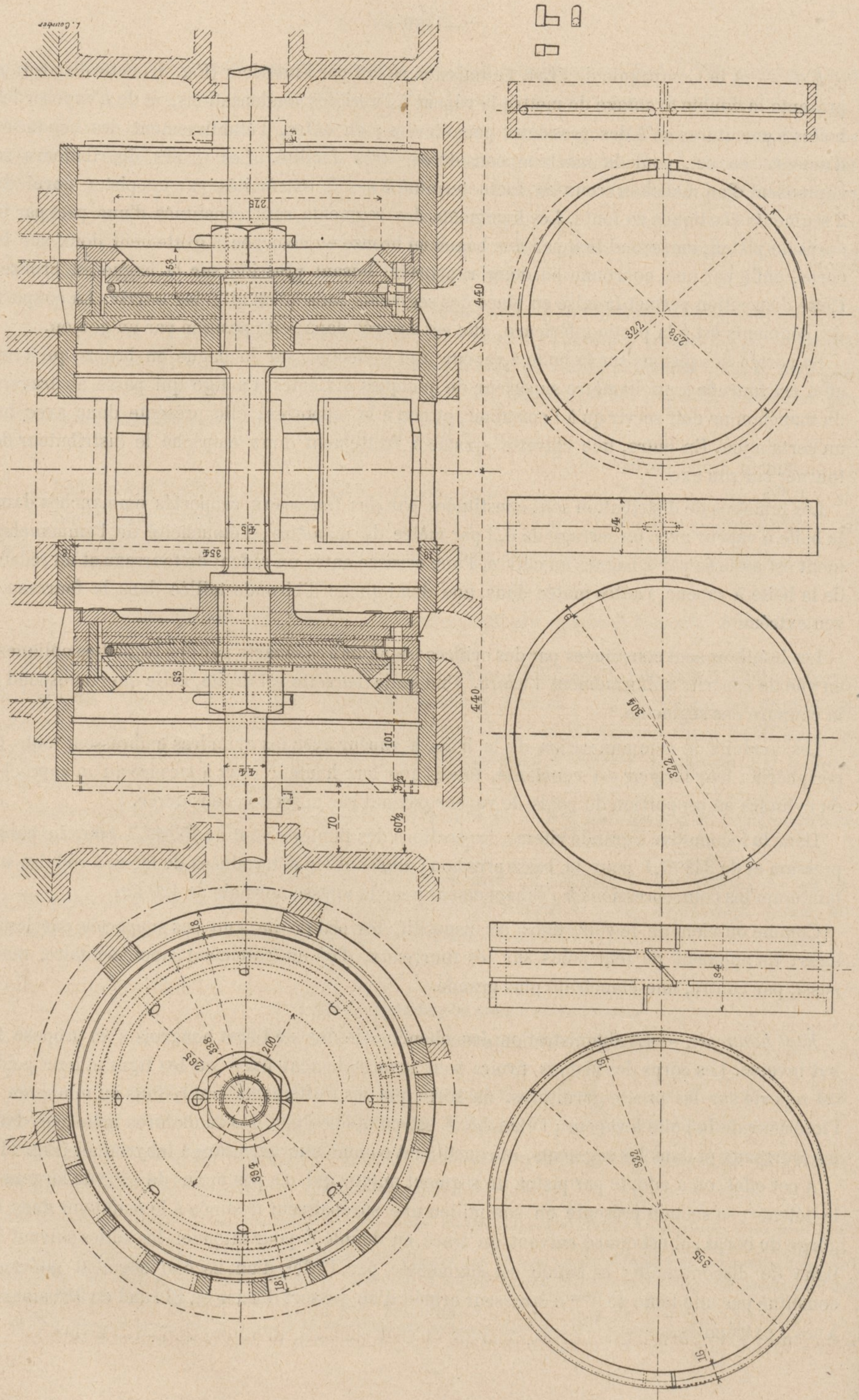
Dans la locomotive à grande vitesse, les sections des lumières sont de $153\text{cm}^2,7$ pour la haute pression et de $348\text{cm}^2,1$ pour la basse pression; elles ont été déterminées de façon à réduire au minimum les contrepressions à l'échappement pour la vitesse normale de 120 km.

Comme on vient de le voir, dans ce dispositif, les pistons ne sont pas supportés par leurs tiges; ils appuient de leur poids sur les fourreaux, d'où un frottement supplémentaire, mais aussi, par contre, une étanchéité plus grande.

État hongrois. — L'Administration des chemins de fer de l'État hongrois s'est proposé le but inverse. Les corps des pistons tiroirs sont invariablement fixés sur les tiges et leur poids est reporté sur les presse-garnitures, de sorte que les frottements sont réduits au minimum à l'intérieur de la boîte à vapeur; l'étanchéité est complétée par des cannelures ménagées dans les fourreaux et dans les segments, et constituant comme une garniture à labyrinthes (Fig. 11).

A cet effet, on a adopté par piston un segment unique qui n'a pas moins de 84mm de largeur à la détente; sa section présente en son milieu une surépaisseur destinée à le maintenir dans la gorge du corps; il est coupé suivant un tracé en double Z pour atténuer les fuites suivant la ligne de discontinuité; sa bande est augmentée par l'effet d'un second segment intérieur constitué par une lame de 9mm d'épaisseur armée d'un ressort d'acier en fil rond de 9mm amarré à ses 2 extrémités.

Fig. 11. — TIROR CYLINDRIQUE DE L'ÉTAT HONGROIS.



Enfin, contrairement à la disposition suivie par la Compagnie de l'Est et également pour des raisons de construction, l'admission se fait sur les faces extérieures des pistons-tiroirs.

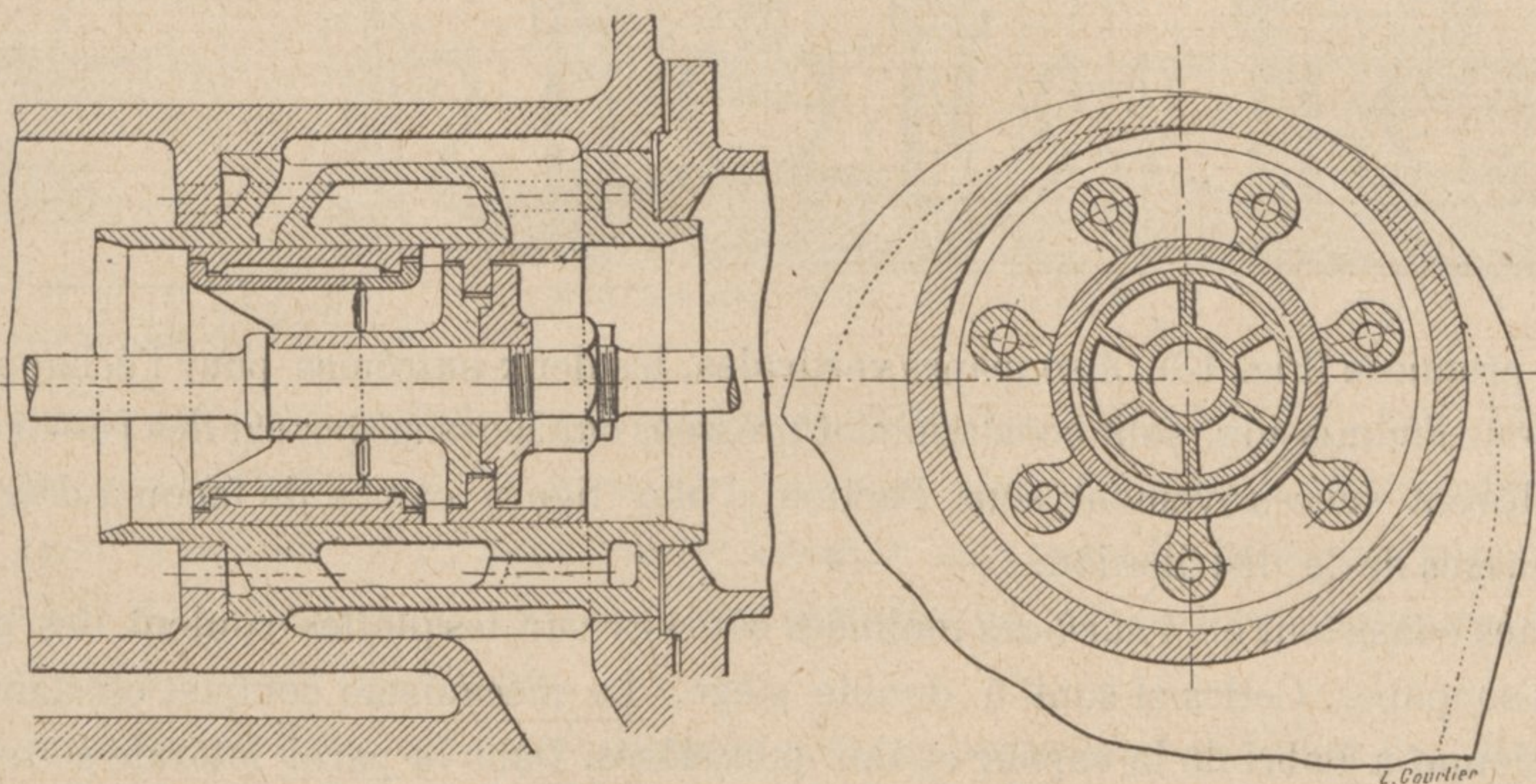
État italien. — Nous signalerons encore, en ce qui concerne les tiroirs cylindriques, une disposition assez fréquente des cylindres des locomotives italiennes : les boîtes à vapeur proprement dites sont entourées d'une enveloppe de vapeur qui les protège contre le refroidissement et constitue le réservoir intermédiaire.

Comme l'indique le tableau des machines compounds, les tiroirs cylindriques ne jouissent pas de la même faveur dans toutes les nations qui étaient représentées à Milan ; tandis qu'ils sont assez répandus en Italie, en France, en Hongrie, aucune machine autrichienne n'en est pourvue.

Mais avec la vapeur surchauffée, il devient indispensable, pour éviter les grippements, de limiter les frottements au minimum, d'où l'emploi presque absolu de tiroirs cylindriques complètement supportés par leur tige.

Sur l'*État prussien*, tous les tiroirs cylindriques pour locomotives à vapeur surchauffée sont des tiroirs à double admission système Schmidt (Fig. 12).

Fig. 12. — TIROIR CYLINDRIQUE SYSTÈME SCHMIDT.



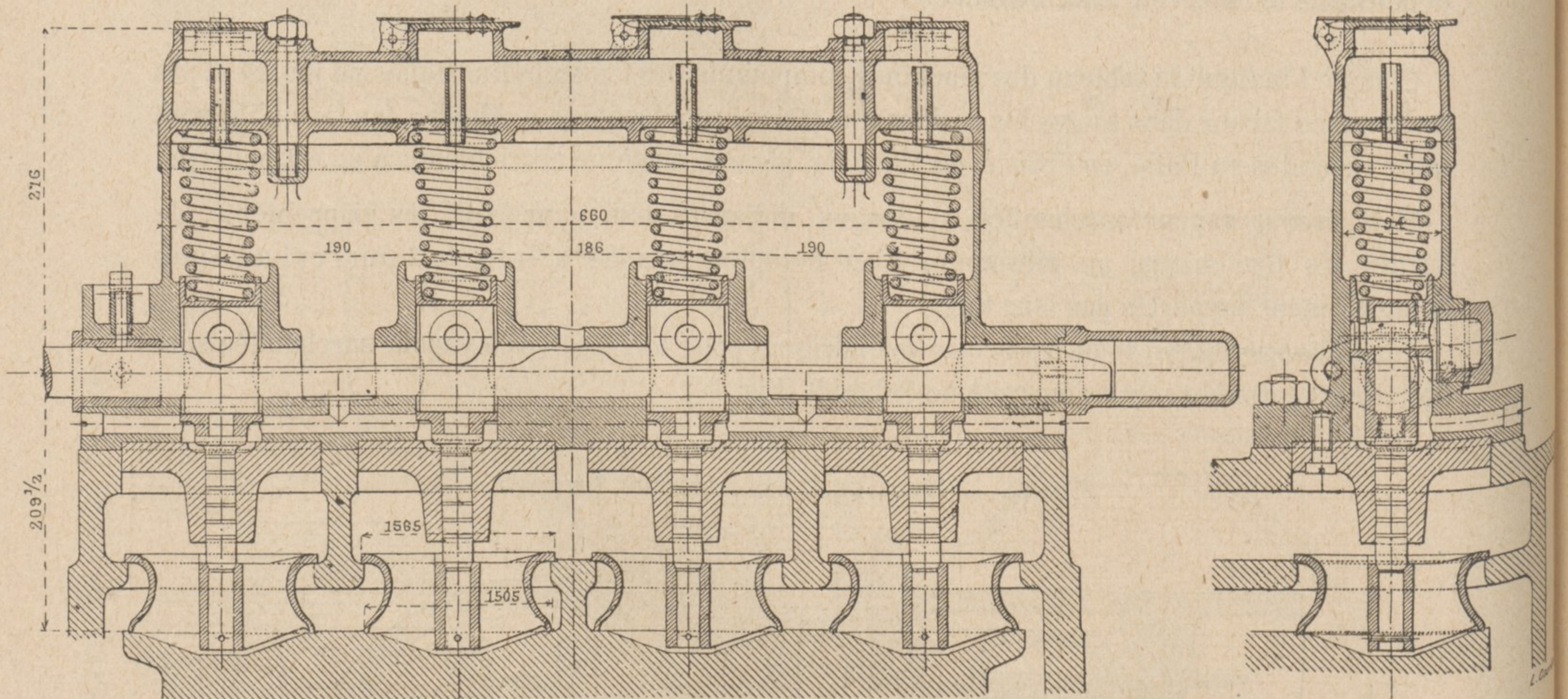
Chaque piston-tiroir est constitué par un anneau entier se déplaçant à l'intérieur d'une boîte cylindrique. Comme il y a grand intérêt à adopter le plus petit diamètre possible afin de diminuer l'importance des différences de dilatation entre les 2 pièces, on fut conduit à l'emploi de doubles canaux d'admission, et ainsi le diamètre put être réduit presque à la valeur de celui du tuyau d'échappement. Les nombreuses expériences faites à ce sujet par M. Garbe l'amènèrent à adopter pour tous les types de locomotives un diamètre de piston uniforme de 150^{mm}.

En outre, pour que les chances de coincements soient moindres, les boîtes à vapeur sont creuses et réchauffées par la vapeur vive, de sorte que la température est sensiblement uniforme sur toute leur longueur ; dans ces conditions l'ajustage peut être assez parfait pour que les pertes soient relativement faibles.

Soupapes Lentz. — Mais voici apparaître dans les locomotives un nouvel appareil de distribution tout à fait différent des tiroirs plans ou cylindriques, et particulièrement avantageux

pour les machines à vapeur surchauffée, ce sont les *soupapes équilibrées système Lentz*, appliquées par la Hannoversche Maschinenbau Gesellschaft à 2 locomotives de Milan, l'une compound, à vapeur humide, l'autre à simple expansion, mais à vapeur surchauffée.

Fig. 13. — SOUPAPES ÉQUILIBRÉES SYSTÈME LENTZ.
(Section de la boîte à vapeur de la locomotive Atlantic Hanôvre).



Dans la première (Fig. 13), 4 soupapes verticales, les deux extrêmes pour l'échappement, les 2 autres pour l'admission, sont constamment pressées sur leurs sièges par des ressorts spirales, et se soulèvent successivement sous l'action d'une tige à cames de façon à déterminer les diverses phases de la distribution.

Les cames consistent en 4 surfaces inclinées courbes sur lesquelles roulent des galets solidaires des soupapes. Celles-ci sont à double siège. Le mécanisme complet est dans une boîte où il fonctionne à l'abri de la vapeur et des poussières. Dans la paroi latérale se trouvent des ouvertures, normalement fermées par des bouchons, et par lesquelles on peut, à l'occasion, régler la fermeture des soupapes.

Dans la deuxième locomotive, les soupapes sont disposées horizontalement pour raccourcir le trajet de la vapeur ; les cames sont circulaires et montées sur un arbre horizontal qui reçoit son mouvement oscillant de la tige d'excentrique par l'intermédiaire d'une petite manivelle.

Même lors des plus grandes vitesses, la distribution fonctionne sans secousse et sans bruit ; en raison du profil des cames sur lesquelles roulent les galets, les soupapes ne peuvent pas se replacer immédiatement sur leurs sièges ; elles y retombent au contraire sans à-coups.

L'inventeur invoque en faveur de ce système les avantages suivants :

1^o Fermeture absolument étanche, tout spécialement pour la vapeur surchauffée ; les soupapes s'ajustent de mieux en mieux sur leurs sièges à l'inverse des tiroirs qui, à l'usage, ont tendance à perdre de leur étanchéité.

2^o Ouverture et fermeture instantanée des canaux d'admission et de sortie, et par suite dimi-

nution des vitesses de passage de la vapeur ; les diagrammes obtenus sont plus réguliers et correspondent à une meilleure utilisation du poids adhérent ;

3° Diminution des efforts de frottement dans la boîte à vapeur ; la tige à cames ne présente pas de presse-étoupes, et les tiges de soupapes, ajustées avec soin dans leurs guides, sont munies seulement de garnitures à labyrinthe ;

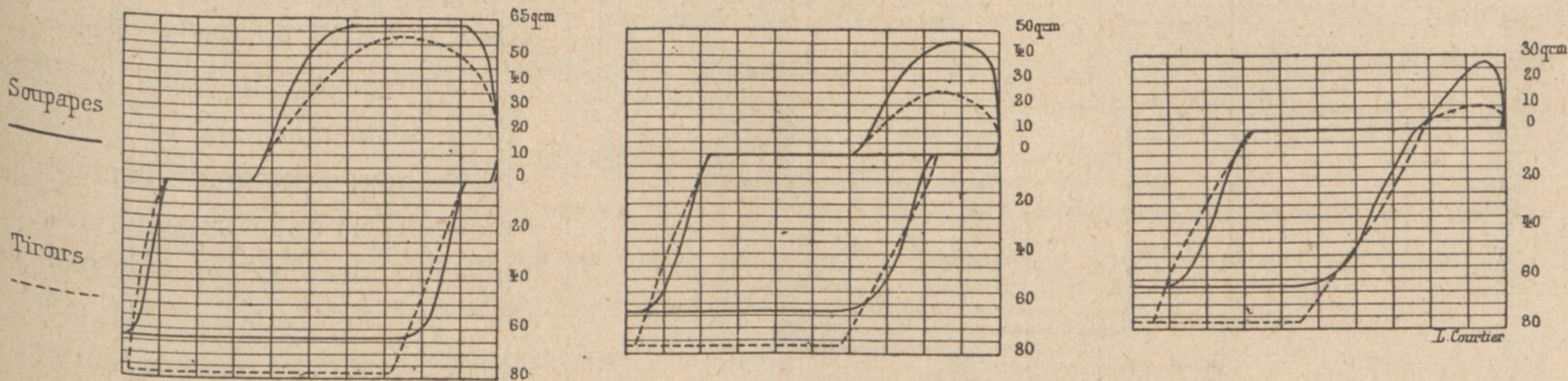
4° Facilité de visite et d'entretien des organes ; l'ajustage d'une soupape n'exige pas de démontages importants, tandis que le dressage d'une table de tiroir n'est possible, en général, que dans un atelier ;

5° Protection contre les coups d'eau, les soupapes de distribution pouvant remplir, par compression des ressorts, l'office de soupapes de sûreté.

Fig. 14. — SOUPAPES ÉQUILIBRÉES SYSTÈME LENTZ. — OUVERTURES COMPARATIVES DES SOUPAPES ET DES TIROIRS.

Vitesse moyenne de la vapeur à une vitesse de 100 km. :

<i>Fig. 14 a</i>	<i>Fig. 14 b</i>	<i>Fig. 14 c</i>
Tiroir..... 79,6 ^m 164,6 ^m 326 ^m
Soupape..... 64,2 ^m 92 ^m 147,5 ^m



La diminution des vitesses de la vapeur est mise en évidence par les Fig. 14_a, 14_b, 14_c qui donnent les sections d'admission et de sortie pour des admissions respectivement égales à 25, 46 et 60 % dans le cylindre H P, ainsi que les vitesses moyennes de la vapeur pour une vitesse du train de 100 km., d'une part avec l'ancienne distribution par tiroirs, et d'autre part avec la distribution par soupapes équilibrées.

Pour l'admission de 40 %, qui est considérée comme normale, on obtient une diminution de vitesse de 40 % environ, d'où un moindre étranglement, et par suite une meilleure utilisation de la vapeur.

Ajoutons enfin qu'une locomotive-tender à 3 essieux dont 2 accouplés, timbrée à 11 kg., et munie d'un surchauffeur Pielock à 270° et d'une distribution par soupapes, a accusé, à la suite d'essais prolongés, par rapport à une locomotive identique sans surchauffeur et à tiroirs, une économie moyenne en charbon de 17,5 % et en eau de 25,2 %.

D. — Récupération de la chaleur perdue dans l'échappement.

Les systèmes qui précèdent, compoundage et surchauffe, ont pour effet de réduire la quantité de chaleur qui, s'infiltrant au travers des cylindres, s'échappe dans l'atmosphère sans avoir produit de travail. Utiliser ces calories perdues à réchauffer l'eau d'alimentation de façon à les faire rentrer en quelque sorte dans la chaudière, tel est le principe d'un autre perfectionnement dont une solution assez heureuse était présentée à Milan.

entre les longerons à côté de la boîte à fumée. Ils comprennent chacun 3 compartiments : celui du milieu, plus long, contient un faisceau de tubes en fer de 16^{mm} ; dans le cylindre de droite, ce faisceau est séparé en 2 groupes.

L'eau pénètre par l'arrière dans la première chambre du compartiment central du réchauffeur de droite, gagne l'avant et revient à l'arrière par la deuxième chambre ; de là elle va au réchauffeur de gauche. Ces réchauffeurs sont construits comme le premier ; mais ici la chaleur est fournie par la vapeur d'échappement des cylindres. Une partie de cette vapeur d'échappement est ainsi dérivée sur les réchauffeurs, tandis que l'autre partie, la plus grande, s'échappe comme d'ordinaire par la cheminée.

L'eau passe ensuite dans le grand réchauffeur situé dans la boîte à fumée. Il est constitué par 2 cylindres concentriques parallèles à l'axe de la chaudière, et fermés à leurs extrémités par 2 fonds en forme d'U réunis par 3 rangs de tubes longitudinaux. Le cylindre extérieur est fixé sur le fond de boîte à fumée, le cylindre intérieur est convenablement armaturé pour résister à la pression intérieure de l'eau.

Entre le réchauffeur et la plaque tubulaire de boîte à fumée se trouve un entonnoir en tôle obligeant les gaz, à leur sortie des tubes à fumée, à traverser le cylindre intérieur. A l'extrémité avant, ils rencontrent une grille à flammèches supportée par la porte de boîte à fumée, et qui est légèrement bombée vers l'avant à sa partie inférieure pour faciliter la chute des cendres dans la boîte à escarbilles. De là ils reviennent vers l'arrière en passant par les tubes du réchauffeur, d'où ils sortent en contournant l'entonnoir pour se rendre dans la cheminée.

La section totale des tubes réchauffeurs, qui est de très peu supérieure à celle de la cheminée, est entièrement utilisée, et leur position par rapport aux tubes à fumée doit assurer une meilleure répartition des gaz chauds à l'intérieur de ceux-ci.

L'eau d'alimentation entre dans le réchauffeur par le fond *N*, le traverse de bas en haut et en sort par le fond arrière par deux tuyaux allant à des soupapes de retenue fixées à la chaudière.

Remarquons enfin que, moyennant une légère modification des conduites d'eau et de vapeur, il serait possible d'utiliser ce grand réchauffeur d'eau comme surchauffeur de vapeur ; il suffirait de raccorder le tuyau de prise de vapeur avec le récipient annulaire, d'où la vapeur sortirait ensuite pour aller aux cylindres.

On peut calculer, en partant des données de la locomotive et des dimensions des appareils de récupération, que le 1^{er} réchauffeur élève de 7°,6 la température de l'eau ; pour les 2^e et 3^e, l'augmentation est respectivement de 43°,93 et de 19° enfin le dernier donne encore un appoint de 43°,5, de sorte que, si l'eau dans le tender était à 20°, elle arrive finalement dans la chaudière à la température de 134°. Les essais effectués sur la locomotive ont d'ailleurs confirmé ce résultat.

Or, la locomotive, d'une puissance maxima de 800 HP, consomme environ à l'heure, d'après les tables, 10^k,7 d'eau par cheval, soit 8.560 kg. ; d'autre part la pompe, pour débiter cette quantité d'eau, en absorbe 150 kg.

On peut donc compter que sur cette quantité d'eau,

$$8.560 - 150 = 8.410 \text{ kg.}$$

sont employés en travail utile dans les cylindres.

Pour amener les 8.560 kg. d'eau de l'état d'eau à 20° à l'état de vapeur à 12^{atm}.5, soit à 189°, il faut

$$8.560 (606,5 - 0,708 \times 189 + 189 - 20) = 5.492.952 \text{ calories}$$

et sur cet ensemble le réchauffeur en a fourni :

$$8.560 (189 - 20) = 975.840,$$

de sorte que le foyer, en définitive, en fournit :

$$5.492.952 - 975.840 = 4.517.112.$$

Considérons maintenant une autre locomotive sans réchauffeur ayant à effectuer le même travail, c'est-à-dire devant absorber dans ses cylindres 8.410 kg. de vapeur.

Tandis que la pompe consommait 150 kg, les injecteurs consomment 867 kg. et donnent de l'eau à 80° environ.

Il faudra donc produire :

$$8.410 + 867 = 9.277 \text{ kg. de vapeur}$$

exigeant

$$9.277 (606,5 - 0,708 \times 189 + 189 - 20) = 5.953.051 \text{ calories}$$

et sur cet ensemble les injecteurs en fourniront :

$$9,277 (80 - 20) = 556.620$$

de sorte que le foyer devra en fournir, en définitive :

$$5.953.051 - 556.620 = 5.396.431.$$

En comparant les 2 nombres, on voit que l'emploi du réchauffeur a pour conséquence une économie de 16 % de combustible.

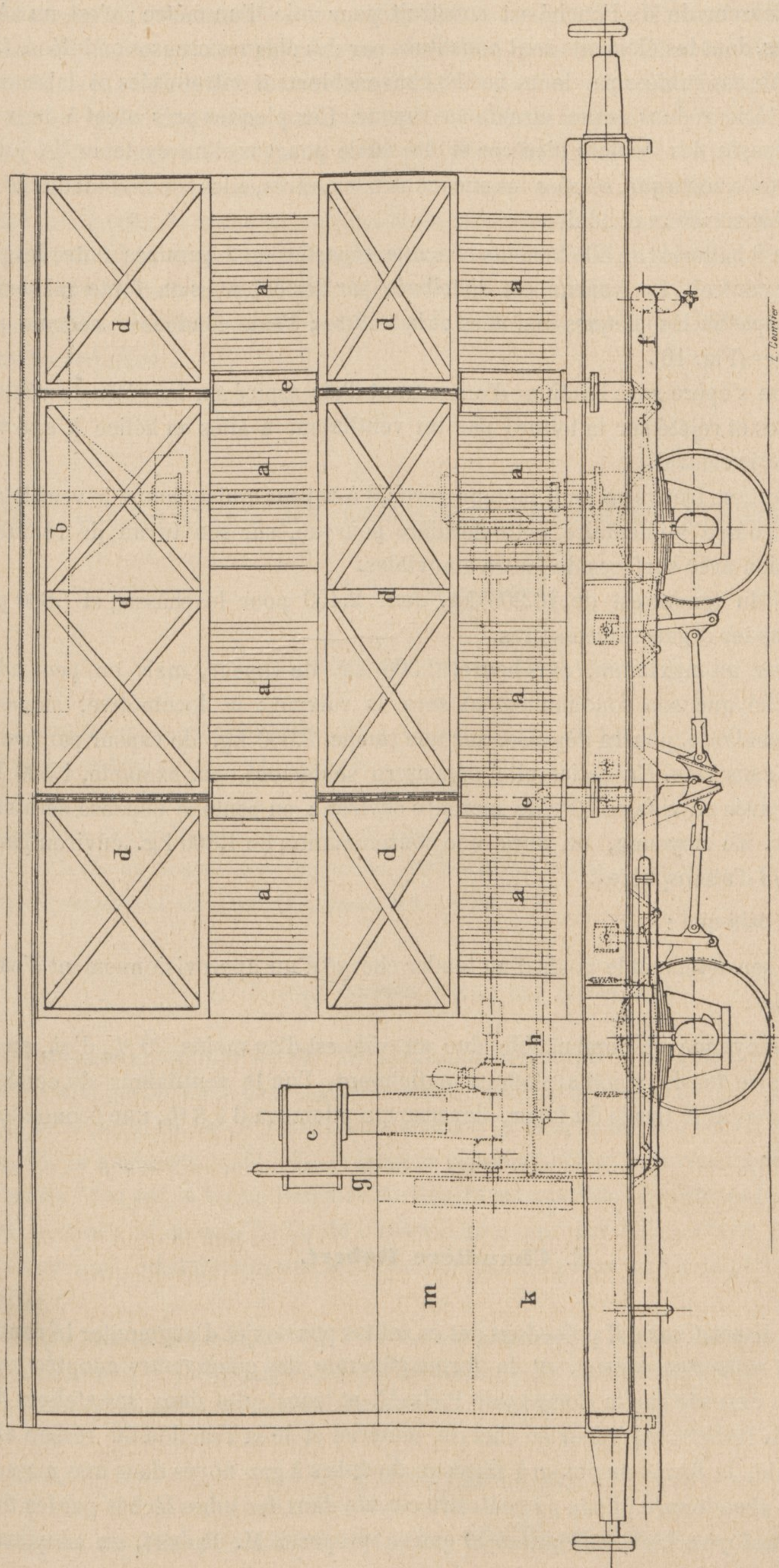
Ce résultat est d'ailleurs largement confirmé par une série d'essais comparatifs effectués en service régulier entre Alexandrie et le Caire, au cours desquels on a constaté avec la locomotive à réchauffeur une économie moyenne de charbon de 21,4 %.

II. — CONDENSEUR FOUCHÉ.

M. Frédéric Fouché a fait une tentative intéressante pour appliquer aux locomotives le principe de la marche à condensation. En dehors des avantages économiques qui résulteraient de cette application et qui se traduiraient par une augmentation de puissance des machines, les condenseurs permettraient en outre de récupérer l'eau de la chaudière après son passage sous forme de vapeur dans les cylindres.

Or, dans certains pays, les points d'eau sont tellement éloignés que le train doit emporter, aux dépens de sa capacité utile, plusieurs wagons chargés d'eau. Dans d'autres, comme le Soudan Egyptien, l'Australie de l'Ouest, les Andes du Chili et du Pérou, les eaux d'alimentation, chargées de sels de chaux, de sel marin ou de chlorure de magnésium, produisent dans la chaudière des dépôts qui diminuent sa puissance de vaporisation ou provoquent des réactions qui la détériorent. C'est surtout dans ces cas que la marche à condensation serait avantageuse, car on utiliserait indéfiniment la même eau purifiée par la distillation, sauf l'huile de graissage qu'elle entraîne et dont il serait facile de la débarrasser par un filtre à pression comme sur les machines marines.

Fig. 16 — TENDER CONDENSEUR DE M. FRÉDÉRIC FOUCHÉ.



- a — 8 batteries de plaques creuses ondulées de 50 éléments chacune.
- b — Ventilateur hélicoïdal.
- c — Moteur à vapeur.
- d — Panneaux démontables canalisant l'air.
- e — Collecteurs en fonte supportant les plaques.
- f — Tuyauterie de vapeur.
- g — Echappement du moteur.
- h — Tuyauterie d'eau condensée.
- k — Caisnes à eau.
- m — Caisnes à charbon.

Le tender condenseur de M. Fouché est construit pour voie d'un mètre ; c'est un aérocondenseur à surfaces, dont les éléments sont constitués par des plaques creuses ondulées, formées de 2 feuilles de tôle assemblées par leurs bords, convenablement entretoisées et laissant entre elles un espace intérieur dans lequel circule la vapeur. Ces plaques présentent à deux angles diagonalement opposés des orifices d'entrée et de sortie pourvus d'un système de joint par emboîtement, de telle sorte que, serrées les unes contre les autres, elles constituent des faisceaux montés en parallèle sur deux conduits.

Le tender porte 8 batteries de 50 éléments chacune réparties en 2 groupes entre lesquels se trouve un couloir central. La vapeur est distribuée par des colonnes en fonte qui servent en même temps à supporter les plaques ondulées et la toiture ; l'eau condensée s'écoule par des colonnes analogues (Fig. 16).

La condensation s'opère sous l'action d'un courant d'air aspiré sur les côtés du véhicule au travers des plaques et rejeté sur la toiture par un ventilateur à ailes en hélice à axe vertical placé dans le couloir central.

Enfin, sur l'avant, se trouve un petit moteur vertical à vapeur qui actionne le ventilateur, la pompe à air et la pompe alimentaire, cette dernière pourvue, sur son tuyau de refoulement, d'un filtre à pression avec surfaces de feutre amovibles.

Le poids total du tender est de 10.200 kg. dont 2.400 pour le châssis, et 7.800 pour le condenseur et tous les organes accessoires.

Il peut condenser au maximum, par heure, 2.500 kg. de vapeur, mais on peut admettre d'après M. Fouché que son fonctionnement sera le suivant : la locomotive, supposée de puissance correspondante, pourra dépenser sur une rampe 2.500 kg. de vapeur par heure, qui seront condensés sans vide. En palier elle dépensera seulement, par exemple, 1.500 kg, qui seront condensés avec un vide de 60^{cm} de mercure environ ; en pente la dépense sera moindre et le vide meilleur. En moyenne, on aura une consommation de 1.800 kg. environ par heure avec un vide de 2/3 d'atmosphères.

On voit d'après cela que :

1° L'appareil a sensiblement le poids d'un tender chargé d'un approvisionnement d'eau pour 3 heures de marche ;

2° L'économie moyenne de combustible due au vide est d'au moins 20 %, d'où, en tenant compte de la dépense des deux petits moteurs actionnant, l'un le ventilateur du condenseur, l'autre celui qui produit le tirage du foyer, dépense qui atteindra 6 à 8 %, une économie résultante de 12 à 14 %.

E. Chaudière Robert.

Les différentes dispositions qui précèdent ont eu toutes pour objet d'augmenter le rendement des locomotives à vapeur en conservant la forme générale des générateurs adoptée jusqu'ici. Dans la chaudière exposée par la Compagnie P.-L.-M. et construite dans ses ateliers d'Alger sur les plans de M. Robert, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction du réseau algérien de cette Compagnie, la forme ancienne à faisceau de tubes à gaz noyés dans une masse d'eau est complètement abandonnée ; l'eau au contraire circule dans des tubes léchés par les flammes engendrées dans le foyer. L'objectif principal que se proposait M. Robert, en adoptant cette

disposition inspirée des chaudières marines, était d'obliger l'eau à une circulation méthodique et continue de façon qu'elle déposât ses impuretés dans un collecteur inférieur d'où elles pussent être facilement retirées. Les eaux d'Algérie sont en effet particulièrement chargées de sels de chaux et de magnésie, qui dans les chaudières ordinaires produisent rapidement un abondant dépôt de tartre aux dépens de la puissance de vaporisation. Or, les 2 locomotives du réseau d'Algérie munies depuis 2 ans de ce nouveau type de chaudière, non seulement ont manifesté une meilleure tenue en service, mais encore se sont montrées capables de remorquer des charges de 25 % supérieures à celles des locomotives équipées de chaudières du type classique de même surface de grille et même surface de chauffe.

La description de cette chaudière a été donnée dans la *Revue Générale* en Avril 1905 et nous y renvoyons le lecteur.

PARTICULARITÉS DE CONSTRUCTION DES LOCOMOTIVES

I. — Chaudière.

a. DIVERSES FORMES DE FOYER.

Nous examinerons successivement :

Les foyers insérés entre les longerons,

Les foyers débordants,

Ces derniers se subdivisant eux-mêmes en :

Foyers relevés au-dessus des longerons, mais insérés entre les roues,

Et foyers empiétant sur l'emplacement des roues.

b. FOYERS INSÉRÉS ENTRE LES LONGERONS.

Ces foyers sont au nombre de 37. Le maximum de surface de grille est atteint dans la machine Ten-Wheeler de la Compagnie de l'Est. Pour cette locomotive, la longueur du foyer à l'endroit de la porte est de 3^m,040 ; mais comme la plaque arrière est fortement inclinée, la longueur de la grille est de 3^m,145 ; la largeur est de 1^m,005 et la surface de 3^m²,1607.

Les boîtes à feu ont la forme Belpaire sur toutes les machines françaises (excepté la locomotive Cail destinée au chemin de fer de Damas-Hama), sur les locomotives belges et celles de l'Alsace-Lorraine. Partout ailleurs, elles sont arrondies à leur partie supérieure, avec ciel de foyer plan.

Les grilles sont en général très profondes, s'engageant à l'avant entre les 2 essieux postérieurs ; en France, en Belgique, et parfois en Italie, elles sont munies d'un jette-feu situé soit à leur extrémité antérieure, soit en leur milieu.

c. FOYERS DÉBORDANTS.

5 machines exposées présentaient des boîtes à feu relevées au-dessus des longerons, sans

sortir des plans définis par les faces intérieures des bandages : 2 machines autrichiennes, 2 machines italiennes et 1 machine française.

Pour 8 autres, la boîte à feu dépassait cette limite de largeur, c'étaient 4 autrichiennes, 1 hongroise, 2 italiennes, 1 prussienne et 1 française.

La 1^{re} disposition donne au profit de la grille un gain de quelques centimètres sur la largeur, mais on peut s'étendre en longueur comme avec les foyers insérés ; déjà l'Atlantic autrichienne a une surface de 3^{m²},53, qu'il a été possible d'atteindre parce qu'on a prolongé le foyer jusqu'à l'intervalle compris entre les 2 essieux couplés. Un autre avantage de ce type, c'est qu'il permet encore l'installation à l'arrière d'un essieu accouplé de grand diamètre, telle la locomotive Mogul de l'Etat italien.

Les foyers franchement élargis s'adaptent plus particulièrement aux types de locomotives présentant à l'arrière un essieu porteur (Atlantic, Prairie ou Pacific), ou un bogie (machines de banlieue), ou encore aux locomotives à marchandises. La longueur est fatalement réduite pour les machines à voyageurs, mais le gabarit seul limite la largeur ; et comme il faut compter ici avec une combustion moins uniforme, on arrive pour la surface à des valeurs très élevées : 4^{m²},40 pour la locomotive 12-Wheeler de l'Etat italien, 4^{m²},60 pour la locomotive Décapod de l'Etat autrichien.

Ces foyers ont souvent leur face arrière très inclinée, ce qui est un moyen d'augmenter la surface de grille sans augmenter sensiblement le poids de la boîte à feu.

Ces sortes de foyers n'ont pas seulement le grand avantage de se prêter à l'extension de la surface de grille ; complètement accessibles, ils sont d'une surveillance facile ; les entretoises inférieures peuvent être remplacées sans difficulté, la construction elle-même de la boîte à feu est plus simple ; enfin, comme on est plus à l'aise en largeur, on peut donner aux lames d'eau une épaisseur suffisante pour qu'on y soit assuré d'une circulation d'eau plus active, retardant les dépôts de tartre et rafraîchissant les entretoises.

Par contre, l'installation des cendriers est rendue plus difficile ; ou bien, s'ils sont d'une seule pièce, leur hauteur sur les bords devient insignifiante, ou bien comme sur les Atlantic de la Prusse et de la Hongrie, ils sont en 3 parties, avec chacune leurs portes et leur trappe de visite ; dans tous les cas, il y a manque d'uniformité dans le tirage.

D'autre part, bien que les chaudières soient considérablement relevées à cause des longerons, le foyer ne peut jamais atteindre une grande profondeur ; la grille est presque horizontale.

Enfin, toutes les machines à foyer élargi sont munies d'une boîte à feu en berceau. Or, le rapport de la surface du plan d'eau à la surface de grille est beaucoup plus petit que dans les anciennes dispositions ; c'est une condition désavantageuse au point de vue de la vaporisation.

Dans 3 machines de Milan, la machine Décapod à essieu porteur et la machine Prairie de l'Etat autrichien, et la machine 12-Wheeler de l'Etat italien, dont les surfaces de grille atteignent les valeurs maxima, on a, probablement en vue d'obvier à ce dernier inconvénient, donné au berceau un rayon sensiblement plus grand que celui du corps de la chaudière ; sur la machine Décapod le corps est conique sur toute sa longueur ; sur les 2 autres les 2 viroles antérieures sont cylindriques tandis que la 3^e est en Wagon-top.

Comme la grille doit rester au-dessus des longerons, et comme d'autre part, puisqu'il s'agit de machines puissantes, le corps cylindrique doit conserver un grand diamètre, la plaque *N* de boîte à feu a peu de hauteur. Les voûtes en briques réfractaires ne peuvent plus se développer comme dans les foyers profonds ; en général elles sont très courtes. Souvent dans ce cas le

foyer est muni d'autres dispositifs brûleurs de fumée : telles sont les portes de foyer avec fumivores Langer-Marcotty en Allemagne, Marek en Autriche, c'est-à-dire munies d'un clapet restant ouvert un temps donné quand on vient de fermer la porte, de façon à déterminer après la charge du foyer un courant d'air qui consume la fumée.

Dans la machine italienne à marchandises le foyer est complètement au-dessus des roues dont le diamètre est de 1^m,400 ; le corps cylindrique a, d'autre part, 1^m,500 ; la forme Wotten y est donc tout particulièrement accusée ; la plaque *A* n'a pas plus de 250^{mm} de hauteur ; l'installation d'une voûte est devenue complètement impossible. Les portes sont alors munies d'un long déflecteur et vers l'avant de la grille se trouve un autel en briques réfractaires protégeant les tubes à fumée inférieurs. (Voir planche VI).

d. SUSPENSION DU FOYER.

La suspension par fermes est à peu près complètement abandonnée et a fait place à la suspension par tirants.

Dans les foyers Belpaire cette seconde forme de suspension est justifiée par le parallélisme des enveloppes de boîte à feu et de foyer ; elle est courante également avec la disposition très répandue de boîte à feu en berceau et ciel de foyer plat ; les tirants sont verticaux, et pour qu'ils aient assez de prise dans l'enveloppe de boîte à feu, le ciel de celle-ci est plus épais que les plaques latérales. Dans la locomotive italienne 12-Wheeler cependant, le ciel de foyer est légèrement arrondi et les tirants sont normaux à sa surface.

En général, la suspension par tirants verticaux vissés dans les 2 enveloppes est interrompue à l'avant, à l'endroit des 2 ou 3 premières rangées ; on veut donner au ciel de foyer la possibilité de se renfler sous la poussée des tubes à fumée ; ou bien on a recours à de petites fermes longitudinales (Atlantic de l'Etat hongrois, machines autrichiennes et allemandes, Gothard, 12-Wheeler italienne, etc.), ou bien on remplace les tirants rigides par des tirants de dilatation (Est français) ou des tirants articulés (Nord français, locomotive de l'Anatolie).

Les entretoises sont généralement en cuivre, de diamètre renforcé dans les rangées supérieures. Un certain nombre de machines présentent cependant des entretoises en bronze manganésé (France et Suisse) au moins dans le voisinage des coutures et dans les rangées supérieures. La Compagnie de l'Est emploie des entretoises à corps tourné à un diamètre sensiblement égal au diamètre au fond du filet.

Les entretoises des machines allemandes et autrichiennes sont débouchées à l'extérieur.

Les enveloppes sont consolidées transversalement, dans les boîtes à feu Belpaire comme dans les boîtes à feu en berceau, par une ou deux rangées de tirants horizontaux. Ces tirants, le plus souvent, émergent à l'extérieur, vissés dans les plaques qui, si elles sont cylindriques, sont renforcées à cet effet par des appliques spéciales ; ou bien le filetage est pris dans la plaque et le couvre-joint de la clouure longitudinale.

Pour d'autres machines, les tirants ne sont pas visibles de l'extérieur ; ils se terminent par des œils fixés par des axes à des chapes rivées intérieurement sur la tôle d'enveloppe. (Locomotive Ten-Wheeler italienne, Nord Français, locomotive Cail).

e. FIXATION DE LA CHAUDIÈRE.

Pour les machines à boîte à feu insérée entre les longerons, la fixation de la chaudière se

fait, d'une manière presque absolue, selon le type classique : fixation rigide à l'endroit de la boîte à fumée, supports de dilatation intermédiaires, supports avec agrafes rivés aux flancs de la boîte à feu et coulissant sur les longerons.

Cependant, la locomotive du chemin de fer de l'Anatolie présente une disposition un peu différente inspirée par ce fait que la grille est sensiblement horizontale ; à chaque longeron, du côté intérieur, est rivé un fer cornière de 2^m de long, muni à l'avant et à l'arrière sur une longueur de 550^{mm} de glissières sur lesquelles repose le cadre de boîte à feu ; dans ces conditions, le cadre, qui est massif et robuste, transmet seul en même temps que le poids les efforts dus à la dilatation, efforts de frottement qui, avec les errements suivis d'ordinaire, fatiguent l'enveloppe de boîte à feu et les entretoises.

Les locomotives à boîte à feu élargie ne peuvent pas reposer à l'arrière sur les longerons à la manière des autres locomotives : en général les parties antérieures et postérieures du cadre s'appuient et coulissent sur des entretoises des longerons.

La machine de grande banlieue de la Compagnie du Nord présente une fixation particulière : la chaudière repose sur les longerons par l'intermédiaire de rouleaux qui facilitent le déplacement de l'arrière sous l'influence de la dilatation. Elle est en outre reliée au châssis, à l'avant de la boîte à feu, par une tôle verticale de 10^{mm} qui se ploie quand la chaudière recule. A l'arrière le cadre est également relié au châssis par des tôles flexibles, et 2 taquets venus de forge avec lui pénètrent entre les longerons de façon à s'opposer à tout mouvement latéral (Voir *Revue Générale* Octobre 1901).

Nous retrouvons à Milan les supports à tôle flexible sur la locomotive Décapod autrichienne : sur la plaque avant de la boîte à feu est vissé un support en acier moulé qui transmet une partie du poids de la boîte à feu à une tôle de 10^{mm} solidaire des longerons. L'arrière présente une disposition analogue : à une tôle verticale émergeant du coffre d'attelage sont fixées par des vis des saillies de l'enveloppe de boîte à feu.

D'autre part les rouleaux supports du cadre se retrouvent sur la locomotive à marchandises de l'État italien.

f. TUBES A FUMÉE.

Si l'on se rapporte au tableau général des locomotives, on voit que les tubes à ailettes se rencontrent plus spécialement sur les machines françaises (la locomotive de grande banlieue de la Compagnie de l'Est est cependant pourvue de tubes lisses) ; il s'en trouve également sur quelques locomotives belges, italiennes et allemandes ; la Suisse, l'Autriche et la Hongrie emploient les tubes lisses.

On reproche communément aux tubes Serve de fatiguer davantage les plaques tubulaires de foyer, en raison de leur rigidité plus grande, par leurs alternatives de dilatation et de contraction ; mais l'abstention absolue de l'Autriche s'appuie sur d'autres considérations. Pour M. Gölsdorf, les avantages qu'on retirerait de leur emploi, et qui consistent surtout dans l'augmentation de la surface de chauffe, ne compensent pas l'augmentation de poids résultante. Les constructeurs autrichiens, en effet, sont étroitement limités par la charge sur rail et tous leurs efforts tendent à remplir le gabarit sans dépasser la charge permise par essieu.

Sur les lignes françaises où circulent des locomotives très puissantes et très rapides, avec de très longs trajets sans arrêts, le régulateur reste ouvert presque en permanence ; le tirage se

Certaines locomotives italiennes, en particulier la locomotive Ten-Wheeler et la locomotive Mogul, comportent un régulateur système Zara, avec introduction à 3 périodes, dérivé du régulateur américain (Fig. 19 et 20).

Fig. 19. — RÉGULATEUR ZARA A 2 SOUPAPES.

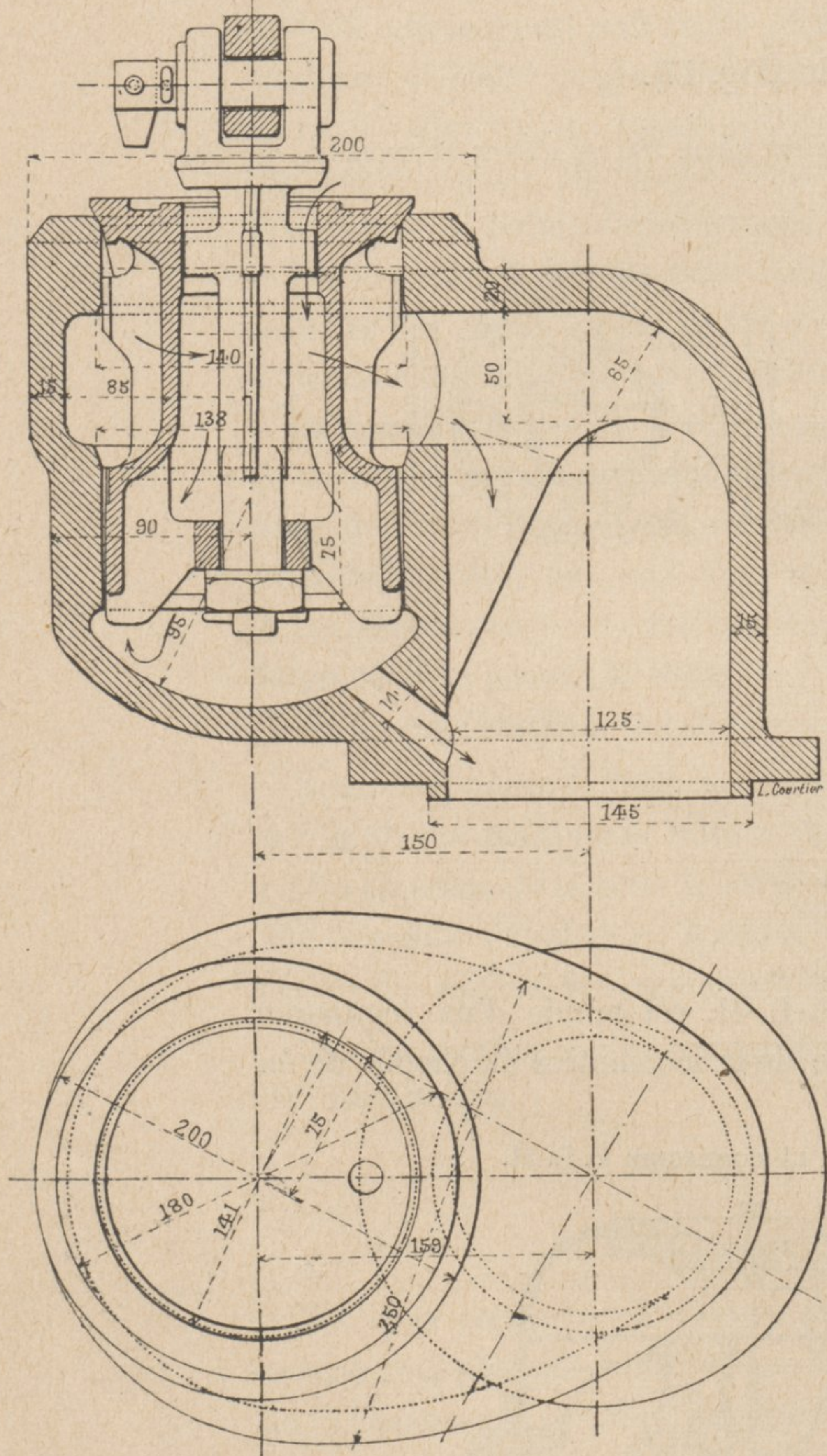
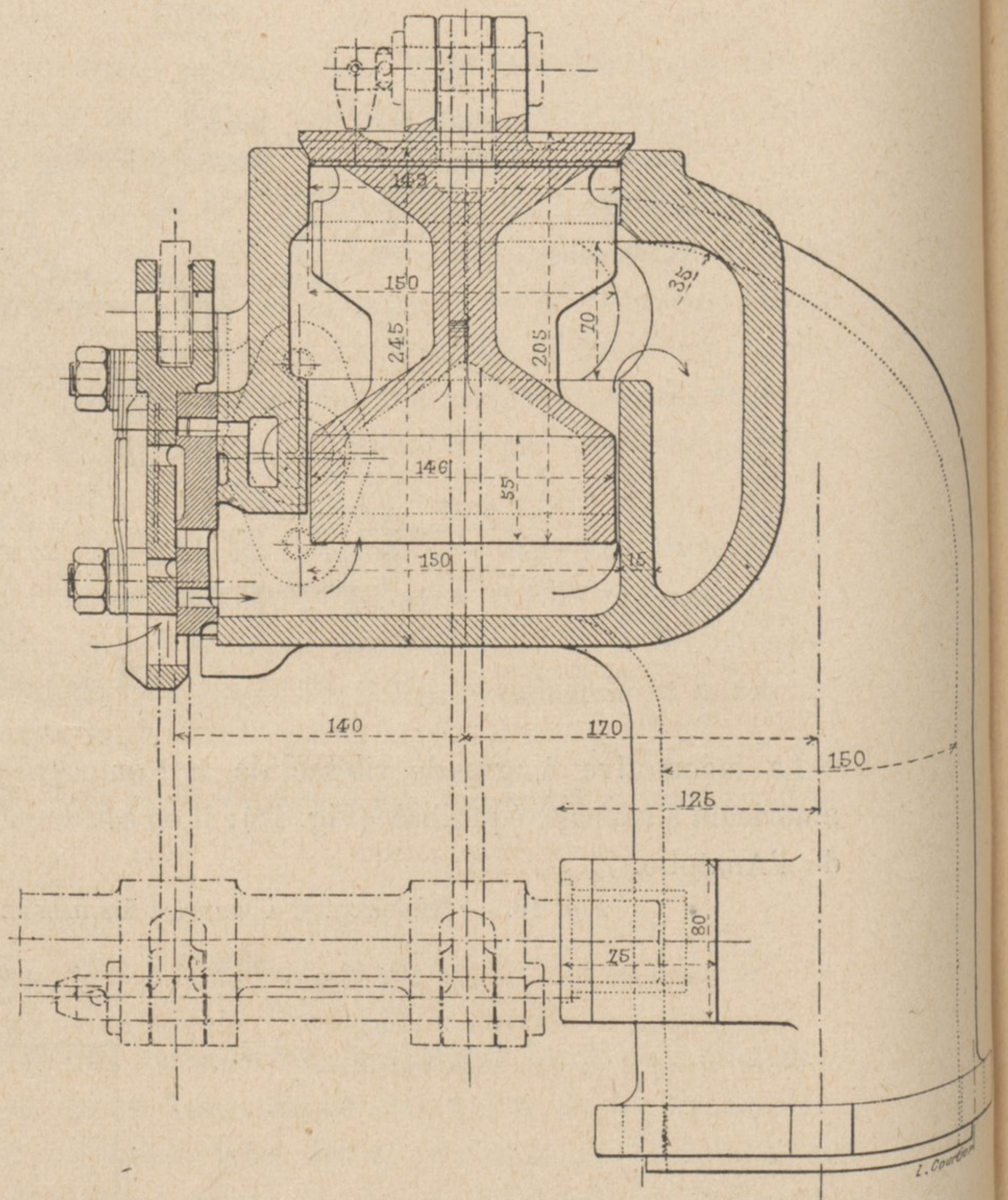


Fig. 20. — RÉGULATEUR ZARA A SOUPAPE ET TIROIR.



Dans le régulateur Zara, au repos, la soupape est pressée sur son siège par la pression intégrale de la chaudière, elle est donc absolument étanche. Lorsqu'on veut déterminer l'admission, le levier de commande agit d'abord sur une soupape de petite section ou sur un petit tiroir; on obtient ainsi une admission réduite dans le tuyau de prise de vapeur et l'on provoque une contrepression sur la face inférieure de la soupape principale, qui n'est plus alors appliquée sur son siège que par une pression différentielle.

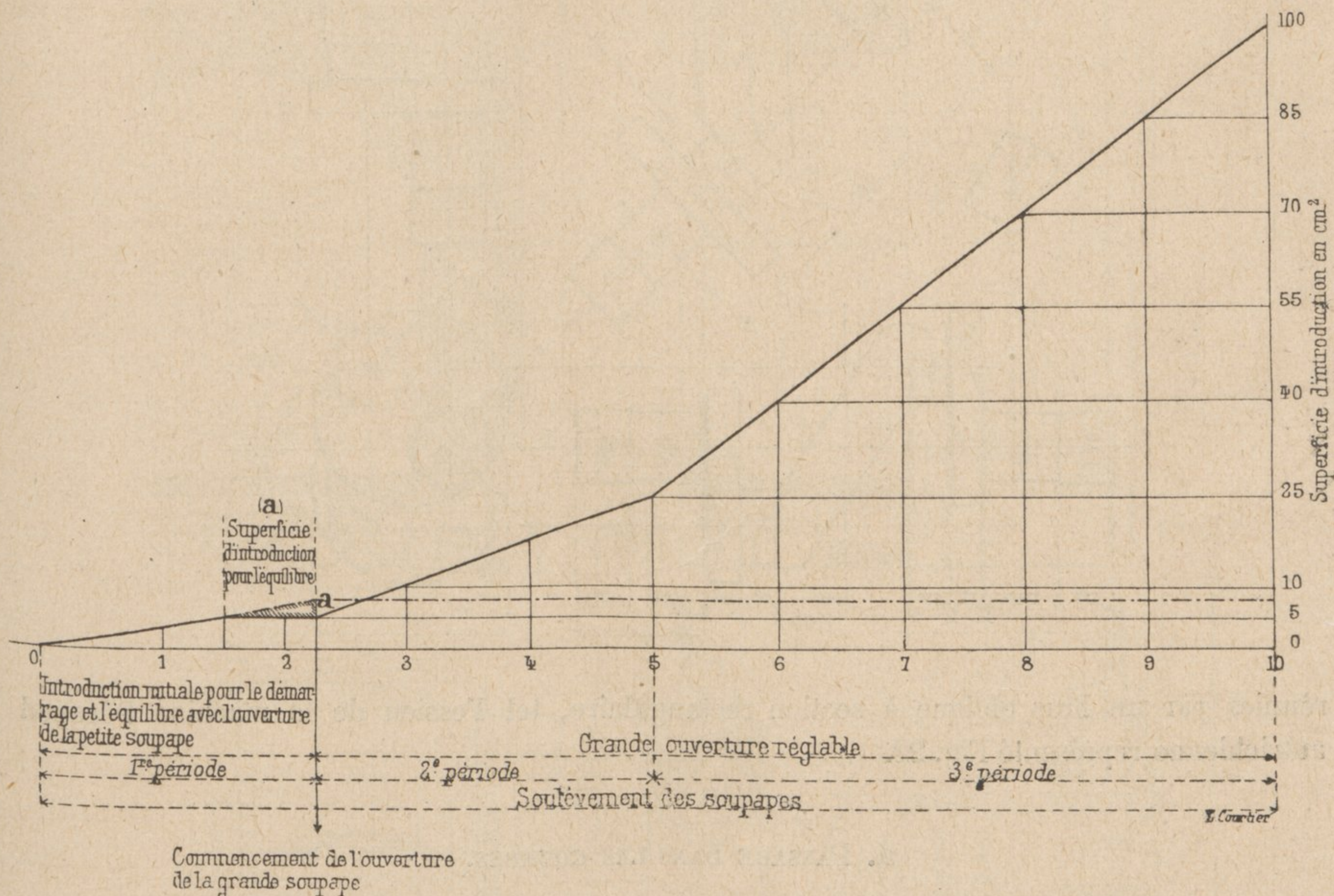
On peut réaliser avec ce système 3 périodes distinctes d'admission :

1° Admission restreinte, à section déterminée; cette période correspond à l'ouverture de la petite soupape ou du petit tiroir;

3° Admission réduite, mais variable; elle est obtenue par le soulèvement de la grande soupape, sa partie tronconique restant au droit du siège;

3° Grande introduction, à section variable: c'est celle qui est réalisée quand la soupape est suffisamment soulevée pour que le plan inférieur de sa partie conique ait complètement dégagé le siège (Fig. 21).

Fig. 21. — PHASES D'INTRODUCTION DANS LE RÉGULATEUR ZARA.



Ces 3 phases sont mises en évidence par le graphique ci-dessus.

Cet appareil n'exige aucun graissage et peut être employé sans inconvénient sur les locomotives à vapeur surchauffée.

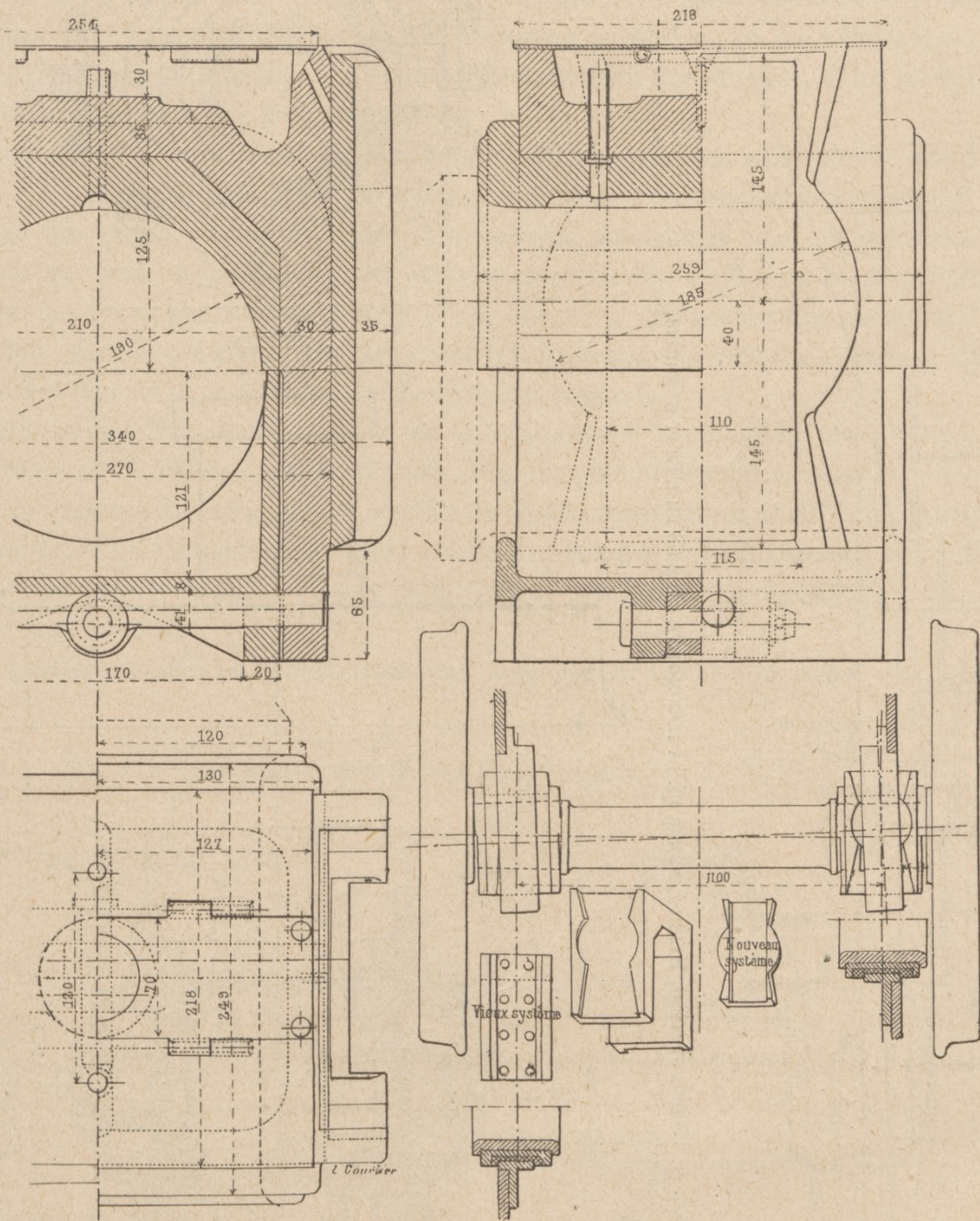
II. — Châssis.

A l'exception de la machine à marchandises de la Compagnie du Nord qui est de construction tout à fait spéciale, et de la machine à grande vitesse de l'Etat égyptien qui rappelle les machines anglaises et dont la description sera donnée plus loin, toutes les locomotives ont des longerons en tôle compris entre les roues.

Les centres de roues se construisent de plus en plus en acier moulé; en Autriche-Hongrie, en Allemagne, les essieux-axes droits sont percés de part en part d'un trou central. Il en est de même dans bien des cas des essieux coudés, où cette disposition présente un avantage appré-

le guide peut tourner autour du centre O (Fig. 24), de sorte que la locomotive peut s'incliner librement sans provoquer d'efforts anormaux dans les divers organes.

Fig. 24. — BOITE A HUILE SYSTEME ZARA.



En ce qui concerne l'inscription statique des locomotives dans les courbes, nous examinerons successivement les essieux accouplés et les essieux porteurs.

b. — ESSIEUX ACCOUPLES.

Dans la locomotive à marchandises à 4 essieux couplés de l'Etat prussien, dont l'empatement est de 4^m,500, les 2^e et 4^e essieux ont 8^{mm} de jeu dans chaque sens, ainsi que leurs boutons de manivelles. Pour la locomotive du chemin de fer de l'Anatolie, à 4 essieux couplés et essieu radial à l'avant, à roues de 1^m,250, tandis que l'essieu radial peut prendre dans chaque sens un déplacement latéral de 45^{mm}, les 2^e et 4^e essieux ont un jeu de 11^{mm} et leurs boutons de manivelle un jeu de 13^{mm}.

Cette précaution doit être prise à fortiori sur les machines à 5 essieux couplés.

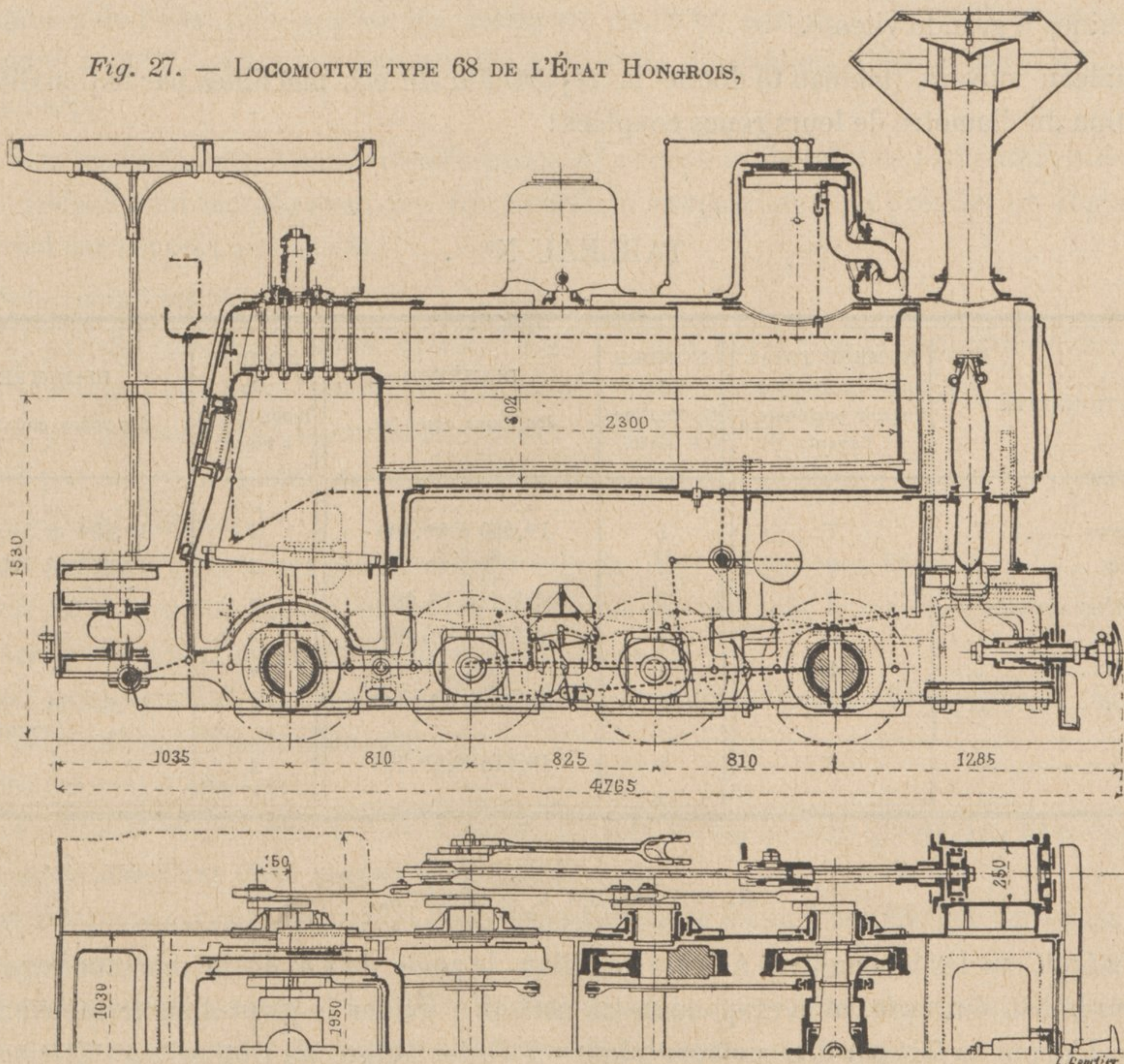
Sur les 2 machines à 5 essieux couplés, l'une de l'Autriche, l'autre de la Prusse, on a donné, suivant Gölsdorf, un jeu de 26^{mm} aux 1^{er}, 3^e et 5^e essieux ; le 4^e essieu est l'essieu moteur ; grâce à cette disposition, dans les courbes les 2^e et 3^e essieux portent sur le rail extérieur de la même façon que le 1^{er} ; par suite la pression est répartie aussi bien que possible, et les rails, la voie et les bandages supportent une fatigue minimum.

Pratiquement, les mouvements d'articulation ou de déplacement n'entraînent aucun échauffement ; il n'y a aucune précaution particulière à prendre pour empêcher l'accès aux organes des boîtes des poussières et du sable. On constate également que ces machines roulent sans chocs sur voie droite jusqu'à des vitesses supérieures à 60 km., et que l'entrée dans les courbes ne donne lieu à aucun à-coup. Les 3 essieux à déplacement ne prennent d'ailleurs une position désaxée que sous l'influence d'une très forte poussée latérale, et restent insensibles à l'action des légères imperfections que la voie peut présenter.

On retrouve une disposition analogue sur la locomotive à 5 essieux couplés et essieu porteur avant à roues de 1^m,450 de l'Etat autrichien, (Fig. 10) qui doit pouvoir circuler dans des courbes de 180^m : le 1^{er} essieu est radial et peut prendre un déplacement latéral de 50^{mm} ; les 3^e et 6^e essieux ont un jeu de 26^{mm} ; l'empatement rigide est ainsi ramené à 5^m,010, distance entre le 2^e et le 5^e essieux ; en outre pour éviter l'usure de la voie par l'essieu moteur (4^e essieu), celui-ci porte des roues sans boudins.

Nous signalerons enfin un artifice ingénieux appliqué par l'Etat hongrois à une petite loco-

Fig. 27. — LOCOMOTIVE TYPE 68 DE L'ÉTAT HONGROIS,



motive à 4 essieux couplés pour voie de 0^m,760, en vue de lui permettre de s'inscrire dans des courbes de très faible rayon. (Fig. 26 et 27).

Les axes des 1^{er} et 4^e essieux, qui reçoivent leur mouvement de rotation de l'essieu moteur par l'intermédiaire de boutons de manivelle et de bielles d'accouplement, présentent en leur milieu un renflement sphérique sur lequel peut pivoter un arbre creux en acier moulé. Cet arbre creux est en 2 parties assemblées par des boulons suivant le plan vertical médian de la machine; chacune des 2 moitiés est venue de fonderie avec le corps de roue correspondant. L'entraînement de l'arbre creux est effectué par un goujon de 60^{mm} emmanché à force dans l'arbre plein à l'endroit du renflement sphérique et présentant avec le coussinet sphérique de l'arbre creux un léger jeu dans le plan méridien, de façon à permettre dans toutes les positions une petite rotation de l'essieu autour d'un axe vertical.

Les 1^{er} et 4^e essieux sont munis en outre, à droite et à gauche, de colliers réunis 2 à 2 par des tirants articulés qui coordonnent leurs mouvements de rotation. (Fig. 27).

Dans ces conditions, malgré un empatement de 2^m,445, la locomotive peut aborder des courbes de 20^m de rayon.

c. — ESSIEUX PORTEURS.

Sur les 28 locomotives munies à l'avant d'essieux porteurs, il en est 23 à bogie; ce sont surtout des machines à grande vitesse.

Le tableau suivant (tableau 6) donne la répartition de ces machines par nationalité, avec l'indication du diamètre de leurs roues couplées :

TABLEAU N^o .

NATIONALITÉ.	NOMBRE TOTAL des locomotives à roues porteuses à l'avant.	NOMBRE de locomotives à bogie.	DIAMÈTRE des roues couplées.	NOMBRE de locomotives à bissel.	DIAMÈTRE des roues couplées.
Allemagne.....	7	5	1 ^m ,650 à 2 ^m ,100	2	1 ^m ,250 et 1 ^m ,330
Autriche.....	3	1	2 ^m ,140	2	1 ^m ,450 et 1 ^m ,820
Belgique.....	6	6	1,700 à 1 ^m ,980	»	»
France.....	5	5	1,500 à 2 ^m ,090	»	»
Hongrie.....	1	1	2 ^m ,100	»	»
Italie.....	4	2	1 ^m ,400 et 1 ^m ,920	2	1 ^m ,500 et 1 ^m .850 (bogie-bissel)
Suisse.....	2	2	1 ^m ,610 et 1 ^m ,785	»	»

d. — BOGIES A 2 ESSIEUX.

En général, sur les locomotives à bogie de Milan, le poids de l'*A* de la machine repose tout entier sur le bâti du bogie, et la crapaudine ne sert qu'à guider le pivot dans le mouvement de rotation. L'appui se fait par des surfaces planes à l'Etat belge, au Gothard, à l'Etat prussien,

etc..., ou à l'aide de coussinets hémisphériques pouvant se déplacer horizontalement sur le bâti (Est et Nord français, Etat autrichien).

Cependant pour certaines machines, la crapaudine supporte toute la charge et la transmission se fait, ici encore, soit suivant une surface plane (Etat égyptien, locomotive 6.943 de l'Etat italien), soit suivant une surface sphérique (Compagnie P. L. M.).

Enfin, pour la machine à marchandises de l'Etat italien (Pl. VI) et pour la machine type 19 *bis* de l'Etat belge, la charge est supportée partie par la crapaudine suivant une surface d'appui sphérique, partie par le bâti par l'intermédiaire de ressorts en spirale.

Lorsque les surfaces d'appui sont sphériques ou plus généralement lorsque l'appui se fait dans le plan transversal médian, les ressorts de suspension de chaque côté sont presque toujours indépendants, la charge se trouvant répartie de manière sensiblement égale entre les 2 essieux. Si l'appui se fait uniquement par le pivot, les roues d'un même essieu sont en outre à peu près également chargées. A la Compagnie P. L. M. cependant, où l'on a une crapaudine sphérique portante, il n'y a, de chaque côté, qu'un ressort de suspension transmettant par un balancier la charge sur les 2 essieux, de sorte que cette égalité des charges sur les roues est absolue, quelque position que puisse prendre le bogie dans les courbes sous l'effet des dénivellations de la voie.

En disant : égalité des charges, nous impliquons que l'axe du pivot est dans le plan médian transversal du bogie. C'est en effet le cas général ; cependant pour la locomotive 6.943 de l'Etat italien l'axe de rotation tombe à 200^{mm} en arrière de ce plan médian ; pour la locomotive à marchandises de l'Etat italien, pour les machines de l'Etat hongrois et de l'Etat autrichien, il est décentré à 50^{mm}, en arrière également ; avec cette disposition, l'essieu avant est partiellement déchargé.

Dans tous les bogies des locomotives de Milan, à l'exception de celui de l'Atlantic autrichienne dont les essieux sont montés avec jeu transversal, la crapaudine peut prendre un déplacement transversal par rapport au châssis.

Ce déplacement est rappelé :

- Soit par des ressorts à lames agissant dans un plan horizontal et conjugués entre eux en parallèle de façon que leurs flexibilités s'ajoutent (Etat prussien, Est français) ;
- Soit par des ressorts à lames indépendants (Etat hongrois) ;
- Soit par des ressorts hélicoïdaux conjugués entre eux en série de façon que leurs forces s'ajoutent (Nord français) ;
- Soit par des ressorts hélicoïdaux indépendants (Etat belge types 18 et 35) ;
- Soit par la gravité, au moyen de plans inclinés sur lesquels la machine monte quand elle se déplace par rapport au bogie (Compagnie P. L. M.) ;
- Soit par la gravité, au moyen de bielles de suspension articulées (Etat égyptien, Etat belge type 19 *bis*, Gothard, Etat italien, etc...).

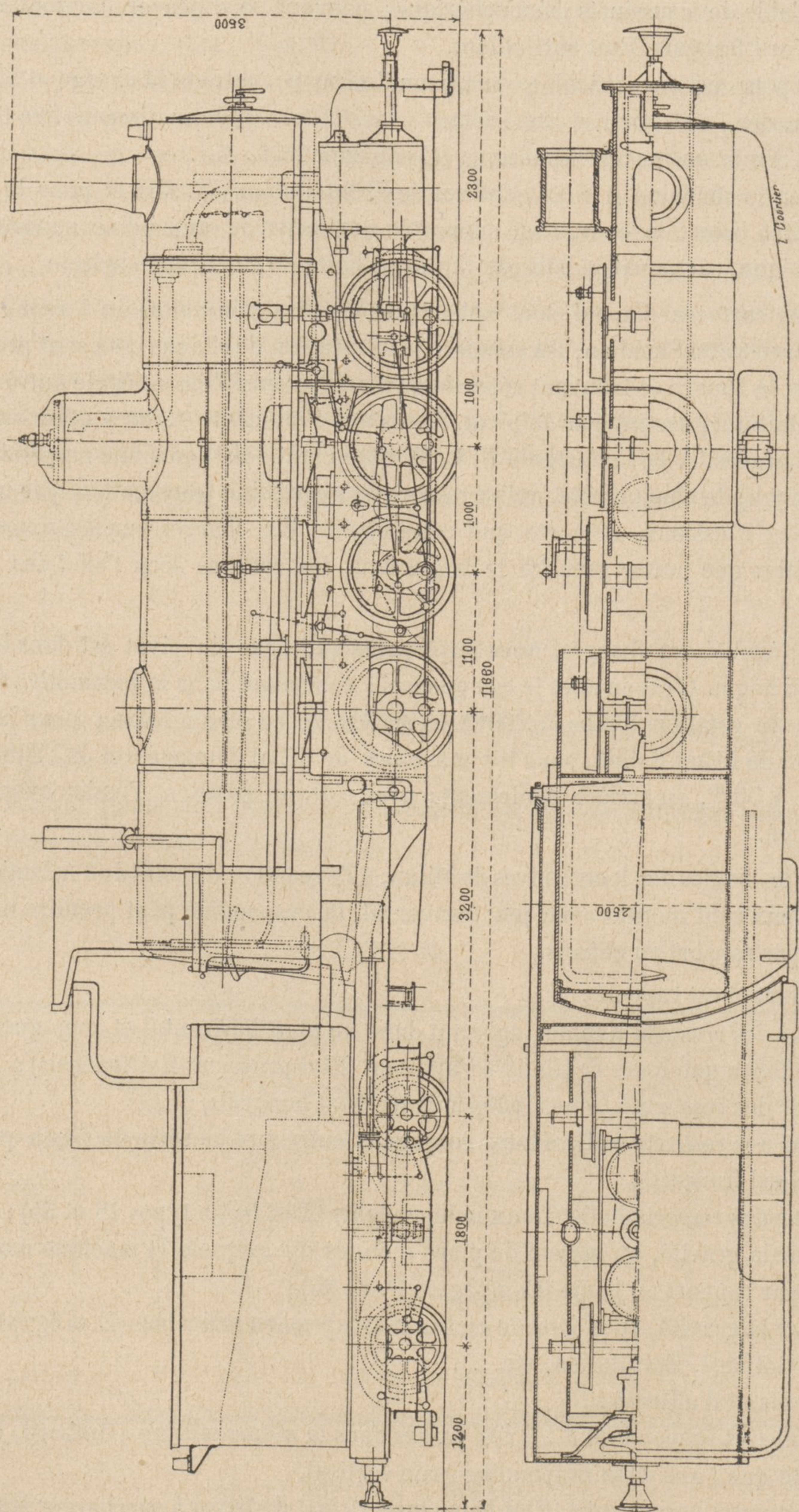
Ces bielles sont d'ailleurs :

Ou verticales et suspendues à 2 axes passés dans la même œillère (Gothard, Etat égyptien), de telle sorte que l'axe de la crapaudine reste vertical,

Ou convergentes vers le haut (Etat belge type 19 *bis*) de façon à surcharger les roues situées du côté extérieur de la courbe,

Ou bien convergentes vers le bas (Etat italien) quand on se propose au contraire de décharger ces roues déjà surchargées du fait du déplacement transversal du bogie.

Fig. 28. — LOCOMOTIVE GENRE ENGERTH DES ÉTABLISSEMENTS KRAUSS.



Le mouvement de rotation n'est rappelé que sur un seul type de bogie, celui de la Compagnie P. L. M. Ce rappel s'opère à la gravité au moyen de surfaces hélicoïdales sur lesquelles monte le pivot quand le bogie tourne (Voir *Revue Générale*, N° d'Août 1900).

e. — LIAISON ENTRE LE MOUVEMENT DE ROTATION DU TRAIN PORTEUR PIVOTANT
ET LE DÉPLACEMENT LATÉRAL DE L'ESSIEU ACCOUPLÉ VOISIN.

Quand une machine s'inscrit dans une courbe de faible rayon, en même temps que le train porteur pivote, l'essieu accouplé voisin est sollicité à se déplacer latéralement ; on peut chercher à coordonner de manière invariable les 2 mouvements : c'est ce qu'ont fait les Etablissements Krauss, de Linz, pour une locomotive genre Engerth à 4 essieux couplés et à voie de 0,760, destinée aux Chemins de fer de la Basse Autriche.

Les fers à U formant longerons du tender sont prolongés jusqu'à l'avant de la boîte à feu ; là ils s'appuient sur les tourillons d'extrémité d'un balancier transversal qui peut osciller horizontalement autour d'une cheville verticale solidaire du châssis de la locomotive.

L'extrémité en porte-à-faux de la locomotive s'appuie d'autre part sur le châssis du tender par l'intermédiaire d'un ressort à lames transversal. A l'arrière, le tender repose sur un bogie à 2 essieux.

Des 4 essieux couplés qui supportent l'avant de la machine, le 1^{er} est lié invariablement au châssis ; le 2^e a dans chaque sens un jeu latéral de 35^{mm} ; le 3^e — essieu moteur — n'a pas de boudins ; le 4^e enfin peut se déplacer latéralement, mais ses 2 boîtes sont reliées entre elles par un bâti qui s'articule en son milieu avec un appendice du balancier transversal formant jonction entre la locomotive et son tender.

Dans les courbes, le tender pivote autour de la cheville, le balancier oscille, et dans son mouvement entraîne latéralement vers l'extérieur de la courbure le 4^e essieu. La machine jouit ainsi d'une grande flexibilité, et peut s'inscrire dans des courbes de 80^m de rayon.

C'est ce même principe que nous allons retrouver dans le cas suivant, mais sous une forme plus condensée.

f. BOGIE A ROUES PORTEUSES ET A ROUES ACCOUPLÉES.

Sur la locomotive Mogul de l'État italien (Fig. 29), des 3 essieux accouplés le premier est relié à l'essieu porteur par un châssis spécial qui prend le caractère d'un véritable bogie ; grâce à cette disposition la locomotive a une souplesse comparable à celle des locomotives à bogie indépendant, mais son poids total, pour un poids adhérent donné, est plus petit.

Le bogie, dérivé du type Krauss, est constitué par 2 longerons intérieurs aux roues, entretoisés par un caisson en tôles et cornières auquel est suspendue par des menottes la crapaudine supportant le pivot ; celle-ci peut ainsi se déplacer transversalement, et ce déplacement est rappelé par des ressorts hélicoïdaux placés, à droite et à gauche, à l'extérieur des longerons (Fig. 30).

L'axe du pivot est à 1^m440 de l'essieu porteur, et à 1^m110 de l'essieu accouplé, de façon à reporter sur celui-ci la plus grande partie de la charge.

L'avant du bogie s'appuie sur l'essieu porteur par 2 ressorts à lames, placés au-dessus des boîtes, intérieurement aux longerons. L'essieu accouplé a ses boîtes encadrées dans des guides rivés aux longerons principaux de la locomotive, mais avec un jeu transversal ; ces boîtes sont chargées par dessous, par des bielles qui peuvent osciller transversalement et qui sont tirées par un grand ressort transversal sur lequel s'appuie l'arrière du bogie ; enfin, à leur partie

Fig. 30. — BOGIE BISSEL DE L'ÉTAT ITALIEN.

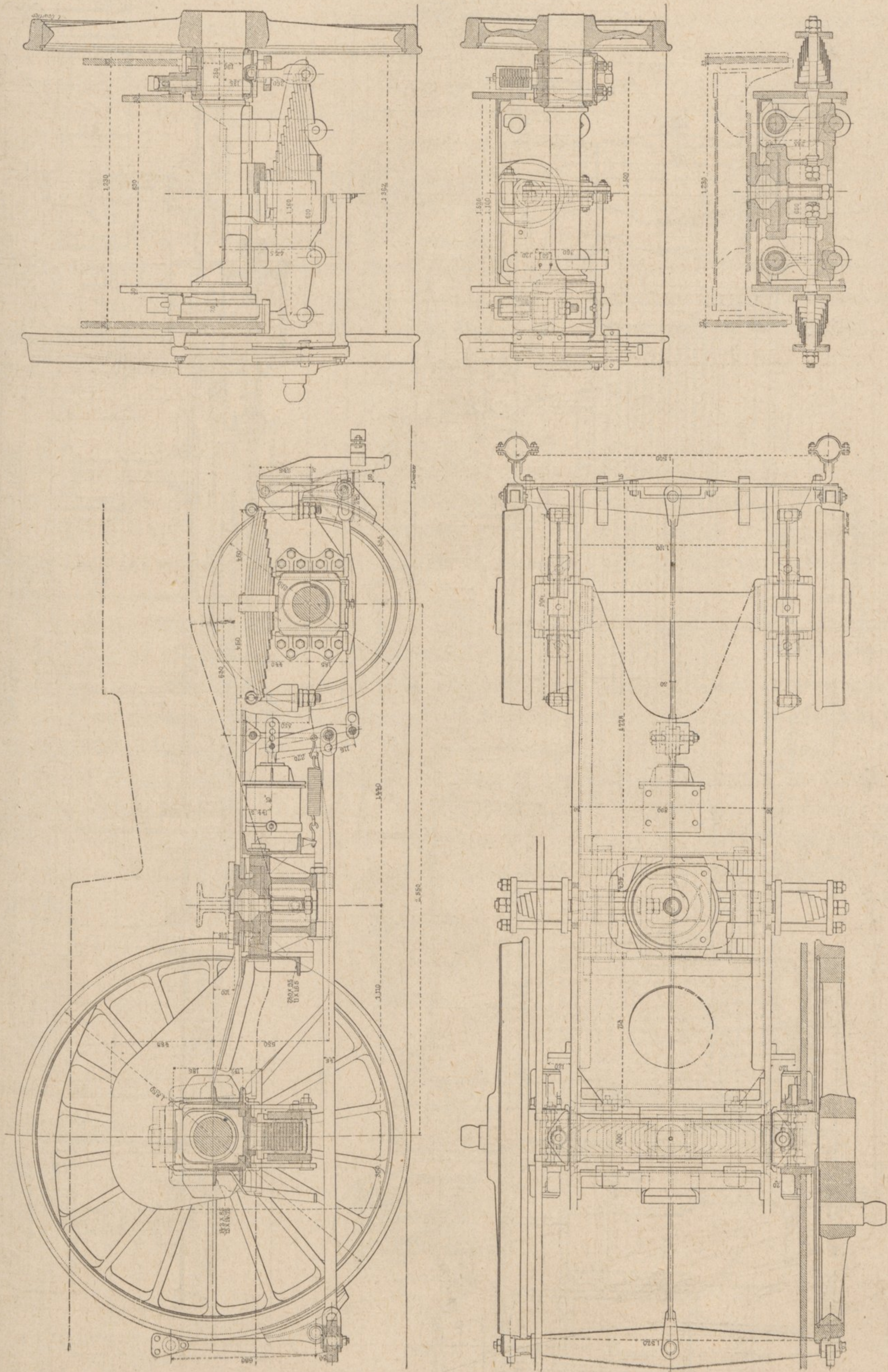
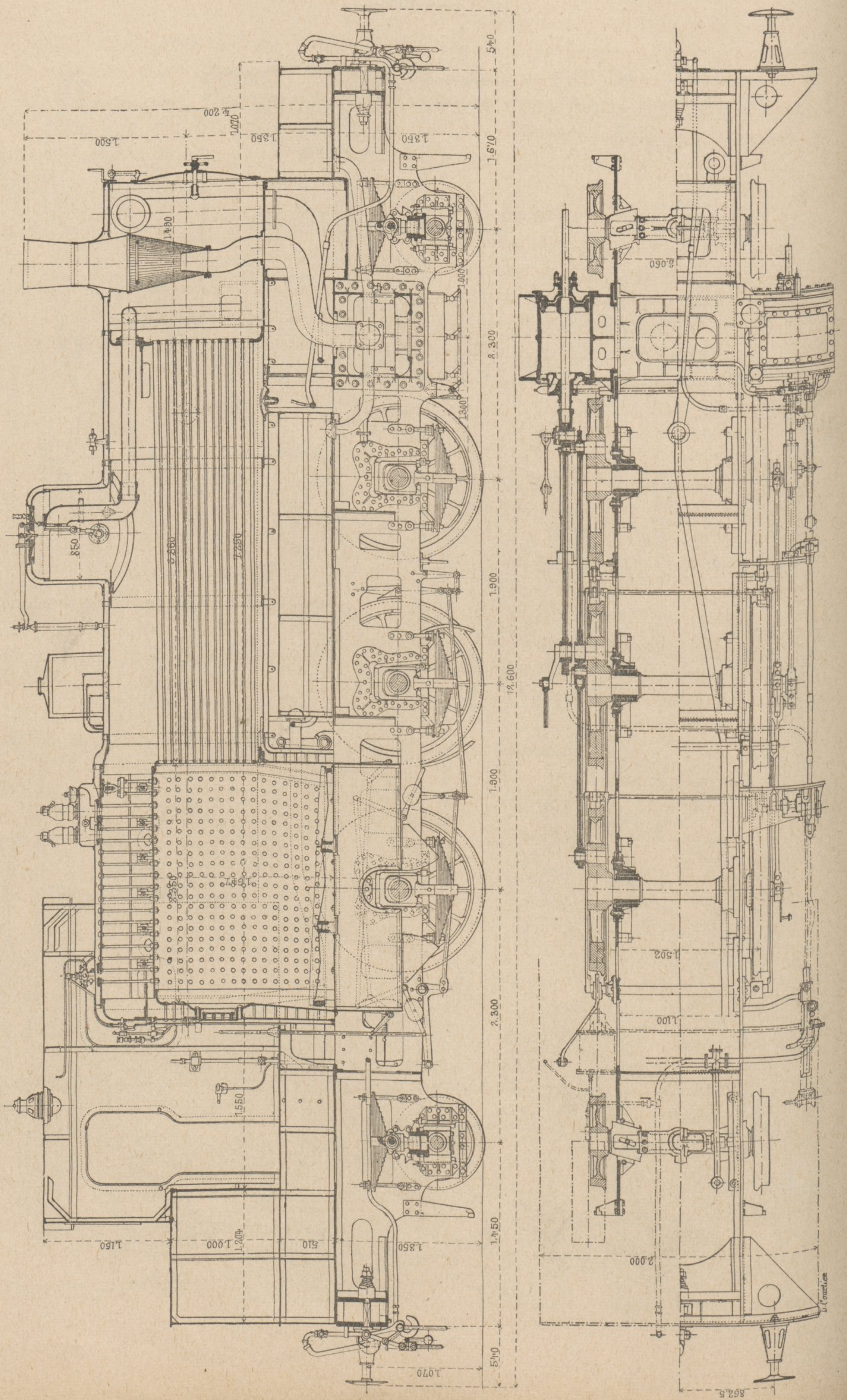


Fig. 31. — LOCOMOTIVE-TENDER PRAIRIE DE L'ÉTAT ITALIEN



supérieure, peut pivoter autour d'un axe vertical une pièce en forme de prisme triangulaire dont une face est en contact permanent avec la face correspondante des longerons du bogie.

Dans ces conditions le bogie peut tourner autour de son axe sans que l'essieu accouplé cesse d'être parallèle aux autres essieux de la locomotive; il n'en résulte pour cet essieu qu'un déplacement transversal, auquel il est sollicité par les prismes qui, pivotant de façon à rester en contact avec les longerons du bogie, entraînent transversalement les boîtes dans leurs guides.

L'essieu accouplé ne présente donc aucune particularité du fait de son rôle spécial dans le bogie, si ce n'est que ses tourillons de manivelle sont à coussinets sphériques, comme conséquence de ses déplacements transversaux.

Cette disposition, qui semble avoir donné de bons résultats, se retrouve sur la locomotive électrique du réseau de la Valteline, et l'État italien en généralise l'application dans ses constructions nouvelles et en particulier sur ses récentes machines Prairie et Consolidation.

g. BISSELS.

Les bissels, placés à l'avant des machines, les alourdissent moins que ne le font les bogies, ou, ce qui revient au même, permettent une meilleure utilisation du poids total au point de vue de l'adhérence. On les trouve surtout sous les machines à marchandises et les machines à vitesse modérée; cependant la machine Prairie à roues de 1^m820 de l'État autrichien en est pourvue.

Le centre de rotation peut être réel, c'est-à-dire matérialisé; c'est le cas de la machine à marchandises à 5 essieux couplés de l'Alsace-Lorraine.

Dans tous les autres cas ce centre est fictif; ce sont des *essieux radiaux*. On les emploie soit à l'avant, soit à l'arrière des machines, plus particulièrement en Autriche, en Hongrie, en Allemagne et en Italie (fig. 31).

Les faces des guides de boîtes à huile, au lieu d'être planes, sont cylindriques; les glissières de boîtes ont la même forme; l'axe du cylindre moyen constitue le pivot virtuel du bissel; son châssis est réduit à une traverse reliant invariablement les 2 boîtes. Le déplacement peut être libre (État autrichien), ou rappelé par des ressorts en spirale horizontaux (État hongrois, État italien).

(A suivre).

LE MATÉRIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER

A L'EXPOSITION DE MILAN⁽¹⁾

I. — LOCOMOTIVES

(Suite)

Par M. L. GEORGES,

INGÉNIEUR A LA COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

DESCRIPTION DES LOCOMOTIVES EXPOSÉES

(P. VII à XI.)

I. — Locomotives à tender séparé.

1^o LOCOMOTIVES A 2 ESSIEUX COUPLÉS ET BOGIE A L'AVANT.

Les locomotives à 2 essieux couplés et bogie à l'avant exposées à Milan sont au nombre de 4, savoir :

1 Locomotive de l'Etat prussien construite par les établissements Henschel und Sohn de Cassel ;

1 Locomotive de l'Etat prussien construite par la fabrique de Breslau ;

1 Locomotive de l'Etat belge construite par les établissements de Haine-St-Pierre ;

1 Locomotive de l'Etat égyptien construite par les établissements Henschel und Sohn de Cassel.

Toutes ces machines sont à simple expansion, et à timbre peu élevé, 12 ou 13 atmosphères ; mais le rendement de leur chaudière est augmenté, dans les 3 premières, par l'application d'un appareil de surchauffe et dans la machine de l'Etat égyptien par un réchauffeur d'eau Trévithick.

(1) Voir *Revue Générale*, août 1907.

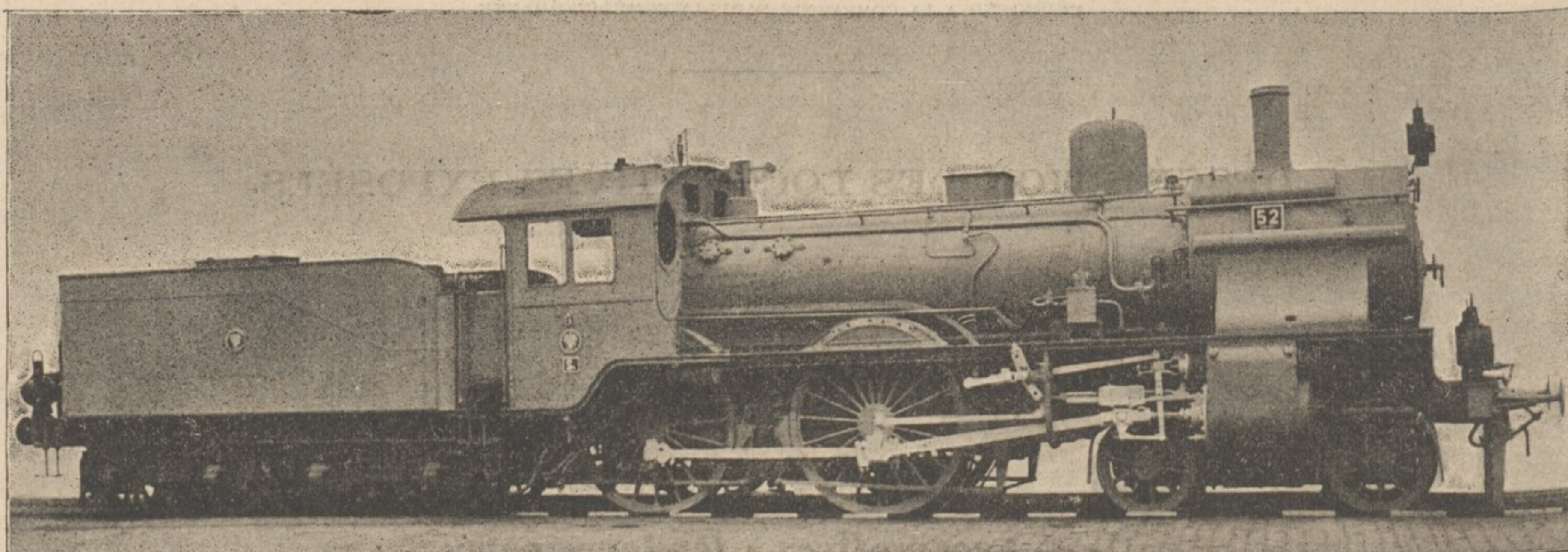


Locomotives de l'État prussien (Nos 1 et 2) (1).

Les 2 locomotives de l'État prussien, toutes deux étudiées par M. Garbe, Ingénieur en Chef du Matériel à la Direction de Berlin, dérivent du type normal prussien à 2 cylindres extérieurs montés en compound, affecté depuis 1893 au service des express. Ce type est assez semblable au type de machines françaises à 2 essieux couplés et bogie : mais la chaudière est en général plus longue, et ce supplément de longueur se traduit par un plus grand écartement entre le bogie et l'essieu moteur.

Ici, les 2 cylindres, au lieu d'être montés en cascade, sont simplement jumelés ; dans la machine d'*Henschel* (Fig. 6 et 32), la chaudière est pourvue d'un surchauffeur Schmidt dans

Fig. 32. — LOCOMOTIVE A 2 ESSIEUX COUPLÉS ET BOGIE A L'AVANT DE L'ÉTAT PRUSSIE, AVEC SURCHAUFFEUR SCHMIDT DANS LA BOÎTE A FUMÉE.



la boîte à fumée ; celle de la *Fabrique de Breslau* (Fig. 7) comporte un surchauffeur Schmidt dans les tubes à fumée ; dans les 2, conséquemment, les cylindres sont munis du tiroir cylindrique système Schmidt décrit ci-dessus (Fig. 12).

Ces 2 machines ne diffèrent pas seulement l'une de l'autre par le dispositif de surchauffe ; les roues motrices qui ont dans la première $1^m,980$ sont portées dans la seconde à $2^m,100$; l'empatement total passe de $7^m,600$ à $8^m,000$; la puissance de l'appareil moteur est aussi légèrement accrue ; enfin les poids en charge sont respectivement de 54.500 kg et 58.900 kg .

La chaudière est, dans l'ensemble, de construction courante ; les 2 plaques arrière sont embouties et rivées ensemble à l'endroit du trou de porte de foyer. La grille, peu inclinée, n'a pas de jette-feu.

Le châssis est constitué par des longerons en tôle de 25^{mm} pour la première et de 23^{mm} pour la seconde ; ils sont percés de trous en correspondance avec les entretoises de foyer, qui sont débouchées à l'extérieur.

Pour empêcher de trop grandes compressions dans les cylindres durant la marche à vide,

(1) Voir le tableau général des dimensions des locomotives, pages 00 de la *Revue Générale*, N° d'Août 1907.

ceux-ci sont munis d'un *compensateur*, consistant en une valve interposée sur un tuyau réunissant les 2 fonds. On ferme cette valve immédiatement avant l'ouverture du régulateur. On l'ouvre pour la marche à vide, de sorte qu'on évite, non seulement la compression d'un côté du piston, mais encore, sur l'autre face, l'aspiration par la tuyère d'échappement.

En outre, les plateaux de cylindres portent une soupape de sûreté timbrée à 12 atm. ainsi qu'une soupape d'aspiration d'air.

La distribution est du système Heusinger et le relevage s'effectue à l'aide d'un changement de marche à vis. L'admission maxima est de 70 % dans les 2 sens. L'espace nuisible à l'avant et à l'arrière des pistons est de 11^{mm}, soit 13 % du volume du cylindre.

Les contrepoids des roues motrices et accouplées n'équilibrent que les masses rotatives ; les masses alternatives ne sont nullement contrebalancées. On obtient ainsi une réduction sensible des variations de charges des roues, très appréciable au point de vue de la voie ; d'ailleurs, l'effort de lacet au pivot du bogie ne dépasse pas 5^t,5.

En vue d'amortir les effets du tiraillement, le ressort d'attelage de la machine de la Breslauer Actien Gesellschaft est tendu à 5.000^{kg}. Pour obtenir cette tension très élevée, lorsqu'on fait l'accouplement du tender, on a recours à un tendeur auxiliaire agissant sur les boulons latéraux de l'attelage de sûreté et que l'on visse jusqu'à ce que, le ressort atteignant la bande voulue, l'œil de la tige d'attelage vienne en face du trou dans lequel s'engage la cheville.

Le bogie est du type prussien, à roues de 1^m, à déplacement latéral de 40^{mm}.

Dans la machine Henschel, l'avant de l'abri est normal à l'axe de la voie ; il présente à droite et à gauche des portes pivotantes donnant accès aux tabliers latéraux ; dans la machine de Breslau, l'abri est disposé en coupe-vent.

La lanterne d'abri ainsi que celles d'avant et d'arrière sont éclairées au gaz Pintsch ; le réservoir à gaz est disposé sur le tender.

Les locomotives et leurs tenders sont munis du frein à air comprimé à action rapide système Knorr, actionnant les roues accouplées et celles du tender. La pression d'air dans les réservoirs est de 7^{kg} ; la pression de freinage des sabots s'élève à 85-90 % de la charge sur rails.

Tenders. — Les tenders sont du type normal de 20^{m³} des chemins de fer de l'Etat prussien, à 2 bogies à longerons extérieurs aux roues. L'approvisionnement d'eau peut être contrôlé de la plate-forme à l'aide d'une aiguille indicatrice commandée par un système de leviers en communication avec un flotteur. Dans la 2^e machine, la capacité d'eau a été portée à 21^{m³},5, tandis que l'approvisionnement de charbon a été ramené de 7^t à 5^t.

La vitesse maxima admise pour la 1^{re} machine est de 100^{km} ; pour la seconde, elle est de 125^{km}. Cette dernière a remorqué sans difficulté des trains de 36 et 44 essieux, d'un poids de 306 et 374 tonnes, à une vitesse moyenne de 100^{km} et une vitesse maxima de 125 et 110^{km} sur des rampes de 5^{mm}.

Locomotive type 18 de l'Etat belge (N^o 3).

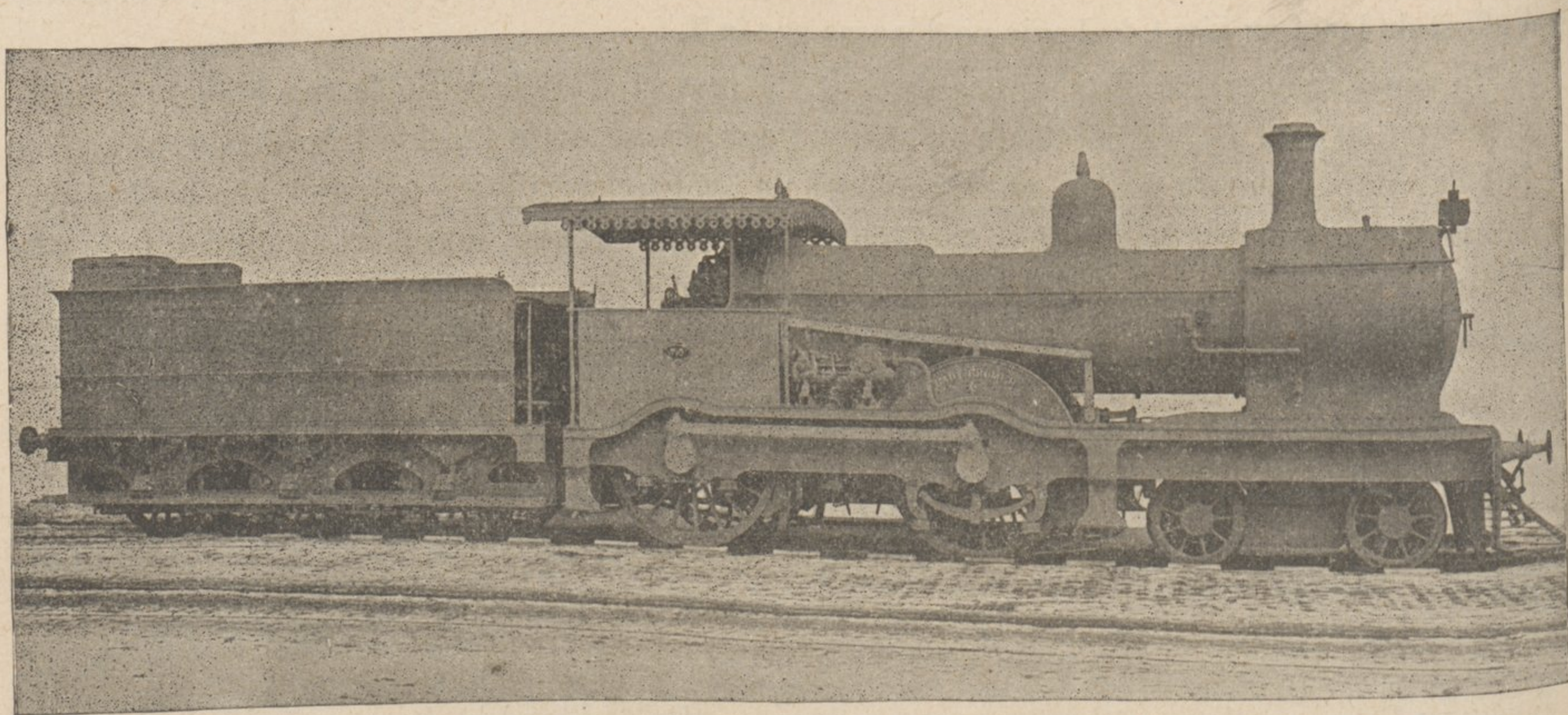
La locomotive type 18 de l'Etat belge, exposée par la Société des Usines et Fonderies de Haine-St-Pierre, est à roues de 1^m,980, à 2 cylindres intérieurs à simple expansion, avec

surchauffeur Schmidt dans les tubes à fumée. Elle a été décrite en détail dans le N^o de février 1906 de la *Revue*.

Locomotive à voyageurs des Chemins de fer de l'Etat égyptien (N^o 4).

Dans son ensemble, cette locomotive, construite par les Etablissements *Henschel und Sohn* de Cassel d'après les données de M. F. H. Trévithick, de Boulac (Egypte), rappelle le type des Chemins de fer égyptiens, dérivé lui-même du type anglais (Fig. 15 et 33).

Fig. 33. — LOCOMOTIVE A VOYAGEURS DE L'ÉTAT EGYPTIEN.



Le châssis est constitué par 4 longerons, dont 2 sont intérieurs aux roues et les 2 autres extérieurs. Ces longerons sont d'une seule pièce; ils courent de la traverse *N* à la traverse *R*, solidement entretoisés en outre par la masse des cylindres et par des traverses horizontales et verticales.

Les cylindres sont intérieurs et attaquent le 1^{er} essieu accouplé. Cet essieu, qui est coudé, supporte les 4 longerons; l'autre ne supporte que les 2 longerons intérieurs.

Les bielles d'accouplement sont en dehors des longerons extérieurs; les ressorts de suspension de l'essieu coudé sont disposés au-dessous des boîtes à huile, ceux de l'essieu couplé sont au-dessus des boîtes. Ils sont indépendants.

Le bogie, à longerons intérieurs, porte une crapaudine oscillante sur laquelle s'appuie la masse des cylindres. Il n'est pas freiné.

La chaudière est de construction courante, à boîte à feu en berceau.

La grille est très profonde, mais horizontale; elle ne possède pas de jette-feu.

L'alimentation est assurée, d'une part, par 2 injecteurs Gresham et Craven fixés à la plaque arrière de la boîte à feu, et d'autre part par une pompe avec réchauffeur système Trévithick, dont la description a été donnée ci-dessus.

2^o LOCOMOTIVES A 2 ESSIEUX COUPLÉS,
BOGIE A L'AVANT ET ESSIEU PORTEUR A L'ARRIÈRE (ATLANTIC).

Les 3 locomotives Atlantic exposées à Milan appartiennent l'une à l'Etat prussien, la seconde à l'Etat autrichien, la troisième à l'Etat hongrois.

Ces 3 machines à grande vitesse sont conçues suivant le même type : leurs 4 cylindres, montés en compound, sont en batterie et attaquent le 1^{er} essieu couplé. Leurs boîtes à feu sont élargies, mais tandis qu'en Prusse et en Hongrie elles débordent des plans intérieurs des bandages, en Autriche, le foyer, plus étroit, s'allonge entre les 2 roues couplées postérieures ; de là une différence dans l'aspect extérieur ; pour les 2 premières les essieux accouplés sont rapprochés l'un de l'autre et l'essieu porteur écarté vers l'arrière, tandis que pour la machine autrichienne, les intervalles sont plus uniformément répartis.

Dans les 3 machines, les essieux postérieurs sont munis de boîtes radiales.

Les poids de ces machines peuvent donner une idée de leur puissance respective :

Etat prussien.....	62.000 kg.
Etat autrichien.....	68.300
Etat hongrois.....	74.360

Atlantic de l'Etat prussien (N^o 5).

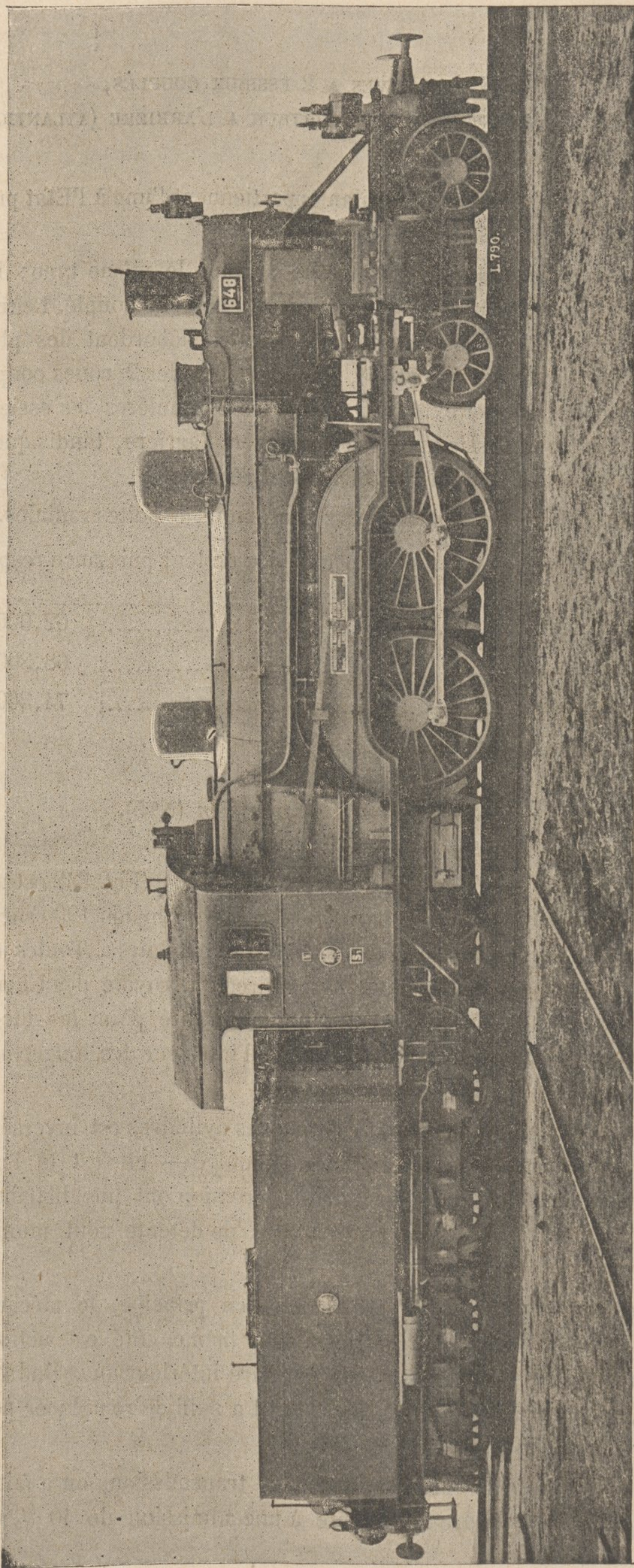
La locomotive Atlantic exposée par la *Société hanovrienne* (Fig. 34) est une variante de la locomotive type Hanovre à distribution par tiroirs en usage depuis 1900 sur les chemins de fer de l'Etat prussien où il en existe actuellement 140 exemplaires. Toutes ces machines sont compound à 4 cylindres, sans surchauffeur — la Direction royale des Chemins de fer estime en effet que l'emploi de la surchauffe n'est d'aucune utilité pour les locomotives à double détente —. Les cylindres à haute pression sont à l'intérieur des longerons et les cylindres de détente à l'extérieur.

Dans la variante exposée, la disposition relative des cylindres est inversée en vue d'obtenir un meilleur équilibrage des masses alternatives ; en outre — et c'est là l'intérêt tout spécial qu'elle offrait au visiteur — les cylindres à haute pression ont une distribution par soupapes équilibrées système Lentz, tandis que les cylindres de détente sont munis de tiroirs cylindriques.

L'application des soupapes Lentz n'a pas changé, en principe, le mécanisme de la distribution ; chaque paire de tiges distributrices d'un même côté est actionnée par un seul excentrique, le mouvement étant transmis du cylindre intérieur au cylindre extérieur voisin à l'aide d'un levier, suivant le système von Borries : il a suffi de remplacer pour l'admission la tige de tiroirs par une tige à cames.

Par un rapport convenable des bras de levier de transmission, on a fait correspondre une admission de 74 % dans le cylindre de détente à une admission de 40 % dans le cylindre à

Fig 34. — LOCOMOTIVE ATLANTIC DE L'ÉTAT PRUSSIEN.



haute pression. Le maximum de l'admission est de 68 % dans le cylindre de haute pression et de 90 % dans le cylindre de détente.

Pour les particularités de détail des soupapes Lentz, nous renvoyons à la description qui en a été donnée ci-dessus (Fig. 13).

Atlantic de l'État autrichien (N° 6).

L'Atlantic de l'État autrichien (Fig. 35) est construite par la *Société Bohémo-Moravienne de Constructions Mécaniques*, à Prague, sur les plans de M. Gölsdorf. Ses roues ont 2^m,140 de diamètre; elle a atteint aux essais la vitesse de 140 km. en marche tranquille; elle peut en outre développer un effort de traction suffisant pour remorquer 230 tonnes à la vitesse de 74 kilomètres sur une rampe de 10^{mm}, soit une puissance de 1.500 chevaux environ.

La chaudière est à boîte à feu en berceau élevée au-dessus des longerons, mais reste comprise entre les roues accouplées postérieures. Sa plaque arrière est très inclinée. L'axe de son corps cylindrique est à 2^m,830 de hauteur. La virole *A* qui comprend le dôme et 3 trous de lavage est renforcée par un tirant transversal. Les entretoises sont en cuivre rouge; les tubes sont en fer, avec raboutage en cuivre côté foyer.

Les accessoires de la chaudière sont des types courants adoptés en Autriche: porte de foyer système Marek, injecteurs Restarting classe T, soupapes de sûreté Pop-Coale, cheminée Prüssmann de 426^{mm} de diamètre avec cône intérieur en tôle d'acier mince.

Les longerons, considérablement affaiblis au droit de l'avant de la boîte à feu, sont entretoisés par une pièce en acier moulé: cette disposition permet de donner au foyer une plus grande profondeur à l'avant, soit 1.960^{mm} de hauteur au lieu de 1.500 à 1.600 comme sur la plupart des autres types autrichiens.

La chaudière, fixée à l'avant sur les cylindres, se dilate vers l'arrière en glissant sur une entretoise transversale placée sous la 2^e virole et sur des supports fixés aux longerons à l'arrière de la boîte à feu.

Le châssis du bogie est constitué par deux longerons de 22^{mm} d'épaisseur renforcés par des plaques de 10^{mm}, et consolidés par des entretoises horizontales et verticales. Le pivot est décentré de 50^{mm} sur l'arrière. De chaque côté de la crapaudine, qui est traversée par le pivot, se trouvent 2 réservoirs d'huile contenant les plaques rectifiées servant de glissières aux coussinets sphériques sur lesquels s'appuient les supports fixés aux cylindres. Les essieux du bogie ont 3^{mm} de jeu transversal dans les 2 sens.

Les essieux couplés ont également 3^{mm} de jeu latéral, tandis que l'essieu *A* peut se déplacer de 55^{mm} dans les deux sens.

Les ressorts des essieux couplés sont conjugués. Les 2 ressorts du truc arrière sont réunis par un balancier transversal.

Les contrepoids des roues motrices et accouplées équilibrent totalement les masses tournantes; les masses alternatives sont équilibrées à 15 %.

Les 4 cylindres sont dans le même plan transversal, les cylindres d'admission à l'intérieur et les cylindres de détente à l'extérieur; ils attaquent tous le 1^{er} essieu couplé; ils sont horizontaux et munis de tiroirs plats. Chaque cylindre HP forme avec le cylindre BP voisin et le réservoir intermédiaire une seule masse de fonte boulonnée sur le longeron; la table du tiroir HP est horizontale; celle du tiroir BP est inclinée. La distribution, dérivée du système Heusinger-

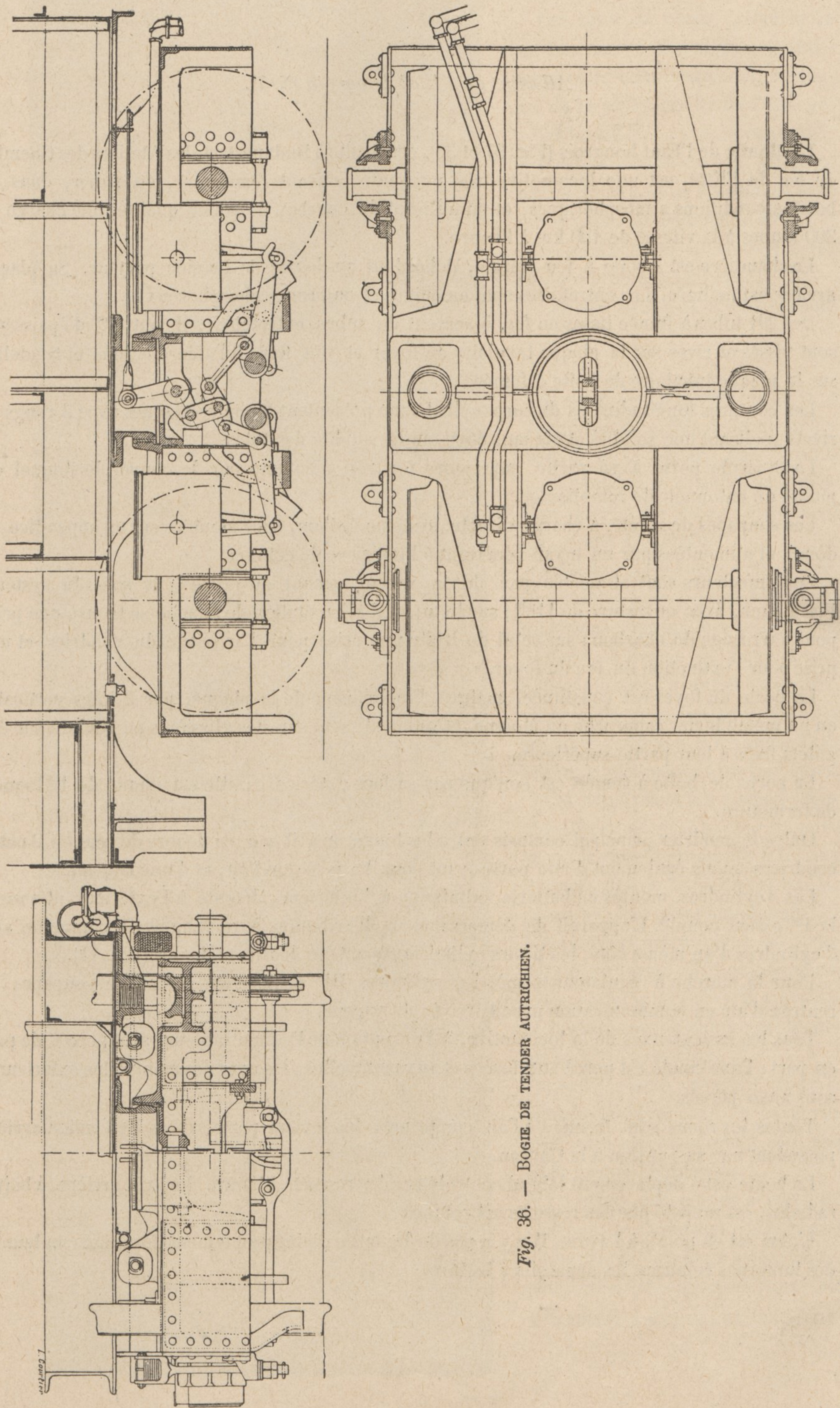


Fig. 36. — BOGIE DE TENDER AUTRICHIEN.

Atlantic de l'État hongrois (N° 7).

L'Atlantic de l'État hongrois (Fig. 37 et 38), construite à Budapest par les Ateliers des Chemins de fer de l'État, est une locomotive très puissante pouvant remorquer, en palier, dans de bonnes conditions atmosphériques, et en utilisant du charbon de bonne qualité, une charge de 300 tonnes à la vitesse de 100 km à l'heure.

La chaudière est à boîte à feu élargie, débordant au-dessus de l'essieu porteur. Sa plaque arrière est inclinée. Les entretoises sont en cuivre et en bronze phosphoreux.

Des 291 tubes à fumée lisses en fer, 5 servent de tubes entretoises; ils ont 6^{mm} d'épaisseur, sont vissés et rivés sur la plaque tubulaire de foyer et sont fixés à l'aide d'écrous et rondelles sur la plaque tubulaire de boîte à fumée.

Les coutures longitudinales du corps cylindrique présentent 2 contre-plaques avec 3 rangs de rivets réalisant une solidité atteignant 86 % de la solidité des tôles.

La 3^e virole porte à sa partie supérieure un trou d'homme sur le couvercle duquel est monté un entonnoir de remplissage.

Les soupapes de sûreté, à charge directe, système Asthon, sont montées sur un appendice du dôme, et alimentées par un tuyau pénétrant à l'intérieur de celui-ci.

Les injecteurs sont alimentés par de la vapeur venant du dôme; ils sont du système Friedmann, avec ouverture de 11^{mm}; sur le tuyau d'alimentation de gauche se trouve une prise pour l'arrosage du charbon; sur celui de droite une prise pour l'arrosage du cendrier, et une prise pour l'extinction du feu du foyer.

La porte du foyer est constituée, malgré l'inclinaison de la plaque, par 2 tôles verticales qu'un même levier rapproche ou éloigne, et qui coulissent sur des glissières en roulant sur des galets fixés à leur partie supérieure.

La porte de boîte à fumée est conique par sa face extérieure; elle est munie de 12 loquets de fermeture.

Outre le cendrier principal compris entre les longerons, il y a en dehors de ceux-ci 2 petits cendriers munis également d'une porte avant pour l'arrivée de l'air, et d'une trappe.

Les 4 cylindres, montés en batterie, admission à l'intérieur, détente à l'extérieur, attaquent le 1^{er} essieu couplé. L'appareil de démarrage, la distribution à rocking-shaft commune aux 2 cylindres d'un même côté, les tiroirs cylindriques ont été décrits ci-dessus (Fig. 11).

Pour la marche à régulateur fermé, les cylindres HP et BP sont munis de soupapes de rentrée d'air en communication avec l'arrivée de vapeur.

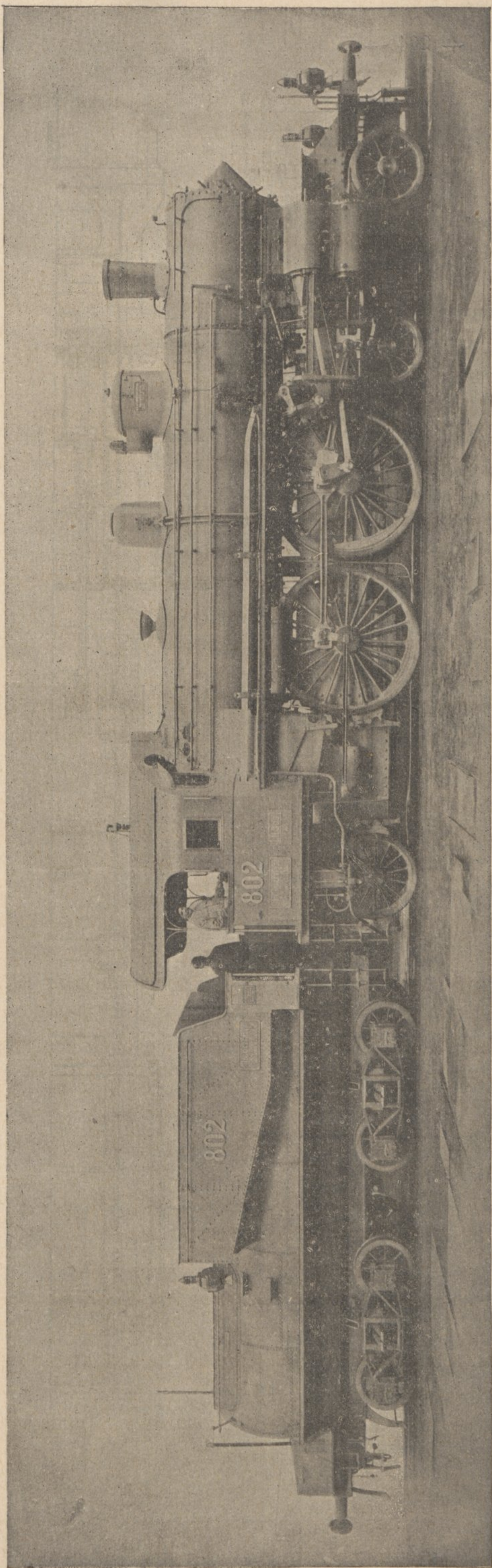
Tous les essieux-axes de la locomotive, à l'exception de l'essieu moteur, sont percés de part en part; l'axe coudé est percé aux fusées et aux manivelles; les axes des manivelles extérieures sont aussi percés.

Toutes les roues sont freinées à l'air comprimé; les leviers porte-sabots de l'essieu arrière possèdent une suspension à la Cardan.

Le bogie est à déplacement latéral contrôlé par des ressorts à lames. Le truc arrière, à boîtes radiales, est rappelé par des ressorts hélicoïdaux.

L'abri est en pointe à l'avant. Il n'y a pas de lanterne d'abri proprement dite, mais seulement des lanternes éclairant les appareils à lecture.

Fig. 37. — MACHINE ATLANTIC DE L'ÉTAT HONGROIS.



Les tôles du corps cylindriques sont en fer, de 35 à 42 kg. de résistance et 22% d'allongement, la somme de la résistance et de l'allongement devant être au moins égale à 61.

L'essieu coudé est en acier au nickel de 55 à 65 de résistance, avec une contraction minima de 40 % ; le barreau d'épreuve est soumis après rupture à un essai au choc.

Les bandages sont en acier chrome nickel.

Tender. — Le tender est du type Vanderbilt (Fig. 39), de forme cylindrique, à 2 bogies. Sur l'avant, empiétant sur le cylindre et débordant de chaque côté, se trouvent les soutes à charbon.

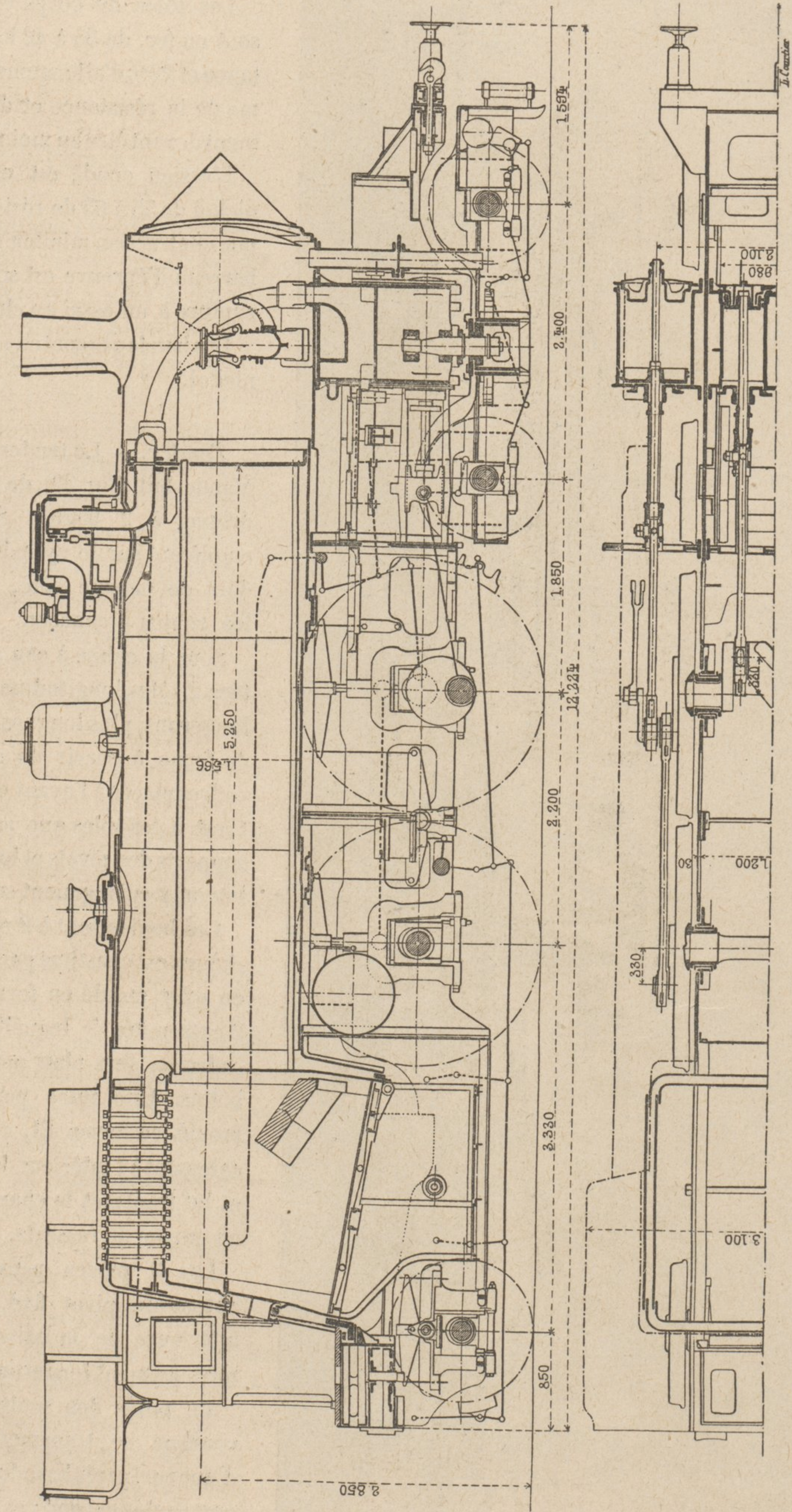
Sous la caisse à eau sont rapportées 2 tôles longitudinales formant longerons, plus longues que celle-ci, de façon à servir de support aux coffres placés à l'avant et à l'arrière. C'est à ces tôles que sont fixés les supports des pivots et les appendices latéraux qui appuient sur les bogies.

Les bogies sont à 2 essieux ; leur châssis est constitué par une traverse en acier moulé en forme d'U, aux 2 extrémités de laquelle est fixé un cadre en fers plats maintenant les boîtes. Une autre pièce en acier moulé, en forme d'I, coulisse verticalement à l'intérieur de la traverse, et lui transmet la charge du tender au moyen de ressorts.

Les 2 pièces peuvent tourner autour du pivot fixé, à la partie inférieure de la caisse à eau, aux tôles formant longerons.

Le poids des soutes à eau et à charbon se transmet aux bogies d'une part par la base du pivot, d'autre part par les appendices latéraux rivés à la caisse à eau et aux longerons.

Fig. 38. — LOCOMOTIVE ATLANTIC DE L'ÉTAT HONGROIS.



Les ressorts interposés entre la traverse en U et la traverse en I sont au nombre de 4 par bogie ; ce sont des ressorts à pincettes.

A l'intérieur de la caisse à eau se trouvent des cloisons verticales qui s'opposent aux remous.

Les raccords d'alimentation, métalliques, sont à rotules et à emmanchement télescopique. Ils s'accouplent avec des culottes fixées à l'avant du tender et présentant sur chaque départ vers la locomotive un robinet à 3 voies. Du centre de chaque culotte un tuyau gagne la caisse à eau, à l'avant du tender : c'est le tuyau d'alimentation ; il est muni d'un filtre. Deux autres tuyaux partent à droite et à gauche de la culotte, au droit des robinets, et pénètrent dans la caisse à eau à l'arrière du tender par un tube percé de trous ; ils servent à réchauffer l'eau. Par une orientation convenable des robinets, on peut ainsi réchauffer l'eau par l'un quelconque des tuyaux d'accouplement, tandis que l'autre est utilisé pour l'alimentation.

La caisse à eau est munie de passerelles latérales et d'escaliers. La plateforme avant est munie de portes.

Le freinage à air comprimé, combiné avec le freinage à main, est assuré par un cylindre horizontal de 10 pouces.

3° LOCOMOTIVES A 3 ESSIEUX COUPLÉS.

Nous ne rencontrons, dans toute l'Exposition de Milan, qu'une seule machine du type à 6 roues couplées sans roues porteuses, universellement répandu sur tous les chemins de fer pour le transport de trains lourds : la machine du groupe 320 (N° 8) étudiée par l'ancien réseau de la Méditerranée et construite par les *Costruzioni meccaniche Saronno*.

Cette locomotive est à roues de 1^m,500 ; elle a 1^m²,90 de surface de grille ; elle pèse à vide 41 t. et en charge 45 t. ; son tender de 12^m³ est à 3 essieux, et pèse en charge 32 t.

Elle est caractérisée par le timbre élevé de sa chaudière, et par le montage de ses 2 cylindres en compound. Ceux-ci sont extérieurs au châssis, et ont respectivement 460 et 700^{mm} de diamètre, avec course de 640^{mm}.

La machine possède les organes du frein à air comprimé automatique et modérable, et est destinée au service des trains mixtes.

4° LOCOMOTIVES A 3 ESSIEUX COUPLÉS ET ESSIEU PORTEUR A L'AVANT (MOGUL).

Du type Mogul un seul spécimen était représenté, savoir une locomotive compound à 2 cylindres, construite par les Ateliers *Ansaldo Armstrong et C^{ie}* de Sampierdarena, pour le compte de l'ancien réseau des Chemins de fer de l'Adriatique (N° 9).

Cette machine a les mêmes généralités que celles du groupe 380 de l'ancien réseau de l'Adriatique qui furent étudiées pour le service des trains de voyageurs express et des trains de messageries sur les lignes accidentées, mais possède une chaudière plus puissante et des roues d'un diamètre plus grand ; les chemins de fer de l'Etat italien ont adopté ce type de machines pour la traction des trains rapides sur des lignes à profil difficile, où la charge maxima par essieu ne doit pas dépasser 15 tonnes.

La chaudière est à boîte à feu en berceau, élevée au-dessus des longerons, mais insérée entre les roues ; sa face arrière est fortement inclinée ; au pourtour de la porte du foyer, elle est directement rivée à la plaque en cuivre du foyer, sans cadre de porte.

La grille présente à l'arrière une partie horizontale, et à l'avant une partie inclinée, avec jette-feu. Sa largeur intérieure atteint 1^m,120, de sorte que, bien que la longueur totale ne soit que de 2^m,167, la surface est de 2^m²,40.

La tubulure est constituée par des tubes en laiton à ailettes.

Le dôme comporte un régulateur système Zara (Fig. 19) avec tringle de commande intérieure à la chaudière.

Les 2 cylindres sont intérieurs au châssis et inclinés, mais leurs distributeurs sont extérieurs et horizontaux ; ceux-ci sont cylindriques, et entourés d'une gaine de vapeur qui constitue le réservoir intermédiaire et en même temps les réchauffe.

Les distributions sont du système Walschaerts, mais indépendantes pour chaque cylindre. L'appareil de démarrage est du type von Borries.

La caractéristique la plus saillante de cette machine consiste dans l'application d'un bogie-bissel dont le 2^e essieu est accouplé avec l'essieu moteur ; nous avons décrit plus haut ce très intéressant dispositif qui, sur les locomotives type 380 des chemins de fer de l'Adriatique, a donné, à grande vitesse, des résultats des plus satisfaisants.

5^o LOCOMOTIVES A 3 ESSIEUX COUPLÉS, ESSIEU PORTEUR A L'AVANT ET ESSIEU PORTEUR A L'ARRIÈRE (PRAIRIE).

Du type Prairie nous ne trouvons également qu'un exemplaire, qui nous est fourni par les Chemins de fer de l'Etat autrichien, et qui fut construit sur les plans de Gölsdorf par la *Wiener Lokomotivfabrik de Floridsdorf* (N^o 10).

Cette machine, compound à 4 cylindres, des plus intéressantes, appartient à la 1^{re} série de locomotives Prairie qui ait été construite en Europe ; et son apparition ne remonte pas plus loin qu'en janvier 1905. Sa surface de grille est de 4^m² ; le corps cylindrique a une longueur entre plaques de 5^m,200 et la surface de chauffe est de 257,85^m². Les roues porteuses sont à boîtes radiales, type Adams, sans ressort de rappel.

L'économie de matière est telle, dans toute la machine, que pour une puissance effective de 1.600 HP et un empatement total de 9^m,490, elle ne pèse à vide que 61^t,8, et que la charge par essieu accouplé ne dépasse par 14 tonnes, limite d'ailleurs imposée par les conditions d'établissement des voies en Autriche.

Cette locomotive a été décrite en détail dans le N^o d'Avril 1906 de la *Revue*.

6^o LOCOMOTIVES A 3 ESSIEUX COUPLÉS ET BOGIE A L'AVANT (TEN WHEELER).

11 locomotives représentaient à Milan ce type de machines puissantes à grande vitesse ou mixtes qui est actuellement très en faveur en Europe, savoir :

5	locomotives belges,
3	d ^o françaises,
1	d ^o italienne,
2	d ^o suisses.

Locomotives belges.

L'administration des chemins de fer de l'Etat belge, en raison du profil accidenté de son

réseau, des arrêts fréquents auxquels sont obligés les trains directs, et du fort tonnage de ces trains, possède peu de locomotives Atlantic, mais par contre, un très grand nombre de locomotives à 3 essieux couplés.

Les 5 locomotives exposées ont toutes été étudiées par M. Flamme, Inspecteur général des Chemins de fer de l'Etat belge, elles sont donc assez semblables entre elles dans leurs grandes lignes ; si elles présentent des différences, c'est qu'elles doivent satisfaire à des exigences différentes, ou qu'elles sont appelées à contribuer à des expériences de comparaison.

La locomotive type 35 (N° 11), construite par la *Société franco-belge*, à La Croyère, est à 2 cylindres à simple expansion, avec roues de 1^m,700 ; elle est destinée à la remorque des trains de marchandises à allure accélérée, ou de trains de voyageurs à forte composition, directs ou de banlieue. C'est donc une machine mixte. Le type date de 1904, mais le spécimen exposé est complété par l'addition d'un surchauffeur Schmidt dans les tubes à fumée ; cette locomotive figurait déjà à l'Exposition de Liège et a été décrite dans le N° de Février 1906 de la *Revue Générale*.

La locomotive type 8 (N° 12) construite par la *Société Saint-Léonard* à Liège, est une locomotive compound à 4 cylindres, à vapeur saturée ; les cylindres H P sont extérieurs et actionnent le 2^e essieu couplé, tandis que les cylindres B P, placés sous la boîte à fumée, attaquent le 1^{er} essieu ; comme chaudière et comme mécanisme, elle est absolument semblable à la locomotive Atlantic exposée à Liège, et dont la description a été également donnée par la *Revue* ; mais le diamètre des roues motrices a été réduit de 1^m,980 à 1^m,800. Le diamètre de 1^m,800 est en effet suffisant pour les vitesses que peuvent atteindre les trains de fort tonnage sur les lignes de Belgique. Le poids total en ordre de marche est passé de 73.150 à 77.500 kg.

La locomotive type 8 (N° 13) construite par les *Ateliers Métallurgiques* à Tubize, est extérieurement identique à la précédente ; mais le faisceau tubulaire qui dans la première est composé de 232 tubes lisses de 50^{mm} donnant une surface de chauffe de 160,91^m² est ici constitué par 139 tubes Serve de 70^{mm} correspondant à une surface de chauffe de 223,23^m².

La locomotive type 19^{bis} (N° 14) construite par la *Société J. Cockerill* à Seraing, se rapproche assez des 2 précédentes par ses dimensions fondamentales : elle a même diamètre de roues motrices, 1^m,800, même surface de grille, 3^m²,01 ; un diamètre de corps cylindrique plus grand, 1^m,650 au lieu de 1^m,488, mais une longueur plus petite, 4^m au lieu de 4^m,400, de sorte que la capacité de la chaudière est la même, soit 8,900^m³. Son moteur est légèrement plus puissant : les cylindres, de diamètre sensiblement égaux (360/620 au lieu de 360/600 à cause de la dépendance des distributions), ont une course de 680^{mm} au lieu de 640^{mm}.

Cependant la disposition générale est très différente ; les 4 cylindres sont sensiblement en ligne, ceux à haute pression à l'intérieur, légèrement décroisés en avant par rapport à l'axe du bogie, et ceux à basse pression à l'extérieur ; bien qu'ils attaquent 2 essieux différents, le mécanisme de distribution est unique pour un même côté, d'où une plus grande simplicité de construction, un accès plus facile aux têtes de bielles intérieures pour la visite et le graissage et un meilleur équilibrage des masses alternatives. Enfin, la machine est munie d'un surchauffeur système Cockerill.

Nous renvoyons pour la description de cette locomotive au N° de février 1906 de la *Revue Générale* ; ajoutons seulement, que d'après des expériences récentes, elle remorque sans difficulté sur une rampe de 9^{mm}, longue de 15^{km}, des trains de 450 tonnes

à la vitesse de 80^{km}. Pendant ce trajet, la pression se maintient au timbre de 15,5 atm. ; dans les boîtes à vapeur BP elle est alors de 3,5 à 4 atm., et la température est de 240°, soit une surchauffe de 100° environ. A marche forcée la surchauffe peut même atteindre 150°.

Enfin, il nous reste à mentionner *la locomotive 3.303* (N° 15 construite par la Société « *La Meuse* » à Sclessin (Liège), l'un des 2 exemplaires d'un type nouveau caractérisé par l'emploi de 4 cylindres égaux.

Cette machine possède la même chaudière que les machines du type 19, mais comme les Atlantic de l'Etat belge, elle a des roues de 1^m,980 ; de plus elle est munie d'un surchauffeur Schmidt dans les tubes à fumée.

La machine 3.303, qui figurait déjà à Liège, a été décrite en détail dans la *Revue Générale*.

Comme on le voit, tous ces types de machines présentent entre eux des différences méthodiques, et les essais de longue durée qui seront effectués sur le réseau de l'Etat belge, feront ressortir des données précieuses sur la valeur relative des divers perfectionnements préconisés dans ces dernières années pour accroître la puissance des locomotives et améliorer leur fonctionnement : compoundage, systèmes divers de surchauffe, applications de tubes Serve, etc. ; c'est là ce qui constituait plus spécialement le très vif intérêt offert au visiteur par l'Exposition de la section belge.

Locomotives françaises.

Deux locomotives françaises Ten-Wheeler à grande vitesse pour voie normale étaient exposées à Milan, l'une de la Compagnie P.-L.-M., à roues de 2^m,000, l'autre de la Compagnie de l'Est, à roues de 2^m,090 ; une 3^e locomotive, à voie étroite, et à roues de 1^m,500, était présentée par l'Administration des Chemins de fer de l'Etat français ; elle est destinée aux lignes du réseau algérien.

Pour *la locomotive 2.600 de la Compagnie P.-L.-M.* (N° 16) construite en 1904 par les Etablissements *Schneider et C^{ie}*, au Creusot, sur les plans de la Compagnie, nous renverrons à l'article de M. Ch. Baudry paru dans le N° de février 1905 de la *Revue Générale*.

Nous donnons ci-dessous la description de la machine 3.103 de la Compagnie de l'Est.

La locomotive 3.103 de la Compagnie de l'Est (n° 17), construite dans les ateliers de cette Compagnie à Épernay, fait partie d'un groupe de 30 locomotives destinées à remplacer les locomotives compound à 2 essieux couplés de la série 2400, afin d'accélérer l'horaire des trains actuels ou de permettre un tonnage plus élevé (Pl. VII et VIII).

Une machine de cette nouvelle série peut en effet remorquer les trains internationaux entre Paris et Belfort, soit sur une distance de 443 km. avec 3 arrêts, en 4 h. 55, gagnant ainsi 59 minutes sur les locomotives 2400 ; ou bien avec l'ancien horaire, la charge des trains peut être portée de 300 à 400 tonnes.

Dans l'ensemble, cette locomotive présente les diverses caractéristiques de la construction française : la chaudière est du type Belpaire avec tubes Serve, supportée à l'avant par un bogie à 2 essieux, à l'arrière par 3 essieux, dont 2 moteurs placés à l'avant de la boîte à feu, et un 3^e accouplé situé sous la partie postérieure du foyer.

Les 2 cylindres d'admission, placés horizontalement à l'extérieur des longerons entre le bogie

et le premier essieu accouplé, attaquent le 4^e essieu, tandis que les 2 cylindres de détente, disposés antérieurement sous la boîte à fumée, commandent le 3^e essieu.

Chaudière. — L'axe du corps cylindrique est à 2^m,690 au-dessus du niveau du rail. Il est constitué par 3 viroles en tôle d'acier doux, d'un diamètre moyen intérieur de 1^m,550, formées chacune d'une seule tôle, et assemblées à double couvre-joint pour les clouures longitudinales, et à double rangée de rivets pour les clouures transversales.

La plaque arrière de la boîte à feu est verticale à sa partie supérieure, mais inclinée vers l'arrière à partir du plan horizontal passant par l'axe du corps cylindrique ; cette disposition permet d'obtenir une grille plus longue sans augmenter en proportion le poids de la boîte à feu.

Cette plaque est consolidée à sa partie supérieure par 2 armatures en tôle prolongées jusqu'aux parois latérales auxquelles elles sont rivées ; elle est en outre reliée par 4 tirants à la virole arrière du corps cylindrique et par 2 tirants à la plaque avant.

Le ciel de foyer est réuni à l'enveloppe de boîte à feu par des tirants verticaux dont les 2 rangées antérieures sont à dilatation. Les entretoises sont en cuivre rouge, sauf celles des 6 rangées supérieures de la face arrière et des 7 rangées supérieures des parois latérales, qui sont en bronze manganésé. Les filets sont enlevés sur le corps, qui est tourné à un diamètre légèrement inférieur à celui du fond du filet. Elles sont percées d'un trou de 6^{mm} débouchant dans le foyer. Les tirants verticaux sont aussi percés d'un trou de 6^{mm} sur une longueur un peu supérieure à celle du filetage.

La grille, en 4 parties, est constituée par des barreaux en fonte de 9^{mm} séparés par des vides de 10^{mm} ; le jette-feu est formé de barreaux en fer placés transversalement. Elle est inclinée de 16°, et sa surface est de 3^m²,16, tandis que celle des machines 2400 n'est que de 2^m²,52.

Le faisceau tubulaire comprend 140 tubes Serve de 4^m,400 de longueur et de 70^{mm} de diamètre extérieur ; la surface de chauffe totale qui dans les 2400 est de 207^m²,51 est passée à 234^m²,91.

Le corps cylindrique porte 2 dômes dont l'ensemble constitue un grand réservoir de vapeur ; la vapeur passe du dôme *R* au dôme *N* par un tuyau de 120^{mm} intérieur à la chaudière ; un autre tuyau, dont l'ouverture est située près de l'extrémité du premier, amène la vapeur du dôme *N* au régulateur. Les 2 dômes sont munis à leur base de chicanes arrêtant l'eau entraînée par la vapeur.

Le régulateur est à tiroir plan horizontal, à manœuvre par levier ; la lumière est de forme triangulaire, ce qui permet d'en graduer facilement l'ouverture ; le même dispositif à tiroir commandé par levier est aussi adopté pour la prise de vapeur directe des cylindres BP, à cause de sa rapidité de fonctionnement.

Les soupapes, disposées au-dessus du foyer, sont l'une du type Adams, l'autre du type Ramsbotton. Le mécanicien peut au besoin en régler la fermeture à la main à l'aide d'un levier aboutissant dans la cabine, lorsque la pression est redescendue au-dessous du timbre.

Châssis. — Les longerons, en acier doux, ont 27^{mm} d'épaisseur ; ils sont en 2 parties, celle d'avant rivée à l'extérieur de celle d'arrière, de façon à pouvoir loger les cylindres BP dont la largeur totale est de 1^m,300.

Les plaques de garde des 2 essieux moteurs sont renforcées par des contreplaques rivées à l'extérieur.

Les longerons sont entretoisés, outre les traverses *N* et *R* et les cylindres BP, par un caisson en acier moulé situé au droit des cylindres HP et par un caisson en tôles et cornières relié à l'entretoise des supports de glissières des cylindres HP.

Le corps des roues motrices est en acier moulé; leurs contrepoids équilibrent seulement les masses tournantes; les essieux et les bandages sont en acier Martin.

Le graissage des boîtes et celui des glissières des plaques de garde est assuré par des réservoirs à huile placés sur la face *R* de la boîte à feu pour l'essieu *R* et sur le corps cylindrique pour les autres essieux. Ces réservoirs sont à débit réglable par des pointeaux, et sont en outre munis de robinets à boisseau permettant d'en arrêter le débit dans les stationnements.

Enfin, les boîtes à huile contiennent en outre à leur partie supérieure un réservoir à graisse, prévu en cas de chauffage.

Bogie. — Les longerons du bogie, intérieurs aux roues, sont entretoisés à leurs extrémités par des traverses, et au centre par un caisson en tôles et cornières formant support de la locomotive. Le pivot fixé au bâti de la machine entraîne le bogie par un coulisseau en acier moulé guidé dans une coulisse ménagée dans le caisson et permettant un déplacement latéral à droite et à gauche de 55^{mm}. Des ressorts de rappel sont disposés de chaque côté du coulisseau, avec une bande de pose de 1.785 kg., la tension pour le déplacement maximum atteignant 5.600 kg.

La transmission du poids de la locomotive se fait par 2 rotules reposant sur 2 crapaudines hémisphériques pouvant glisser sur la tôle supérieure du caisson. Les surfaces de frottement sont convenablement lubrifiées.

Mécanisme. — Chacun des 4 cylindres a une distribution propre, système Walschaerts; l'admission aux tiroirs cylindriques se faisant par les arêtes intérieures, les excentriques sont calés à l'arrière de la manivelle.

Les changements de marche des 2 groupes de cylindres sont indépendants et actionnés chacun par une vis et un écrou; les 2 vis d'ailleurs, superposées dans un appareil unique, sont commandées par un seul volant de manœuvre qui, par l'intermédiaire de cliquets et de roues à rochets, peut les actionner isolément ou simultanément.

Chaque fond de cylindre porte, en raison de l'application de tiroirs cylindriques, 2 soupapes de sûreté chargées par des ressorts en hélice d'un diamètre de 32^{mm}, et réglées à 15^k,5 pour l'admission et à 6^{kg},5 pour la détente.

Des soupapes de rentrée d'air sont en outre prévues, pour le cas de la marche à régulateur fermé, sur les tuyaux d'amenée de vapeur aux cylindres HP et sur le réservoir intermédiaire.

Enfin, pour la marche à contrevapeur, dans l'échappement de chaque cylindre aboutit une conduite d'injection d'eau et de vapeur venant de la chaudière, dont le débit est réglé par des robinets à pointeau.

Tous les pistons des cylindres sont à contretiges de guidage.

Les tiroirs cylindriques et l'appareil de démarrage ont été décrits ci-dessus. (Fig. 4).

Frein. — Le frein est du système Westinghouse automatique, avec pompe de compression à 2 phases système Fives-Lille. Il agit sur les 6 roues couplées par 2 cylindres verticaux à simple piston de 0,305 de diamètre, et sur les 4 roues du bogie par 2 cylindres horizontaux à double piston de 0,196. L'effort maximum de freinage est égal à 75% du poids sur rail.

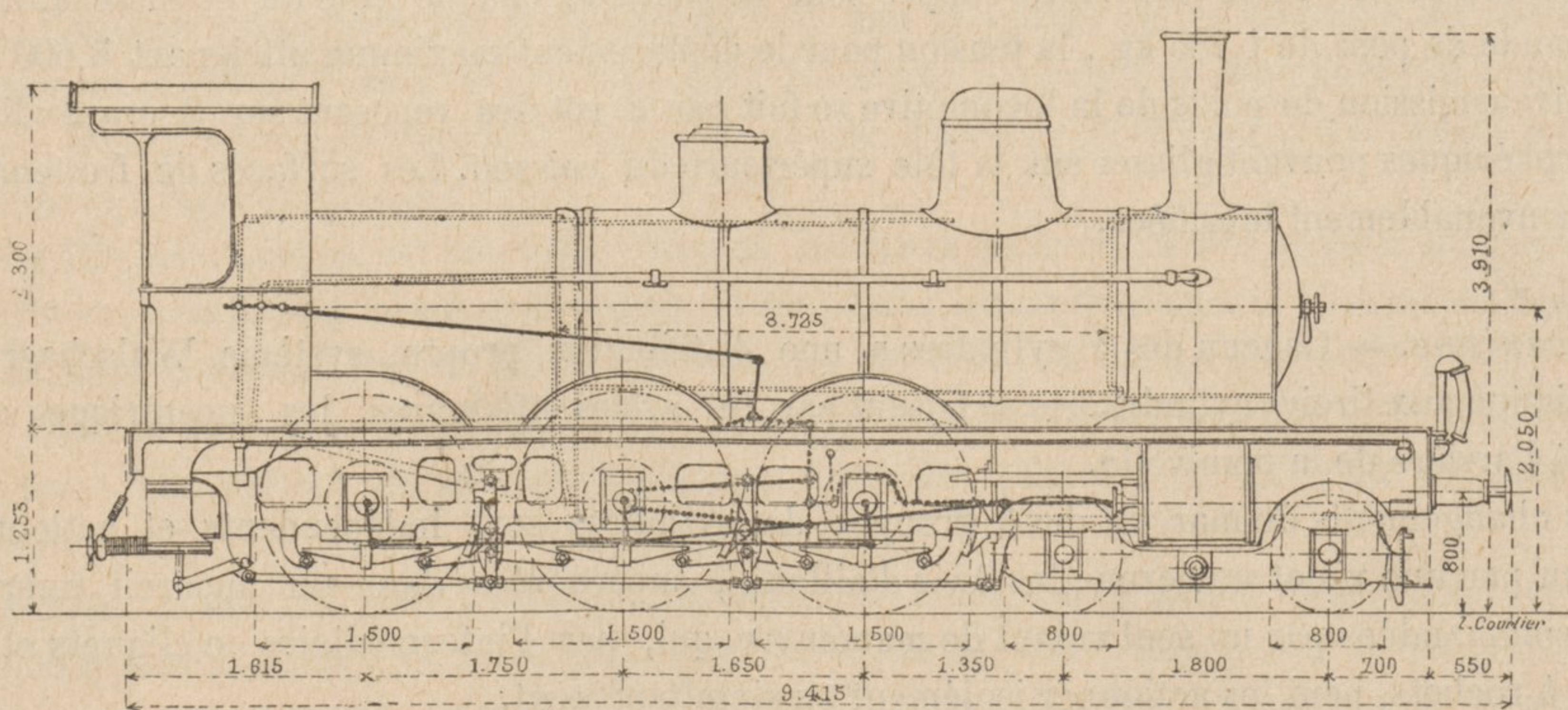
Accessoires. — Le graissage des cylindres est assuré par un graisseur à condensation système Friedmann à 2 départs.

La vitesse est indiquée à chaque instant au mécanicien par un indicateur enregistreur système Flaman placé dans l'abri, à gauche, devant le changement de marche.

Enfin, la machine est équipée pour le chauffage des trains à la vapeur système Lancrenon : elle comporte à cet effet un robinet de prise de vapeur monté sur la cuvette de soupapes, et un robinet de prise d'air branché sur la conduite d'amenée d'air du réservoir principal au robinet de manœuvre ; le mélange d'air et de vapeur se fait dans une boîte spéciale d'où part la conduite générale. Une soupape de sûreté sur la conduite de vapeur, et un régulateur de pression sur la conduite d'air, limitent les pressions respectives à 5^{kg},5.

La locomotive à 2 cylindres à simple expansion du réseau algérien de l'Etat français (N° 18) construite par la Société alsacienne de Constructions mécaniques, à Belfort, est à voie de 1^m,055 d'écartement intérieur (Fig. 40).

Fig. 40. — LOCOMOTIVE DU RÉSEAU ALGÉRIEN DE L'ÉTAT FRANÇAIS.



Remarquable par l'élégance de ses formes et la simplicité de sa construction, cette machine à voie étroite est du type ordinaire des machines françaises ; la chaudière est à foyer Belpaire, avec tubes lisses, supportée à l'avant par un bogie à roues de 0^m,800 et à l'arrière par 3 essieux accouplés de 1^m,500. Les cylindres, intérieurs, ont 400^{mm} de diamètre, une course de 560^{mm}, et actionnent le 2^e essieu accouplé.

Elle possède les divers accessoires suivants : injecteur Friedmann en charge de 6^{mm} à remise en marche automatique série Sz ;

Dispositif d'arrosage de la boîte à fumée et du cendrier ;

Graisseurs à condensation pour les cylindres système Détroit ;

Indicateur enregistreur de vitesse système Flaman ;

Organes du frein à vide automatique Clayton ;

Appareil à contrevapeur à simple robinet du type Nord.

Enfin, les fenêtres latérales de l'abri sont munies de persiennes mobiles.

Locomotive italienne.

Les Etablissements *E. Bréda*, de Milan, ont exposé un spécimen de ce type de locomotives à 3 essieux couplés et bogie sous le foyer étudié par l'ancienne Compagnie de l'Adriatique (N° 19) qui, à l'Exposition de 1900, avait déjà tout spécialement retenu, par sa nouveauté, l'attention des Ingénieurs de Chemins de fer, et que la *Revue Générale* a décrit en détail dans le N° d'août 1900.

Nous en rappellerons seulement les caractéristiques curieuses :

1° La machine marche foyer en avant, de façon que le personnel de manœuvre aperçoive sans difficulté la ligne et les signaux ;

2° La locomotive et le tender constituent 2 véhicules absolument distincts, à accouplement ordinaire (sauf les conduites d'eau). La locomotive proprement dite contient son charbon ; le tender, en forme de citerne, ne renferme que de l'eau ; on peut tourner la locomotive sur les plaques sans qu'il soit nécessaire de tourner le tender.

3° Des 4 cylindres, les 2 à haute pression sont d'un même côté en une seule pièce de fonte, l'un à l'intérieur des longerons, l'autre à l'extérieur, et il en est de même des cylindres à basse pression. Il suffit ainsi d'une seule distribution pour commander les 2 cylindres d'un même côté ; les 4 bielles motrices agissent sur le même essieu moteur ; il y a équilibre parfait entre les masses alternatives.

Les essais effectués en 1900 par M. E. Decourt, Ingénieur principal de la Traction de la Compagnie de l'Ouest (1), sur une locomotive de ce type, avaient montré que le démarrage se faisait dans d'excellentes conditions, que la marche était très stable aux grandes vitesses, que la consommation était du même ordre que dans les machines à 3 essieux couplés du type classique, qu'enfin la conduite, malgré la disposition inversée des organes, en était relativement facile.

Il apparaissait en outre à l'avantage du système la possibilité d'obtenir une boîte à feu très élargie, présentant, à égalité de surface de grille, une moindre longueur, et par suite d'un poids moindre, si l'on ne tient pas compte de la charge supplémentaire de charbon qui dans cette machine est reportée du tender à la cabine.

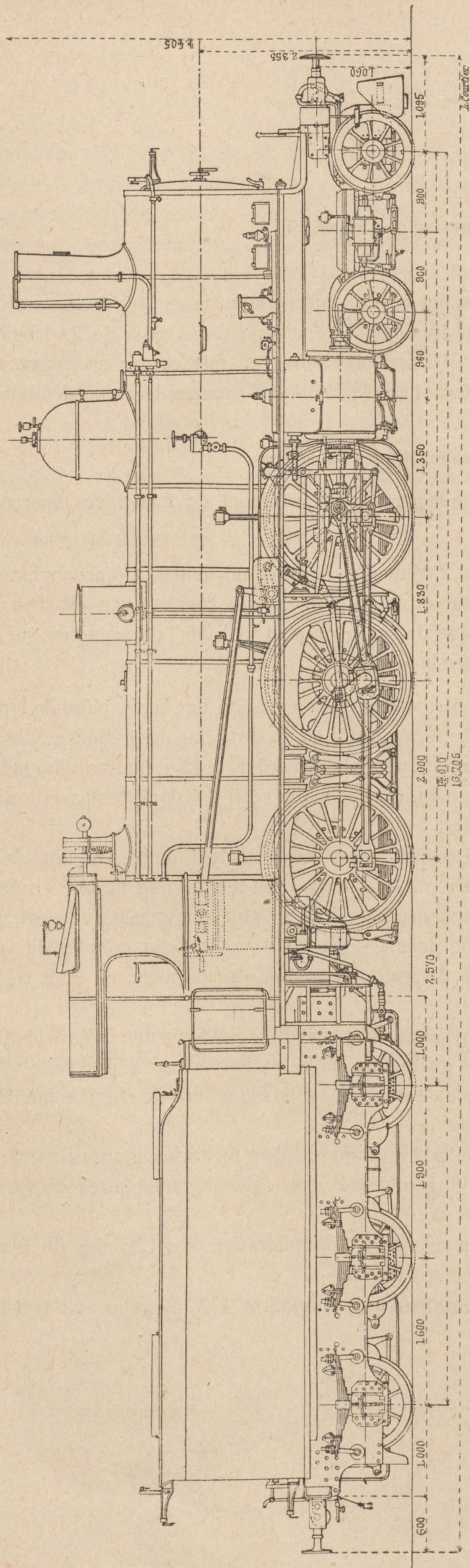
Ce type donna en effet de très bons résultats pratiques, pour les trains lourds directs des lignes de Milan-Venise, Milan-Bologne et Florence-Rome, et 43 exemplaires en furent construits.

Il paraît cependant abandonné actuellement par l'Administration des Chemins de fer de l'Etat italien qui lui préfère les types Mogul et Prairie.

Le spécimen exposé était muni du régulateur à introduction à 3 périodes et des boîtes articulées système Zara (Fig. 19 et 24).

(1) *Revue Générale*, Novembre 1901.

Fig. 41. — LOCOMOTIVE A GRANDE VITESSE DU GOTHARD.



Locomotives suisses.

Le type Ten-Wheeler est tout spécialement désigné pour les réseaux suisses où les profils sont particulièrement accidentés et où circulent des trains rapides internationaux. C'est en effet à ce type que se sont arrêtées les 2 Administrations principales, celle des *Chemins de fer fédéraux* et celle de la *Compagnie du Gothard*, qui en ont exposé chacune à Milan un spécimen construit par les Ateliers de la *Société suisse de Winterthur* (Nos 20 et 21).

Les 2 machines, compounds à 4 cylindres, présentent entre elles beaucoup d'analogies; elles se rapprochent dans leur forme générale des machines françaises, avec leurs cylindres décroisés attaquant des essieux distincts et leur boîte à feu inscrite dans les longerons; ce sont des moteurs de même poids, 64^t,5 environ, mais sur le Gothard où les rampes continues atteignent 26 ‰ et où l'on s'est proposé de remorquer des charges de 140 tonnes à une vitesse de 40 kilomètres à l'heure, les roues motrices ont dû être réduites au diamètre de 1^m,600, encore suffisant pour des vitesses de 90 kilomètres, tandis que sur les Fédéraux le diamètre est de 1^m,780.

Une autre différence entre les 2 locomotives consiste dans la disposition relative des cylindres à haute et basse pression: sur les Fédéraux, les cylindres d'admission sont extérieurs et attaquent le 2^e essieu accouplé, tandis que les cylindres de détente sont sous la boîte à fumée et actionnent le 1^{er} essieu; c'est l'inverse pour la locomotive du Gothard (Fig. 41).

Les 2 chaudières, timbrées à 15 kg., ont sensiblement même surface de grille et même surface de chauffe.

La grille est uniforme et peu inclinée dans la 1^{re}; dans la 2^e elle présente à l'arrière une partie horizontale, tandis que les parties médianes et antérieures sont fortement plongeantes, de façon à assurer une charge plus régulière.

La porte du foyer, montée sur un cadre en fer forgé, est munie de l'appareil fumivore de Langer.

Les portes de cendrier sont munies de grilles pare-étincelles; un dispositif arroseur permet en outre d'éteindre les escarbilles à l'intérieur du cendrier.

Dans la boîte à fumée, à la base de la cheminée, se trouvent des grilles à flammèches, en tôle percée aux Fédéraux, en toile métallique galvanisée au Gothard.

L'échappement est à cône, non variable dans la 1^{re}; au Gothard il est du système Adams; le souffleur, qui est annulaire, est venu de fonte avec la tête du tube d'échappement.

Le dôme est sur la virole antérieure, supporté dans la machine du Gothard par un socle en fonte; pour éviter les entraînements d'eau, il est fermé à sa base, et l'amenée de vapeur jusqu'au régulateur se fait par un tuyau venant de la chaudière et ouvert suivant sa génératrice supérieure.

Les boîtes à huile sont disposées pour le graissage par dessous; leurs surfaces latérales de glissement sont garnies de semelles en bronze.

Les anciennes locomotives du Gothard avaient aux essieux couplés une suspension constituée par 2 ressorts à boudin emboîtés l'un dans l'autre, supportant l'assemblage des plaques de garde. Cette suspension, très douce au roulement, était très sensible aux irrégularités de la voie; elle a été remplacée par le dispositif courant à ressorts à lames.

L'équilibrage des roues motrices est complet relativement aux masses rotatives; pour les masses oscillantes, il est de 50 % aux Fédéraux, et de 50 % au Gothard.

L'essieu moteur coudé est en acier au nickel; les autres essieux sont en acier au creuset. Les corps des roues motrices et accouplées sont en acier moulé. Les bandages sont en acier Martin spécial, d'une épaisseur de 80^{mm}. Ils sont fixés par des agrafes, et de plus, à cause du freinage énergique auquel ils sont soumis en service, consolidés sur les jantes par des vis. En outre, pour faciliter le passage dans les courbes, les boudins des roues motrices sont plus minces que les autres de 5^{mm}.

Aux Fédéraux, la distribution Walschaerts a été appliquée seulement aux cylindres à haute tension, tandis que, pour des raisons de poids et de simplicité, on a adopté pour la basse pression la distribution Joy. Les 2 distributions sont conjuguées de façon à obtenir aux cylindres B P, pour les crans de marche les plus courants, une admission supérieure de 10 % à celle des cylindres H P.

Dans la machine du Gothard, une seule coulisse, placée à l'extérieur, est commune aux 2 cylindres d'un même côté. Elle actionne le tiroir BP directement et le tiroir HP par l'intermédiaire d'un arbre de transmission.

Le démarrage est obtenu dans la 1^{re} par une valve qui, fonctionnant automatiquement en cas d'admission totale, envoie de la vapeur vive au receiver. Au Gothard cette admission de vapeur est obtenue au moyen d'un régulateur secondaire.

Les 2 locomotives sont équipées du frein automatique Westinghouse et du frein modérable de la Compagnie P. L. M. Ce dernier est surtout utilisé pour le réglage de la vitesse sur les longues pentes. L'automatique agit sur les 2 essieux du bogie, sur les essieux couplés (les 3 essieux aux Fédéraux, les 2 derniers essieux au Gothard) et sur les essieux du tender, le modérable n'agit

que sur les essieux du tender ; cette disposition est employée pour éviter l'échauffement qui résulterait pour les bandages de la locomotive d'un freinage trop prolongé.

On dispose de 2 sablières, l'une à main, l'autre à air comprimé système Leach. L'une sable devant le 2^e essieu couplé, l'autre devant le premier.

Les locomotives peuvent prendre en palier les vitesses respectives de 100 km. (Fédéraux) et 90 km. (Gothard) ; elles peuvent remorquer :

La 1^{re} un train de 300^t sur une rampe de 10 ‰ à la vitesse de 50 km.

La 2^e id. 140^t id. 26 ‰ id. 40 km.

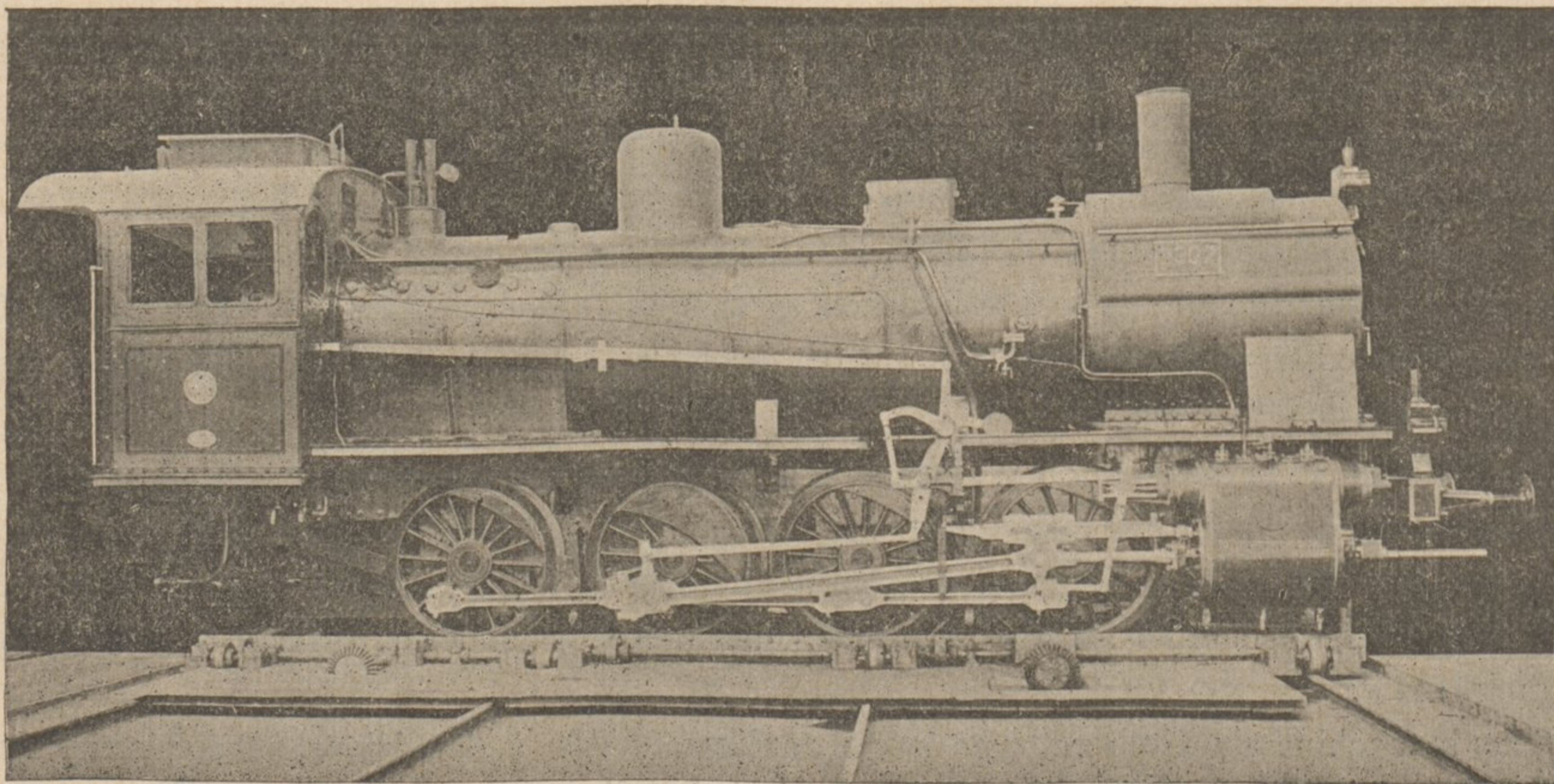
Les machines des Fédéraux datent de 1902 ; il en existe 34 exemplaires ; la machine exposée par la Compagnie du Gothard fait partie d'un lot de 29 machines dont la construction fut commencée en 1905 et dont 6 sont déjà en service.

7^o LOCOMOTIVES A 4 ESSIEUX COUPLÉS, SANS ESSIEU PORTEUR.

La fabrique *Vulcan, de Stettin*, exposait une locomotive à 4 essieux couplés, à 2 cylindres jumelés, construite pour les Chemins de fer de l'Etat prussien (n^o 22).

Cette machine est destinée à la remorque des trains lourds de marchandises sur les fortes rampes ; elle est à roues de 1^m,350 ; elle présente les divers caractères de la construction prus-

Fig. 42. — LOCOMOTIVE A 4 ESSIEUX COUPLÉS DE L'ÉTAT PRUSSIE.



sienne, et sa chaudière est complétée par l'application d'un surchauffeur Schmidt dans la boîte à fumée (Fig 42).

La Société française de Constructions mécaniques (anciens établissements Cail) présentait une locomotive du même type construite pour le chemin de fer de Damas-Hamah et prolongements (Syrie) n^o 23.

Cette machine, destinée à un service de trains mixtes sur une ligne très accidentée, est à roues de 1^m,300. Elle est remarquable par la robustesse de ses divers organes, jointe à une très grande

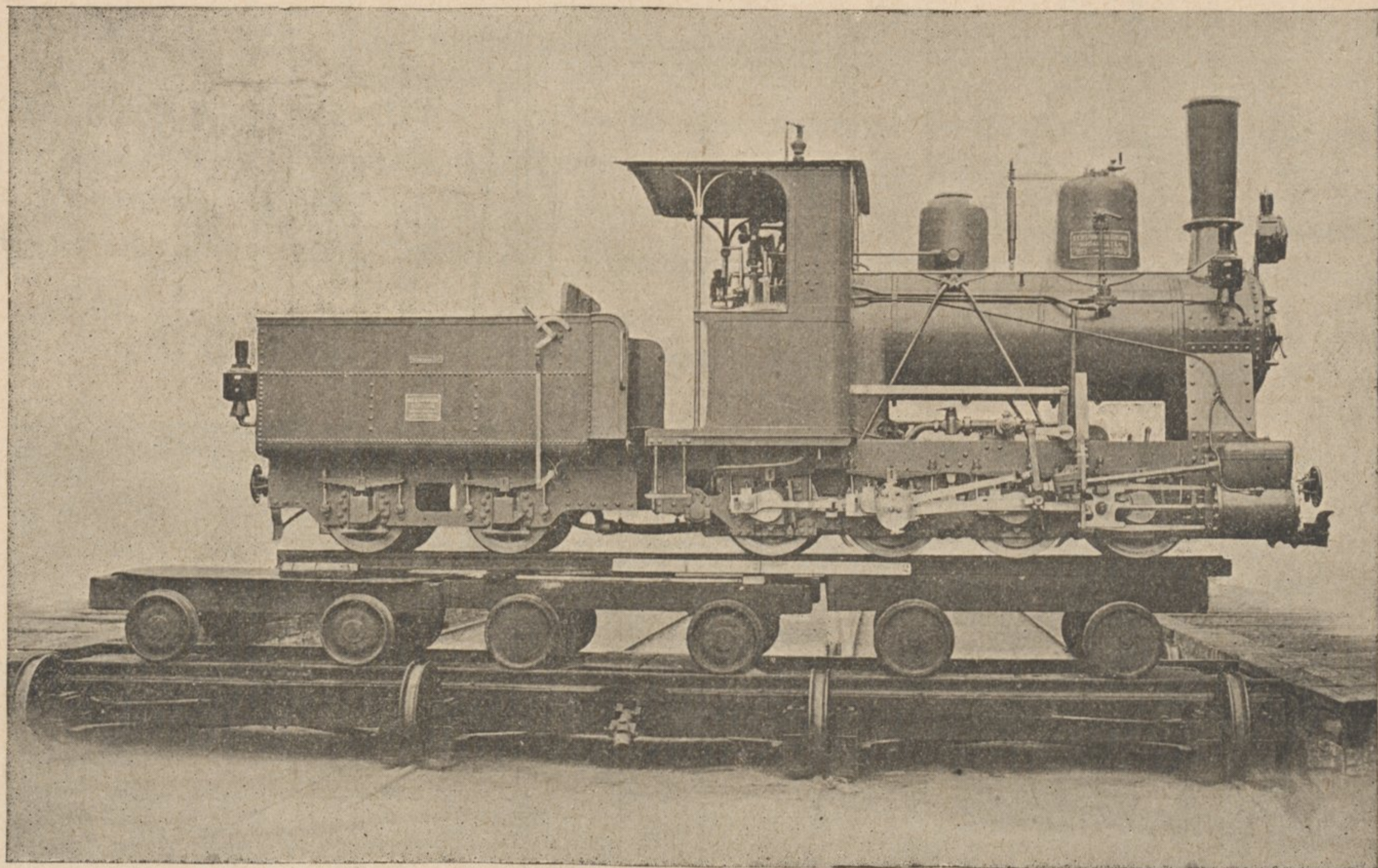
simplicité de construction ; la visite et l'entretien en sont particulièrement faciles, toutes les pièces de mécanisme étant extérieures aux longerons (Fig. 43).

Elle est équipée du frein à vide ; elle porte à l'avant un chasse-buffles.

La locomotive système Klien-Lindner, type 68 des Chemins de fer de l'État hongrois (n° 24) à 2 cylindres jumelés, et à voie de 0^m,760, est destinée à l'exploitation des forêts (Fig. 26, 27 et 44).

L'intérêt qu'elle présente consiste plus particulièrement dans la disposition spéciale des 1^{er} et

Fig. 44. — LOCOMOTIVE SYSTÈME KLIEN-LINDNER A VOIE DE 0,760 DE L'ÉTAT HONGROIS.



4^e essieux qui lui permet de s'inscrire dans des courbes de 20^m de rayon, et que nous avons décrite ci-dessus (Fig. 26 et 27).

La grille, sensiblement horizontale, est disposée pour le chauffage au bois.

La cheminée est pourvue d'un pare-étincelles système Klein, constitué par un chapiteau qui oblige la fumée à s'échapper par des orifices horizontaux en hélice.

Le niveau d'eau est à glace plane, système Klinger ; la face intérieure de cette glace présente des stries longitudinales qui augmentent la visibilité du niveau.

Les 2 essieux milieux sont munis de tuyaux sableurs ; l'écoulement du sable est déterminé par une vis à augets mise en mouvement de la cabine par l'intermédiaire d'un pignon et d'une roue d'angle.

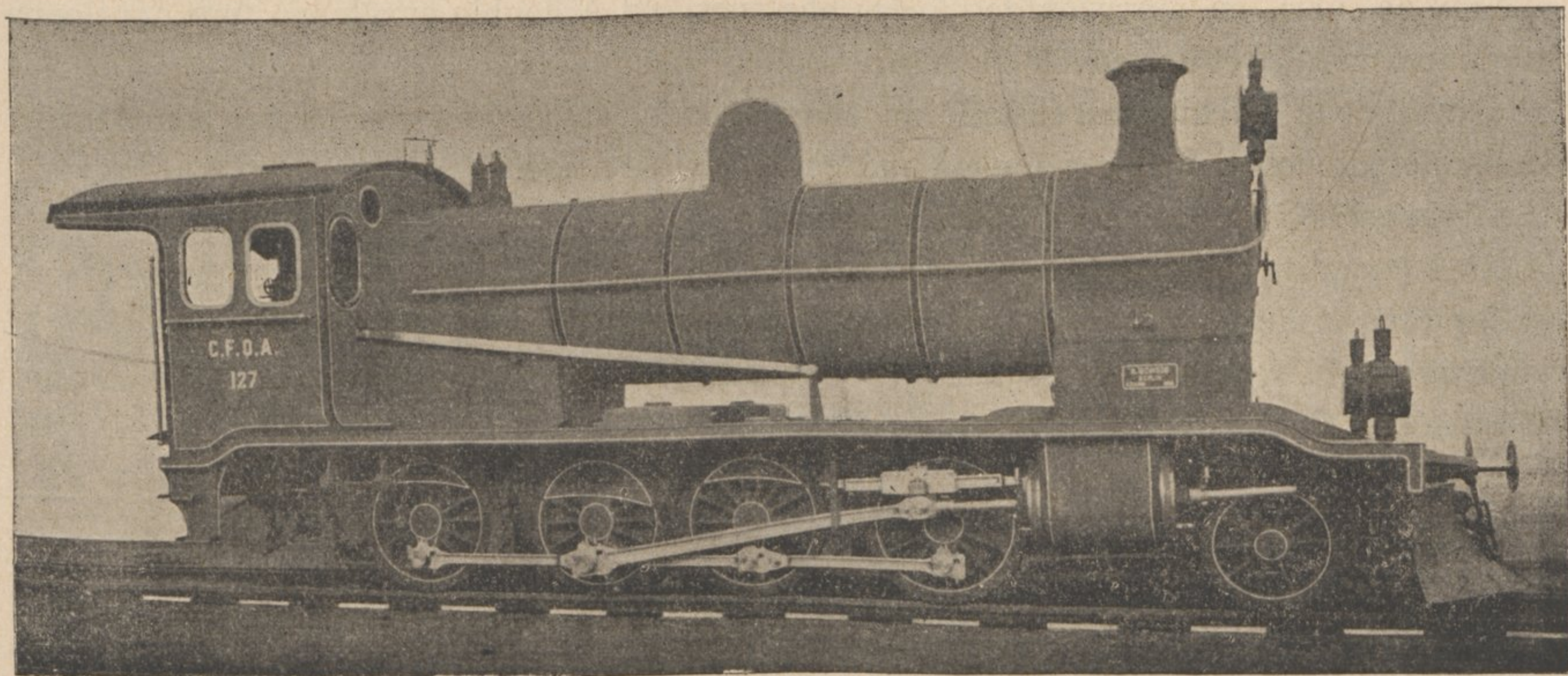
Enfin, pour le remplissage de la caisse à eau, la machine est munie d'un éjecteur à vapeur, dont les tuyaux d'aspiration émergent sur la paroi postérieure du tender.

8° LOCOMOTIVES A 4 ESSIEUX COUPLÉS ET ESSIEU PORTEUR *N* (CONSOLIDATION).

Une seule locomotive de ce type était exposée à Milan, une compound à 2 cylindres, destinée au chemin de fer ottoman d'Anatolie, et construite par les Établissements A. Borsig, de Berlin-Tegel (n° 25).

Ce qui caractérise à première vue cette machine, c'est une recherche extrême de la simplicité dans l'aspect extérieur : le corps cylindrique ne laisse voir qu'une main courante, et, d'un côté, la barre de relevage ; aucun tuyau n'est apparent non plus que les appareils de démarrage, cachés sous les tôles ; les sablières sont à l'intérieur du châssis ; il n'existe pas de pompe de frein ; enfin le corps cylindrique n'a pas de support intermédiaire entre la boîte à fumée et la boîte à feu, et, comme il est assez élevé, se détache nettement du châssis (Fig. 45).

Fig. 45. — LOCOMOTIVE DU CHEMIN DE FER OTTOMAN D'ANATOLIE.



Le foyer est inséré entre les longerons ; la grille est horizontale et munie d'un jette-feu. La boîte à feu repose par son cadre sur des équerres rivées à l'intérieur des longerons. Le cadre, du reste, n'est pas affaibli par les prisonniers de fixation du cendrier, car celui-ci est fixé directement sur le châssis au-dessous de la boîte à feu qui peut se déplacer sous l'action de la chaleur sans l'entraîner.

Le régulateur est constitué par une soupape à double siège à commande intérieure. Les soupapes sont du système Pop.

L'embouchure du tuyau d'échappement est à 50^{mm} au-dessous de l'axe de la chaudière, et la cheminée est prolongée vers le bas jusqu'à une distance de 40^{cm} de l'échappement. Le pare-étincelles est constitué par un grillage métallique plan placé dans la boîte à fumée au-dessous de la cheminée, et présentant en son milieu une grande ouverture circulaire ; au-dessous, raccordée avec les bords de cette ouverture et s'étendant jusqu'à l'embouchure du tuyau d'échappement, se trouve une trémie en forme de tronc de cône renversé ; cet appareil donne de bons résultats, d'une part à cause de la grande surface offerte à l'évacuation des gaz, et

d'autre part à cause de la position très basse de l'orifice du tuyau d'échappement, d'où résulte un tirage intense dans les tubes inférieurs.

La machine doit pouvoir franchir des courbes de 200^m de rayon : à cet effet l'essieu avant est pivotant et peut se déplacer de 45^{mm} dans chaque direction ; d'autre part les 2^e et 4^e ont un jeu latéral dans les 2 sens de 11^{mm}.

Les cylindres, montés en compound, sont extérieurs aux longerons ; leurs boîtes à vapeur sont intérieures ; elles pénètrent dans des échancrures ménagées dans les longerons. La distribution est du système Allan.

Par suite des grandes dimensions du cylindre BP et de la longueur de la bielle motrice qui, attaquant le 4^e essieu, a 2^m,8, on a dû réduire le plus possible le poids des pièces mobiles pour assurer la bonne marche de la machine. Toutes les bielles sont évidées ; en outre on a eu recours à une glissière unique, avec coulisseau très long, pour rester dans les limites du gabarit.

La soupape de démarrage est placée, avec ce souci de la simplicité dont il a été question ci-dessus, sous l'enveloppe de la boîte à fumée, tandis que sa tige de commande passe sous le tablier.

Le toit de l'abri, en prévision des fortes chaleurs, est à double enveloppe : une enveloppe extérieure, en tôle, et une enveloppe intérieure, en bois de teck.

A l'avant de la machine est installé un chasse-bœufs, qu'on peut transformer pour l'hiver, par simple adjonction d'un revêtement en tôle, en chasse-neige.

Le frein est actionné par un cylindre à vapeur.

Cette locomotive peut remorquer, sur la ligne de Biledjik-Iné Oeunu, des trains de 200 tonnes sur des rampes de 25,5 à la vitesse de 18 kilomètres à l'heure. Sur d'autres parcours où la rampe atteint 14 ‰ avec courbes de 270^m, elle peut tirer des trains de 400 tonnes, développant ainsi un effort de traction de 10.000 kg.

9^o LOCOMOTIVES A 4 ESSIEUX COUPLES ET BOGIE A L'AVANT (12-WHEELER).

La seule machine exposée de ce type a été construite par les *Officine Meccaniche Miani e Silvestri* de Milan pour les chemins de fer de l'Etat italien (N^o 26). Avec ses roues de 1^m,400, elle peut atteindre une vitesse de 60 km. et par suite faire un service de voyageurs ; mais elle est plus spécialement appelée à assurer le service des trains de marchandises sur la ligne Gènes-Mignanego-Ronco qui présente de longues rampes de 16 ‰, et où les machines Sigl à 4 essieux couplés primitivement employées ne pouvaient pas remorquer plus de 450 tonnes en double traction, exigeant du reste, après ce parcours de 28 km., le renouvellement de leur provision d'eau et un nettoyage de la grille.

L'adoption d'un foyer élargi, pour avoir une plus grande surface de grille, l'augmentation du nombre des tubes bouilleurs, pour obtenir une plus grande surface de chauffe, l'élévation du timbre de 9 à 14 kg., l'augmentation du diamètre des roues, porté de 1^m,200 à 1^m,400, et enfin l'adoption d'un bogie à l'avant comme conséquence de l'augmentation du poids, telles sont les modifications au type Sigl que se proposa l'Administration de la Méditerranée, et qui la conduisirent à créer ce type de machines dont il n'existait à l'époque aucun autre spécimen à voie normale en Europe.

Cette machine, à l'aspect très robuste, présente plusieurs dispositions intéressantes.

La boîte à feu, amplement débordante, est du type Wotten; elle a 2 portes de foyer; la grille, presque horizontale, a 1^m,57 de large et sa surface atteint 4^m²,40.

Nous avons donné ci-dessus (*Revue Générale*, Août 1907) les particularités de sa suspension de foyer, de sa grille, de son corps cylindrique et de sa fixation sur le châssis.

Le châssis est constitué par 2 longerons de 30^{mm} très solidement entretoisés sur toute la longueur du corps cylindrique par des pièces en acier moulé; en avant ils s'incurvent et se rapprochent à 980^{mm} d'écartement pour permettre l'installation des cylindres qui ont respectivement 540 et 800^{mm} de diamètre.

Le bogie est à crapaudine sphérique; la charge de la machine est transmise d'une part par le pivot, d'autre part par 2 glissières latérales à ressort; la crapaudine est suspendue par des menottes qui la ramènent dans sa position normale par la gravité et par des ressorts horizontaux.

Les ressorts de suspension des 1^{er} et 2^e essieux sont conjugués. Il en est de même des ressorts des 3^e et 4^e essieux.

Le cylindre H P est à tiroir cylindrique avec admission intérieure; le cylindre de détente est à tiroir plan compensé. Le démarrage est du système Gölsdorf.

Sur la colonne d'échappement, à mi-hauteur, un conduit s'amorce face à la plaque tubulaire, s'élève à l'intérieur et vient déboucher à sa partie supérieure, rendant ainsi l'échappement annulaire; ce conduit est protégé à son origine par un grillage métallique. Cette disposition a pour effet d'augmenter l'action du tirage sur les tubes inférieurs (*Revue Générale*, août 1907, Pl. V).

Signalons enfin comme organes accessoires 2 soupapes ordinaires à balances et une soupape Pop, les organes du frein Westinghouse à action rapide et du frein modérable Henry, un tachymètre Hausshaelter, les appareils de chauffage système Haag, une sablière Brüggemann.

10° LOCOMOTIVES A 5 ESSIEUX COUPLÉS (DÉCAPOD).

Avec les machines à 5 essieux couplés, nous abordons de très puissantes locomotives à marchandises ou de montagne; l'Autriche en expose 2 types: l'un, à 5 essieux sans porteur, type 180 des chemins de fer de l'Etat autrichien, datant de 1900; l'autre, à 5 essieux couplés et essieu porteur à l'avant, type 280 des chemins de fer de l'Etat autrichien, datant de 1905.

De son côté, la *Société Alsacienne de Constructions mécaniques* présente un type à 5 essieux couplés avec bissel, étudié par M. de Glehn pour les chemins de fer de l'Alsace-Lorraine.

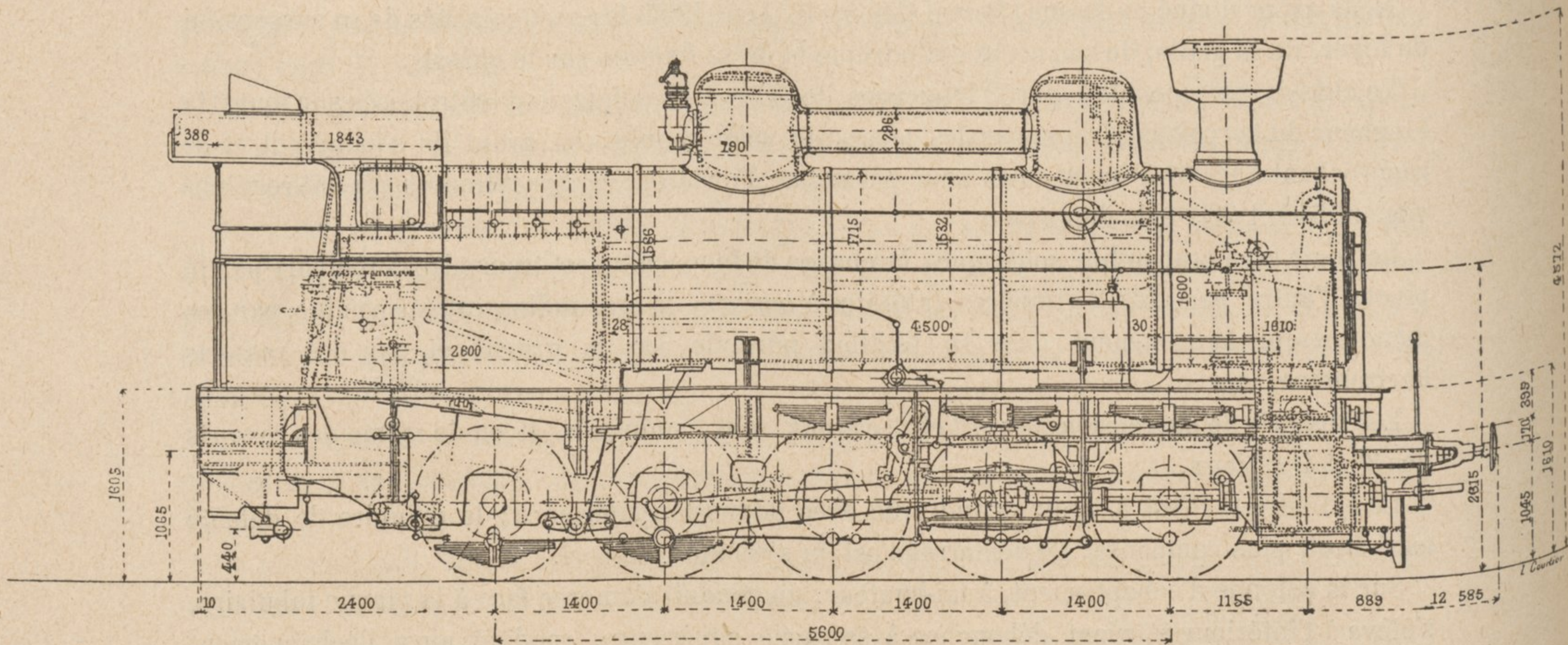
La première de ces machines (N° 27) est construite par la *Lokomotivfabrik vormals G. Sigl, de Wiener-Neustadt*. Elle est compound à 2 cylindres, de diamètres respectivement égaux à 500 et 850^{mm} (Fig. 46).

Sa particularité la plus saillante réside dans la disposition des essieux; avec 4^m,500 d'emplacement, elle doit pouvoir s'inscrire dans des courbes de 185^m de rayon; comme on l'a vu ci-dessus, M. Gölsdorf a résolu la difficulté en donnant aux 1^{er}, 3^e et 5^e essieux un jeu latéral dans les 2 sens de 26^{mm}.

La pression unitaire exercée dans les courbes par les roues contre les rails est ainsi considérablement diminuée; après 30.000 km. l'usure des boudins ne dépasse pas 1^{mm},5.

Les chemins de fer de l'Etat autrichien possèdent 120 machines de ce type, et les chemins de

Fig. 46. — LOCOMOTIVE SÉRIE 180 DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



fer du Sud, 12. Sur les lignes du Sommering (Südbahn), ces machines remorquent normalement 300 à 400 tonnes sur des rampes de 25.

La machine type 280, étudiée également par M. Gölsdorf et construite par la *Société privilégiée austro-hongroise des Chemins de fer de l'Etat* (N° 28), est un perfectionnement de la précédente (Fig. 10 et 47). Elle est destinée, en principe, au service des trains directs sur la ligne de l'Arberg, où l'on rencontre des rampes de 25 à 30 ‰; elle doit pouvoir remorquer 280 tonnes à la vitesse de 32 km. sur des rampes de 25, et réaliser en plaine une vitesse de 70 km.

Le timbre a été porté de 14 à 16 atmosphères; le foyer a été élargi au-delà des plans des roues, d'où élévation du corps cylindrique; le diamètre de celui-ci a été augmenté, ainsi que le nombre et le diamètre des tubes bouilleurs; de compound à 2 cylindres, la machine est devenue compound à 4 cylindres; le diamètre des roues motrices est passé de 1^m,300 à 1^m,400; enfin pour accroître encore la puissance de la chaudière, on l'a munie d'un surchauffeur Gölsdorf, d'où l'obligation d'un essieu porteur supplémentaire à l'avant.

D'ailleurs, les éléments caractéristiques de la chaudière et du mécanisme de [cette machine sont sensiblement les mêmes que ceux de la machine Prairie autrichienne à roues de 1^m,820 précédemment décrite.

La grille a une surface de 4^m2,6; c'est la plus grande de toute l'Exposition; le corps cylindrique est en wagon-top. Le dôme est d'une seule pièce emboutie sans clouure.

La fixation de la chaudière se fait à l'avant et à l'arrière de la boîte à feu par des tôles verticales flexibles.

Les longerons, en tôles de 28^{mm}, ne sont pas rigoureusement parallèles; ils se rapprochent insensiblement vers l'avant de façon à gagner 56^{mm} au bénéfice des cylindres extérieurs.

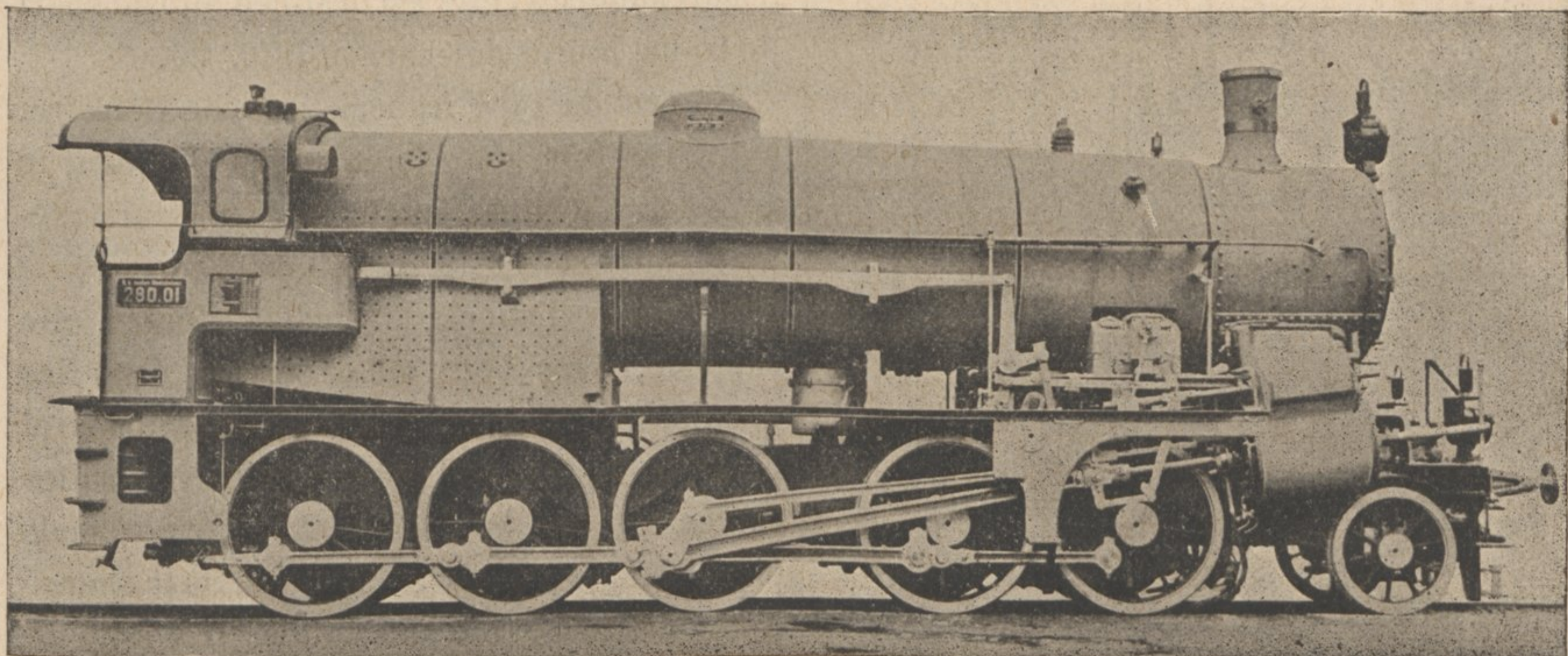
Comme leur hauteur a dû être très réduite à l'arrière pour le logement du cendrier, ils sont renforcés à cet endroit par des tôles de 30^{mm}.

On a vu ci-dessus (Fig. 23) la forme des boîtes à huile, et (Fig. 25) la répartition des jeux entre les essieux pour le passage en courbe de 180^m.

Les suspensions des 6 essieux sont 2 à 2 reliées par des balanciers. Les ressorts sont au-dessus des boîtes pour l'essieu porteur, et au-dessous pour les essieux accouplés. Ils sont tous identiques et constitués par 17 lames de 90 × 10, soit une flexibilité de 8,1 par tonne de charge.

Les 4 cylindres sont disposés en ligne, admission à l'intérieur, détente à l'extérieur. Ils commandent le même essieu, le 4^e; ils ont tous une inclinaison de 1/8. Pour les cylindres intérieurs, les glissières ont dû être reportées vers l'arrière et fixées à 2 entretoises verticales,

Fig. 47. — LOCOMOTIVE SÉRIE 280 DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



afin de pouvoir franchir librement le 2^e essieu. La tige de piston prend ainsi une longueur insolite, et pour remédier aux inconvénients qui pourraient en résulter, on a disposé à l'arrière du cylindre un guide en forme de presse-étoupe. Les bielles motrices intérieures n'ont ainsi que 2^m,020 de long, tandis que celles des cylindres de détente ont 3^m,390.

Les glissières, en fer forgé, sont simples; elles sont disposées de façon qu'on puisse retirer les crosses sur l'arrière sans rien démonter.

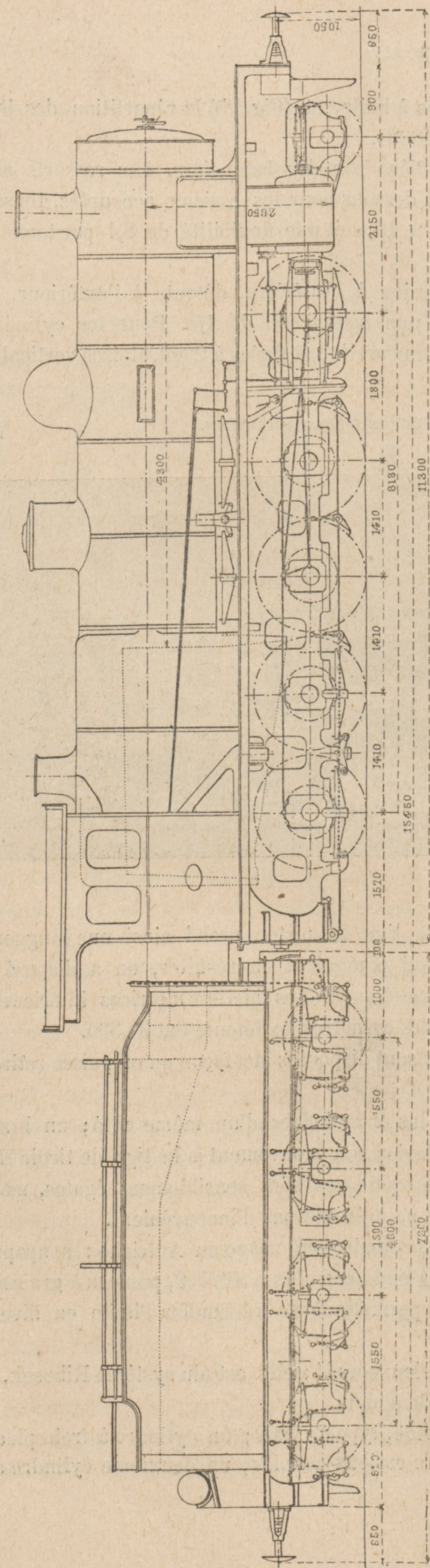
Il n'y a qu'un mécanisme de distribution pour les 2 cylindres d'un même côté; un bras, monté sur la tige de tiroir BP, transmet par un levier son mouvement à la tige de tiroir HP (Fig. 2). Les admissions dans les 2 groupes de cylindres sont sensiblement égales, mais comme le rapport des volumes est de 2,93, ce fait ne présente pas d'inconvénient.

Les accessoires de la machine sont des types ordinaires en usage en Autriche: soupapes Pop de 3 pouces 1/2, fumivore Marek, injecteurs Friedmann classe ST N^o 9, pompes à graisser système Friedmann avec une prise de vapeur permettant de réchauffer l'huile en hiver, indicateur de vitesse Hausshaelter.

La sablière agit seulement à l'avant du 1^{er} essieu couplé; elle est du système Rihosek, à commande à vapeur combinée avec une commande à main.

Le frein est du système Hardy, automatique à vide, type de 1902; un cylindre à frein placé à l'avant de l'essieu moteur agit sur les 2 premiers essieux couplés; un deuxième cylindre se

Fig. 48. — LOCOMOTIVE A MARCHANDISES A 5 ESSIEUX COUPLÉS ET BISSEL DE L'ALSACE-LORRAINE.



trouve à l'arrière du cendrier et freine les 2 derniers essieux. Les 2 cylindres sont reliés entre eux par une conduite de façon que l'action freinante soit la même sur toute la machine.

Les 2 locomotives précédentes sont, par leur destination, des locomotives de montagne ; la locomotive à 5 essieux couplés et bissel à l'avant du réseau de l'Alsace-Lorraine, étudiée et construite par la *Société Alsacienne de constructions mécaniques* à Grafenstaden (N° 29), est plus particulièrement une machine à marchandises ; elle est destinée au transport de trains lourds de charbon (Fig. 48).

Elle est du type français : foyer Belpaire, cylindres intérieurs (admission) attaquant le 2^e essieu accouplé, cylindres extérieurs (détente) attaquant le 3^e essieu, mécanismes de distribution distincts et indépendants ; elle rappelle, dans l'ensemble comme dans les détails, les machines à 4 essieux couplés et bissel du Midi et de l'Est français, construites également par la Société Alsacienne ; mais pour les lignes d'Alsace-Lorraine où la charge limite par essieu est plus faible, il a fallu un essieu accouplé supplémentaire.

Cette machine a pu remorquer aux essais une charge de 605 tonnes sur une rampe moyenne de 12^{mm},7 à une vitesse moyenne de 20^{km}, développant un effort de traction moyen de 11.500^{kg} et une puissance de 950 HP.

Ou bien une charge de 356 tonnes, sur la même rampe, à une vitesse de 41^{km}, soit un effort indiqué de 8.240^{kg} et une puissance de 1.240 HP.

II. — Locomotives-tenders.

Nous répartirons les locomotives-tenders en 3 catégories :

- 1^o Les locomotives de manœuvre ;
- 2^o Les locomotives de faible puissance pour lignes secondaires ;
- 3^o Les locomotives affectées au service des trains de voyageurs ou de marchandises sur les grandes lignes.

Nous passerons rapidement sur les 2 premières, car il s'agit de machines peu puissantes, dont la construction, pour la plupart, est inspirée de celle des machines ordinaires à 2 ou 3 essieux couplés.

1° LOCOMOTIVES DE MANŒUVRE.

La locomotive industrielle à 2 essieux couplés de la Société française de Constructions mécaniques (Anc. Etablissements Cail) est destinée au service de manutention dans les usines ateliers, mines, sucreries, etc. ; elle peut convenir pour les manœuvres diverses des ports, ou le service de raccordement entre les grands Etablissements industriels et les gares (N° 30).

Elle rappelle, dans son ensemble, certaines machines de manœuvre de la Compagnie du Nord : sa chaudière est verticale, du type Field, et supportée à l'avant et à l'arrière par 2 pièces fondues en forme d'équerres, boulonnées sur des traverses entretoisant transversalement les longerons.

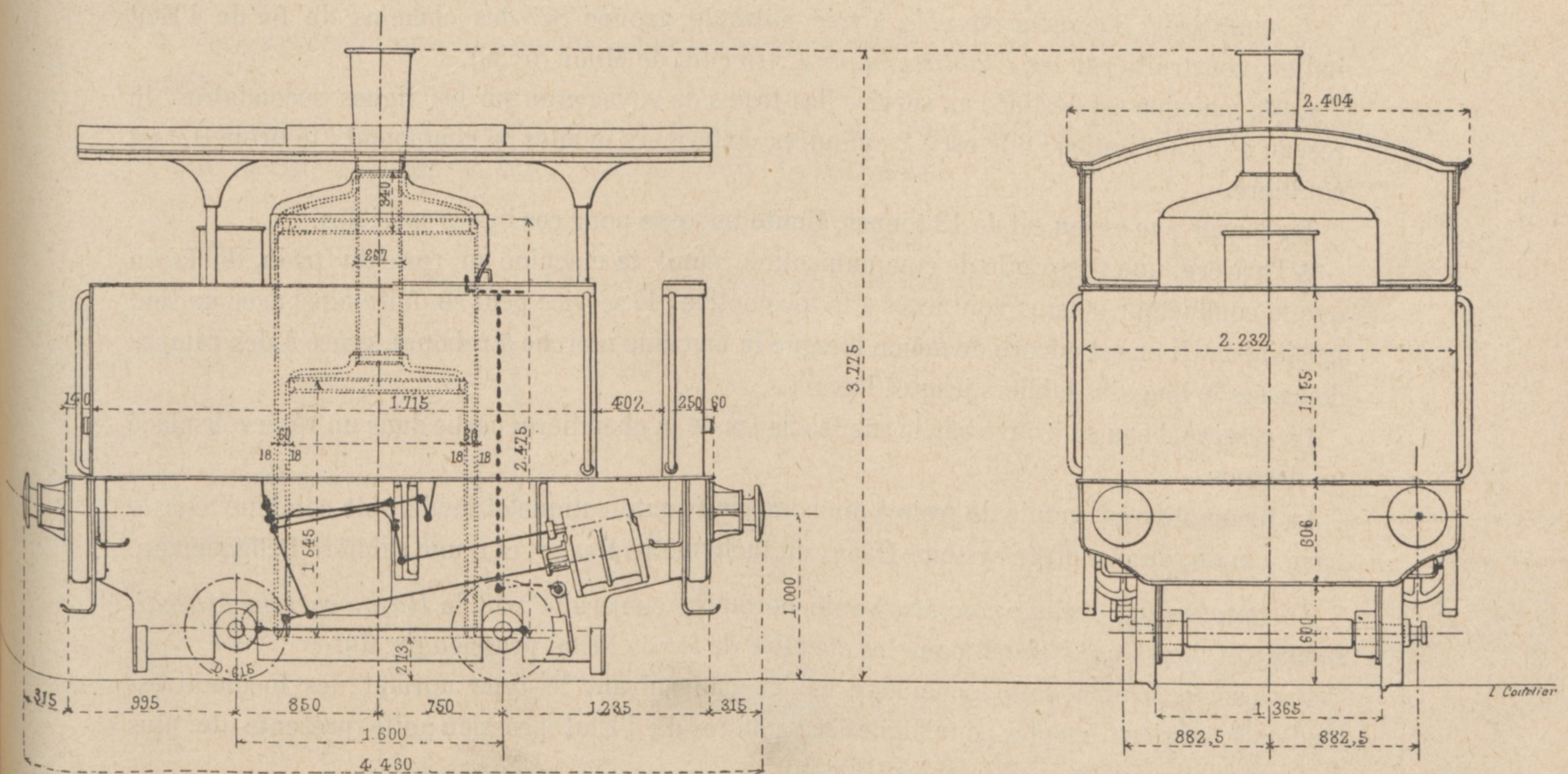
Tout le mécanisme est extérieur ; la distribution, très simple, est dérivée du système Joy, à coulisse fixe. Le relevage de la marche s'effectue par un levier articulé sur un axe horizontal.

Le volume d'eau dans la chaudière est de 0^m3900. La réserve en eau est de 3^m3,350, et en charbon de 750 kg.

Les roues ont 615^{mm} de diamètre, et la longueur totale hors tampons est de 4^m,460.

Elle pèse 13 tonnes à vide, 18 tonnes en charge, et peut développer un effort de traction de 2.400^{kg} (Fig. 49).

Fig. 49. — LOCOMOTIVE INDUSTRIELLE DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS CAIL.



La locomotive-tender à 3 essieux couplés, type 835 des Chemins de fer de l'Etat italien, construite par les Etablissements E. Breda, de Milan, est étudiée spécialement pour le service de manœuvres dans les gares (N° 31).

La charge par essieu est de 15 tonnes, de sorte que le poids adhérent est de 45 tonnes : l'effort de traction peut atteindre au crochet 6.500 kg.

La locomotive est équipée du frein à vapeur agissant sur toutes les roues.

2° LOCOMOTIVES-TENDERS POUR VOIES SECONDAIRES.

Locomotive à 2 essieux couplés, à voie normale, construite par les *Établissements Henschel und Sohn*, de Cassel, pour la ligne Verona-Caprino-Garda (n° 32).

Locomotive à 2 essieux couplés, à voie de 1^m, construite par les *ateliers de Boussu*, pour les chemins de fer vicinaux belges (n° 33).

Locomotive à 2 essieux couplés, à voie de 0^m,960, construite par les *Établissements Breda*, de Milan, pour le chemin de fer de Fossano-Mondovi (n° 34).

Locomotive à 2 essieux couplés, à écartement normal, construite par les *Établissements Breda* pour les lignes de tramways des provinces de Plaisance, Parme, Bologne, etc... (n° 35).

Locomotive à 3 essieux couplés, à voie de 1^m, construite par la *Société pour l'Exploitation des Chemins de fer vicinaux*, à Louvain, pour les chemins de fer vicinaux belges (n° 36).

Locomotive à 3 essieux couplés, à voie normale, construite par la *Société anonyme de St-Léonard*, à Liège, pour le chemin de fer de Bari à Locorotondo (Italie) (n° 37).

Locomotive à 3 essieux couplés, à voie de 1^m, construite par la *Société anonyme de St-Léonard*, à Liège, pour les chemins de fer vicinaux belges (n° 38).

Locomotive à 3 essieux couplés, à voie normale, groupe 885 des chemins de fer de l'Etat italien, construite par les *Établissements E. Breda*, de Milan (n° 39).

Cette machine est destinée au service des trains de voyageurs sur les lignes secondaires du réseau de l'Etat italien ; elle est à 2 cylindres extérieurs montés en compound ; le tiroir HP est équilibré.

La charge par essieu est de 13 tonnes, limite imposée pour ces lignes spéciales.

A l'arrière, une passerelle de communication réunit la machine au reste du train, de façon que le conducteur puisse avoir accès à la locomotive ; le service peut se faire ainsi avec un seul machiniste. Il en est encore de même lorsque la machine marche à rebours, grâce à des rampes disposées le long des tabliers jusqu'à l'avant.

La réserve d'eau se trouve partie sur les flancs de la chaudière, partie dans un réservoir placé au-dessous.

La locomotive est munie du frein à air comprimé automatique et modérable combiné avec le frein à main, du chauffage système Haag, du tachymètre Hasler, et d'une sablière Brüggemann.

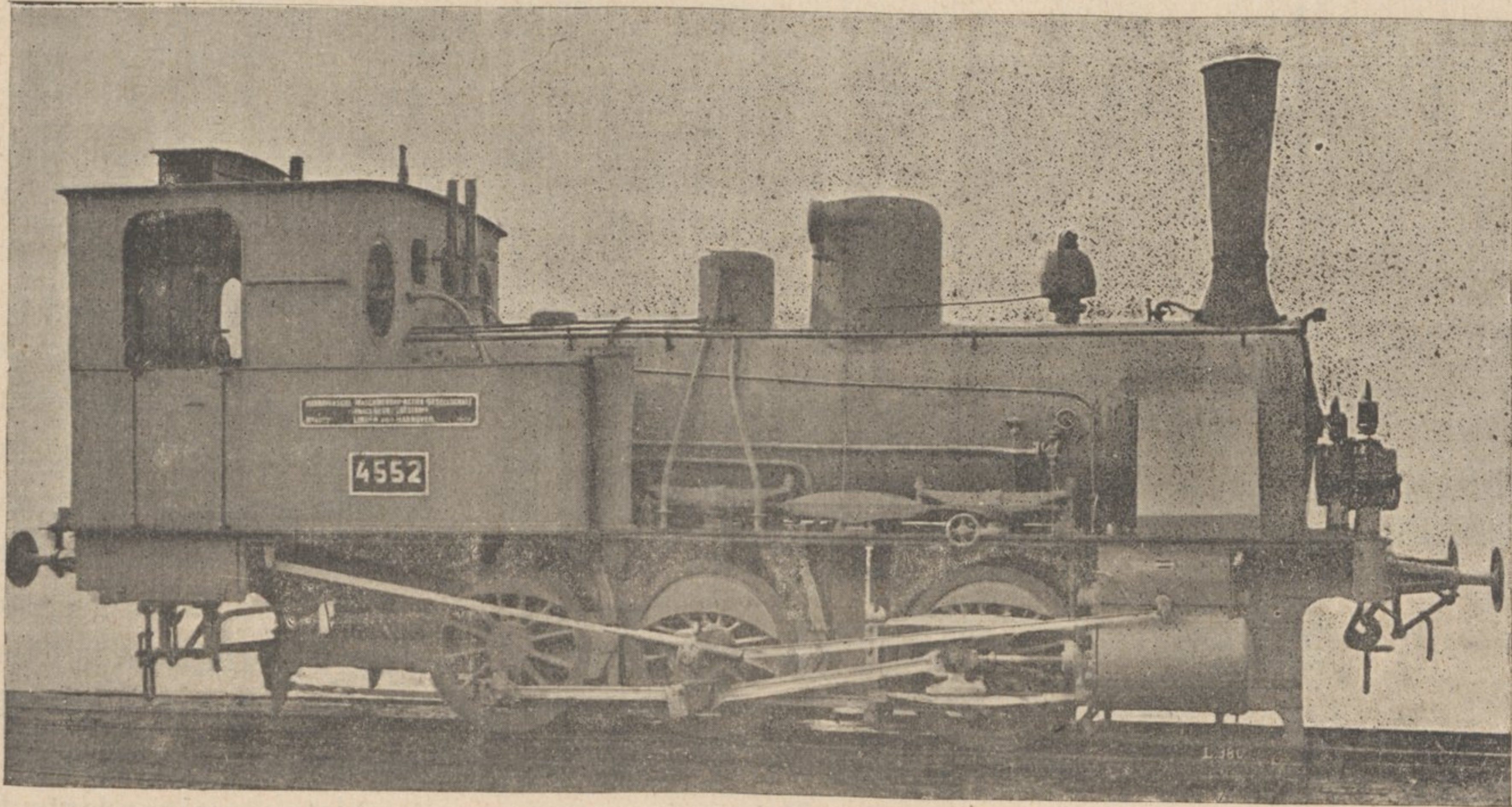
Locomotive à 3 essieux couplés, à voie normale, construite par la *Hannoversche Maschinenbau Actien Gesellschaft*, pour les chemins de fer de l'Etat prussien (n° 40).

Dans son ensemble, cette locomotive est conçue suivant le type normal des locomotives-tenders à 3 essieux couplés pour lignes secondaires de l'Etat prussien ; elle présente de plus diverses particularités intéressantes (Fig. 50).

En premier lieu, la chaudière, timbrée à 12 atm., est munie d'un surchauffeur Pielock élevant la température de la vapeur à 350°. Le surchauffeur a 1^m,100 de long ; sa plaque tubulaire R est à 1^m,175 de la plaque tubulaire de foyer. L'évaluation de la température de

surchauffe présuppose une consommation de 400 kg. de charbon par mètre carré de surface de grille et par heure, d'où une température dans le foyer de 1.400°.

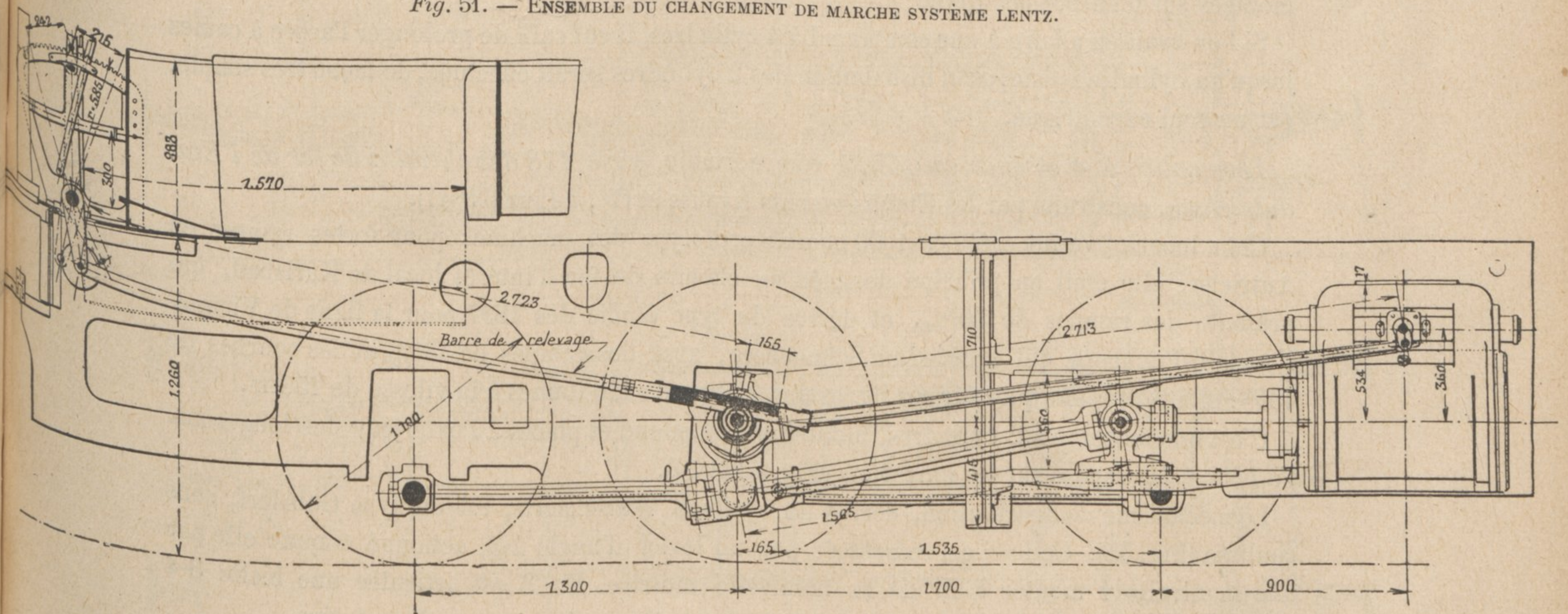
Fig. 50. — LOCOMOTIVE-TENDER DE L'ÉTAT PRUSSIEEN AVEC DISTRIBUTION PAR SOUPAPES ET CHANGEMENT DE MARCHE SYSTÈME LENTZ.



Dans ces conditions, la température des gaz à leur entrée dans le surchauffeur n'est que de 640°.

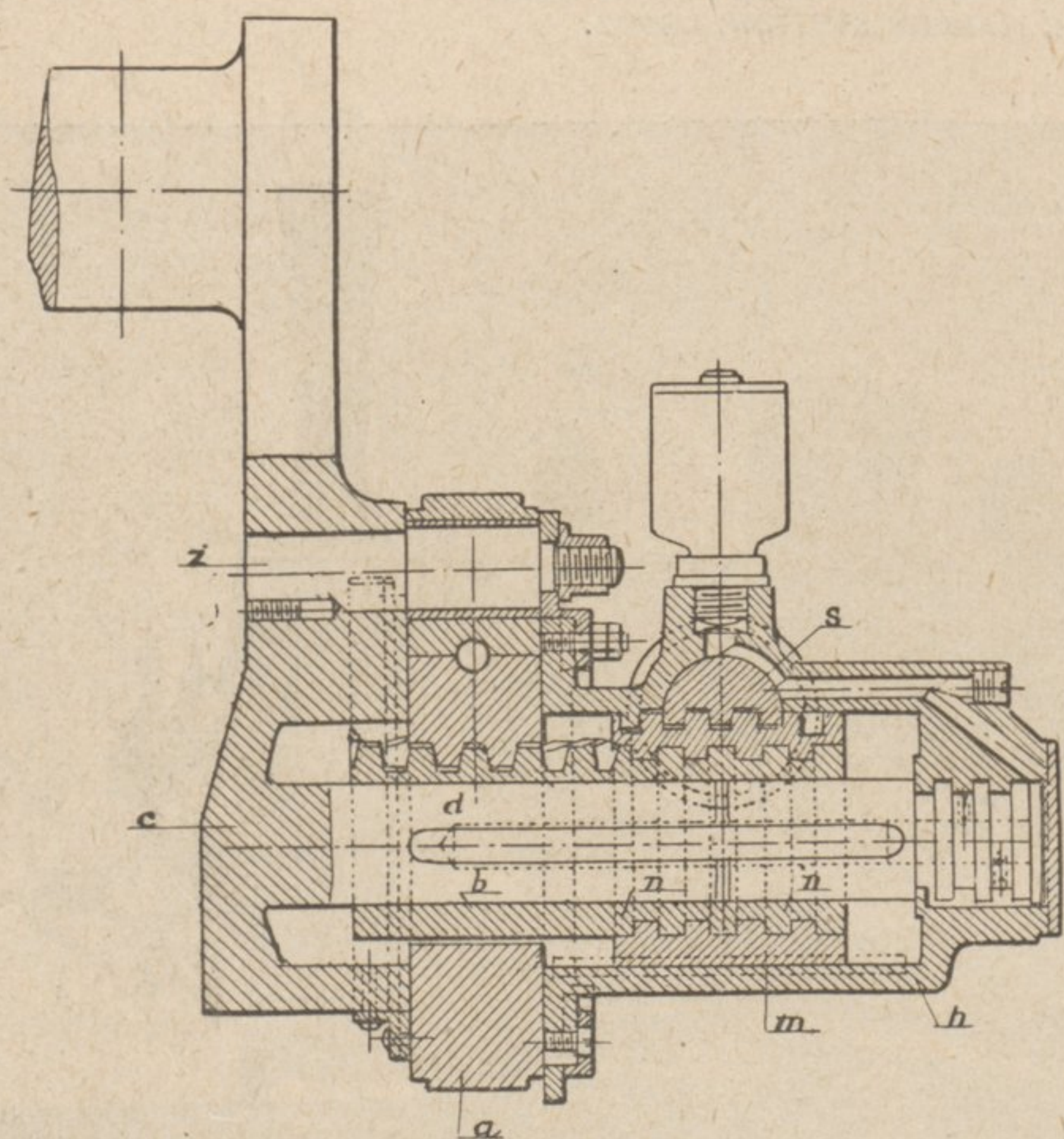
Une deuxième particularité de cette machine consiste dans l'emploi d'un nouveau changement de marche, sans coulisse, système *Lentz* (Fig. 51 et 52).

Fig. 51. — ENSEMBLE DU CHANGEMENT DE MARCHE SYSTÈME LENTZ.



Sur un tourillon *c* solidaire de l'essieu moteur et renvoyé suivant son axe, est calé un manchon *b* qu'il entraîne par une clavette *d*, mais qui est susceptible de se déplacer parallèlement à l'axe. Ce manchon porte extérieurement un filetage oblique engrenant avec un filetage correspondant de l'excentrique *a* monté sur le tourillon *z* et pouvant tourner autour de lui.

Fig. 52. — DÉTAIL DU CHANGEMENT DE MARCHÉ SYSTÈME LENTZ.



Tout déplacement longitudinal du manchon *b* entraînera donc une rotation de l'excentrique autour du tourillon *z*, et conséquemment, une modification de l'angle de calage de l'excentrique.

Pour réaliser ce déplacement, sur le manchon *b* est monté un autre manchon *m*; ce dernier ne tourne pas avec l'essieu, au contraire du manchon *b*; il est muni intérieurement de talons circulaires qui, engagés dans des rainures correspondantes du manchon *b*, permettent la libre rotation de celui-ci, mais peuvent l'entraîner longitudinalement.

Il est en outre muni extérieurement d'un filetage engrenant avec des filets correspondants de l'arbre de commande *s* manœuvré de la cabine du mécanicien.

Le déplacement de cet arbre *s* dans le sens de sa longueur a donc pour conséquence un déplacement longitudinal du manchon *m*, et par suite du manchon *b*; il en résulte une rotation de l'excentrique autour du tourillon *z*, et une modification correspondante de l'admission.

Rappelons enfin que les cylindres de la locomotive possèdent une distribution par soupapes équilibrées système Lentz, disposées horizontalement, et actionnées par des cames circulaires montées sur un arbre horizontal.

Si l'on avait eu affaire à une compound à 4 cylindres, il eût suffi de prolonger l'arbre à cames jusqu'au cylindre voisin, et la distribution des 2 cylindres serait effectuée, de façon très simple, par un seul excentrique.

Locomotive à 4 essieux couplés, à voie normale, série 178 des chemins de fer de l'Etat autrichien, construite par les Etablissements Krauss et C^{ie}, à Linz (N^o 41).

Cette locomotive fut créée en 1900 comme prototype des machines pour fortes rampes en Autriche: elle était en principe destinée au chemin de fer d'intérêt local de Karlsbad, qui présente des rampes de 50 ‰, et dérive du type étudié dès 1897 pour la ligne de Vienne Neustadt-Puchberg qui accède au Schneeberg, avec des rampes de 43 ‰ et des courbes de 150^m: elle peut remorquer sur ces lignes une charge de 110 tonnes à la vitesse de 15 km.

C'est une machine à 2 cylindres, montés en compound et placés à l'extérieur des longerons. Sa boîte à feu repose sur les longerons (Fig. 53 et 54).

Le mécanisme de distribution, dérivé du système Walschaerts, est du type Gölsdorf, sans coulisse (Fig. 55). Celle-ci est remplacée par un levier d'angle 2-3, actionné comme elle par une manivelle 1 montée à 90° de la manivelle motrice. En 3 est articulée une bielle 3-4 suspendue en 4 au dispositif de relevage. Le point 4 décrit ainsi une coulisse fictive.

Fig. 53. — LOCOMOTIVE-TENDER SÉRIE 178 DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.

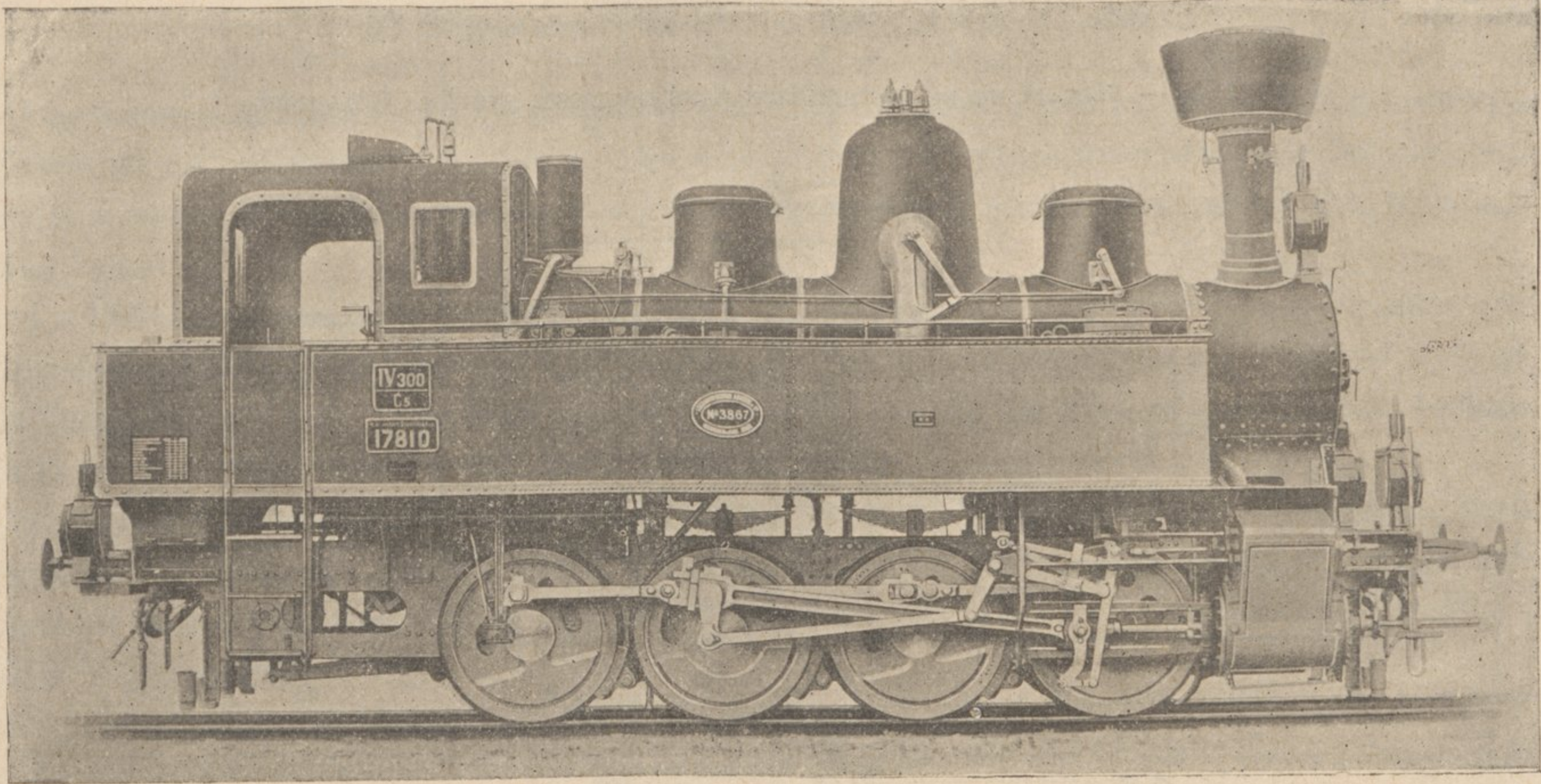
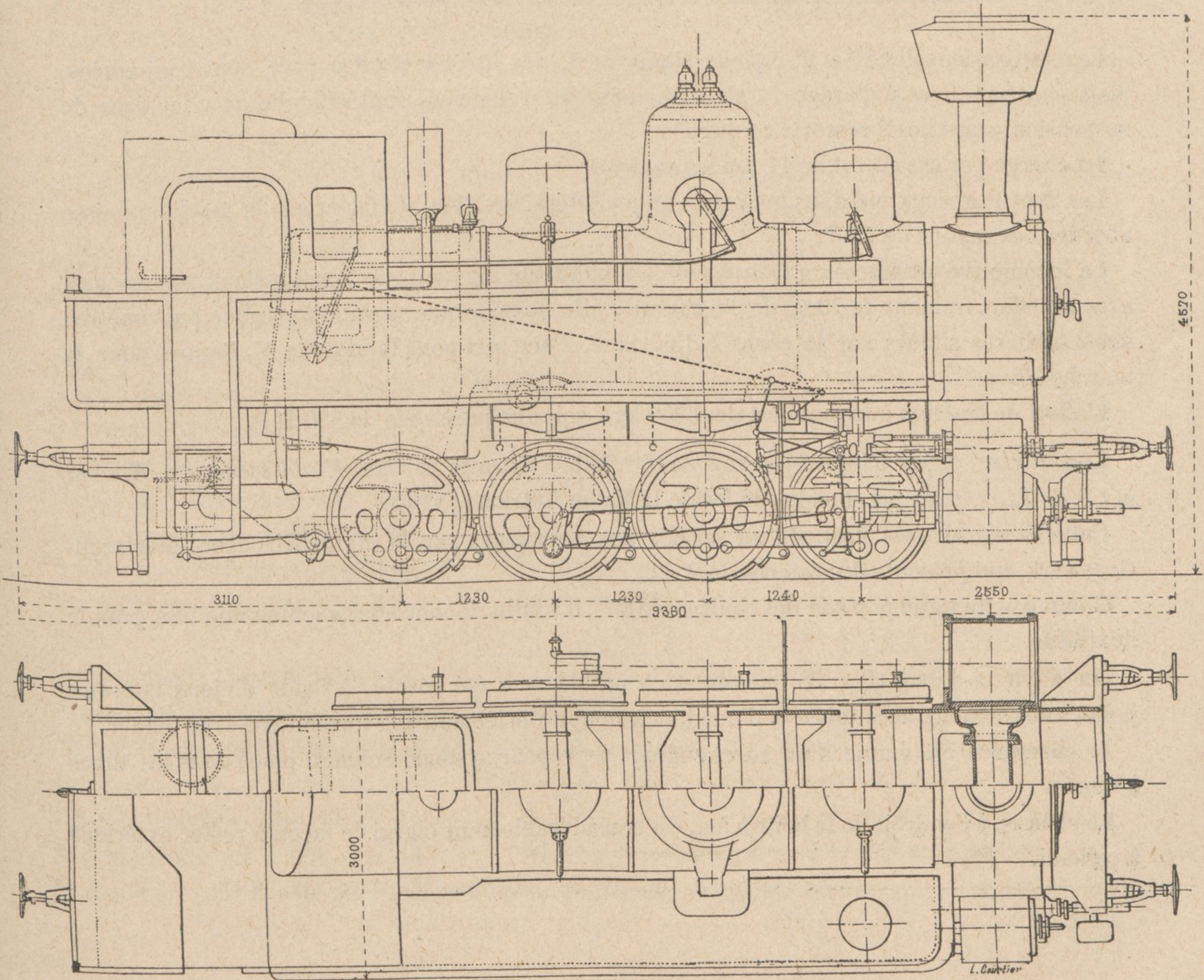
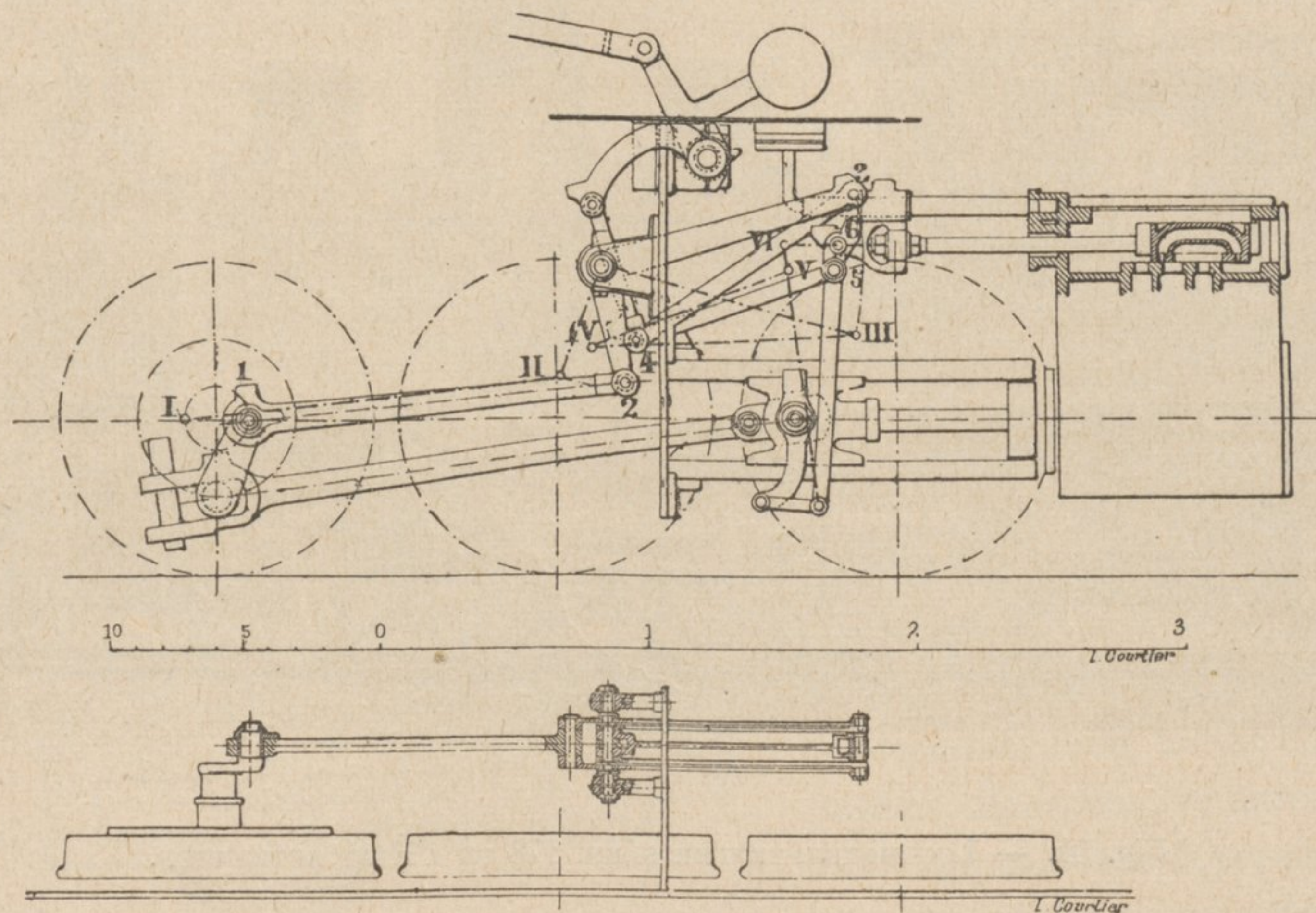


Fig. 54. — LOCOMOTIVE-TENDER SÉRIE 178 DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



Ce dispositif est très répandu en Autriche, plus particulièrement sur les locomotives de puissance moyenne : il est d'une exécution plus facile et d'un entretien moins coûteux que la coulisse.

Fig. 55. — MÉCANISME DE DISTRIBUTION SANS COULISSE, SYSTÈME GÖLSDORF.



Les suspensions des 1^{er} et 2^e essieux d'une part, des 3^e et 4^e d'autre part, sont conjuguées, mais contrairement à l'usage le plus répandu, les balanciers sont articulés avec les tiges de suspension avant des 2 ressorts conjugués.

La charge par essieu est de 11 tonnes environ.

Les 2^e et 4^e essieux ont dans les 2 sens un jeu latéral de 23^{mm}, de façon que la machine puisse aborder des rayons de 150^m.

La locomotive est munie du frein à vide automatique, agissant sur les 3 essieux postérieurs, avec un effort freinant de 70 % de la charge ; elle possède une installation pour pulsomètre ; des 2 sablières situées sur le corps cylindrique, l'une sert pour la marche *N*, l'autre pour la marche *R*.

L'effort de traction à la jante est de 6.750 kg., soit une puissance de 520 H P.

Locomotive genre Engerth, à voie de 0^{mm},760, construite par les *Etablissements Krauss et C^{ie} de Linz*, pour les chemins de fer de la Basse Autriche (N^o 42).

Cette locomotive est destinée au service des voyageurs sur la ligne Kirchberg-Mariazell-Güsswerk, qui présente des rampes de 25 ‰.

Comme cette ligne possède des courbes de 80^m, il a fallu donner à la machine une très grande flexibilité.

On a vu ci-dessus (Fig. 28) comment ce problème a été résolu, à l'aide de jeux latéraux donnés aux essieux accouplés et d'une jonction appropriée entre la locomotive et le tender.

La chaudière est munie d'un surchauffeur de vapeur système Schmidt placé dans les tubes à fumée.

Le châssis, à l'endroit de la boîte à feu, est considérablement élargi de façon à rester extérieur à celle-ci.

3° LOCOMOTIVES-TENDERS POUR GRANDES LIGNES.

Les diverses machines de cette catégorie sont caractérisées par la symétrie de leurs organes de roulement; elles peuvent ainsi aborder les courbes en vitesse avec une égale facilité dans les 2 sens de la marche; par suite elles n'exigent pas de plaques tournantes aux terminus des trajets.

En 1900, la Compagnie du Nord français a étudié pour son service de grande banlieue une locomotive à 2 essieux couplés et 2 bogies; les Ateliers de La Chapelle en ont construit jusqu'ici 85 exemplaires et l'un d'eux était exposé à Milan (N° 43). La description en a été donnée dans la *Revue Générale* (N° d'Octobre 1901) par M. du Bousquet.

Le type à 3 essieux couplés et 2 bogies, qui est le développement du type précédent, était représenté à Milan par 2 locomotives, l'une destinée à la Compagnie de l'Est, l'autre aux chemins de fer de l'Alsace-Lorraine, toutes 2 construites par la *Société Alsacienne de Constructions Mécaniques*.

La locomotive à 3 essieux couplés de la Compagnie de l'Est (n° 44) est appelée à remplacer, pour la remorque des trains de la banlieue de Paris, les locomotives à 3 essieux couplés n°s 613 à 742, devenues insuffisantes. C'est ainsi qu'elle peut accomplir le trajet de Paris à Château-Thierry, soit 95 km. avec 18 arrêts intermédiaires, avec un gain de 30 minutes sur l'horaire actuel de 1 h. 57, soit environ 25 % en moins.

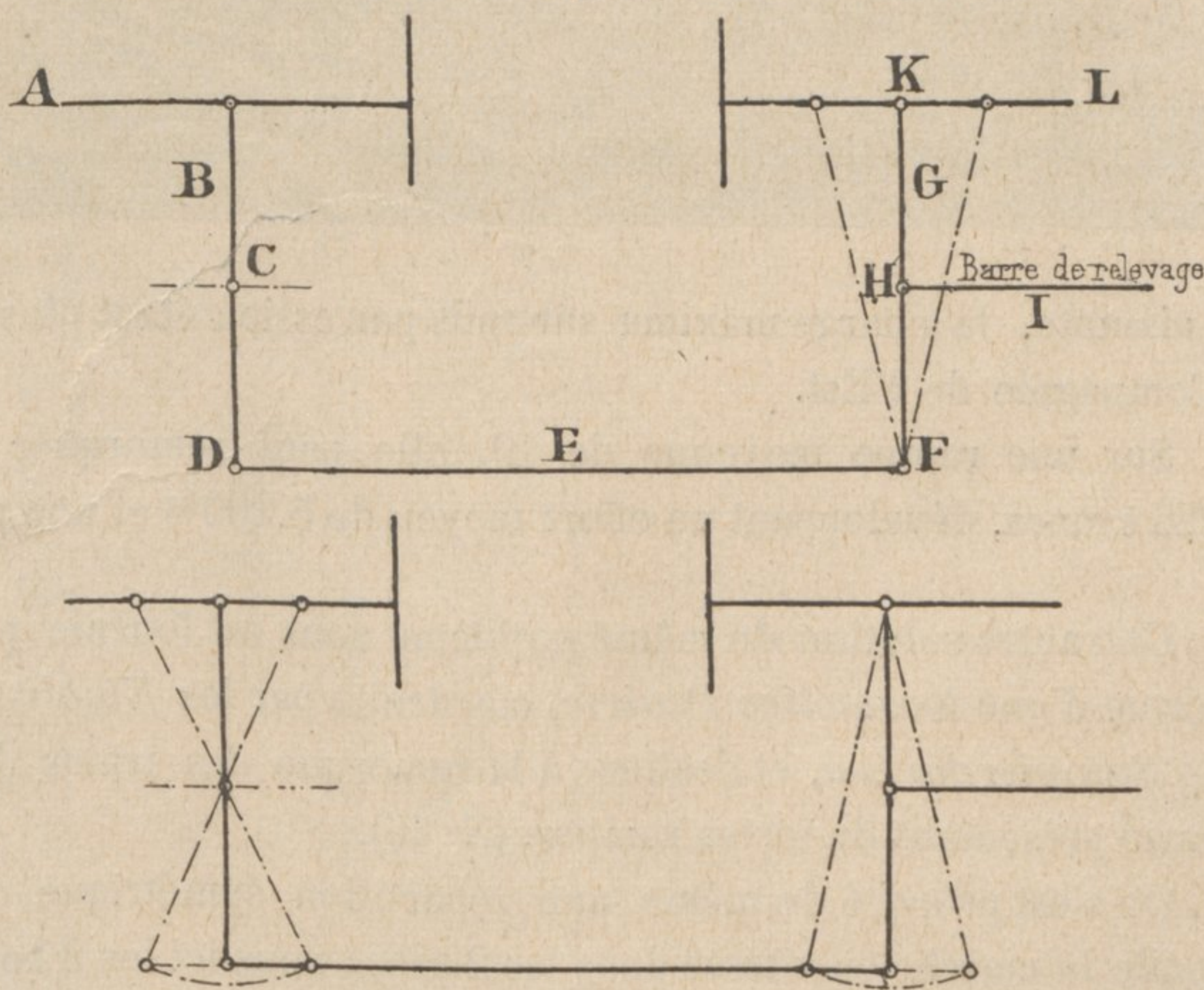
Cette machine, compound à 4 cylindres, dérive des locomotives à 3 essieux couplés et bogie à l'avant de la série 3.500; un bogie a été ajouté à l'arrière pour supporter le poids des soutes à eau et à combustibles (Pl. IX et X).

Les roues motrices ont 1^m,580 au lieu de 1^m,750, ce qui facilite les démarrages; le poids adhérent, qui est de 47^t,2, pourra être augmenté du reste par déchargement des bogies.

Nous n'entrerons pas dans le détail des divers éléments de cette machine, dont les dispositions rappellent celles de la machine 3.403 à 3 essieux couplés et bogie à l'avant précédemment décrite; la chaudière est un peu moins puissante; les tubes sont tous lisses. Le châssis, les bogies, les roues et le mécanisme présentent les mêmes caractères particuliers.

Cependant, l'appareil de changement de marche a été doublé de façon que le mécanicien à son poste de manœuvre fût toujours tourné face à la voie. L'un des appareils est placé près de la chaudière, sur le côté gauche; il sert pour la marche cheminée en avant. L'autre est disposé

Fig. 56. — SCHEMA DE LA COMMANDE DOUBLE DU CHANGEMENT DE MARCHE DE LA LOCOMOTIVE DE GRANDE BANLIEUE DE LA COMPAGNIE DE L'EST.



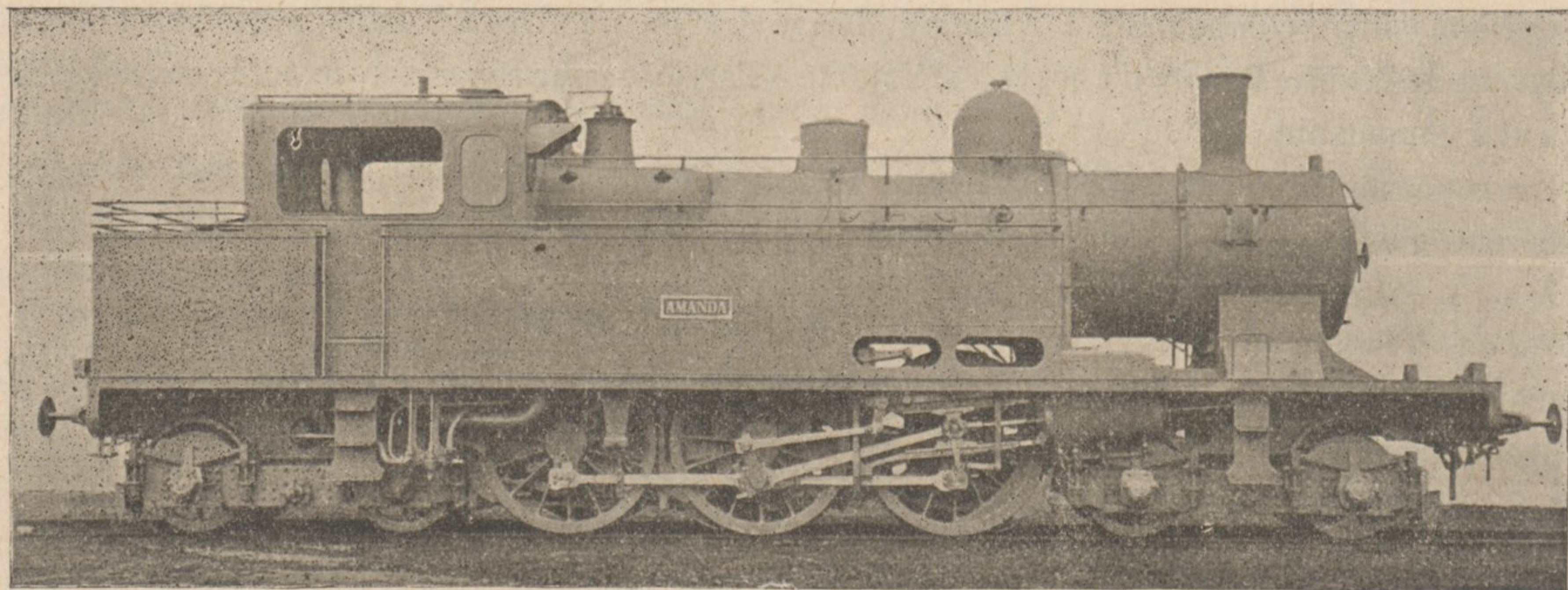
près de la paroi arrière de l'abri, pour la marche en sens inverse. Il n'y a qu'une barre pour la commande de l'arbre de relevage des cylindres HP, et une seule pour la commande de l'arbre de relevage des cylindres BP; ces barres sont actionnées, par l'intermédiaire de leviers, par l'un ou l'autre des appareils.

A cet effet, les 2 écrous commandent des tiges B et G de même longueur (Fig. 56), reliées à leur extrémité par une bielle E, la tige B du changement de marche \mathcal{R} pouvant pivoter autour de son centre C, la tige G étant articulée en son centre H avec la barre de relevage. Les 2 écrous étant au point mort, les 2 tiges sont parallèles et la barre occupe une certaine position. Si l'on agit sur le volant du changement de marche \mathcal{N} , la tige G se déplace, pivotant autour du point F, qui est fixe, en entraînant la barre. Si on agit au contraire sur le changement de marche \mathcal{R} , la tige G pivote autour du point K, rendu fixe, entraînant encore la barre de relevage.

La paroi d'arrière de l'abri est percée en son milieu d'une ouverture fermée normalement par un rideau en tôle ondulée, mais qui peut être nécessaire pour la manœuvre des outils à feu.

La locomotive à 3 essieux couplés et 2 bogies, construite également par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour les chemins de fer de l'Alsace-Lorraine (n° 45), présente dans ses dimensions et sa disposition la plus grande analogie avec la précédente (Fig. 57 et 58); ses roues ont 1^m.650 au lieu de 1^m.580, mais la chaudière est un peu moins

Fig. 57. — LOCOMOTIVE DE GRANDE BANLIEUE DE L'ALSACE-LORRAINE.



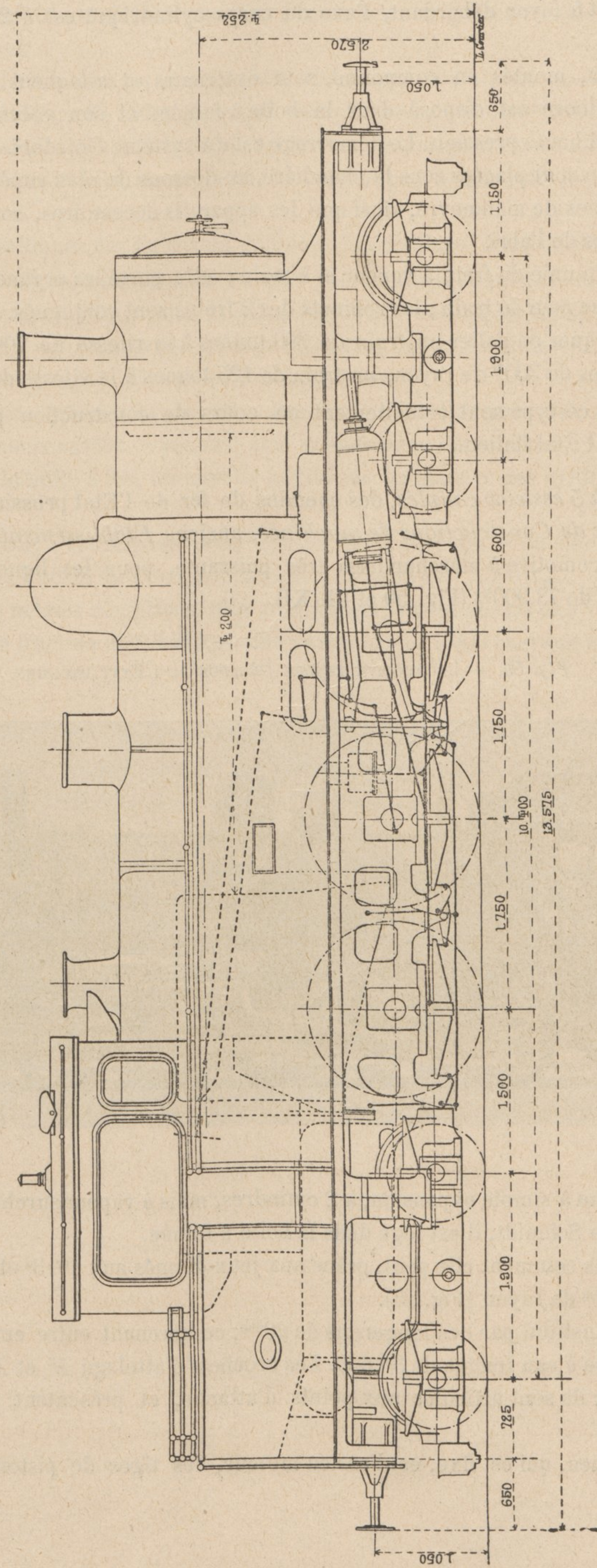
puissante, la charge maxima sur rails par essieu étant plus limitée en Alsace-Lorraine qu'à la Compagnie de l'Est.

Sur une rampe moyenne de 10, elle peut remorquer à la vitesse de 50^{km} un train de 226 tonnes, développant un effort moyen de 5.200^{kg} et une puissance de 962 HP.

Une autre solution du même problème nous est fournie par l'ex-réseau de la Sicile, sous la forme d'une locomotive *Prairie*, construite par les *Etablissements Ansaldo Armstrong et Cie* de *Sampierdarena*, et destinée à la remorque des trains de voyageurs sur des lignes à profil varié présentant de fortes rampes. (N° 46).

On s'est proposé de même une répartition symétrique des poids pour rendre également facile la marche en vitesse dans les 2 sens; mais ici les 2 bogies sont remplacés par des essieux à déplacement radial contrôlé par des ressorts (Fig. 31).

Fig. 58. — LOCOMOTIVE DE GRANDE BANLIEUE DE L'ALSACE LORRAINE.



La chaudière est à foyer débordant, l'axe du corps cylindrique est à 2^m,700 au-dessus des rails.

Les 2 cylindres, montés en compound, sont extérieurs et attaquent l'essieu central; le réservoir intermédiaire est disposé dans la boîte à fumée, et son volume est environ 4 fois celui du cylindre à haute pression. Le démarrage est du système Gölsdorf.

Les caisses à eau sont placées sous la chaudière, au-dessous du plan supérieur des longerons.

Les divers organes de manœuvre, ainsi que les appareils accessoires, sont disposés sur une des parois latérales de l'abri.

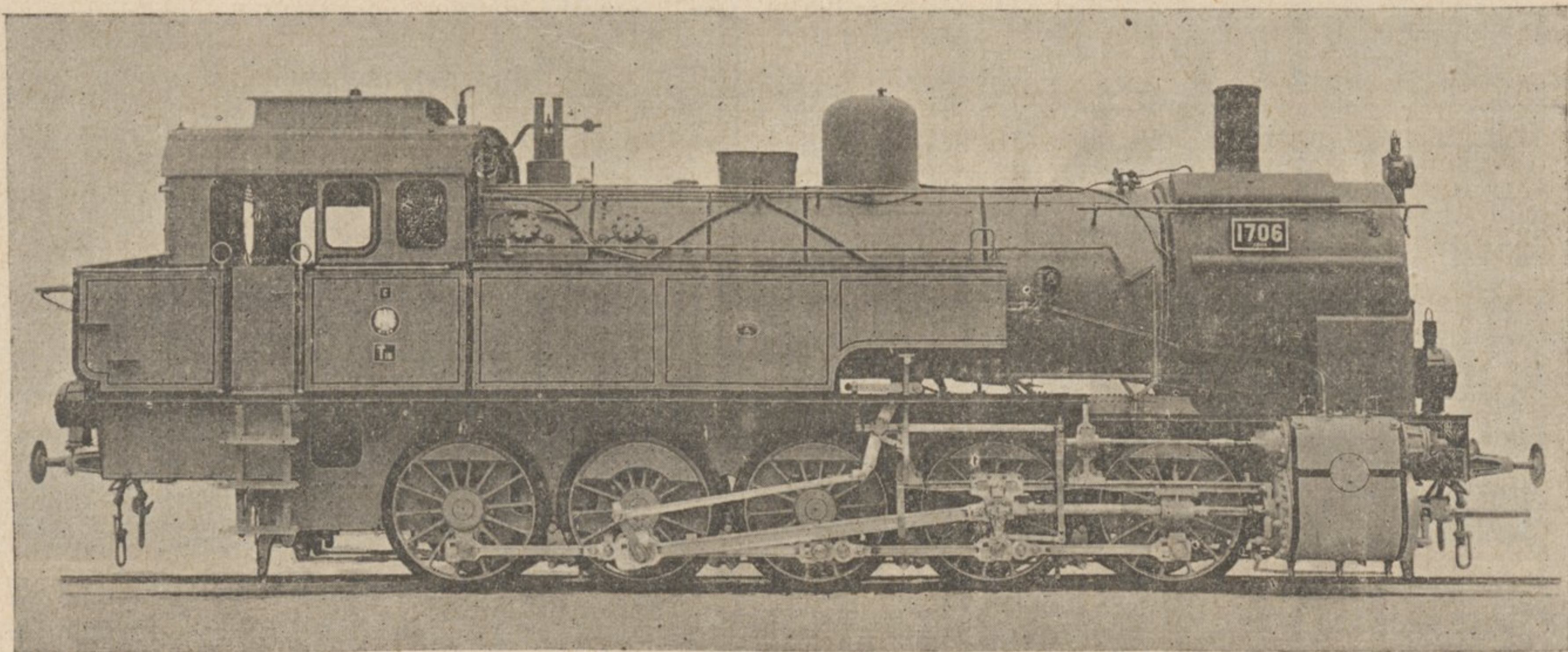
La machine est munie du frein à vapeur et à main; elle porte les organes de commande du frein Westinghouse pour le train; les robinets des 2 freins sont conjugués.

Elle peut remorquer en palier un train de 300 tonnes à la vitesse de 70^{km}, et en rampe de 26 ‰, avec courbes de 300^m de rayon, un train de 125 tonnes à la vitesse de 25^{km}.

42 machines de ce type sont actuellement en cours de construction pour le compte des chemins de fer de l'Etat italien.

La locomotive à 5 essieux couplés, des chemins de fer de l'Etat prussien, construite par la *Société Berlinoise de Constructions de machines*, anciens *Etablissements L. Schwartzkopff* (N° 47), est une locomotive à marchandises très puissante, pour les lignes accidentées; son poids adhérent est de 73.900^{kg} (Fig. 59 et Pl. XI).

Fig. 59. — LOCOMOTIVE TENDER DÉCAPOD DE L'ÉTAT PRUSSIE.



C'est une machine à simple expansion, à 2 cylindres, mais à vapeur surchauffée; le surchauffeur est du système Schmidt, il est logé dans la boîte à fumée.

On a vu ci-dessus comment elle peut, grâce aux jeux donnés aux 1^{er}, 3^e et 5^e essieux, aborder des courbes de 200^m de rayon (Fig. 25).

Le châssis est constitué par des longerons de 20^{mm}, comprenant entre eux, dans leur partie médiane, une caisse à eau longue de 3^m,600. Les crochets d'attelage *A* et *R* ont une longueur de 1^m,800 environ; ils sont articulés aux points d'attache, et présentent par suite une très grande mobilité.

Comme le 4^e essieu, qui est fixe, est l'essieu moteur, les tiges de piston sont très longues,

pour que les bielles motrices n'aient pas des dimensions exagérées : elles sont munies de guides supplémentaires.

Le mécanisme de distribution est du système Heusinger ; les tiroirs sont cylindriques du type Schmidt, d'un diamètre de 150^{mm}, bien que les cylindres aient 610^{mm} de diamètre.

Les pistons possèdent 3 segments de faible épaisseur ; ils sont pourvus de contretiges ; comme les tiges sont portées en 3 points, les segments ne servent pas à soutenir le piston et s'usent peu.

Les garnitures métalliques des tiges sont doublées de garnitures à labyrinthe.

Entre les 2 extrémités des cylindres existe une communication qui consiste en un tuyau de 60^{mm} se développant entre les longerons, et qui, à régulateur ouvert, est fermée par un robinet ; on ouvre ce robinet par une commande spéciale dès qu'on ferme le régulateur.

Le frein, à vapeur et à main, agit sur les 2 essieux fixes.

Les injecteurs sont du système Strube, avec dispositif de jonction pour pulsomètre.

Les boudins des essieux extrêmes peuvent être arrosés dans les courbes.

La face arrière de la boîte à feu, les enveloppes du surchauffeur et des cylindres sont garnies d'asbest A. Calmon.

La machine, marchant à l'admission de 60 %, a pu remorquer un train de 1.607 tonnes sur une rampe de 8,3, à la vitesse de 7^{km},5, soit un effort indiqué de 17.000 kg.

En palier, dans les mêmes conditions, elle a momentanément atteint une vitesse de 44 km., soit, avec un effort de traction de 6.140 kg., une puissance de 1.000 chevaux environ.

Enfin, nous ne ferons que mentionner ici la très puissante locomotive à marchandises du *Nord français*, à 2 bogies moteurs de chacun 3 essieux couplés et 1 essieu porteur (N° 48), étudiée pour la remorque des trains de 1.000 tonnes sur des rampes de 12^{mm}.

Cette machine, qui est d'une stabilité parfaite à la vitesse de 84 km. et qui, avec une charge de 800 tonnes, marche encore à plus de 20 km. sur une rampe de 12, a été décrite en détail par M. du Bousquet dans le N° d'août 1905 de la *Revue Générale*.

(A suivre).

LE MATÉRIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER

A L'EXPOSITION DE MILAN⁽¹⁾

I. — LOCOMOTIVES

(Suite)

Par M. L. GEORGES,

INGÉNIEUR A LA COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

DESCRIPTION DES LOCOMOTIVES EXPOSÉES

(P. VII à XI.)

I. — Locomotives à tender séparé.

1^o LOCOMOTIVES A 2 ESSIEUX COUPLÉS ET BOGIE A L'AVANT.

Les locomotives à 2 essieux couplés et bogie à l'avant exposées à Milan sont au nombre de 4, savoir :

1 Locomotive de l'Etat prussien construite par les établissements Henschel und Sohn de Cassel ;

1 Locomotive de l'Etat prussien construite par la fabrique de Breslau ;

1 Locomotive de l'Etat belge construite par les établissements de Haine-St-Pierre ;

1 Locomotive de l'Etat égyptien construite par les établissements Henschel und Sohn de Cassel.

Toutes ces machines sont à simple expansion, et à timbre peu élevé, 12 ou 13 atmosphères ; mais le rendement de leur chaudière est augmenté, dans les 3 premières, par l'application d'un appareil de surchauffe et dans la machine de l'Etat égyptien par un réchauffeur d'eau Trévithick.

(1) Voir *Revue Générale*, août 1907.

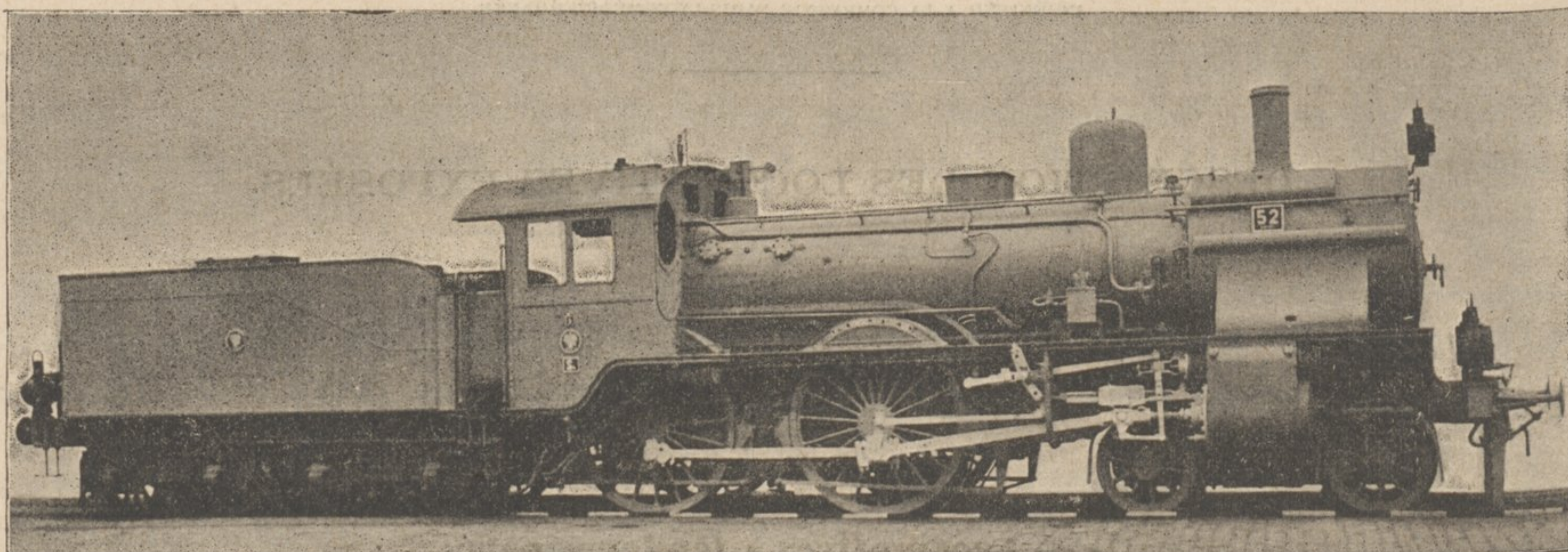


Locomotives de l'État prussien (Nos 1 et 2) (1).

Les 2 locomotives de l'État prussien, toutes deux étudiées par M. Garbe, Ingénieur en Chef du Matériel à la Direction de Berlin, dérivent du type normal prussien à 2 cylindres extérieurs montés en compound, affecté depuis 1893 au service des express. Ce type est assez semblable au type de machines françaises à 2 essieux couplés et bogie : mais la chaudière est en général plus longue, et ce supplément de longueur se traduit par un plus grand écartement entre le bogie et l'essieu moteur.

Ici, les 2 cylindres, au lieu d'être montés en cascade, sont simplement jumelés ; dans la machine d'*Henschel* (Fig. 6 et 32), la chaudière est pourvue d'un surchauffeur Schmidt dans

Fig. 32. — LOCOMOTIVE A 2 ESSIEUX COUPLÉS ET BOGIE A L'AVANT DE L'ÉTAT PRUSSIEN, AVEC SURCHAUFFEUR SCHMIDT DANS LA BOÎTE A FUMÉE.



la boîte à fumée ; celle de la *Fabrique de Breslau* (Fig. 7) comporte un surchauffeur Schmidt dans les tubes à fumée ; dans les 2, conséquemment, les cylindres sont munis du tiroir cylindrique système Schmidt décrit ci-dessus (Fig. 12).

Ces 2 machines ne diffèrent pas seulement l'une de l'autre par le dispositif de surchauffe ; les roues motrices qui ont dans la première 1^m,980 sont portées dans la seconde à 2^m,100 ; l'empatement total passe de 7^m,600 à 8^m,000 ; la puissance de l'appareil moteur est aussi légèrement accrue ; enfin les poids en charge sont respectivement de 54.500 kg et 58.900 kg.

La chaudière est, dans l'ensemble, de construction courante ; les 2 plaques arrière sont embouties et rivées ensemble à l'endroit du trou de porte de foyer. La grille, peu inclinée, n'a pas de jette-feu.

Le châssis est constitué par des longerons en tôle de 25^{mm} pour la première et de 23^{mm} pour la seconde ; ils sont percés de trous en correspondance avec les entretoises de foyer, qui sont débouchées à l'extérieur.

Pour empêcher de trop grandes compressions dans les cylindres durant la marche à vide,

(1) Voir le tableau général des dimensions des locomotives, pages 00 de la *Revue Générale*, N° d'Août 1907.

ceux-ci sont munis d'un *compensateur*, consistant en une valve interposée sur un tuyau réunissant les 2 fonds. On ferme cette valve immédiatement avant l'ouverture du régulateur. On l'ouvre pour la marche à vide, de sorte qu'on évite, non seulement la compression d'un côté du piston, mais encore, sur l'autre face, l'aspiration par la tuyère d'échappement.

En outre, les plateaux de cylindres portent une soupape de sûreté timbrée à 12 atm. ainsi qu'une soupape d'aspiration d'air.

La distribution est du système Heusinger et le relevage s'effectue à l'aide d'un changement de marche à vis. L'admission maxima est de 70 % dans les 2 sens. L'espace nuisible à l'avant et à l'arrière des pistons est de 11^{mm}, soit 13 % du volume du cylindre.

Les contrepoids des roues motrices et accouplées n'équilibrent que les masses rotatives ; les masses alternatives ne sont nullement contrebalancées. On obtient ainsi une réduction sensible des variations de charges des roues, très appréciable au point de vue de la voie ; d'ailleurs, l'effort de lacet au pivot du bogie ne dépasse pas 5^t,5.

En vue d'amortir les effets du tiraillement, le ressort d'attelage de la machine de la Breslauer Actien Gesellschaft est tendu à 5.000^{kg}. Pour obtenir cette tension très élevée, lorsqu'on fait l'accouplement du tender, on a recours à un tendeur auxiliaire agissant sur les boulons latéraux de l'attelage de sûreté et que l'on visse jusqu'à ce que, le ressort atteignant la bande voulue, l'œil de la tige d'attelage vienne en face du trou dans lequel s'engage la cheville.

Le bogie est du type prussien, à roues de 1^m, à déplacement latéral de 40^{mm}.

Dans la machine Henschel, l'avant de l'abri est normal à l'axe de la voie ; il présente à droite et à gauche des portes pivotantes donnant accès aux tabliers latéraux ; dans la machine de Breslau, l'abri est disposé en coupe-vent.

La lanterne d'abri ainsi que celles d'avant et d'arrière sont éclairées au gaz Pintsch ; le réservoir à gaz est disposé sur le tender.

Les locomotives et leurs tenders sont munis du frein à air comprimé à action rapide système Knorr, actionnant les roues accouplées et celles du tender. La pression d'air dans les réservoirs est de 7^{kg} ; la pression de freinage des sabots s'élève à 85-90 % de la charge sur rails.

Tenders. — Les tenders sont du type normal de 20^{m³} des chemins de fer de l'Etat prussien, à 2 bogies à longerons extérieurs aux roues. L'approvisionnement d'eau peut être contrôlé de la plate-forme à l'aide d'une aiguille indicatrice commandée par un système de leviers en communication avec un flotteur. Dans la 2^e machine, la capacité d'eau a été portée à 21^{m³},5, tandis que l'approvisionnement de charbon a été ramené de 7^t à 5^t.

La vitesse maxima admise pour la 1^{re} machine est de 100^{km} ; pour la seconde, elle est de 125^{km}. Cette dernière a remorqué sans difficulté des trains de 36 et 44 essieux, d'un poids de 306 et 374 tonnes, à une vitesse moyenne de 100^{km} et une vitesse maxima de 125 et 110^{km} sur des rampes de 5^{mm}.

Locomotive type 18 de l'Etat belge (N^o 3).

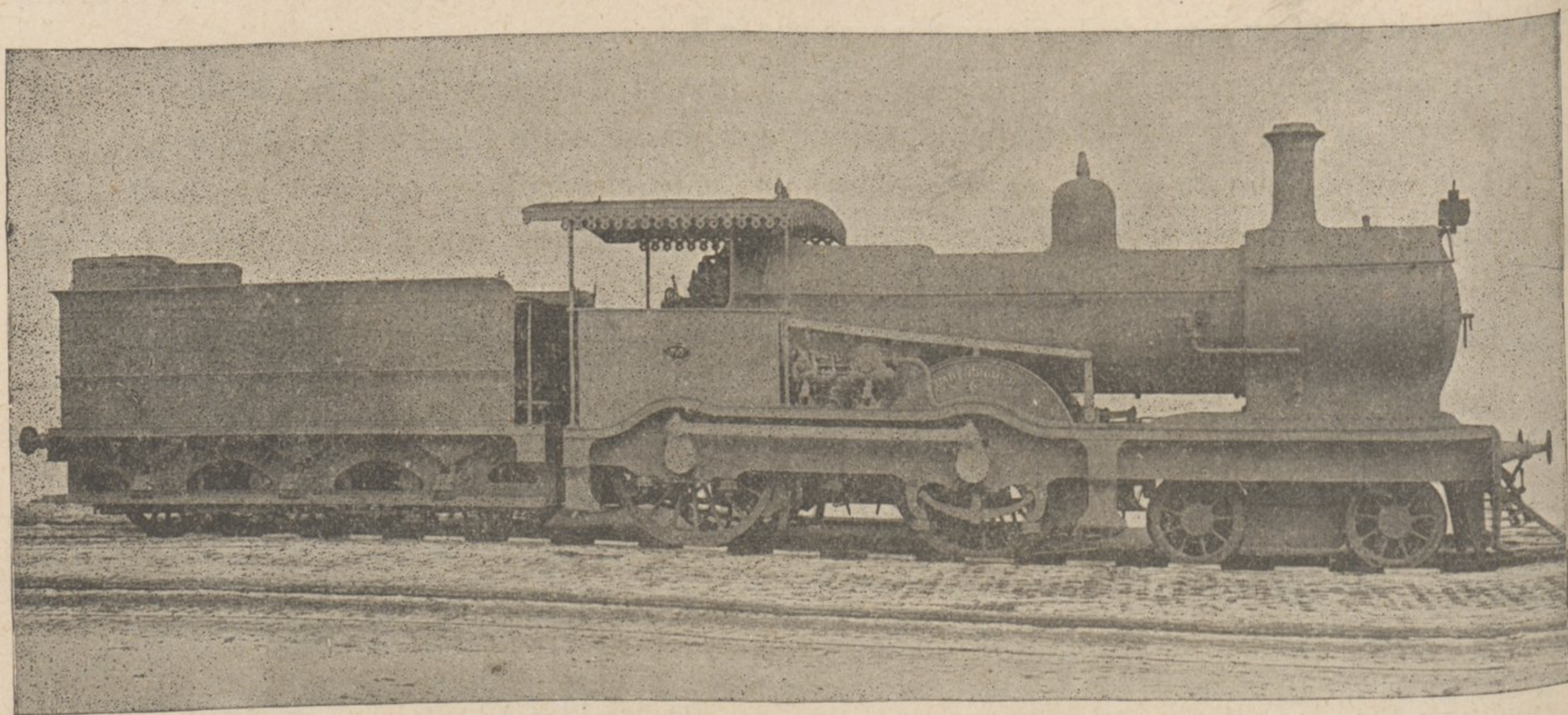
La locomotive type 18 de l'Etat belge, exposée par la Société des Usines et Fonderies de Haine-St-Pierre, est à roues de 1^m,980, à 2 cylindres intérieurs à simple expansion, avec

surchauffeur Schmidt dans les tubes à fumée. Elle a été décrite en détail dans le N° de février 1906 de la *Revue*.

Locomotive à voyageurs des Chemins de fer de l'Etat égyptien (N° 4).

Dans son ensemble, cette locomotive, construite par les Etablissements *Henschel und Sohn* de Cassel d'après les données de M. F. H. Trévithick, de Boulac (Egypte), rappelle le type des Chemins de fer égyptiens, dérivé lui-même du type anglais (Fig. 15 et 33).

Fig. 33. — LOCOMOTIVE A VOYAGEURS DE L'ÉTAT EGYPTIEN.



Le châssis est constitué par 4 longerons, dont 2 sont intérieurs aux roues et les 2 autres extérieurs. Ces longerons sont d'une seule pièce; ils courent de la traverse *N* à la traverse *R*, solidement entretoisés en outre par la masse des cylindres et par des traverses horizontales et verticales.

Les cylindres sont intérieurs et attaquent le 1^{er} essieu accouplé. Cet essieu, qui est coudé, supporte les 4 longerons; l'autre ne supporte que les 2 longerons intérieurs.

Les bielles d'accouplement sont en dehors des longerons extérieurs; les ressorts de suspension de l'essieu coudé sont disposés au-dessous des boîtes à huile, ceux de l'essieu couplé sont au-dessus des boîtes. Ils sont indépendants.

Le bogie, à longerons intérieurs, porte une crapaudine oscillante sur laquelle s'appuie la masse des cylindres. Il n'est pas freiné.

La chaudière est de construction courante, à boîte à feu en berceau.

La grille est très profonde, mais horizontale; elle ne possède pas de jette-feu.

L'alimentation est assurée, d'une part, par 2 injecteurs Gresham et Craven fixés à la plaque arrière de la boîte à feu, et d'autre part par une pompe avec réchauffeur système Trévithick, dont la description a été donnée ci-dessus.

2^o LOCOMOTIVES A 2 ESSIEUX COUPLÉS,
BOGIE A L'AVANT ET ESSIEU PORTEUR A L'ARRIÈRE (ATLANTIC).

Les 3 locomotives Atlantic exposées à Milan appartiennent l'une à l'Etat prussien, la seconde à l'Etat autrichien, la troisième à l'Etat hongrois.

Ces 3 machines à grande vitesse sont conçues suivant le même type : leurs 4 cylindres, montés en compound, sont en batterie et attaquent le 1^{er} essieu couplé. Leurs boîtes à feu sont élargies, mais tandis qu'en Prusse et en Hongrie elles débordent des plans intérieurs des bandages, en Autriche, le foyer, plus étroit, s'allonge entre les 2 roues couplées postérieures ; de là une différence dans l'aspect extérieur ; pour les 2 premières les essieux accouplés sont rapprochés l'un de l'autre et l'essieu porteur écarté vers l'arrière, tandis que pour la machine autrichienne, les intervalles sont plus uniformément répartis.

Dans les 3 machines, les essieux postérieurs sont munis de boîtes radiales.

Les poids de ces machines peuvent donner une idée de leur puissance respective :

Etat prussien.....	62.000 kg.
Etat autrichien.....	68.300
Etat hongrois.....	74.360

Atlantic de l'Etat prussien (N^o 5).

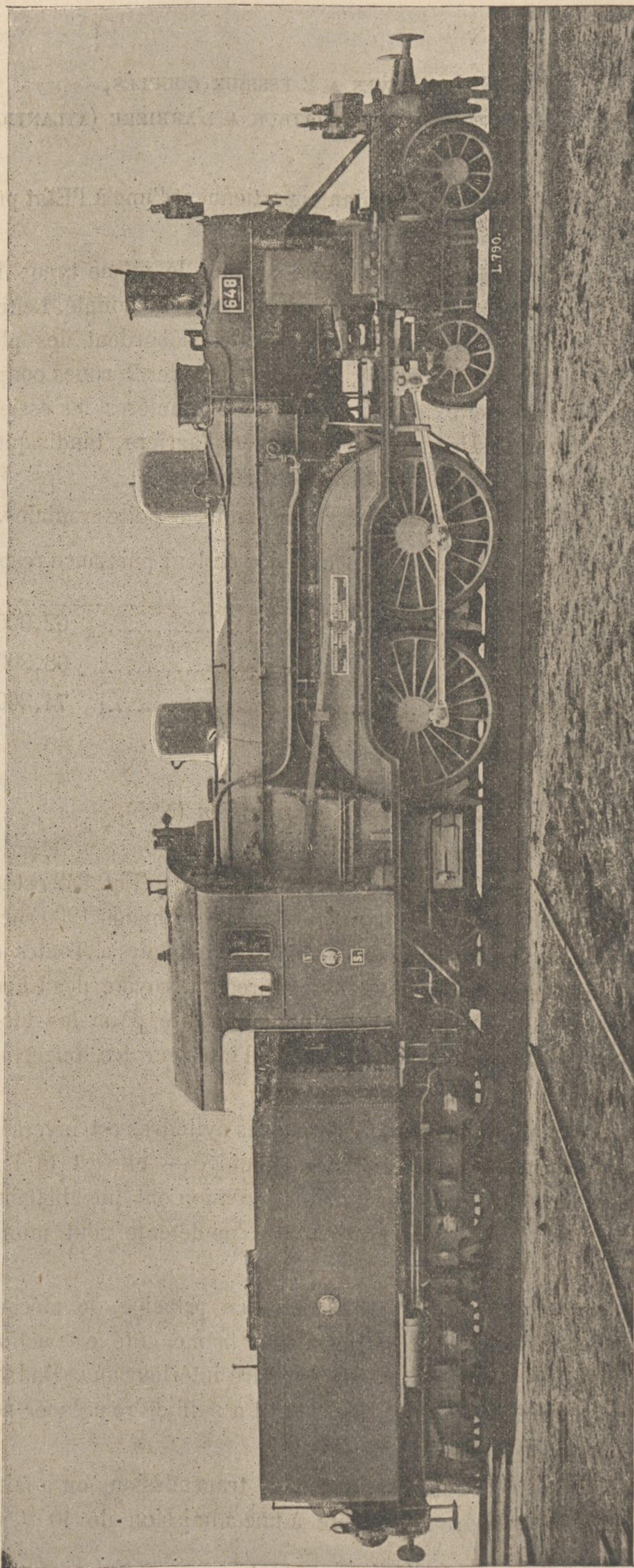
La locomotive Atlantic exposée par la *Société hanovrienne* (Fig. 34) est une variante de la locomotive type Hanovre à distribution par tiroirs en usage depuis 1900 sur les chemins de fer de l'Etat prussien où il en existe actuellement 140 exemplaires. Toutes ces machines sont compound à 4 cylindres, sans surchauffeur — la Direction royale des Chemins de fer estime en effet que l'emploi de la surchauffe n'est d'aucune utilité pour les locomotives à double détente —. Les cylindres à haute pression sont à l'intérieur des longerons et les cylindres de détente à l'extérieur.

Dans la variante exposée, la disposition relative des cylindres est inversée en vue d'obtenir un meilleur équilibrage des masses alternatives ; en outre — et c'est là l'intérêt tout spécial qu'elle offrait au visiteur — les cylindres à haute pression ont une distribution par soupapes équilibrées système Lentz, tandis que les cylindres de détente sont munis de tiroirs cylindriques.

L'application des soupapes Lentz n'a pas changé, en principe, le mécanisme de la distribution ; chaque paire de tiges distributrices d'un même côté est actionnée par un seul excentrique, le mouvement étant transmis du cylindre intérieur au cylindre extérieur voisin à l'aide d'un levier, suivant le système von Borries : il a suffi de remplacer pour l'admission la tige de tiroirs par une tige à cames.

Par un rapport convenable des bras de levier de transmission, on a fait correspondre une admission de 74 % dans le cylindre de détente à une admission de 40 % dans le cylindre à

Fig 34. — LOCOMOTIVE ATLANTIC DE L'ÉTAT PRUSSIEN.



haute pression. Le maximum de l'admission est de 68 % dans le cylindre de haute pression et de 90 % dans le cylindre de détente.

Pour les particularités de détail des soupapes Lentz, nous renvoyons à la description qui en a été donnée ci-dessus (Fig. 13).

Atlantic de l'État autrichien (N° 6).

L'Atlantic de l'État autrichien (Fig. 35) est construite par la *Société Bohême-Moravienne de Constructions Mécaniques*, à Prague, sur les plans de M. Gölsdorf. Ses roues ont 2^m,140 de diamètre; elle a atteint aux essais la vitesse de 140 km. en marche tranquille; elle peut en outre développer un effort de traction suffisant pour remorquer 230 tonnes à la vitesse de 74 kilomètres sur une rampe de 10^{mm}, soit une puissance de 1.500 chevaux environ.

La chaudière est à boîte à feu en berceau élevée au-dessus des longerons, mais reste comprise entre les roues accouplées postérieures. Sa plaque arrière est très inclinée. L'axe de son corps cylindrique est à 2^m,830 de hauteur. La virole *A* qui comprend le dôme et 3 trous de lavage est renforcée par un tirant transversal. Les entretoises sont en cuivre rouge; les tubes sont en fer, avec raboutage en cuivre côté foyer.

Les accessoires de la chaudière sont des types courants adoptés en Autriche: porte de foyer système Marek, injecteurs Restarting classe T, soupapes de sûreté Pop-Coale, cheminée Prüssmann de 426^{mm} de diamètre avec cône intérieur en tôle d'acier mince.

Les longerons, considérablement affaiblis au droit de l'avant de la boîte à feu, sont entretoisés par une pièce en acier moulé: cette disposition permet de donner au foyer une plus grande profondeur à l'avant, soit 1.960^{mm} de hauteur au lieu de 1.500 à 1.600 comme sur la plupart des autres types autrichiens.

La chaudière, fixée à l'avant sur les cylindres, se dilate vers l'arrière en glissant sur une entretoise transversale placée sous la 2^e virole et sur des supports fixés aux longerons à l'arrière de la boîte à feu.

Le châssis du bogie est constitué par deux longerons de 22^{mm} d'épaisseur renforcés par des plaques de 10^{mm}, et consolidés par des entretoises horizontales et verticales. Le pivot est décentré de 50^{mm} sur l'arrière. De chaque côté de la crapaudine, qui est traversée par le pivot, se trouvent 2 réservoirs d'huile contenant les plaques rectifiées servant de glissières aux coussinets sphériques sur lesquels s'appuient les supports fixés aux cylindres. Les essieux du bogie ont 3^{mm} de jeu transversal dans les 2 sens.

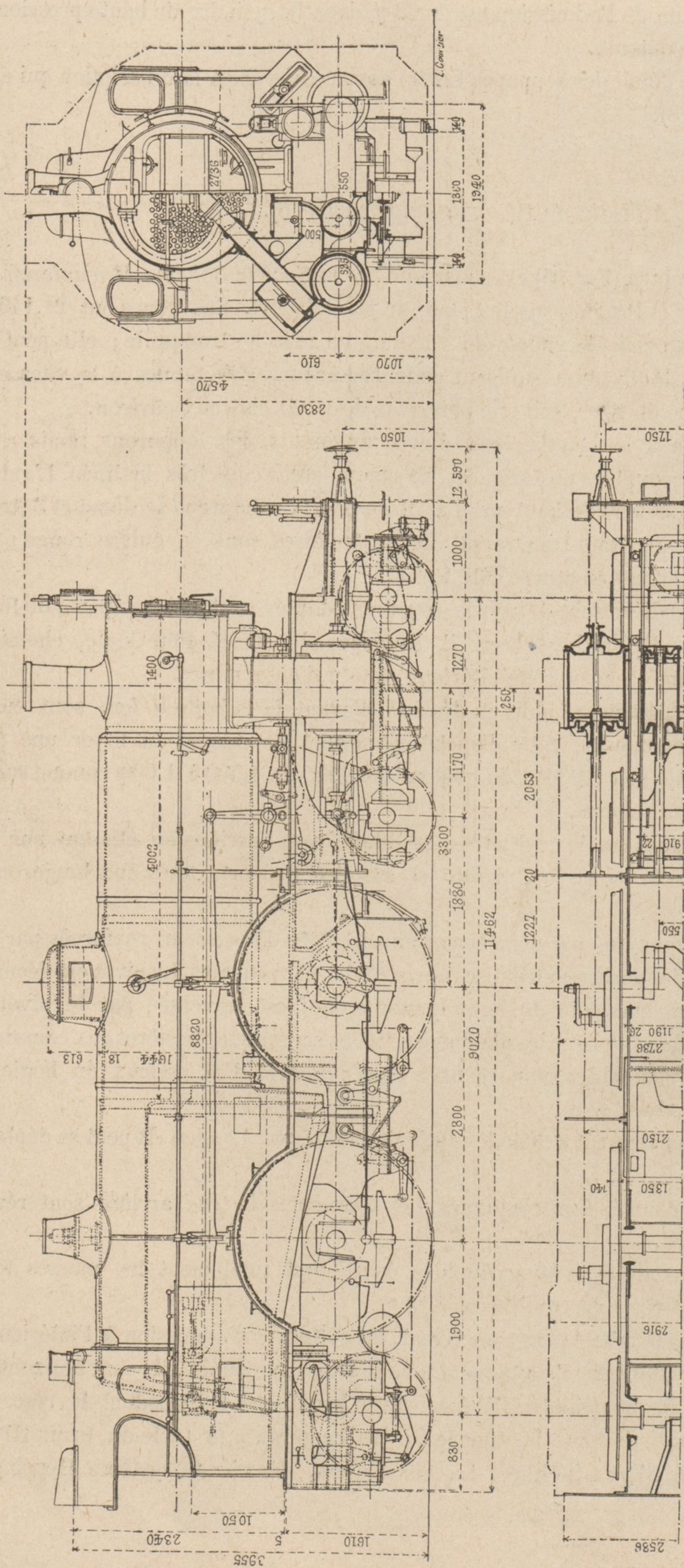
Les essieux couplés ont également 3^{mm} de jeu latéral, tandis que l'essieu *A* peut se déplacer de 55^{mm} dans les deux sens.

Les ressorts des essieux couplés sont conjugués. Les 2 ressorts du truc arrière sont réunis par un balancier transversal.

Les contrepoids des roues motrices et accouplées équilibrent totalement les masses tournantes; les masses alternatives sont équilibrées à 15 %.

Les 4 cylindres sont dans le même plan transversal, les cylindres d'admission à l'intérieur et les cylindres de détente à l'extérieur; ils attaquent tous le 1^{er} essieu couplé; ils sont horizontaux et munis de tiroirs plats. Chaque cylindre HP forme avec le cylindre BP voisin et le réservoir intermédiaire une seule masse de fonte boulonnée sur le longeron; la table du tiroir HP est horizontale; celle du tiroir BP est inclinée. La distribution, dérivée du système Heusinger-

Fig. 35. — LOCOMOTIVE ATLANTIC DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



Waldegg, actionne les tiroirs des grands cylindres, et par renvoi, les tiroirs HP, suivant le dispositif Gölsdorf (Fig. 2), sous la commande d'une seule vis de changement de marche.

Le démarrage est du système Gölsdorf.

Les roues motrices et le bogie sont freinés par des cylindres distincts, à vide, système Hardy. La sablière est du système Gresham; la machine est pourvue en outre d'un robinet de prise de vapeur de chauffage avec soupape de réduction Foster, et de l'indicateur de vitesse Haushälter.

Tender. — Le tender a une capacité de 21^m³. La caisse à eau est montée sur un châssis en fers en U, porté par 2 bogies sur lesquels il repose par l'intermédiaire de coussinets glissants latéraux semi-sphériques; le mouvement de rotations s'effectue à l'aide d'un pivot central sans déplacement latéral (Fig. 36).

La caisse à eau présente de nombreuses hausses de remplissage.

Un fourreau est disposé le long d'une des parois de la soute à charbon pour recevoir directement le tire-braises au sortir du foyer.

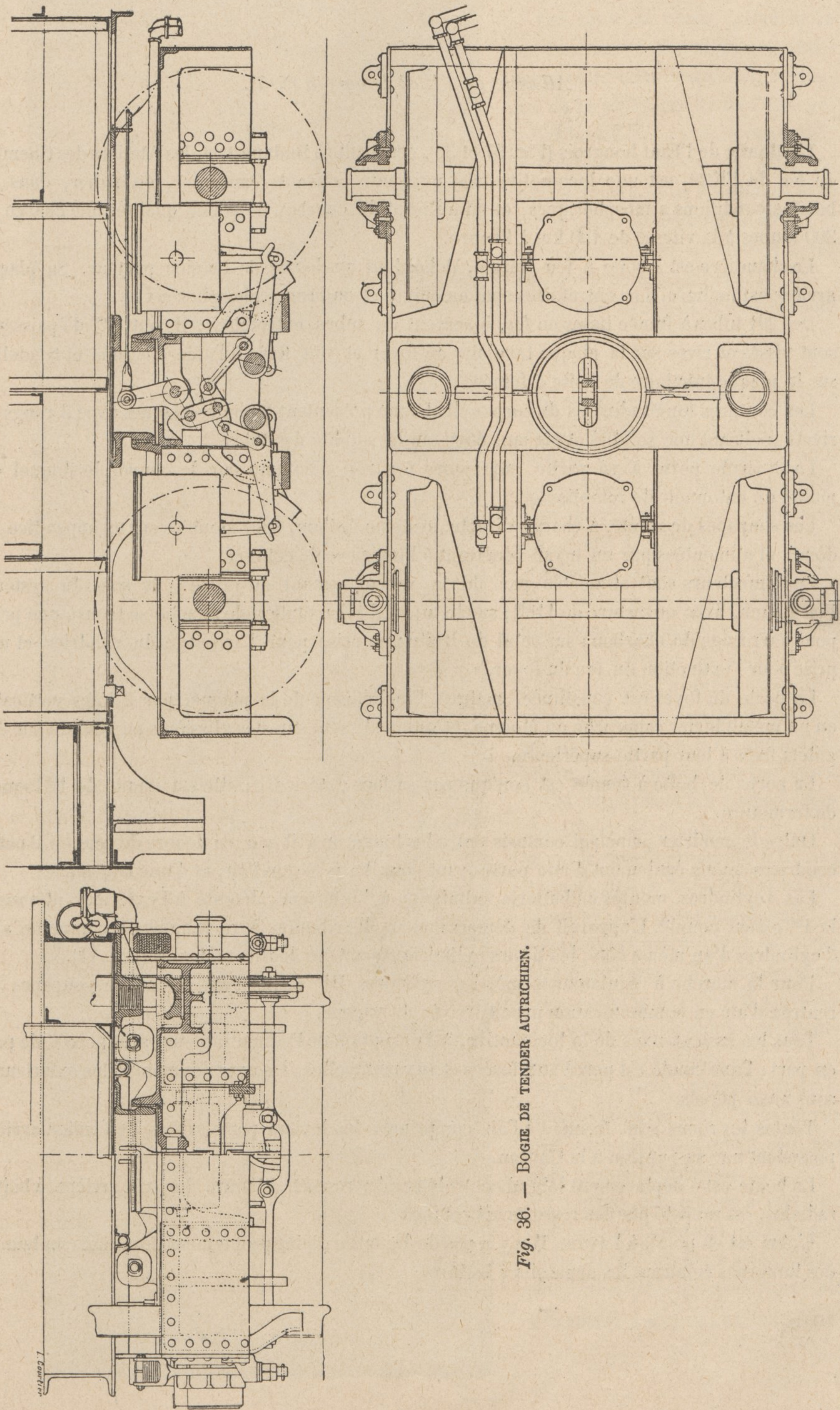


Fig. 36. — BOGIE DE TENDER AUTRICHIEN.

Atlantic de l'État hongrois (N° 7).

L'Atlantic de l'État hongrois (Fig. 37 et 38), construite à Budapest par les Ateliers des Chemins de fer de l'État, est une locomotive très puissante pouvant remorquer, en palier, dans de bonnes conditions atmosphériques, et en utilisant du charbon de bonne qualité, une charge de 300 tonnes à la vitesse de 100 km à l'heure.

La chaudière est à boîte à feu élargie, débordant au-dessus de l'essieu porteur. Sa plaque arrière est inclinée. Les entretoises sont en cuivre et en bronze phosphoreux.

Des 291 tubes à fumée lisses en fer, 5 servent de tubes entretoises; ils ont 6^{mm} d'épaisseur, sont vissés et rivés sur la plaque tubulaire de foyer et sont fixés à l'aide d'écrous et rondelles sur la plaque tubulaire de boîte à fumée.

Les coutures longitudinales du corps cylindrique présentent 2 contre-plaques avec 3 rangs de rivets réalisant une solidité atteignant 86 % de la solidité des tôles.

La 3^e virole porte à sa partie supérieure un trou d'homme sur le couvercle duquel est monté un entonnoir de remplissage.

Les soupapes de sûreté, à charge directe, système Asthon, sont montées sur un appendice du dôme, et alimentées par un tuyau pénétrant à l'intérieur de celui-ci.

Les injecteurs sont alimentés par de la vapeur venant du dôme; ils sont du système Friedmann, avec ouverture de 11^{mm}; sur le tuyau d'alimentation de gauche se trouve une prise pour l'arrosage du charbon; sur celui de droite une prise pour l'arrosage du cendrier, et une prise pour l'extinction du feu du foyer.

La porte du foyer est constituée, malgré l'inclinaison de la plaque, par 2 tôles verticales qu'un même levier rapproche ou éloigne, et qui coulissent sur des glissières en roulant sur des galets fixés à leur partie supérieure.

La porte de boîte à fumée est conique par sa face extérieure; elle est munie de 12 loquets de fermeture.

Outre le cendrier principal compris entre les longerons, il y a en dehors de ceux-ci 2 petits cendriers munis également d'une porte avant pour l'arrivée de l'air, et d'une trappe.

Les 4 cylindres, montés en batterie, admission à l'intérieur, détente à l'extérieur, attaquent le 1^{er} essieu couplé. L'appareil de démarrage, la distribution à rocking-shaft commune aux 2 cylindres d'un même côté, les tiroirs cylindriques ont été décrits ci-dessus (Fig. 11).

Pour la marche à régulateur fermé, les cylindres HP et BP sont munis de soupapes de rentrée d'air en communication avec l'arrivée de vapeur.

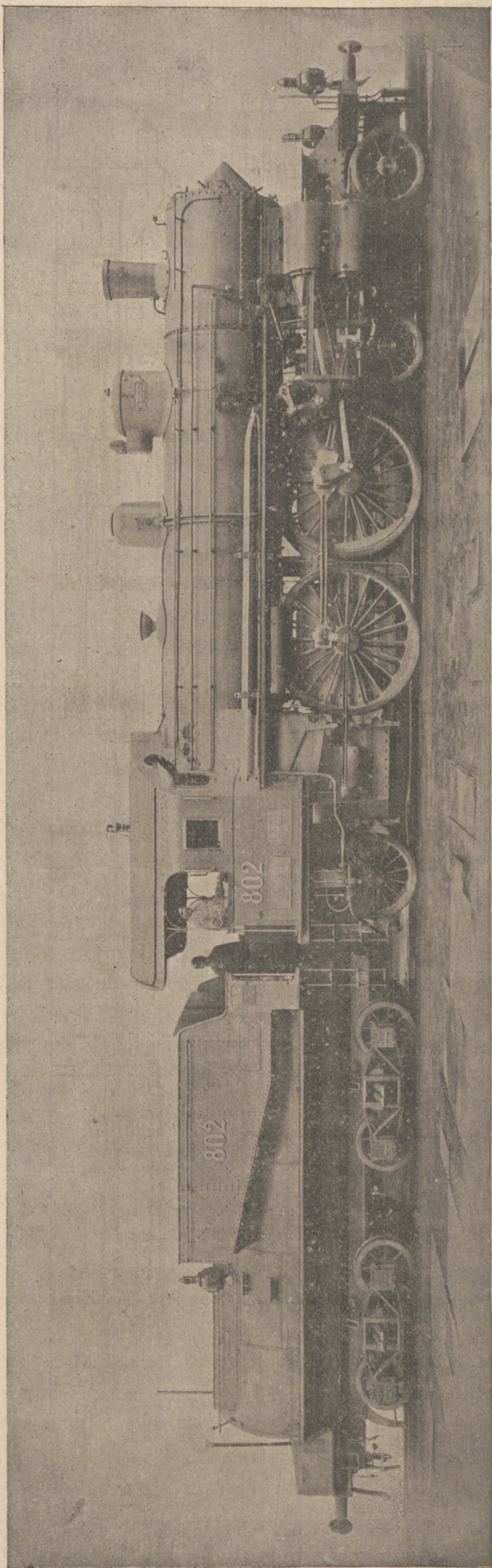
Tous les essieux-axes de la locomotive, à l'exception de l'essieu moteur, sont percés de part en part; l'axe coudé est percé aux fusées et aux manivelles; les axes des manivelles extérieures sont aussi percés.

Toutes les roues sont freinées à l'air comprimé; les leviers porte-sabots de l'essieu arrière possèdent une suspension à la Cardan.

Le bogie est à déplacement latéral contrôlé par des ressorts à lames. Le truc arrière, à boîtes radiales, est rappelé par des ressorts hélicoïdaux.

L'abri est en pointe à l'avant. Il n'y a pas de lanterne d'abri proprement dite, mais seulement des lanternes éclairant les appareils à lecture.

Fig. 37. — MACHINE ATLANTIC DE L'ÉTAT HONGROIS.



Les tôles du corps cylindriques sont en fer, de 35 à 42 kg. de résistance et 22% d'allongement, la somme de la résistance et de l'allongement devant être au moins égale à 61.

L'essieu coudé est en acier au nickel de 55 à 65 de résistance, avec une contraction minima de 40 % ; le barreau d'épreuve est soumis après rupture à un essai au choc.

Les bandages sont en acier chrome nickel.

Tender. — Le tender est du type Vanderbilt (Fig. 39), de forme cylindrique, à 2 bogies. Sur l'avant, empiétant sur le cylindre et débordant de chaque côté, se trouvent les soutes à charbon.

Sous la caisse à eau sont rapportées 2 tôles longitudinales formant longerons, plus longues que celle-ci, de façon à servir de support aux coffres placés à l'avant et à l'arrière. C'est à ces tôles que sont fixés les supports des pivots et les appendices latéraux qui appuient sur les bogies.

Les bogies sont à 2 essieux ; leur châssis est constitué par une traverse en acier moulé en forme d'U, aux 2 extrémités de laquelle est fixé un cadre en fers plats maintenant les boîtes. Une autre pièce en acier moulé, en forme d'I, coulisse verticalement à l'intérieur de la traverse, et lui transmet la charge du tender au moyen de ressorts.

Les 2 pièces peuvent tourner autour du pivot fixé, à la partie inférieure de la caisse à eau, aux tôles formant longerons.

Le poids des soutes à eau et à charbon se transmet aux bogies d'une part par la base du pivot, d'autre part par les appendices latéraux rivés à la caisse à eau et aux longerons.

Fig. 38. — LOCOMOTIVE ATLANTIC DE L'ÉTAT HONGROIS.

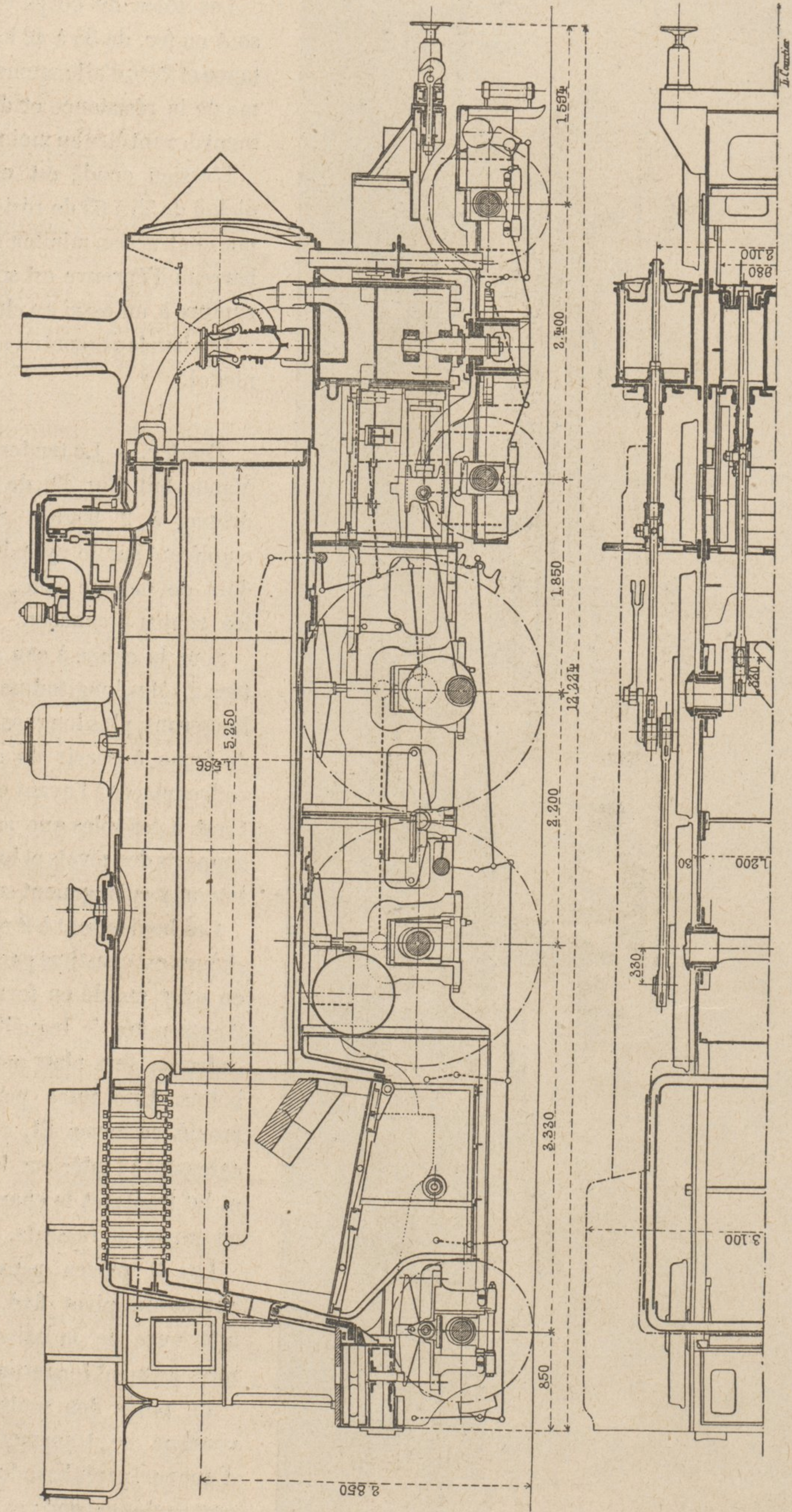
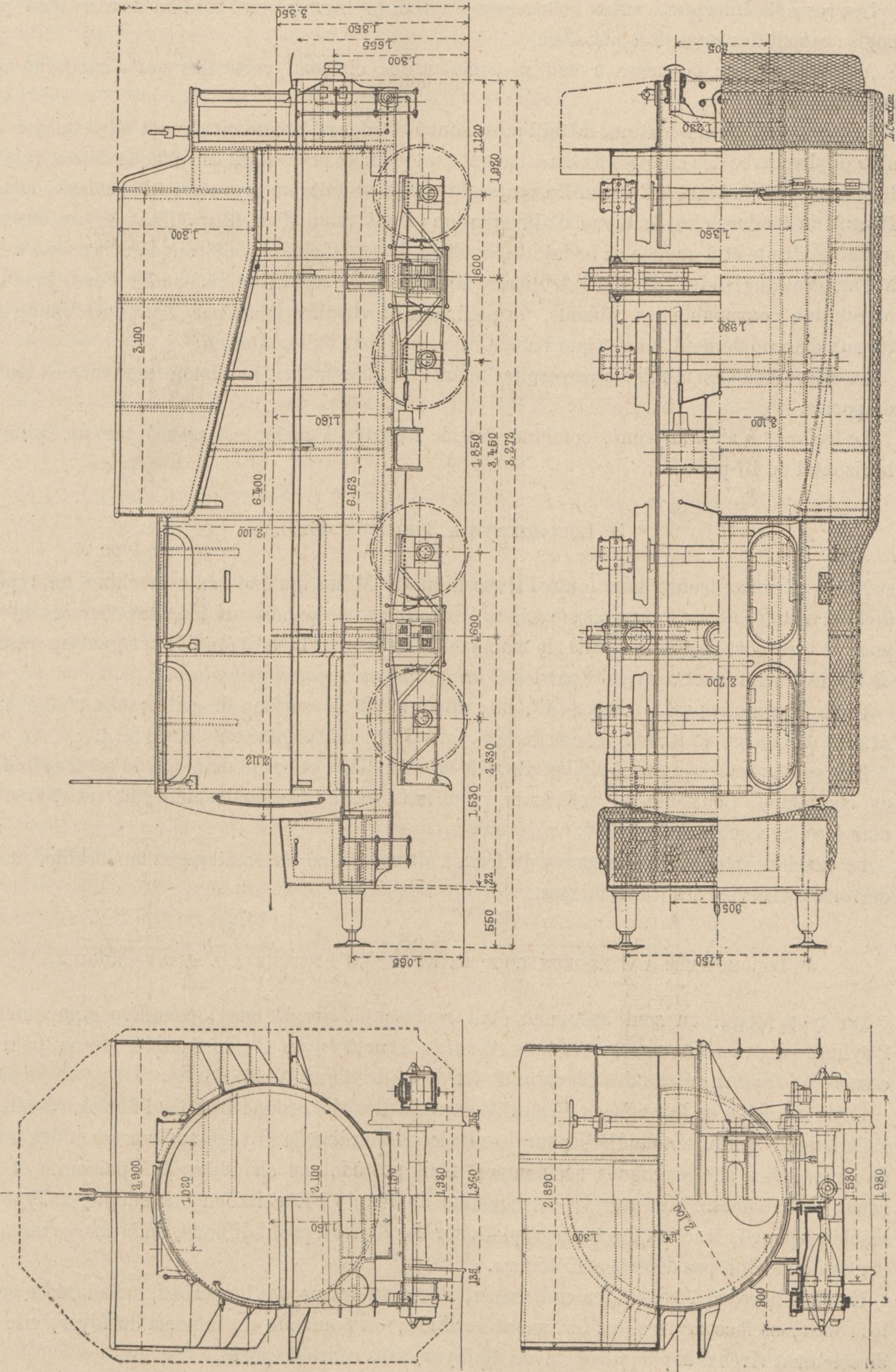


Fig. 39. — TENDER VANDERBILT DE L'ÉTAT HONGROIS.



Les ressorts interposés entre la traverse en U et la traverse en I sont au nombre de 4 par bogie ; ce sont des ressorts à pincettes.

A l'intérieur de la caisse à eau se trouvent des cloisons verticales qui s'opposent aux remous.

Les raccords d'alimentation, métalliques, sont à rotules et à emmanchement télescopique. Ils s'accouplent avec des culottes fixées à l'avant du tender et présentant sur chaque départ vers la locomotive un robinet à 3 voies. Du centre de chaque culotte un tuyau gagne la caisse à eau, à l'avant du tender : c'est le tuyau d'alimentation ; il est muni d'un filtre. Deux autres tuyaux partent à droite et à gauche de la culotte, au droit des robinets, et pénètrent dans la caisse à eau à l'arrière du tender par un tube percé de trous ; ils servent à réchauffer l'eau. Par une orientation convenable des robinets, on peut ainsi réchauffer l'eau par l'un quelconque des tuyaux d'accouplement, tandis que l'autre est utilisé pour l'alimentation.

La caisse à eau est munie de passerelles latérales et d'escaliers. La plateforme avant est munie de portes.

Le freinage à air comprimé, combiné avec le freinage à main, est assuré par un cylindre horizontal de 10 pouces.

3° LOCOMOTIVES A 3 ESSIEUX COUPLÉS.

Nous ne rencontrons, dans toute l'Exposition de Milan, qu'une seule machine du type à 6 roues couplées sans roues porteuses, universellement répandu sur tous les chemins de fer pour le transport de trains lourds : la machine du groupe 320 (N° 8) étudiée par l'ancien réseau de la Méditerranée et construite par les *Costruzioni meccaniche Saronno*.

Cette locomotive est à roues de 1^m,500 ; elle a 1^m2,90 de surface de grille ; elle pèse à vide 41 t. et en charge 45 t. ; son tender de 12^m3 est à 3 essieux, et pèse en charge 32 t.

Elle est caractérisée par le timbre élevé de sa chaudière, et par le montage de ses 2 cylindres en compound. Ceux-ci sont extérieurs au châssis, et ont respectivement 460 et 700^{mm} de diamètre, avec course de 640^{mm}.

La machine possède les organes du frein à air comprimé automatique et modérable, et est destinée au service des trains mixtes.

4° LOCOMOTIVES A 3 ESSIEUX COUPLÉS ET ESSIEU PORTEUR A L'AVANT (MOGUL).

Du type Mogul un seul spécimen était représenté, savoir une locomotive compound à 2 cylindres, construite par les Ateliers *Ansaldo Armstrong et C^{ie}* de Sampierdarena, pour le compte de l'ancien réseau des Chemins de fer de l'Adriatique (N° 9).

Cette machine a les mêmes généralités que celles du groupe 380 de l'ancien réseau de l'Adriatique qui furent étudiées pour le service des trains de voyageurs express et des trains de messageries sur les lignes accidentées, mais possède une chaudière plus puissante et des roues d'un diamètre plus grand ; les chemins de fer de l'Etat italien ont adopté ce type de machines pour la traction des trains rapides sur des lignes à profil difficile, où la charge maxima par essieu ne doit pas dépasser 15 tonnes.

La chaudière est à boîte à feu en berceau, élevée au-dessus des longerons, mais insérée entre les roues ; sa face arrière est fortement inclinée ; au pourtour de la porte du foyer, elle est directement rivée à la plaque en cuivre du foyer, sans cadre de porte.

La grille présente à l'arrière une partie horizontale, et à l'avant une partie inclinée, avec jette-feu. Sa largeur intérieure atteint 1^m,120, de sorte que, bien que la longueur totale ne soit que de 2^m,167, la surface est de 2^m²,40.

La tubulure est constituée par des tubes en laiton à ailettes.

Le dôme comporte un régulateur système Zara (Fig. 19) avec tringle de commande intérieure à la chaudière.

Les 2 cylindres sont intérieurs au châssis et inclinés, mais leurs distributeurs sont extérieurs et horizontaux ; ceux-ci sont cylindriques, et entourés d'une gaine de vapeur qui constitue le réservoir intermédiaire et en même temps les réchauffe.

Les distributions sont du système Walschaerts, mais indépendantes pour chaque cylindre. L'appareil de démarrage est du type von Borries.

La caractéristique la plus saillante de cette machine consiste dans l'application d'un bogie-bissel dont le 2^e essieu est accouplé avec l'essieu moteur ; nous avons décrit plus haut ce très intéressant dispositif qui, sur les locomotives type 380 des chemins de fer de l'Adriatique, a donné, à grande vitesse, des résultats des plus satisfaisants.

5^o LOCOMOTIVES A 3 ESSIEUX COUPLÉS, ESSIEU PORTEUR A L'AVANT ET ESSIEU PORTEUR A L'ARRIÈRE (PRAIRIE).

Du type Prairie nous ne trouvons également qu'un exemplaire, qui nous est fourni par les Chemins de fer de l'Etat autrichien, et qui fut construit sur les plans de Gölsdorf par la *Wiener Lokomotivfabrik de Floridsdorf* (N^o 10).

Cette machine, compound à 4 cylindres, des plus intéressantes, appartient à la 1^{re} série de locomotives Prairie qui ait été construite en Europe ; et son apparition ne remonte pas plus loin qu'en janvier 1905. Sa surface de grille est de 4^m² ; le corps cylindrique a une longueur entre plaques de 5^m,200 et la surface de chauffe est de 257,85^m². Les roues porteuses sont à boîtes radiales, type Adams, sans ressort de rappel.

L'économie de matière est telle, dans toute la machine, que pour une puissance effective de 1.600 HP et un empatement total de 9^m,490, elle ne pèse à vide que 61^t,8, et que la charge par essieu accouplé ne dépasse par 14 tonnes, limite d'ailleurs imposée par les conditions d'établissement des voies en Autriche.

Cette locomotive a été décrite en détail dans le N^o d'Avril 1906 de la *Revue*.

6^o LOCOMOTIVES A 3 ESSIEUX COUPLÉS ET BOGIE A L'AVANT (TEN WHEELER).

11 locomotives représentaient à Milan ce type de machines puissantes à grande vitesse ou mixtes qui est actuellement très en faveur en Europe, savoir :

5	locomotives belges,
3	d ^o françaises,
1	d ^o italienne,
2	d ^o suisses.

Locomotives belges.

L'administration des chemins de fer de l'Etat belge, en raison du profil accidenté de son

réseau, des arrêts fréquents auxquels sont obligés les trains directs, et du fort tonnage de ces trains, possède peu de locomotives Atlantic, mais par contre, un très grand nombre de locomotives à 3 essieux couplés.

Les 5 locomotives exposées ont toutes été étudiées par M. Flamme, Inspecteur général des Chemins de fer de l'Etat belge, elles sont donc assez semblables entre elles dans leurs grandes lignes ; si elles présentent des différences, c'est qu'elles doivent satisfaire à des exigences différentes, ou qu'elles sont appelées à contribuer à des expériences de comparaison.

La locomotive type 35 (N° 11), construite par la *Société franco-belge*, à La Croyère, est à 2 cylindres à simple expansion, avec roues de 1^m,700 ; elle est destinée à la remorque des trains de marchandises à allure accélérée, ou de trains de voyageurs à forte composition, directs ou de banlieue. C'est donc une machine mixte. Le type date de 1904, mais le spécimen exposé est complété par l'addition d'un surchauffeur Schmidt dans les tubes à fumée ; cette locomotive figurait déjà à l'Exposition de Liège et a été décrite dans le N° de Février 1906 de la *Revue Générale*.

La locomotive type 8 (N° 12) construite par la *Société Saint-Léonard* à Liège, est une locomotive compound à 4 cylindres, à vapeur saturée ; les cylindres H P sont extérieurs et actionnent le 2^e essieu couplé, tandis que les cylindres B P, placés sous la boîte à fumée, attaquent le 1^{er} essieu ; comme chaudière et comme mécanisme, elle est absolument semblable à la locomotive Atlantic exposée à Liège, et dont la description a été également donnée par la *Revue* ; mais le diamètre des roues motrices a été réduit de 1^m,980 à 1^m,800. Le diamètre de 1^m,800 est en effet suffisant pour les vitesses que peuvent atteindre les trains de fort tonnage sur les lignes de Belgique. Le poids total en ordre de marche est passé de 73.150 à 77.500 kg.

La locomotive type 8 (N° 13) construite par les *Ateliers Métallurgiques* à Tubize, est extérieurement identique à la précédente ; mais le faisceau tubulaire qui dans la première est composé de 232 tubes lisses de 50^{mm} donnant une surface de chauffe de 160,91^m² est ici constitué par 139 tubes Serve de 70^{mm} correspondant à une surface de chauffe de 223,23^m².

La locomotive type 19^{bis} (N° 14) construite par la *Société J. Cockerill* à Seraing, se rapproche assez des 2 précédentes par ses dimensions fondamentales : elle a même diamètre de roues motrices, 1^m,800, même surface de grille, 3^m²,01 ; un diamètre de corps cylindrique plus grand, 1^m,650 au lieu de 1^m,488, mais une longueur plus petite, 4^m au lieu de 4^m,400, de sorte que la capacité de la chaudière est la même, soit 8,900^m³. Son moteur est légèrement plus puissant : les cylindres, de diamètre sensiblement égaux (360/620 au lieu de 360/600 à cause de la dépendance des distributions), ont une course de 680^{mm} au lieu de 640^{mm}.

Cependant la disposition générale est très différente ; les 4 cylindres sont sensiblement en ligne, ceux à haute pression à l'intérieur, légèrement décroisés en avant par rapport à l'axe du bogie, et ceux à basse pression à l'extérieur ; bien qu'ils attaquent 2 essieux différents, le mécanisme de distribution est unique pour un même côté, d'où une plus grande simplicité de construction, un accès plus facile aux têtes de bielles intérieures pour la visite et le graissage et un meilleur équilibrage des masses alternatives. Enfin, la machine est munie d'un surchauffeur système Cockerill.

Nous renvoyons pour la description de cette locomotive au N° de février 1906 de la *Revue Générale* ; ajoutons seulement, que d'après des expériences récentes, elle remorque sans difficulté sur une rampe de 9^{mm}, longue de 15^{km}, des trains de 450 tonnes

à la vitesse de 80^{km}. Pendant ce trajet, la pression se maintient au timbre de 15,5 atm. ; dans les boîtes à vapeur BP elle est alors de 3,5 à 4 atm., et la température est de 240°, soit une surchauffe de 100° environ. A marche forcée la surchauffe peut même atteindre 150°.

Enfin, il nous reste à mentionner *la locomotive 3.303* (N° 15 construite par la Société « *La Meuse* » à Sclessin (Liège), l'un des 2 exemplaires d'un type nouveau caractérisé par l'emploi de 4 cylindres égaux.

Cette machine possède la même chaudière que les machines du type 19, mais comme les Atlantic de l'Etat belge, elle a des roues de 1^m,980 ; de plus elle est munie d'un surchauffeur Schmidt dans les tubes à fumée.

La machine 3.303, qui figurait déjà à Liège, a été décrite en détail dans la *Revue Générale*.

Comme on le voit, tous ces types de machines présentent entre eux des différences méthodiques, et les essais de longue durée qui seront effectués sur le réseau de l'Etat belge, feront ressortir des données précieuses sur la valeur relative des divers perfectionnements préconisés dans ces dernières années pour accroître la puissance des locomotives et améliorer leur fonctionnement : compoundage, systèmes divers de surchauffe, applications de tubes Serve, etc. ; c'est là ce qui constituait plus spécialement le très vif intérêt offert au visiteur par l'Exposition de la section belge.

Locomotives françaises.

Deux locomotives françaises Ten-Wheeler à grande vitesse pour voie normale étaient exposées à Milan, l'une de la Compagnie P.-L.-M., à roues de 2^m,000, l'autre de la Compagnie de l'Est, à roues de 2^m,090 ; une 3^e locomotive, à voie étroite, et à roues de 1^m,500, était présentée par l'Administration des Chemins de fer de l'Etat français ; elle est destinée aux lignes du réseau algérien.

Pour *la locomotive 2.600 de la Compagnie P.-L.-M.* (N° 16) construite en 1904 par les Etablissements *Schneider et C^{ie}*, au Creusot, sur les plans de la Compagnie, nous renverrons à l'article de M. Ch. Baudry paru dans le N° de février 1905 de la *Revue Générale*.

Nous donnons ci-dessous la description de la machine 3.103 de la Compagnie de l'Est.

La locomotive 3.103 de la Compagnie de l'Est (n° 17), construite dans les ateliers de cette Compagnie à Épernay, fait partie d'un groupe de 30 locomotives destinées à remplacer les locomotives compound à 2 essieux couplés de la série 2400, afin d'accélérer l'horaire des trains actuels ou de permettre un tonnage plus élevé (Pl. VII et VIII).

Une machine de cette nouvelle série peut en effet remorquer les trains internationaux entre Paris et Belfort, soit sur une distance de 443 km. avec 3 arrêts, en 4 h. 55, gagnant ainsi 59 minutes sur les locomotives 2400 ; ou bien avec l'ancien horaire, la charge des trains peut être portée de 300 à 400 tonnes.

Dans l'ensemble, cette locomotive présente les diverses caractéristiques de la construction française : la chaudière est du type Belpaire avec tubes Serve, supportée à l'avant par un bogie à 2 essieux, à l'arrière par 3 essieux, dont 2 moteurs placés à l'avant de la boîte à feu, et un 3^e accouplé situé sous la partie postérieure du foyer.

Les 2 cylindres d'admission, placés horizontalement à l'extérieur des longerons entre le bogie

et le premier essieu accouplé, attaquent le 4^e essieu, tandis que les 2 cylindres de détente, disposés antérieurement sous la boîte à fumée, commandent le 3^e essieu.

Chaudière. — L'axe du corps cylindrique est à 2^m,690 au-dessus du niveau du rail. Il est constitué par 3 viroles en tôle d'acier doux, d'un diamètre moyen intérieur de 1^m,550, formées chacune d'une seule tôle, et assemblées à double couvre-joint pour les clouures longitudinales, et à double rangée de rivets pour les clouures transversales.

La plaque arrière de la boîte à feu est verticale à sa partie supérieure, mais inclinée vers l'arrière à partir du plan horizontal passant par l'axe du corps cylindrique ; cette disposition permet d'obtenir une grille plus longue sans augmenter en proportion le poids de la boîte à feu.

Cette plaque est consolidée à sa partie supérieure par 2 armatures en tôle prolongées jusqu'aux parois latérales auxquelles elles sont rivées ; elle est en outre reliée par 4 tirants à la virole arrière du corps cylindrique et par 2 tirants à la plaque avant.

Le ciel de foyer est réuni à l'enveloppe de boîte à feu par des tirants verticaux dont les 2 rangées antérieures sont à dilatation. Les entretoises sont en cuivre rouge, sauf celles des 6 rangées supérieures de la face arrière et des 7 rangées supérieures des parois latérales, qui sont en bronze manganésé. Les filets sont enlevés sur le corps, qui est tourné à un diamètre légèrement inférieur à celui du fond du filet. Elles sont percées d'un trou de 6^{mm} débouchant dans le foyer. Les tirants verticaux sont aussi percés d'un trou de 6^{mm} sur une longueur un peu supérieure à celle du filetage.

La grille, en 4 parties, est constituée par des barreaux en fonte de 9^{mm} séparés par des vides de 10^{mm} ; le jette-feu est formé de barreaux en fer placés transversalement. Elle est inclinée de 16°, et sa surface est de 3^m²,16, tandis que celle des machines 2400 n'est que de 2^m²,52.

Le faisceau tubulaire comprend 140 tubes Serve de 4^m,400 de longueur et de 70^{mm} de diamètre extérieur ; la surface de chauffe totale qui dans les 2400 est de 207^m²,51 est passée à 234^m²,91.

Le corps cylindrique porte 2 dômes dont l'ensemble constitue un grand réservoir de vapeur ; la vapeur passe du dôme *R* au dôme *N* par un tuyau de 120^{mm} intérieur à la chaudière ; un autre tuyau, dont l'ouverture est située près de l'extrémité du premier, amène la vapeur du dôme *N* au régulateur. Les 2 dômes sont munis à leur base de chicanes arrêtant l'eau entraînée par la vapeur.

Le régulateur est à tiroir plan horizontal, à manœuvre par levier ; la lumière est de forme triangulaire, ce qui permet d'en graduer facilement l'ouverture ; le même dispositif à tiroir commandé par levier est aussi adopté pour la prise de vapeur directe des cylindres BP, à cause de sa rapidité de fonctionnement.

Les soupapes, disposées au-dessus du foyer, sont l'une du type Adams, l'autre du type Ramsbotton. Le mécanicien peut au besoin en régler la fermeture à la main à l'aide d'un levier aboutissant dans la cabine, lorsque la pression est redescendue au-dessous du timbre.

Châssis. — Les longerons, en acier doux, ont 27^{mm} d'épaisseur ; ils sont en 2 parties, celle d'avant rivée à l'extérieur de celle d'arrière, de façon à pouvoir loger les cylindres BP dont la largeur totale est de 1^m,300.

Les plaques de garde des 2 essieux moteurs sont renforcées par des contreplaques rivées à l'extérieur.

Les longerons sont entretoisés, outre les traverses *A* et *R* et les cylindres BP, par un caisson en acier moulé situé au droit des cylindres HP et par un caisson en tôles et cornières relié à l'entretoise des supports de glissières des cylindres HP.

Le corps des roues motrices est en acier moulé; leurs contrepoids équilibrent seulement les masses tournantes; les essieux et les bandages sont en acier Martin.

Le graissage des boîtes et celui des glissières des plaques de garde est assuré par des réservoirs à huile placés sur la face *R* de la boîte à feu pour l'essieu *R* et sur le corps cylindrique pour les autres essieux. Ces réservoirs sont à débit réglable par des pointeaux, et sont en outre munis de robinets à boisseau permettant d'en arrêter le débit dans les stationnements.

Enfin, les boîtes à huile contiennent en outre à leur partie supérieure un réservoir à graisse, prévu en cas de chauffage.

Bogie. — Les longerons du bogie, intérieurs aux roues, sont entretoisés à leurs extrémités par des traverses, et au centre par un caisson en tôles et cornières formant support de la locomotive. Le pivot fixé au bâti de la machine entraîne le bogie par un coulisseau en acier moulé guidé dans une coulisse ménagée dans le caisson et permettant un déplacement latéral à droite et à gauche de 55^{mm}. Des ressorts de rappel sont disposés de chaque côté du coulisseau, avec une bande de pose de 1.785 kg., la tension pour le déplacement maximum atteignant 5.600 kg.

La transmission du poids de la locomotive se fait par 2 rotules reposant sur 2 crapaudines hémisphériques pouvant glisser sur la tôle supérieure du caisson. Les surfaces de frottement sont convenablement lubrifiées.

Mécanisme. — Chacun des 4 cylindres a une distribution propre, système Walschaerts; l'admission aux tiroirs cylindriques se faisant par les arêtes intérieures, les excentriques sont calés à l'arrière de la manivelle.

Les changements de marche des 2 groupes de cylindres sont indépendants et actionnés chacun par une vis et un écrou; les 2 vis d'ailleurs, superposées dans un appareil unique, sont commandées par un seul volant de manœuvre qui, par l'intermédiaire de cliquets et de roues à rochets, peut les actionner isolément ou simultanément.

Chaque fond de cylindre porte, en raison de l'application de tiroirs cylindriques, 2 soupapes de sûreté chargées par des ressorts en hélice d'un diamètre de 32^{mm}, et réglées à 15^k,5 pour l'admission et à 6^{kg},5 pour la détente.

Des soupapes de rentrée d'air sont en outre prévues, pour le cas de la marche à régulateur fermé, sur les tuyaux d'amenée de vapeur aux cylindres HP et sur le réservoir intermédiaire.

Enfin, pour la marche à contrevapeur, dans l'échappement de chaque cylindre aboutit une conduite d'injection d'eau et de vapeur venant de la chaudière, dont le débit est réglé par des robinets à pointeau.

Tous les pistons des cylindres sont à contretiges de guidage.

Les tiroirs cylindriques et l'appareil de démarrage ont été décrits ci-dessus. (Fig. 4).

Frein. — Le frein est du système Westinghouse automatique, avec pompe de compression à 2 phases système Fives-Lille. Il agit sur les 6 roues couplées par 2 cylindres verticaux à simple piston de 0,305 de diamètre, et sur les 4 roues du bogie par 2 cylindres horizontaux à double piston de 0,196. L'effort maximum de freinage est égal à 75% du poids sur rail.

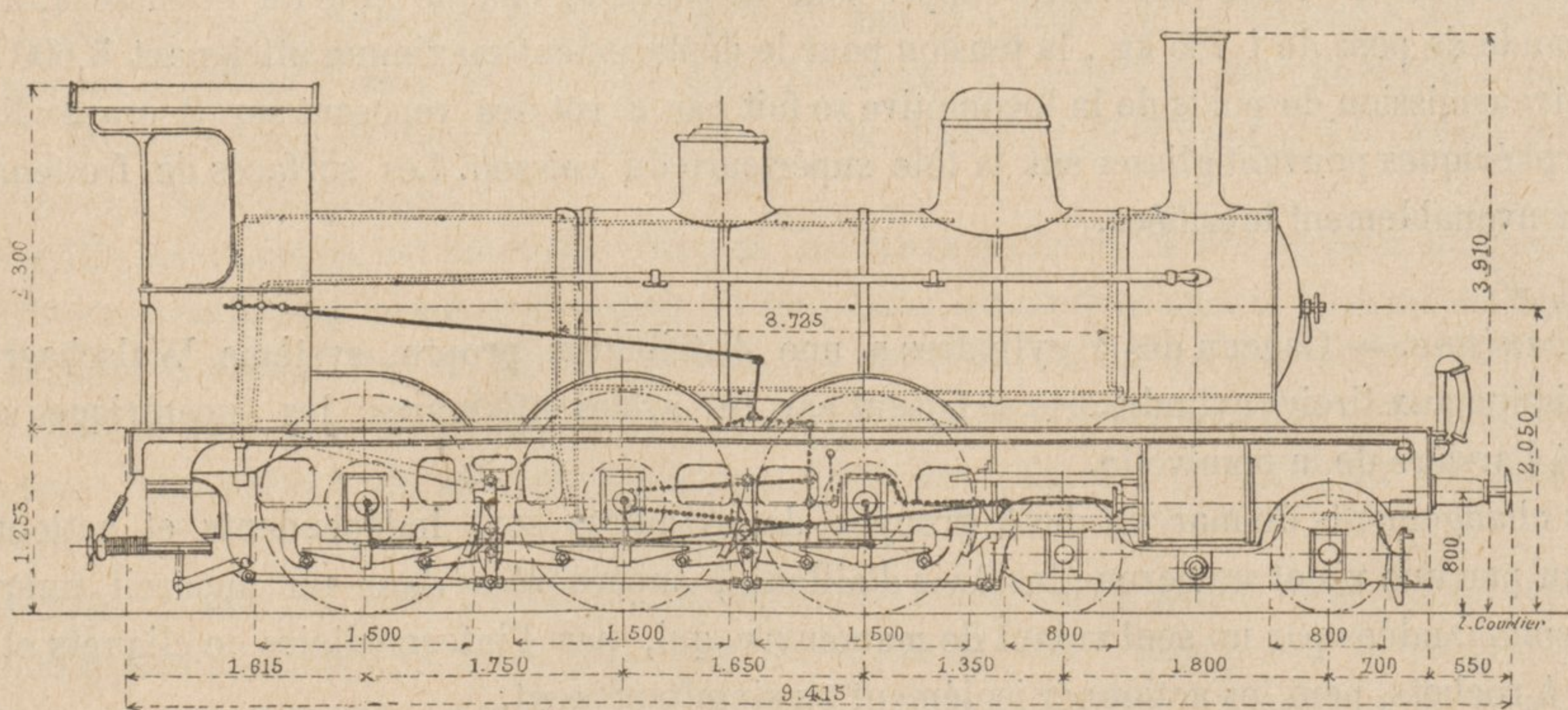
Accessoires. — Le graissage des cylindres est assuré par un graisseur à condensation système Friedmann à 2 départs.

La vitesse est indiquée à chaque instant au mécanicien par un indicateur enregistreur système Flaman placé dans l'abri, à gauche, devant le changement de marche.

Enfin, la machine est équipée pour le chauffage des trains à la vapeur système Lancrenon : elle comporte à cet effet un robinet de prise de vapeur monté sur la cuvette de soupapes, et un robinet de prise d'air branché sur la conduite d'amenée d'air du réservoir principal au robinet de manœuvre ; le mélange d'air et de vapeur se fait dans une boîte spéciale d'où part la conduite générale. Une soupape de sûreté sur la conduite de vapeur, et un régulateur de pression sur la conduite d'air, limitent les pressions respectives à 5^{kg},5.

La locomotive à 2 cylindres à simple expansion du réseau algérien de l'Etat français (N° 18) construite par la Société alsacienne de Constructions mécaniques, à Belfort, est à voie de 1^m,055 d'écartement intérieur (Fig. 40).

Fig. 40. — LOCOMOTIVE DU RÉSEAU ALGÉRIEN DE L'ÉTAT FRANÇAIS.



Remarquable par l'élégance de ses formes et la simplicité de sa construction, cette machine à voie étroite est du type ordinaire des machines françaises ; la chaudière est à foyer Belpaire, avec tubes lisses, supportée à l'avant par un bogie à roues de 0^m,800 et à l'arrière par 3 essieux accouplés de 1^m,500. Les cylindres, intérieurs, ont 400^{mm} de diamètre, une course de 560^{mm}, et actionnent le 2^e essieu accouplé.

Elle possède les divers accessoires suivants : injecteur Friedmann en charge de 6^{mm} à remise en marche automatique série Sz ;

Dispositif d'arrosage de la boîte à fumée et du cendrier ;

Graisseurs à condensation pour les cylindres système Détroit ;

Indicateur enregistreur de vitesse système Flaman ;

Organes du frein à vide automatique Clayton ;

Appareil à contrevapeur à simple robinet du type Nord.

Enfin, les fenêtres latérales de l'abri sont munies de persiennes mobiles.

Locomotive italienne.

Les Etablissements *E. Bréda*, de Milan, ont exposé un spécimen de ce type de locomotives à 3 essieux couplés et bogie sous le foyer étudié par l'ancienne Compagnie de l'Adriatique (N° 19) qui, à l'Exposition de 1900, avait déjà tout spécialement retenu, par sa nouveauté, l'attention des Ingénieurs de Chemins de fer, et que la *Revue Générale* a décrit en détail dans le N° d'août 1900.

Nous en rappellerons seulement les caractéristiques curieuses :

1° La machine marche foyer en avant, de façon que le personnel de manœuvre aperçoive sans difficulté la ligne et les signaux ;

2° La locomotive et le tender constituent 2 véhicules absolument distincts, à accouplement ordinaire (sauf les conduites d'eau). La locomotive proprement dite contient son charbon ; le tender, en forme de citerne, ne renferme que de l'eau ; on peut tourner la locomotive sur les plaques sans qu'il soit nécessaire de tourner le tender.

3° Des 4 cylindres, les 2 à haute pression sont d'un même côté en une seule pièce de fonte, l'un à l'intérieur des longerons, l'autre à l'extérieur, et il en est de même des cylindres à basse pression. Il suffit ainsi d'une seule distribution pour commander les 2 cylindres d'un même côté ; les 4 bielles motrices agissent sur le même essieu moteur ; il y a équilibre parfait entre les masses alternatives.

Les essais effectués en 1900 par M. E. Decourt, Ingénieur principal de la Traction de la Compagnie de l'Ouest (1), sur une locomotive de ce type, avaient montré que le démarrage se faisait dans d'excellentes conditions, que la marche était très stable aux grandes vitesses, que la consommation était du même ordre que dans les machines à 3 essieux couplés du type classique, qu'enfin la conduite, malgré la disposition inversée des organes, en était relativement facile.

Il apparaissait en outre à l'avantage du système la possibilité d'obtenir une boîte à feu très élargie, présentant, à égalité de surface de grille, une moindre longueur, et par suite d'un poids moindre, si l'on ne tient pas compte de la charge supplémentaire de charbon qui dans cette machine est reportée du tender à la cabine.

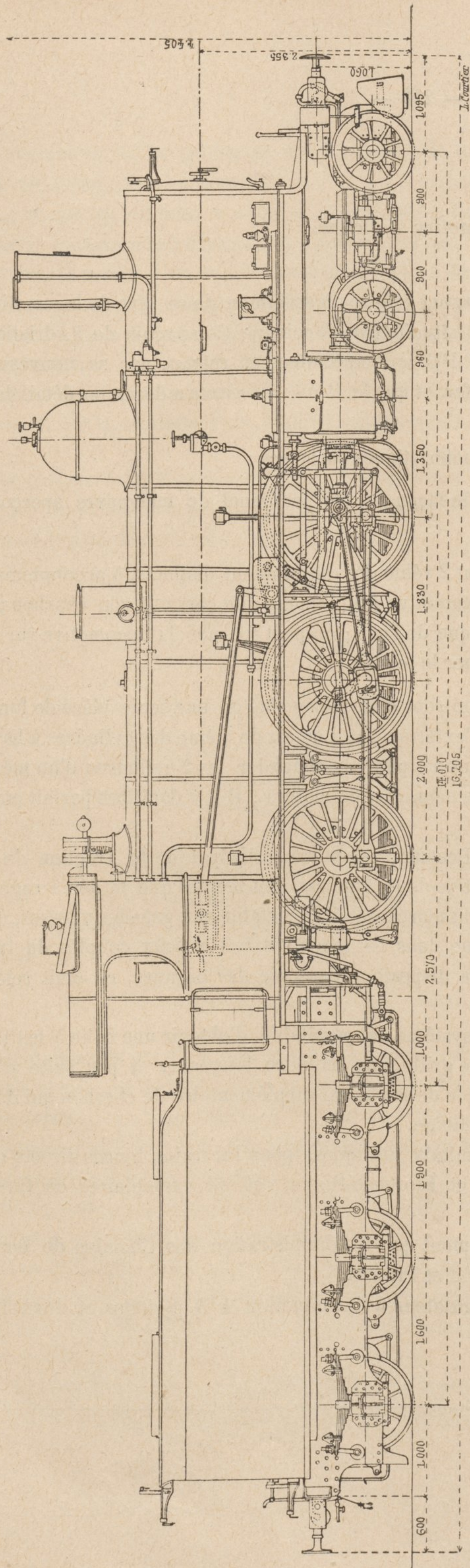
Ce type donna en effet de très bons résultats pratiques, pour les trains lourds directs des lignes de Milan-Venise, Milan-Bologne et Florence-Rome, et 43 exemplaires en furent construits.

Il paraît cependant abandonné actuellement par l'Administration des Chemins de fer de l'Etat italien qui lui préfère les types Mogul et Prairie.

Le spécimen exposé était muni du régulateur à introduction à 3 périodes et des boîtes articulées système Zara (Fig. 19 et 24).

(1) *Revue Générale*, Novembre 1901.

Fig. 41. — LOCOMOTIVE A GRANDE VITESSE DU GOTHARD.



Locomotives suisses.

Le type Ten-Wheeler est tout spécialement désigné pour les réseaux suisses où les profils sont particulièrement accidentés et où circulent des trains rapides internationaux. C'est en effet à ce type que se sont arrêtées les 2 Administrations principales, celle des *Chemins de fer fédéraux* et celle de la *Compagnie du Gothard*, qui en ont exposé chacune à Milan un spécimen construit par les Ateliers de la *Société suisse de Winterthur* (Nos 20 et 21).

Les 2 machines, compounds à 4 cylindres, présentent entre elles beaucoup d'analogies; elles se rapprochent dans leur forme générale des machines françaises, avec leurs cylindres décroisés attaquant des essieux distincts et leur boîte à feu inscrite dans les longerons; ce sont des moteurs de même poids, 64^r,5 environ, mais sur le Gothard où les rampes continues atteignent 26 ‰ et où l'on s'est proposé de remorquer des charges de 140 tonnes à une vitesse de 40 kilomètres à l'heure, les roues motrices ont dû être réduites au diamètre de 1^m,600, encore suffisant pour des vitesses de 90 kilomètres, tandis que sur les Fédéraux le diamètre est de 1^m,780.

Une autre différence entre les 2 locomotives consiste dans la disposition relative des cylindres à haute et basse pression: sur les Fédéraux, les cylindres d'admission sont extérieurs et attaquent le 2^e essieu accouplé, tandis que les cylindres de détente sont sous la boîte à fumée et actionnent le 1^{er} essieu; c'est l'inverse pour la locomotive du Gothard (Fig. 41).

Les 2 chaudières, timbrées à 15 kg., ont sensiblement même surface de grille et même surface de chauffe.

La grille est uniforme et peu inclinée dans la 1^{re}; dans la 2^e elle présente à l'arrière une partie horizontale, tandis que les parties médianes et antérieures sont fortement plongeantes, de façon à assurer une charge plus régulière.

La porte du foyer, montée sur un cadre en fer forgé, est munie de l'appareil fumivore de Langer.

Les portes de cendrier sont munies de grilles pare-étincelles; un dispositif arroseur permet en outre d'éteindre les escarbilles à l'intérieur du cendrier.

Dans la boîte à fumée, à la base de la cheminée, se trouvent des grilles à flammèches, en tôle percée aux Fédéraux, en toile métallique galvanisée au Gothard.

L'échappement est à cône, non variable dans la 1^{re}; au Gothard il est du système Adams; le souffleur, qui est annulaire, est venu de fonte avec la tête du tube d'échappement.

Le dôme est sur la virole antérieure, supporté dans la machine du Gothard par un socle en fonte; pour éviter les entraînements d'eau, il est fermé à sa base, et l'amenée de vapeur jusqu'au régulateur se fait par un tuyau venant de la chaudière et ouvert suivant sa génératrice supérieure.

Les boîtes à huile sont disposées pour le graissage par dessous; leurs surfaces latérales de glissement sont garnies de semelles en bronze.

Les anciennes locomotives du Gothard avaient aux essieux couplés une suspension constituée par 2 ressorts à boudin emboîtés l'un dans l'autre, supportant l'assemblage des plaques de garde. Cette suspension, très douce au roulement, était très sensible aux irrégularités de la voie; elle a été remplacée par le dispositif courant à ressorts à lames.

L'équilibrage des roues motrices est complet relativement aux masses rotatives; pour les masses oscillantes, il est de 50 % aux Fédéraux, et de 50 % au Gothard.

L'essieu moteur coudé est en acier au nickel; les autres essieux sont en acier au creuset. Les corps des roues motrices et accouplées sont en acier moulé. Les bandages sont en acier Martin spécial, d'une épaisseur de 80^{mm}. Ils sont fixés par des agrafes, et de plus, à cause du freinage énergique auquel ils sont soumis en service, consolidés sur les jantes par des vis. En outre, pour faciliter le passage dans les courbes, les boudins des roues motrices sont plus minces que les autres de 5^{mm}.

Aux Fédéraux, la distribution Walschaerts a été appliquée seulement aux cylindres à haute tension, tandis que, pour des raisons de poids et de simplicité, on a adopté pour la basse pression la distribution Joy. Les 2 distributions sont conjuguées de façon à obtenir aux cylindres B P, pour les crans de marche les plus courants, une admission supérieure de 10 % à celle des cylindres H P.

Dans la machine du Gothard, une seule coulisse, placée à l'extérieur, est commune aux 2 cylindres d'un même côté. Elle actionne le tiroir BP directement et le tiroir HP par l'intermédiaire d'un arbre de transmission.

Le démarrage est obtenu dans la 1^{re} par une valve qui, fonctionnant automatiquement en cas d'admission totale, envoie de la vapeur vive au receiver. Au Gothard cette admission de vapeur est obtenue au moyen d'un régulateur secondaire.

Les 2 locomotives sont équipées du frein automatique Westinghouse et du frein modérable de la Compagnie P. L. M. Ce dernier est surtout utilisé pour le réglage de la vitesse sur les longues pentes. L'automatique agit sur les 2 essieux du bogie, sur les essieux couplés (les 3 essieux aux Fédéraux, les 2 derniers essieux au Gothard) et sur les essieux du tender, le modérable n'agit

que sur les essieux du tender ; cette disposition est employée pour éviter l'échauffement qui résulterait pour les bandages de la locomotive d'un freinage trop prolongé.

On dispose de 2 sablières, l'une à main, l'autre à air comprimé système Leach. L'une sable devant le 2^e essieu couplé, l'autre devant le premier.

Les locomotives peuvent prendre en palier les vitesses respectives de 100 km. (Fédéraux) et 90 km. (Gothard) ; elles peuvent remorquer :

La 1^{re} un train de 300^t sur une rampe de 10 ‰ à la vitesse de 50 km.

La 2^e id. 140^t id. 26 ‰ id. 40 km.

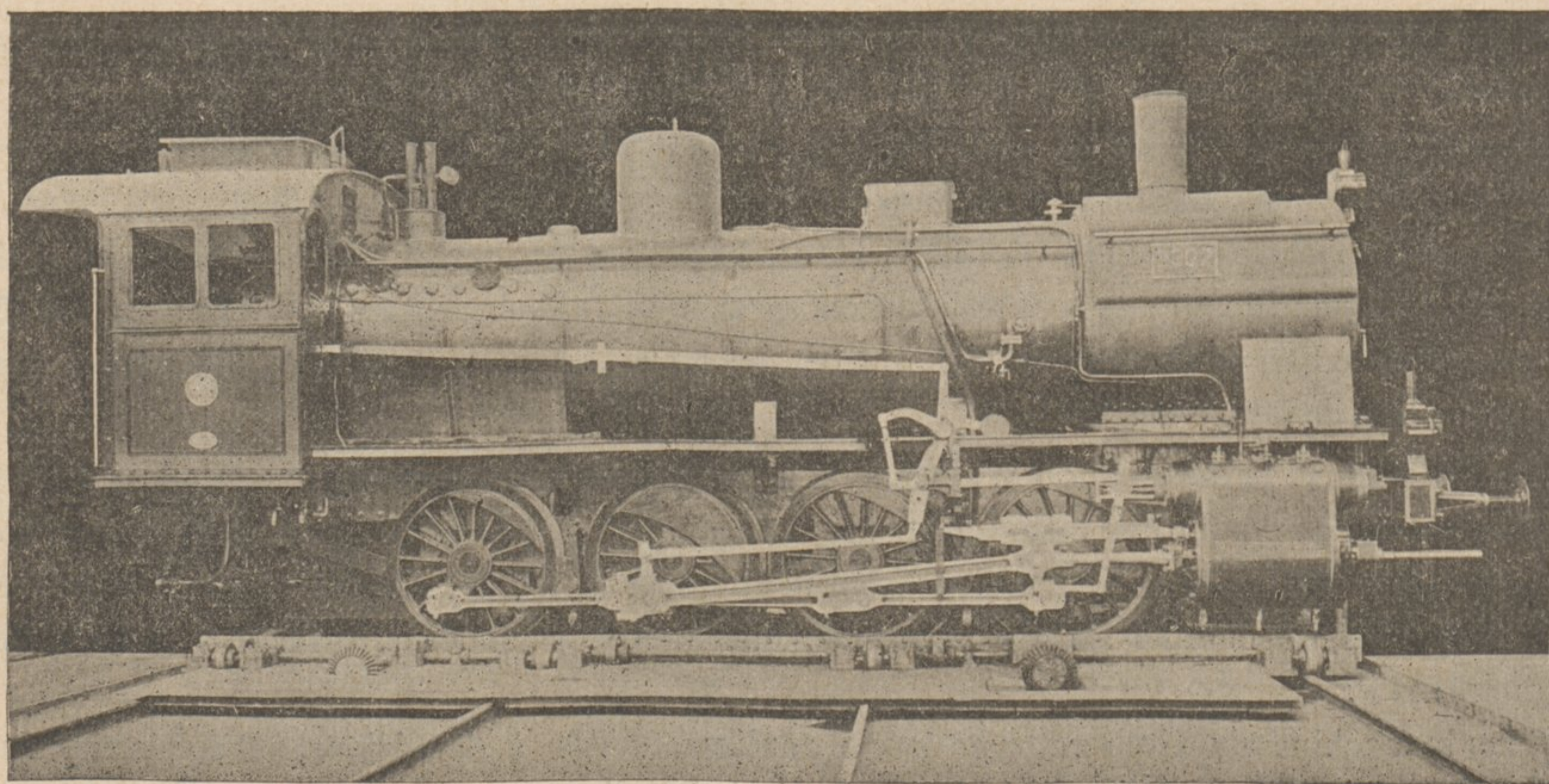
Les machines des Fédéraux datent de 1902 ; il en existe 34 exemplaires ; la machine exposée par la Compagnie du Gothard fait partie d'un lot de 29 machines dont la construction fut commencée en 1905 et dont 6 sont déjà en service.

7^o LOCOMOTIVES A 4 ESSIEUX COUPLÉS, SANS ESSIEU PORTEUR.

La fabrique *Vulcan, de Stettin*, exposait une locomotive à 4 essieux couplés, à 2 cylindres jumelés, construite pour les Chemins de fer de l'Etat prussien (n^o 22).

Cette machine est destinée à la remorque des trains lourds de marchandises sur les fortes rampes ; elle est à roues de 1^m,350 ; elle présente les divers caractères de la construction prus-

Fig. 42. — LOCOMOTIVE A 4 ESSIEUX COUPLÉS DE L'ÉTAT PRUSSIE.



sienne, et sa chaudière est complétée par l'application d'un surchauffeur Schmidt dans la boîte à fumée (Fig 42).

La Société française de Constructions mécaniques (anciens établissements Cail) présentait une locomotive du même type construite pour le chemin de fer de Damas-Hamah et prolongements (Syrie) n^o 23.

Cette machine, destinée à un service de trains mixtes sur une ligne très accidentée, est à roues de 1^m,300. Elle est remarquable par la robustesse de ses divers organes, jointe à une très grande

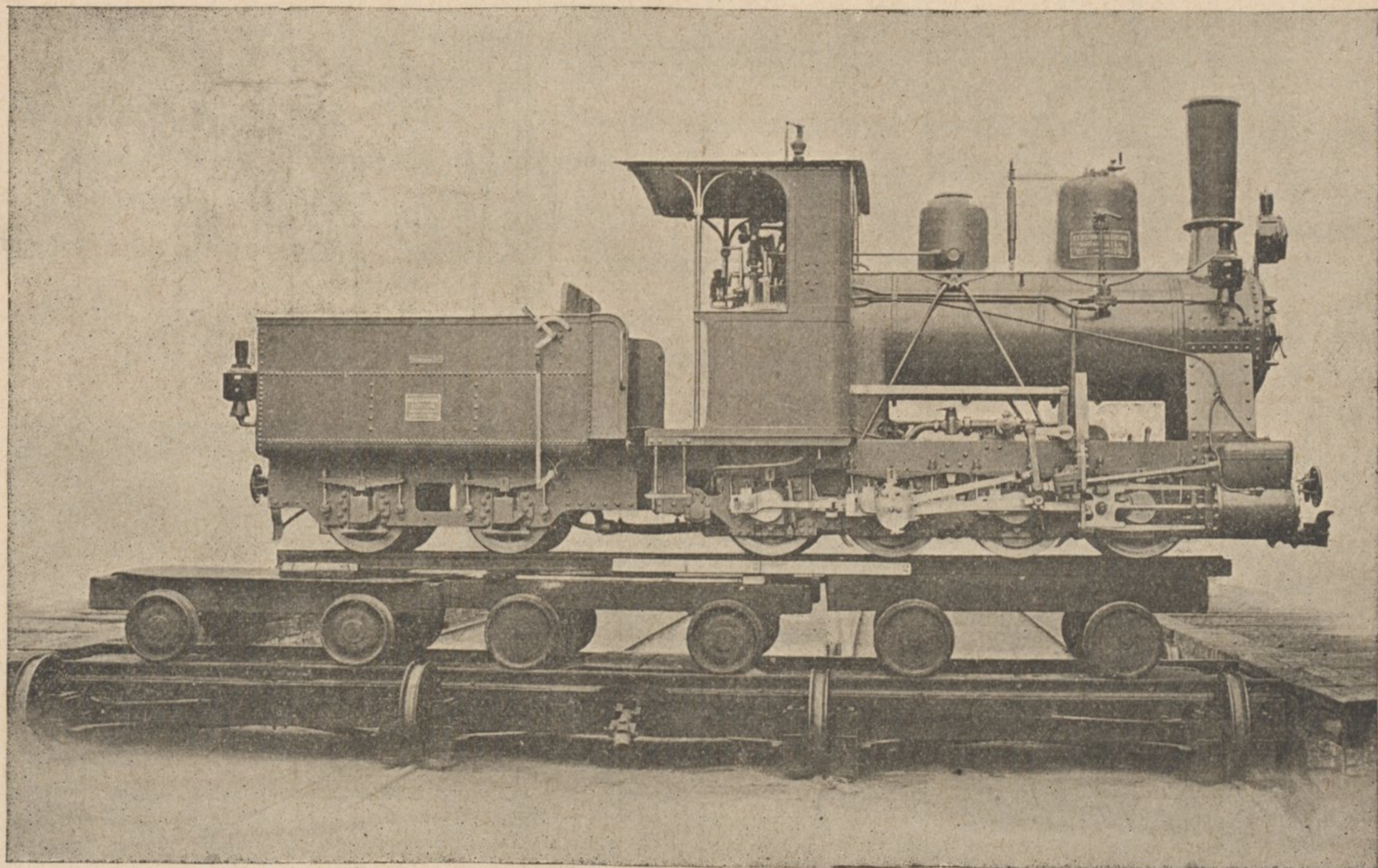
simplicité de construction ; la visite et l'entretien en sont particulièrement faciles, toutes les pièces de mécanisme étant extérieures aux longerons (Fig. 43).

Elle est équipée du frein à vide ; elle porte à l'avant un chasse-buffles.

La locomotive système Klien-Lindner, type 68 des Chemins de fer de l'État hongrois (n° 24) à 2 cylindres jumelés, et à voie de 0^m,760, est destinée à l'exploitation des forêts (Fig. 26, 27 et 44).

L'intérêt qu'elle présente consiste plus particulièrement dans la disposition spéciale des 1^{er} et

Fig. 44. — LOCOMOTIVE SYSTÈME KLIEN-LINDNER A VOIE DE 0,760 DE L'ÉTAT HONGROIS.



4^e essieux qui lui permet de s'inscrire dans des courbes de 20^m de rayon, et que nous avons décrite ci-dessus (Fig. 26 et 27).

La grille, sensiblement horizontale, est disposée pour le chauffage au bois.

La cheminée est pourvue d'un pare-étincelles système Klein, constitué par un chapiteau qui oblige la fumée à s'échapper par des orifices horizontaux en hélice.

Le niveau d'eau est à glace plane, système Klinger ; la face intérieure de cette glace présente des stries longitudinales qui augmentent la visibilité du niveau.

Les 2 essieux milieux sont munis de tuyaux sableurs ; l'écoulement du sable est déterminé par une vis à augets mise en mouvement de la cabine par l'intermédiaire d'un pignon et d'une roue d'angle.

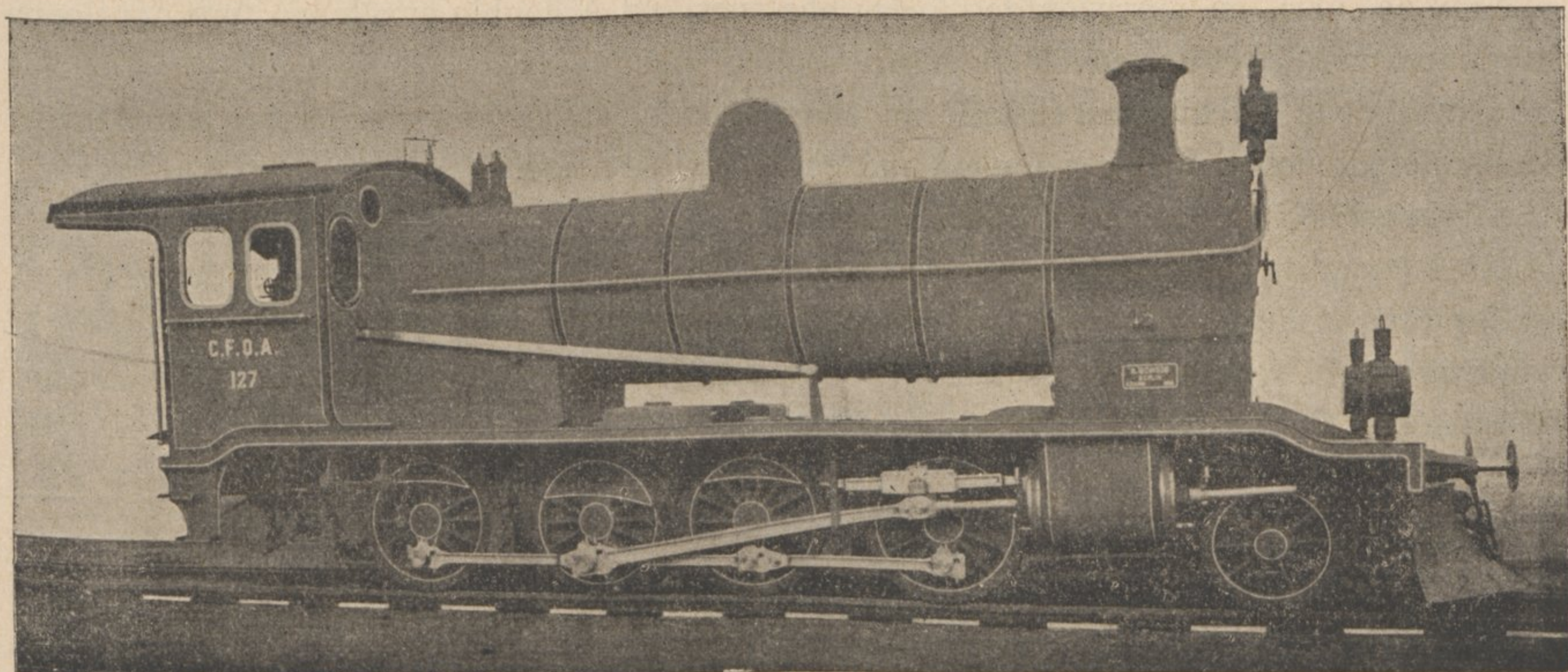
Enfin, pour le remplissage de la caisse à eau, la machine est munie d'un éjecteur à vapeur, dont les tuyaux d'aspiration émergent sur la paroi postérieure du tender.

8° LOCOMOTIVES A 4 ESSIEUX COUPLÉS ET ESSIEU PORTEUR *N* (CONSOLIDATION).

Une seule locomotive de ce type était exposée à Milan, une compound à 2 cylindres, destinée au chemin de fer ottoman d'Anatolie, et construite par les Établissements A. Borsig, de Berlin-Tegel (n° 25).

Ce qui caractérise à première vue cette machine, c'est une recherche extrême de la simplicité dans l'aspect extérieur : le corps cylindrique ne laisse voir qu'une main courante, et, d'un côté, la barre de relevage ; aucun tuyau n'est apparent non plus que les appareils de démarrage, cachés sous les tôles ; les sablières sont à l'intérieur du châssis ; il n'existe pas de pompe de frein ; enfin le corps cylindrique n'a pas de support intermédiaire entre la boîte à fumée et la boîte à feu, et, comme il est assez élevé, se détache nettement du châssis (Fig. 45).

Fig. 45. — LOCOMOTIVE DU CHEMIN DE FER OTTOMAN D'ANATOLIE.



Le foyer est inséré entre les longerons ; la grille est horizontale et munie d'un jette-feu. La boîte à feu repose par son cadre sur des équerres rivées à l'intérieur des longerons. Le cadre, du reste, n'est pas affaibli par les prisonniers de fixation du cendrier, car celui-ci est fixé directement sur le châssis au-dessous de la boîte à feu qui peut se déplacer sous l'action de la chaleur sans l'entraîner.

Le régulateur est constitué par une soupape à double siège à commande intérieure. Les soupapes sont du système Pop.

L'embouchure du tuyau d'échappement est à 50^{mm} au-dessous de l'axe de la chaudière, et la cheminée est prolongée vers le bas jusqu'à une distance de 40^{cm} de l'échappement. Le pare-étincelles est constitué par un grillage métallique plan placé dans la boîte à fumée au-dessous de la cheminée, et présentant en son milieu une grande ouverture circulaire ; au-dessous, raccordée avec les bords de cette ouverture et s'étendant jusqu'à l'embouchure du tuyau d'échappement, se trouve une trémie en forme de tronc de cône renversé ; cet appareil donne de bons résultats, d'une part à cause de la grande surface offerte à l'évacuation des gaz, et

d'autre part à cause de la position très basse de l'orifice du tuyau d'échappement, d'où résulte un tirage intense dans les tubes inférieurs.

La machine doit pouvoir franchir des courbes de 200^m de rayon : à cet effet l'essieu avant est pivotant et peut se déplacer de 45^{mm} dans chaque direction ; d'autre part les 2^e et 4^e ont un jeu latéral dans les 2 sens de 11^{mm}.

Les cylindres, montés en compound, sont extérieurs aux longerons ; leurs boîtes à vapeur sont intérieures ; elles pénètrent dans des échancrures ménagées dans les longerons. La distribution est du système Allan.

Par suite des grandes dimensions du cylindre BP et de la longueur de la bielle motrice qui, attaquant le 4^e essieu, a 2^m,8, on a dû réduire le plus possible le poids des pièces mobiles pour assurer la bonne marche de la machine. Toutes les bielles sont évidées ; en outre on a eu recours à une glissière unique, avec coulisseau très long, pour rester dans les limites du gabarit.

La soupape de démarrage est placée, avec ce souci de la simplicité dont il a été question ci-dessus, sous l'enveloppe de la boîte à fumée, tandis que sa tige de commande passe sous le tablier.

Le toit de l'abri, en prévision des fortes chaleurs, est à double enveloppe : une enveloppe extérieure, en tôle, et une enveloppe intérieure, en bois de teck.

A l'avant de la machine est installé un chasse-bœufs, qu'on peut transformer pour l'hiver, par simple adjonction d'un revêtement en tôle, en chasse-neige.

Le frein est actionné par un cylindre à vapeur.

Cette locomotive peut remorquer, sur la ligne de Biledjik-Iné Oeunu, des trains de 200 tonnes sur des rampes de 25,5 à la vitesse de 18 kilomètres à l'heure. Sur d'autres parcours où la rampe atteint 14 ‰ avec courbes de 270^m, elle peut tirer des trains de 400 tonnes, développant ainsi un effort de traction de 10.000 kg.

9^o LOCOMOTIVES A 4 ESSIEUX COUPLES ET BOGIE A L'AVANT (12-WHEELER).

La seule machine exposée de ce type a été construite par les *Officine Meccaniche Miani e Silvestri* de Milan pour les chemins de fer de l'Etat italien (N^o 26). Avec ses roues de 1^m,400, elle peut atteindre une vitesse de 60 km. et par suite faire un service de voyageurs ; mais elle est plus spécialement appelée à assurer le service des trains de marchandises sur la ligne Gènes-Mignanego-Ronco qui présente de longues rampes de 16 ‰, et où les machines Sigl à 4 essieux couplés primitivement employées ne pouvaient pas remorquer plus de 450 tonnes en double traction, exigeant du reste, après ce parcours de 28 km., le renouvellement de leur provision d'eau et un nettoyage de la grille.

L'adoption d'un foyer élargi, pour avoir une plus grande surface de grille, l'augmentation du nombre des tubes bouilleurs, pour obtenir une plus grande surface de chauffe, l'élévation du timbre de 9 à 14 kg., l'augmentation du diamètre des roues, porté de 1^m,200 à 1^m,400, et enfin l'adoption d'un bogie à l'avant comme conséquence de l'augmentation du poids, telles sont les modifications au type Sigl que se proposa l'Administration de la Méditerranée, et qui la conduisirent à créer ce type de machines dont il n'existait à l'époque aucun autre spécimen à voie normale en Europe.

Cette machine, à l'aspect très robuste, présente plusieurs dispositions intéressantes.

La boîte à feu, amplement débordante, est du type Wotten; elle a 2 portes de foyer; la grille, presque horizontale, a 1^m,57 de large et sa surface atteint 4^m²,40.

Nous avons donné ci-dessus (*Revue Générale*, Août 1907) les particularités de sa suspension de foyer, de sa grille, de son corps cylindrique et de sa fixation sur le châssis.

Le châssis est constitué par 2 longerons de 30^{mm} très solidement entretoisés sur toute la longueur du corps cylindrique par des pièces en acier moulé; en avant ils s'incurvent et se rapprochent à 980^{mm} d'écartement pour permettre l'installation des cylindres qui ont respectivement 540 et 800^{mm} de diamètre.

Le bogie est à crapaudine sphérique; la charge de la machine est transmise d'une part par le pivot, d'autre part par 2 glissières latérales à ressort; la crapaudine est suspendue par des menottes qui la ramènent dans sa position normale par la gravité et par des ressorts horizontaux.

Les ressorts de suspension des 1^{er} et 2^e essieux sont conjugués. Il en est de même des ressorts des 3^e et 4^e essieux.

Le cylindre H P est à tiroir cylindrique avec admission intérieure; le cylindre de détente est à tiroir plan compensé. Le démarrage est du système Gölsdorf.

Sur la colonne d'échappement, à mi-hauteur, un conduit s'amorce face à la plaque tubulaire, s'élève à l'intérieur et vient déboucher à sa partie supérieure, rendant ainsi l'échappement annulaire; ce conduit est protégé à son origine par un grillage métallique. Cette disposition a pour effet d'augmenter l'action du tirage sur les tubes inférieurs (*Revue Générale*, août 1907, Pl. V).

Signalons enfin comme organes accessoires 2 soupapes ordinaires à balances et une soupape Pop, les organes du frein Westinghouse à action rapide et du frein modérable Henry, un tachymètre Hausshaelter, les appareils de chauffage système Haag, une sablière Brüggemann.

10° LOCOMOTIVES A 5 ESSIEUX COUPLÉS (DÉCAPOD).

Avec les machines à 5 essieux couplés, nous abordons de très puissantes locomotives à marchandises ou de montagne; l'Autriche en expose 2 types: l'un, à 5 essieux sans porteur, type 180 des chemins de fer de l'Etat autrichien, datant de 1900; l'autre, à 5 essieux couplés et essieu porteur à l'avant, type 280 des chemins de fer de l'Etat autrichien, datant de 1905.

De son côté, la *Société Alsacienne de Constructions mécaniques* présente un type à 5 essieux couplés avec bissel, étudié par M. de Glehn pour les chemins de fer de l'Alsace-Lorraine.

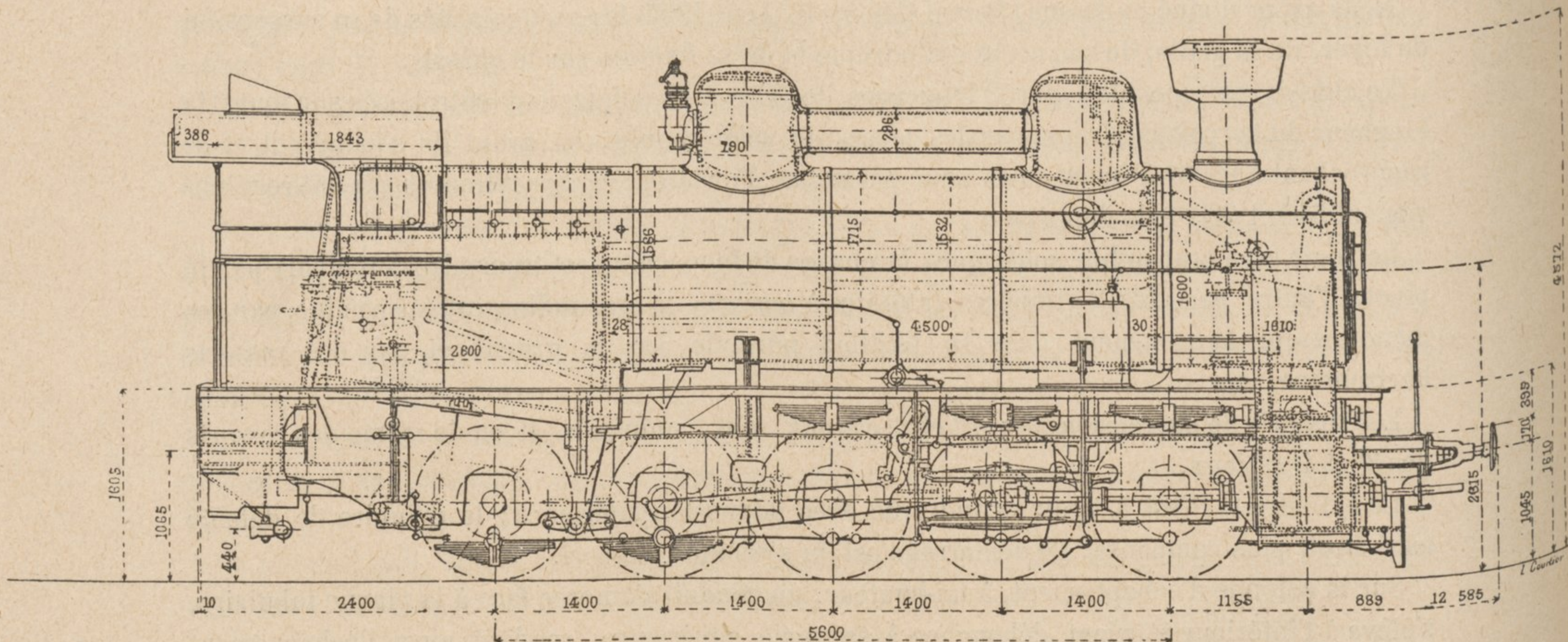
La première de ces machines (N° 27) est construite par la *Lokomotivfabrik vormals G. Sigl, de Wiener-Neustadt*. Elle est compound à 2 cylindres, de diamètres respectivement égaux à 500 et 850^{mm} (Fig. 46).

Sa particularité la plus saillante réside dans la disposition des essieux; avec 4^m,500 d'emplacement, elle doit pouvoir s'inscrire dans des courbes de 185^m de rayon; comme on l'a vu ci-dessus, M. Gölsdorf a résolu la difficulté en donnant aux 1^{er}, 3^e et 5^e essieux un jeu latéral dans les 2 sens de 26^{mm}.

La pression unitaire exercée dans les courbes par les roues contre les rails est ainsi considérablement diminuée; après 30.000 km. l'usure des boudins ne dépasse pas 1^{mm},5.

Les chemins de fer de l'Etat autrichien possèdent 120 machines de ce type, et les chemins de

Fig. 46. — LOCOMOTIVE SÉRIE 180 DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



fer du Sud, 12. Sur les lignes du Sommering (Südbahn), ces machines remorquent normalement 300 à 400 tonnes sur des rampes de 25.

La machine type 280, étudiée également par M. Gölsdorf et construite par la *Société privilégiée austro-hongroise des Chemins de fer de l'Etat* (N° 28), est un perfectionnement de la précédente (Fig. 10 et 47). Elle est destinée, en principe, au service des trains directs sur la ligne de l'Arlberg, où l'on rencontre des rampes de 25 à 30 ‰; elle doit pouvoir remorquer 280 tonnes à la vitesse de 32 km. sur des rampes de 25, et réaliser en plaine une vitesse de 70 km.

Le timbre a été porté de 14 à 16 atmosphères; le foyer a été élargi au-delà des plans des roues, d'où élévation du corps cylindrique; le diamètre de celui-ci a été augmenté, ainsi que le nombre et le diamètre des tubes bouilleurs; de compound à 2 cylindres, la machine est devenue compound à 4 cylindres; le diamètre des roues motrices est passé de 1^m,300 à 1^m,400; enfin pour accroître encore la puissance de la chaudière, on l'a munie d'un surchauffeur Gölsdorf, d'où l'obligation d'un essieu porteur supplémentaire à l'avant.

D'ailleurs, les éléments caractéristiques de la chaudière et du mécanisme de [cette machine sont sensiblement les mêmes que ceux de la machine Prairie autrichienne à roues de 1^m,820 précédemment décrite.

La grille a une surface de 4^m2,6; c'est la plus grande de toute l'Exposition; le corps cylindrique est en wagon-top. Le dôme est d'une seule pièce emboutie sans clouure.

La fixation de la chaudière se fait à l'avant et à l'arrière de la boîte à feu par des tôles verticales flexibles.

Les longerons, en tôles de 28^{mm}, ne sont pas rigoureusement parallèles; ils se rapprochent insensiblement vers l'avant de façon à gagner 56^{mm} au bénéfice des cylindres extérieurs.

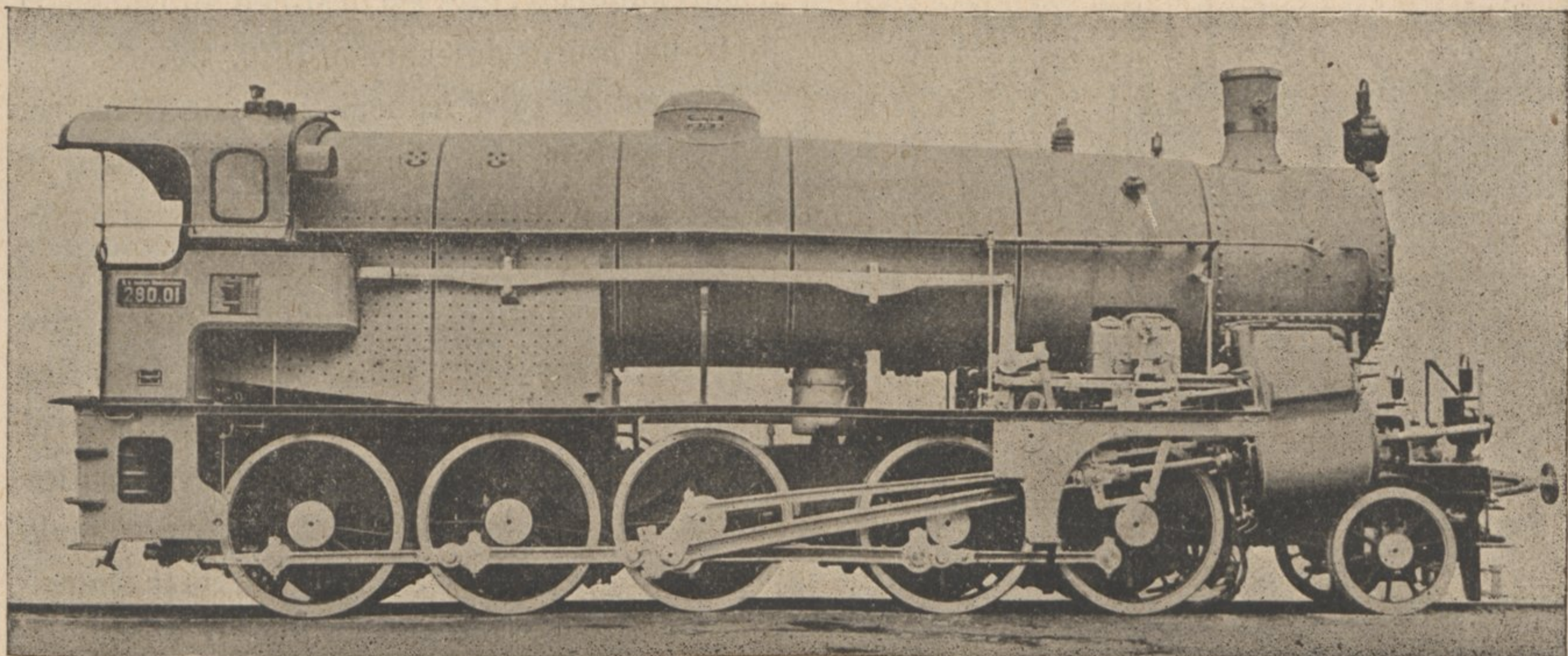
Comme leur hauteur a dû être très réduite à l'arrière pour le logement du cendrier, ils sont renforcés à cet endroit par des tôles de 30^{mm}.

On a vu ci-dessus (Fig. 23) la forme des boîtes à huile, et (Fig. 25) la répartition des jeux entre les essieux pour le passage en courbe de 180^m.

Les suspensions des 6 essieux sont 2 à 2 reliées par des balanciers. Les ressorts sont au-dessus des boîtes pour l'essieu porteur, et au-dessous pour les essieux accouplés. Ils sont tous identiques et constitués par 17 lames de 90 × 10, soit une flexibilité de 8,1 par tonne de charge.

Les 4 cylindres sont disposés en ligne, admission à l'intérieur, détente à l'extérieur. Ils commandent le même essieu, le 4^e; ils ont tous une inclinaison de 1/8. Pour les cylindres intérieurs, les glissières ont dû être reportées vers l'arrière et fixées à 2 entretoises verticales,

Fig. 47. — LOCOMOTIVE SÉRIE 280 DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



afin de pouvoir franchir librement le 2^e essieu. La tige de piston prend ainsi une longueur insolite, et pour remédier aux inconvénients qui pourraient en résulter, on a disposé à l'arrière du cylindre un guide en forme de presse-étoupe. Les bielles motrices intérieures n'ont ainsi que 2^m,020 de long, tandis que celles des cylindres de détente ont 3^m,390.

Les glissières, en fer forgé, sont simples; elles sont disposées de façon qu'on puisse retirer les crosses sur l'arrière sans rien démonter.

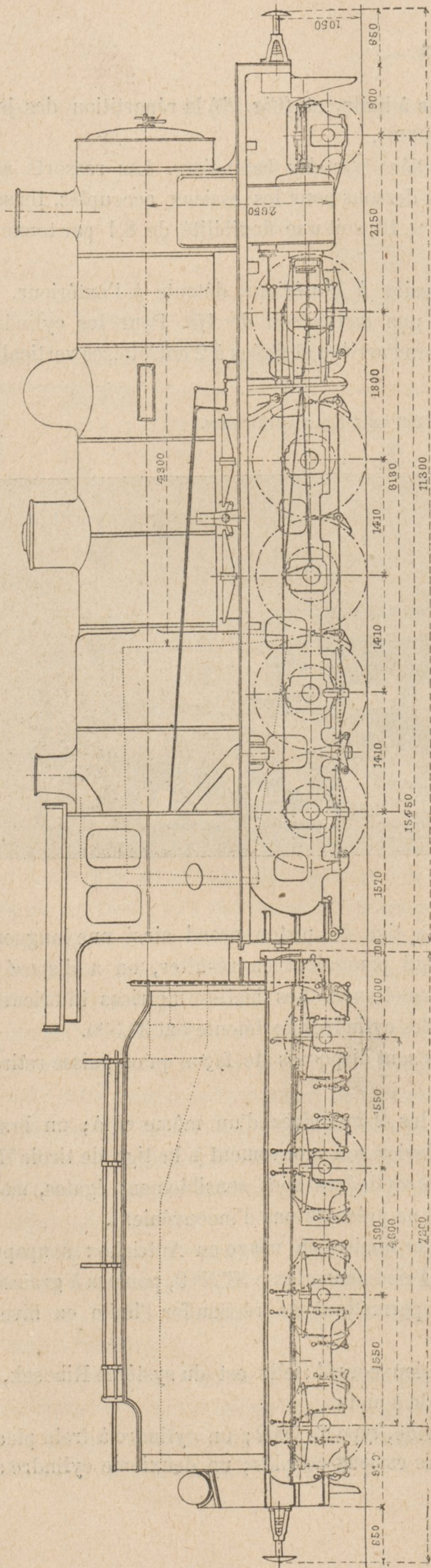
Il n'y a qu'un mécanisme de distribution pour les 2 cylindres d'un même côté; un bras, monté sur la tige de tiroir BP, transmet par un levier son mouvement à la tige de tiroir HP (Fig. 2). Les admissions dans les 2 groupes de cylindres sont sensiblement égales, mais comme le rapport des volumes est de 2,93, ce fait ne présente pas d'inconvénient.

Les accessoires de la machine sont des types ordinaires en usage en Autriche: soupapes Pop de 3 pouces 1/2, fumivore Marek, injecteurs Friedmann classe ST N° 9, pompes à graisser système Friedmann avec une prise de vapeur permettant de réchauffer l'huile en hiver, indicateur de vitesse Hausshaelter.

La sablière agit seulement à l'avant du 1^{er} essieu couplé; elle est du système Rihosek, à commande à vapeur combinée avec une commande à main.

Le frein est du système Hardy, automatique à vide, type de 1902; un cylindre à frein placé à l'avant de l'essieu moteur agit sur les 2 premiers essieux couplés; un deuxième cylindre se

Fig. 48. — LOCOMOTIVE A MARCHANDISES A 5 ESSIEUX COUPLÉS ET BISSEL DE L'ALSACE-LORRAINE.



trouve à l'arrière du cendrier et freine les 2 derniers essieux. Les 2 cylindres sont reliés entre eux par une conduite de façon que l'action freinante soit la même sur toute la machine.

Les 2 locomotives précédentes sont, par leur destination, des locomotives de montagne ; la locomotive à 5 essieux couplés et bissel à l'avant du réseau de l'Alsace-Lorraine, étudiée et construite par la *Société Alsacienne de constructions mécaniques* à Grafenstaden (N° 29), est plus particulièrement une machine à marchandises ; elle est destinée au transport de trains lourds de charbon (Fig. 48).

Elle est du type français : foyer Belpaire, cylindres intérieurs (admission) attaquant le 2^e essieu accouplé, cylindres extérieurs (détente) attaquant le 3^e essieu, mécanismes de distribution distincts et indépendants ; elle rappelle, dans l'ensemble comme dans les détails, les machines à 4 essieux couplés et bissel du Midi et de l'Est français, construites également par la Société Alsacienne ; mais pour les lignes d'Alsace-Lorraine où la charge limite par essieu est plus faible, il a fallu un essieu accouplé supplémentaire.

Cette machine a pu remorquer aux essais une charge de 605 tonnes sur une rampe moyenne de 12^{mm},7 à une vitesse moyenne de 20^{km}, développant un effort de traction moyen de 11.500^{kg} et une puissance de 950 HP.

Ou bien une charge de 356 tonnes, sur la même rampe, à une vitesse de 41^{km}, soit un effort indiqué de 8.240^{kg} et une puissance de 1.240 HP.

II. — Locomotives-tenders.

Nous répartirons les locomotives-tenders en 3 catégories :

- 1^o Les locomotives de manœuvre ;
- 2^o Les locomotives de faible puissance pour lignes secondaires ;
- 3^o Les locomotives affectées au service des trains de voyageurs ou de marchandises sur les grandes lignes.

Nous passerons rapidement sur les 2 premières, car il s'agit de machines peu puissantes, dont la construction, pour la plupart, est inspirée de celle des machines ordinaires à 2 ou 3 essieux couplés.

1° LOCOMOTIVES DE MANŒUVRE.

La locomotive industrielle à 2 essieux couplés de la Société française de Constructions mécaniques (Anc. Etablissements Cail) est destinée au service de manutention dans les usines ateliers, mines, sucreries, etc. ; elle peut convenir pour les manœuvres diverses des ports, ou le service de raccordement entre les grands Etablissements industriels et les gares (N° 30).

Elle rappelle, dans son ensemble, certaines machines de manœuvre de la Compagnie du Nord : sa chaudière est verticale, du type Field, et supportée à l'avant et à l'arrière par 2 pièces fondues en forme d'équerres, boulonnées sur des traverses entretoisant transversalement les longerons.

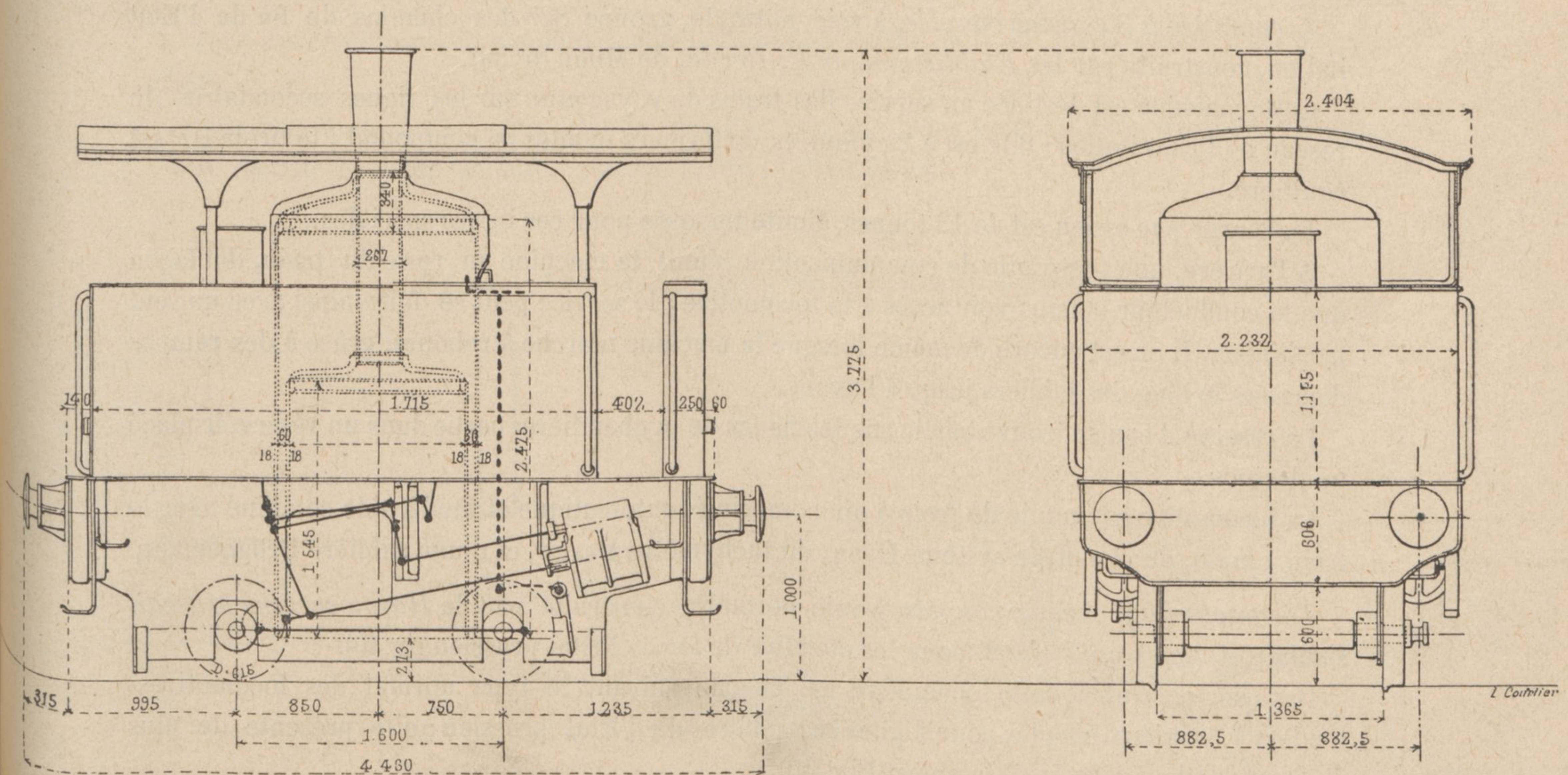
Tout le mécanisme est extérieur ; la distribution, très simple, est dérivée du système Joy, à coulisse fixe. Le relevage de la marche s'effectue par un levier articulé sur un axe horizontal.

Le volume d'eau dans la chaudière est de 0^m3900. La réserve en eau est de 3^m3,350, et en charbon de 750 kg.

Les roues ont 615^{mm} de diamètre, et la longueur totale hors tampons est de 4^m,460.

Elle pèse 13 tonnes à vide, 18 tonnes en charge, et peut développer un effort de traction de 2.400^{kg} (Fig. 49).

Fig. 49. — LOCOMOTIVE INDUSTRIELLE DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS CAIL.



La locomotive-tender à 3 essieux couplés, type 835 des Chemins de fer de l'Etat italien, construite par les Etablissements E. Breda, de Milan, est étudiée spécialement pour le service de manœuvres dans les gares (N° 31).

La charge par essieu est de 15 tonnes, de sorte que le poids adhérent est de 45 tonnes : l'effort de traction peut atteindre au crochet 6.500 kg.

La locomotive est équipée du frein à vapeur agissant sur toutes les roues.

2° LOCOMOTIVES-TENDERS POUR VOIES SECONDAIRES.

Locomotive à 2 essieux couplés, à voie normale, construite par les *Établissements Henschel und Sohn*, de Cassel, pour la ligne Verona-Caprino-Garda (n° 32).

Locomotive à 2 essieux couplés, à voie de 1^m, construite par les *ateliers de Boussu*, pour les chemins de fer vicinaux belges (n° 33).

Locomotive à 2 essieux couplés, à voie de 0^m,960, construite par les *Établissements Breda*, de Milan, pour le chemin de fer de Fossano-Mondovi (n° 34).

Locomotive à 2 essieux couplés, à écartement normal, construite par les *Établissements Breda* pour les lignes de tramways des provinces de Plaisance, Parme, Bologne, etc... (n° 35).

Locomotive à 3 essieux couplés, à voie de 1^m, construite par la *Société pour l'Exploitation des Chemins de fer vicinaux*, à Louvain, pour les chemins de fer vicinaux belges (n° 36).

Locomotive à 3 essieux couplés, à voie normale, construite par la *Société anonyme de St-Léonard*, à Liège, pour le chemin de fer de Bari à Locorotondo (Italie) (n° 37).

Locomotive à 3 essieux couplés, à voie de 1^m, construite par la *Société anonyme de St-Léonard*, à Liège, pour les chemins de fer vicinaux belges (n° 38).

Locomotive à 3 essieux couplés, à voie normale, groupe 885 des chemins de fer de l'Etat italien, construite par les *Établissements E. Breda*, de Milan (n° 39).

Cette machine est destinée au service des trains de voyageurs sur les lignes secondaires du réseau de l'Etat italien ; elle est à 2 cylindres extérieurs montés en compound ; le tiroir HP est équilibré.

La charge par essieu est de 13 tonnes, limite imposée pour ces lignes spéciales.

A l'arrière, une passerelle de communication réunit la machine au reste du train, de façon que le conducteur puisse avoir accès à la locomotive ; le service peut se faire ainsi avec un seul machiniste. Il en est encore de même lorsque la machine marche à rebours, grâce à des rampes disposées le long des tabliers jusqu'à l'avant.

La réserve d'eau se trouve partie sur les flancs de la chaudière, partie dans un réservoir placé au-dessous.

La locomotive est munie du frein à air comprimé automatique et modérable combiné avec le frein à main, du chauffage système Haag, du tachymètre Hasler, et d'une sablière Brüggemann.

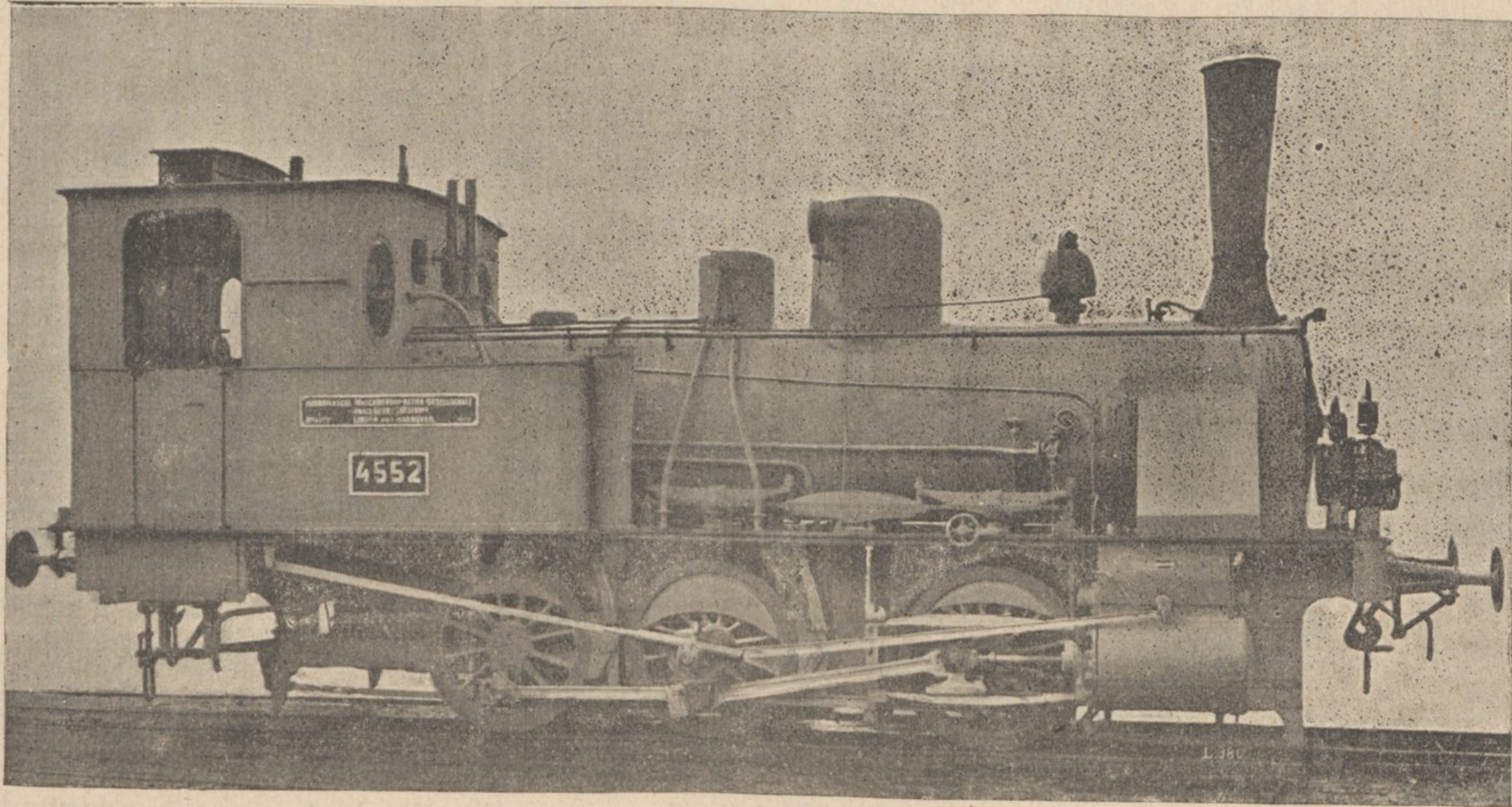
Locomotive à 3 essieux couplés, à voie normale, construite par la *Hannoversche Maschinenbau Actien Gesellschaft*, pour les chemins de fer de l'Etat prussien (n° 40).

Dans son ensemble, cette locomotive est conçue suivant le type normal des locomotives-tenders à 3 essieux couplés pour lignes secondaires de l'Etat prussien ; elle présente de plus diverses particularités intéressantes (Fig. 50).

En premier lieu, la chaudière, timbrée à 12 atm., est munie d'un surchauffeur Pielock élevant la température de la vapeur à 350°. Le surchauffeur a 1^m,100 de long ; sa plaque tubulaire R est à 1^m,175 de la plaque tubulaire de foyer. L'évaluation de la température de

surchauffe présuppose une consommation de 400 kg. de charbon par mètre carré de surface de grille et par heure, d'où une température dans le foyer de 1.400°.

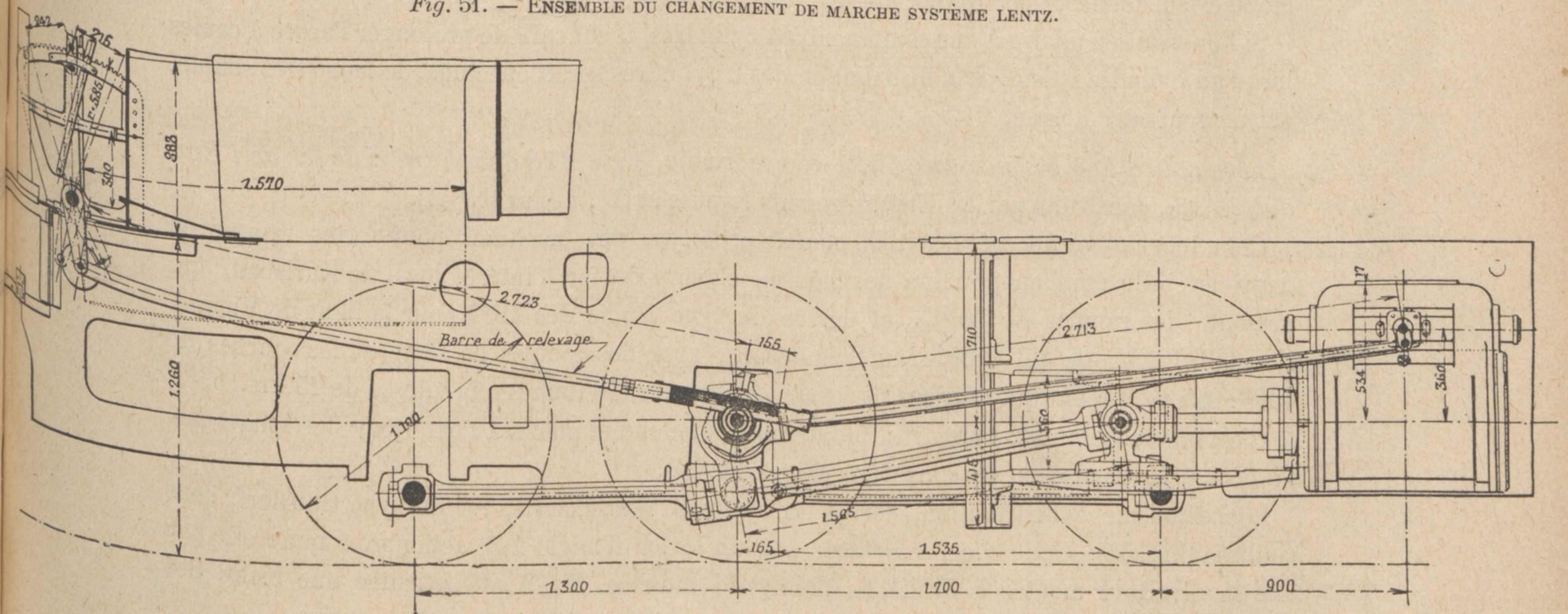
Fig. 50. — LOCOMOTIVE-TENDER DE L'ÉTAT PRUSSIEEN AVEC DISTRIBUTION PAR SOUPAPES ET CHANGEMENT DE MARCHE SYSTÈME LENTZ.



Dans ces conditions, la température des gaz à leur entrée dans le surchauffeur n'est que de 640°.

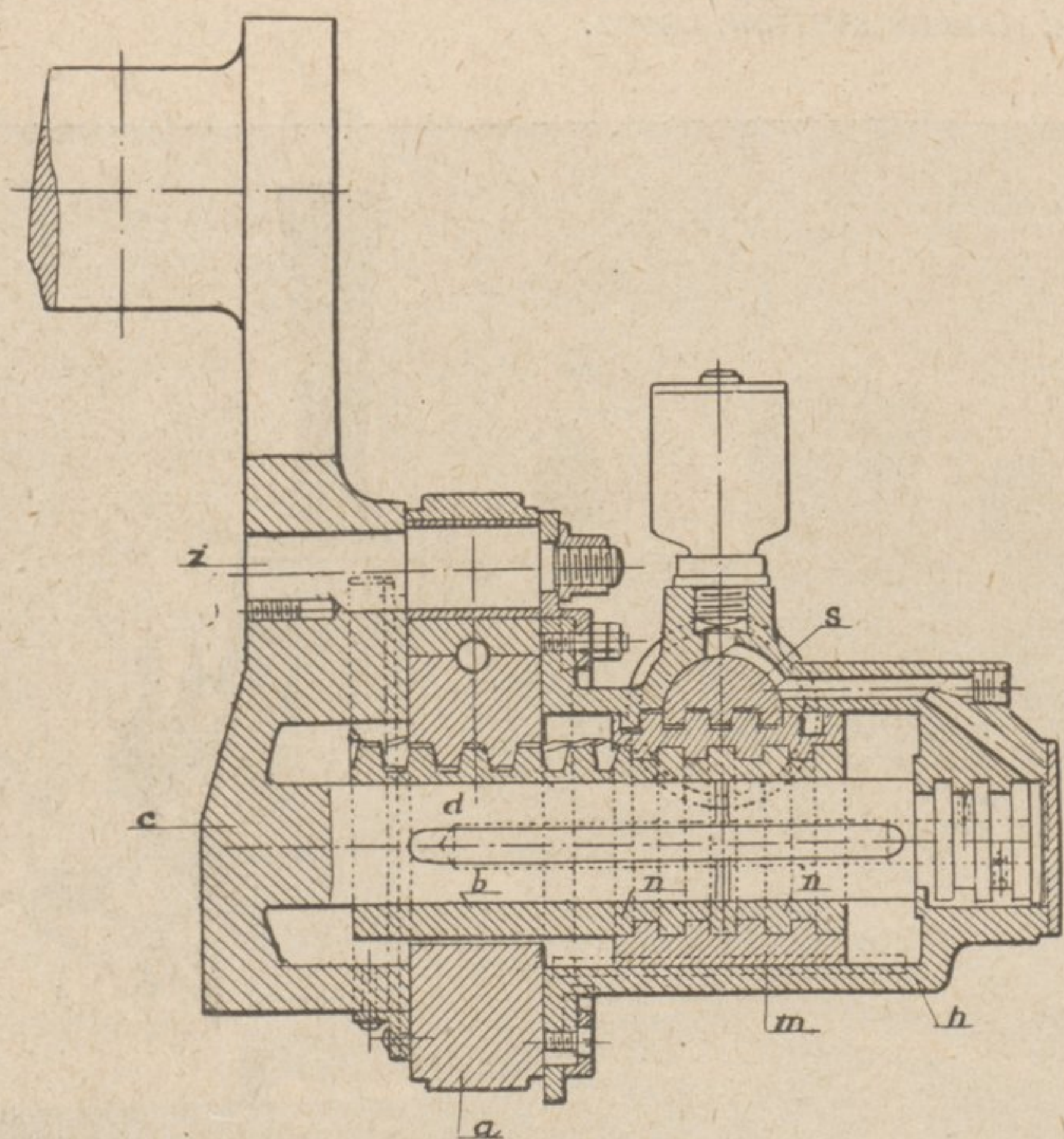
Une deuxième particularité de cette machine consiste dans l'emploi d'un nouveau changement de marche, sans coulisse, système *Lentz* (Fig. 51 et 52).

Fig. 51. — ENSEMBLE DU CHANGEMENT DE MARCHE SYSTÈME LENTZ.



Sur un tourillon *c* solidaire de l'essieu moteur et renvoyé suivant son axe, est calé un manchon *b* qu'il entraîne par une clavette *d*, mais qui est susceptible de se déplacer parallèlement à l'axe. Ce manchon porte extérieurement un filetage oblique engrenant avec un filetage correspondant de l'excentrique *a* monté sur le tourillon *z* et pouvant tourner autour de lui.

Fig. 52. — DÉTAIL DU CHANGEMENT DE MARCHÉ SYSTÈME LENTZ.



Tout déplacement longitudinal du manchon *b* entraînera donc une rotation de l'excentrique autour du tourillon *z*, et conséquemment, une modification de l'angle de calage de l'excentrique.

Pour réaliser ce déplacement, sur le manchon *b* est monté un autre manchon *m*; ce dernier ne tourne pas avec l'essieu, au contraire du manchon *b*; il est muni intérieurement de talons circulaires qui, engagés dans des rainures correspondantes du manchon *b*, permettent la libre rotation de celui-ci, mais peuvent l'entraîner longitudinalement.

Il est en outre muni extérieurement d'un filetage engrenant avec des filets correspondants de l'arbre de commande *s* manœuvré de la cabine du mécanicien.

Le déplacement de cet arbre *s* dans le sens de sa longueur a donc pour conséquence un déplacement longitudinal du manchon *m*, et par suite du manchon *b*; il en résulte une rotation de l'excentrique autour du tourillon *z*, et une modification correspondante de l'admission.

Rappelons enfin que les cylindres de la locomotive possèdent une distribution par soupapes équilibrées système Lentz, disposées horizontalement, et actionnées par des cames circulaires montées sur un arbre horizontal.

Si l'on avait eu affaire à une compound à 4 cylindres, il eût suffi de prolonger l'arbre à cames jusqu'au cylindre voisin, et la distribution des 2 cylindres serait effectuée, de façon très simple, par un seul excentrique.

Locomotive à 4 essieux couplés, à voie normale, série 178 des chemins de fer de l'Etat autrichien, construite par les Etablissements Krauss et C^{ie}, à Linz (N^o 41).

Cette locomotive fut créée en 1900 comme prototype des machines pour fortes rampes en Autriche: elle était en principe destinée au chemin de fer d'intérêt local de Karlsbad, qui présente des rampes de 50 ‰, et dérive du type étudié dès 1897 pour la ligne de Vienne Neustadt-Puchberg qui accède au Schneeberg, avec des rampes de 43 ‰ et des courbes de 150^m: elle peut remorquer sur ces lignes une charge de 110 tonnes à la vitesse de 15 km.

C'est une machine à 2 cylindres, montés en compound et placés à l'extérieur des longerons. Sa boîte à feu repose sur les longerons (Fig. 53 et 54).

Le mécanisme de distribution, dérivé du système Walschaerts, est du type Gölsdorf, sans coulisse (Fig. 55). Celle-ci est remplacée par un levier d'angle 2-3, actionné comme elle par une manivelle 1 montée à 90° de la manivelle motrice. En 3 est articulée une bielle 3-4 suspendue en 4 au dispositif de relevage. Le point 4 décrit ainsi une coulisse fictive.

Fig. 53. — LOCOMOTIVE-TENDER SÉRIE 178 DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.

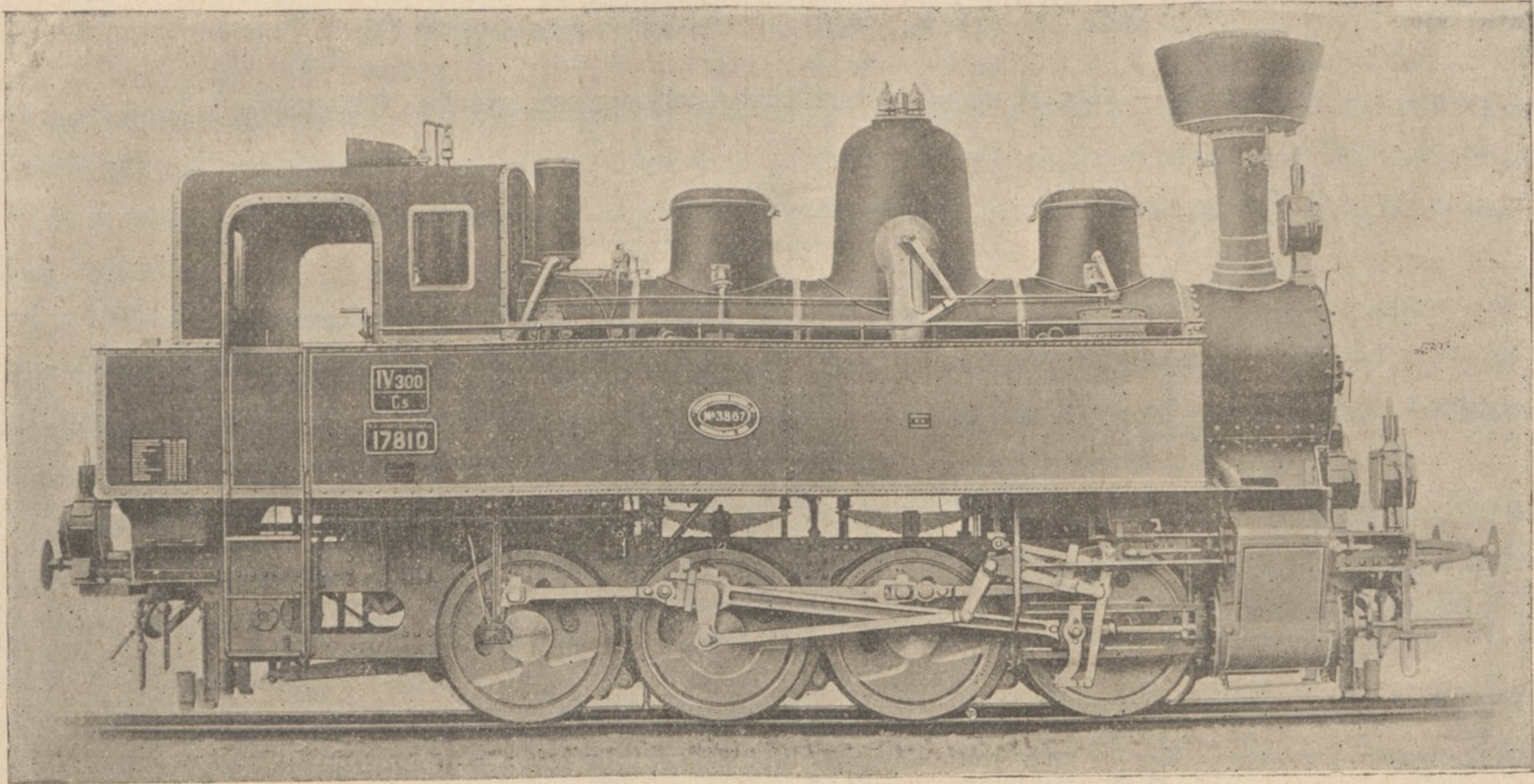
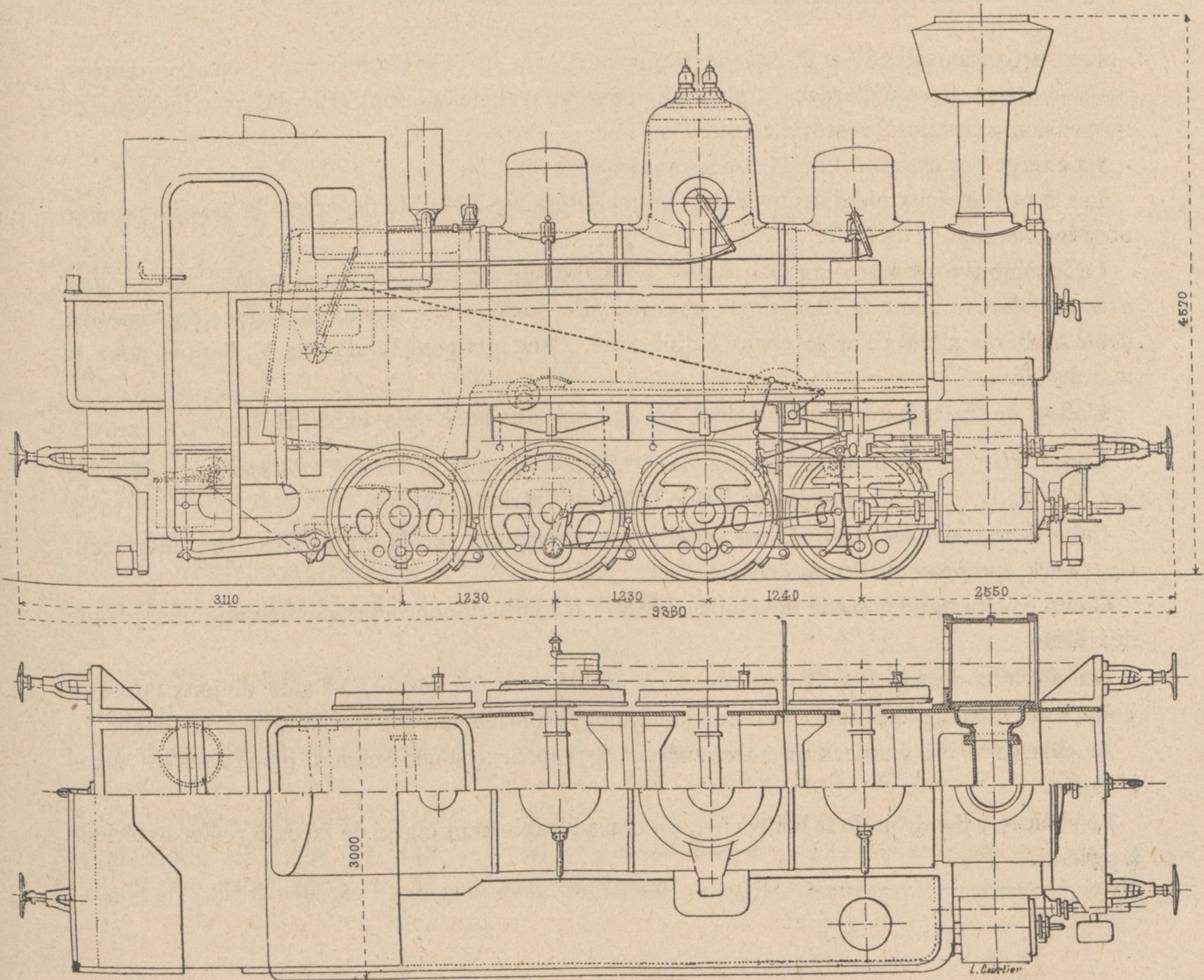
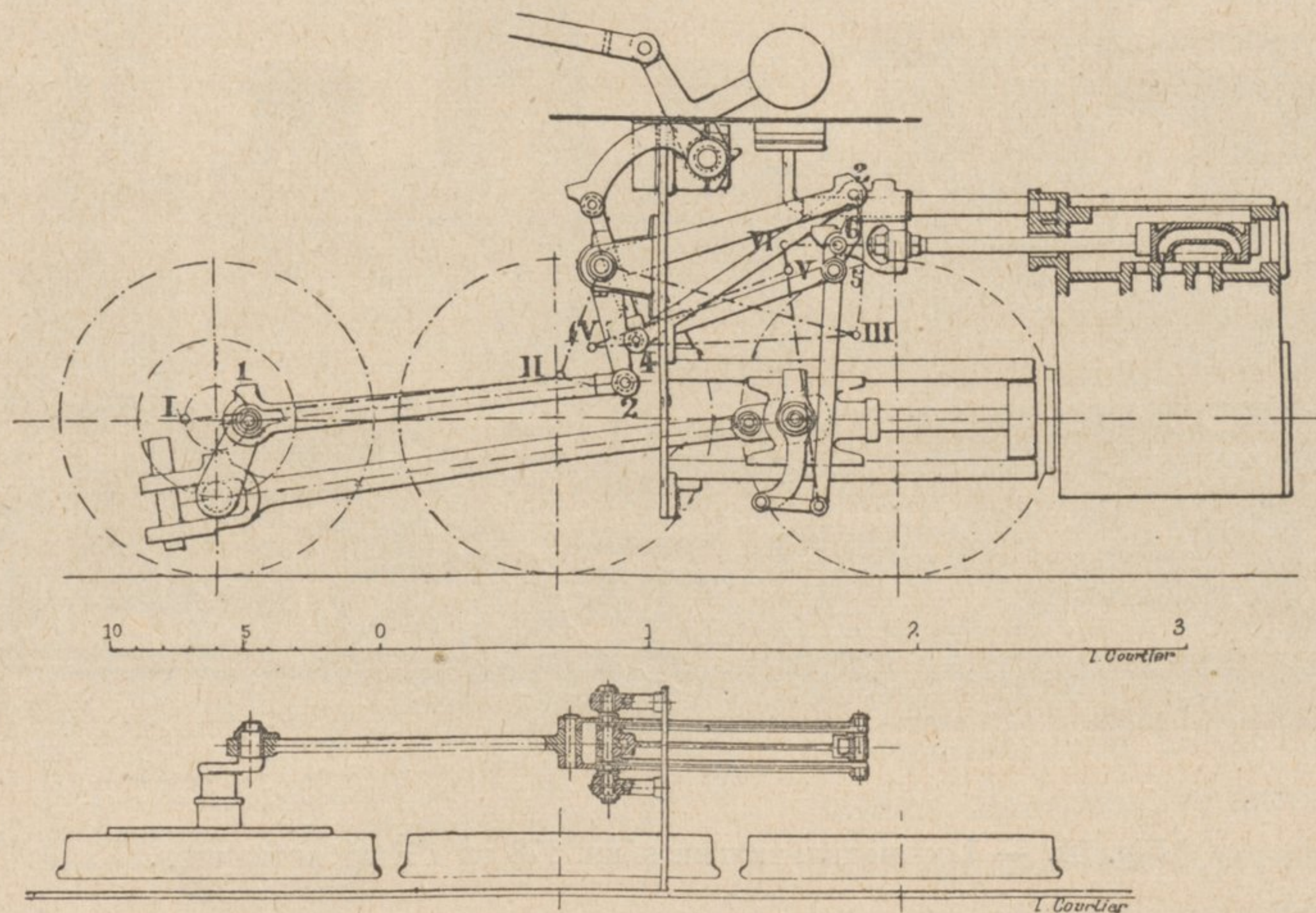


Fig. 54. — LOCOMOTIVE-TENDER SÉRIE 178 DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



Ce dispositif est très répandu en Autriche, plus particulièrement sur les locomotives de puissance moyenne : il est d'une exécution plus facile et d'un entretien moins coûteux que la coulisse.

Fig. 55. — MÉCANISME DE DISTRIBUTION SANS COULISSE, SYSTÈME GÖLSDORF.



Les suspensions des 1^{er} et 2^e essieux d'une part, des 3^e et 4^e d'autre part, sont conjuguées, mais contrairement à l'usage le plus répandu, les balanciers sont articulés avec les tiges de suspension avant des 2 ressorts conjugués.

La charge par essieu est de 11 tonnes environ.

Les 2^e et 4^e essieux ont dans les 2 sens un jeu latéral de 23^{mm}, de façon que la machine puisse aborder des rayons de 150^m.

La locomotive est munie du frein à vide automatique, agissant sur les 3 essieux postérieurs, avec un effort freinant de 70 % de la charge ; elle possède une installation pour pulsomètre ; des 2 sablières situées sur le corps cylindrique, l'une sert pour la marche *N*, l'autre pour la marche *R*.

L'effort de traction à la jante est de 6.750 kg., soit une puissance de 520 H P.

Locomotive genre Engerth, à voie de 0^{mm},760, construite par les *Etablissements Krauss et C^{ie} de Linz*, pour les chemins de fer de la Basse Autriche (N^o 42).

Cette locomotive est destinée au service des voyageurs sur la ligne Kirchberg-Mariazell-Güsswerk, qui présente des rampes de 25 ‰.

Comme cette ligne possède des courbes de 80^m, il a fallu donner à la machine une très grande flexibilité.

On a vu ci-dessus (Fig. 28) comment ce problème a été résolu, à l'aide de jeux latéraux donnés aux essieux accouplés et d'une jonction appropriée entre la locomotive et le tender.

La chaudière est munie d'un surchauffeur de vapeur système Schmidt placé dans les tubes à fumée.

Le châssis, à l'endroit de la boîte à feu, est considérablement élargi de façon à rester extérieur à celle-ci.

3° LOCOMOTIVES-TENDERS POUR GRANDES LIGNES.

Les diverses machines de cette catégorie sont caractérisées par la symétrie de leurs organes de roulement; elles peuvent ainsi aborder les courbes en vitesse avec une égale facilité dans les 2 sens de la marche; par suite elles n'exigent pas de plaques tournantes aux terminus des trajets.

En 1900, la Compagnie du Nord français a étudié pour son service de grande banlieue une locomotive à 2 essieux couplés et 2 bogies; les Ateliers de La Chapelle en ont construit jusqu'ici 85 exemplaires et l'un d'eux était exposé à Milan (N° 43). La description en a été donnée dans la *Revue Générale* (N° d'Octobre 1901) par M. du Bousquet.

Le type à 3 essieux couplés et 2 bogies, qui est le développement du type précédent, était représenté à Milan par 2 locomotives, l'une destinée à la Compagnie de l'Est, l'autre aux chemins de fer de l'Alsace-Lorraine, toutes 2 construites par la *Société Alsacienne de Constructions Mécaniques*.

La locomotive à 3 essieux couplés de la Compagnie de l'Est (n° 44) est appelée à remplacer, pour la remorque des trains de la banlieue de Paris, les locomotives à 3 essieux couplés n°s 613 à 742, devenues insuffisantes. C'est ainsi qu'elle peut accomplir le trajet de Paris à Château-Thierry, soit 95 km. avec 18 arrêts intermédiaires, avec un gain de 30 minutes sur l'horaire actuel de 1 h. 57, soit environ 25 % en moins.

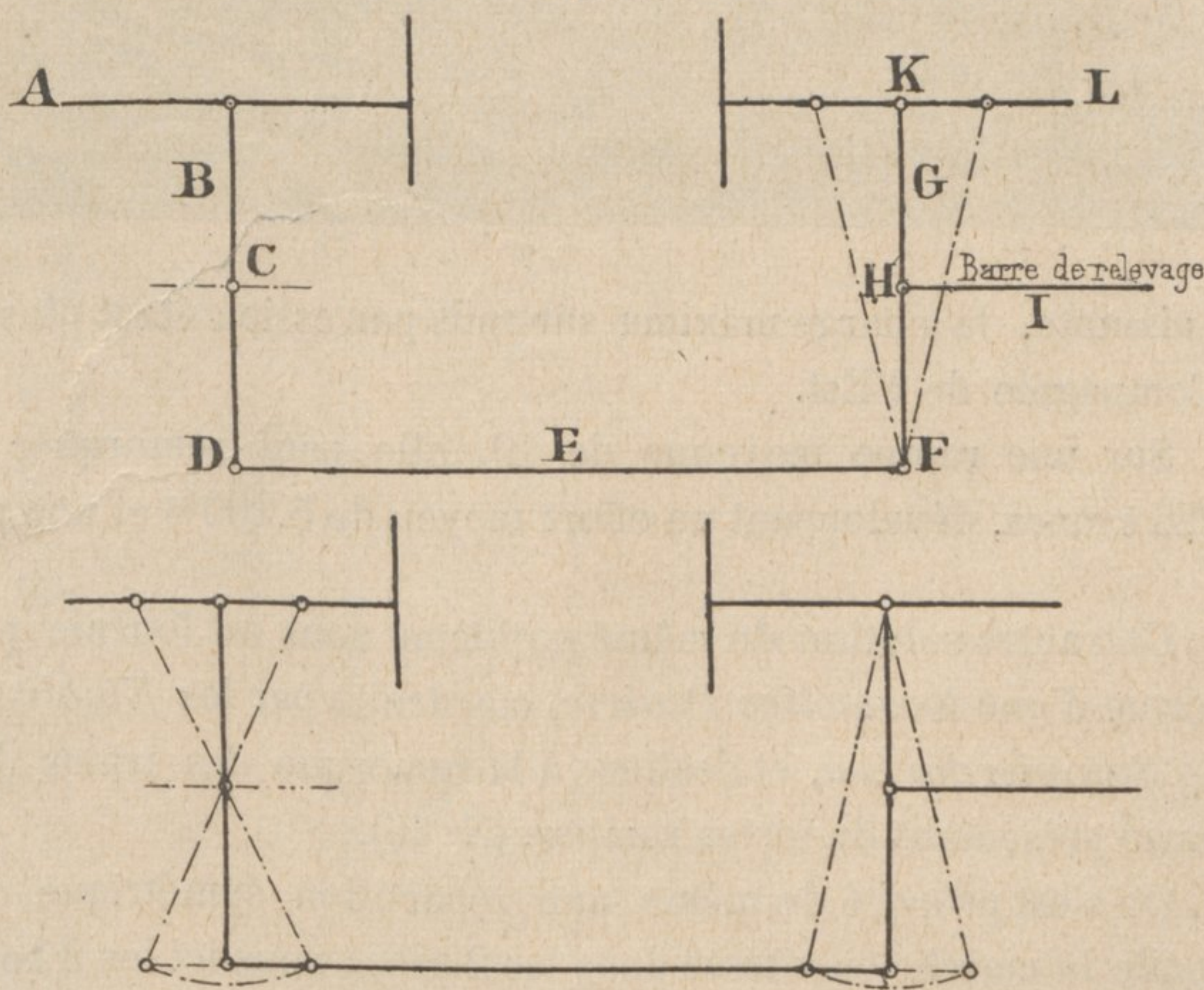
Cette machine, compound à 4 cylindres, dérive des locomotives à 3 essieux couplés et bogie à l'avant de la série 3.500; un bogie a été ajouté à l'arrière pour supporter le poids des soutes à eau et à combustibles (Pl. IX et X).

Les roues motrices ont 1^m,580 au lieu de 1^m,750, ce qui facilite les démarrages; le poids adhérent, qui est de 47^t,2, pourra être augmenté du reste par déchargement des bogies.

Nous n'entrerons pas dans le détail des divers éléments de cette machine, dont les dispositions rappellent celles de la machine 3.403 à 3 essieux couplés et bogie à l'avant précédemment décrite; la chaudière est un peu moins puissante; les tubes sont tous lisses. Le châssis, les bogies, les roues et le mécanisme présentent les mêmes caractères particuliers.

Cependant, l'appareil de changement de marche a été doublé de façon que le mécanicien à son poste de manœuvre fût toujours tourné face à la voie. L'un des appareils est placé près de la chaudière, sur le côté gauche; il sert pour la marche cheminée en avant. L'autre est disposé

Fig. 56. — SCHEMA DE LA COMMANDE DOUBLE DU CHANGEMENT DE MARCHE DE LA LOCOMOTIVE DE GRANDE BANLIEUE DE LA COMPAGNIE DE L'EST.



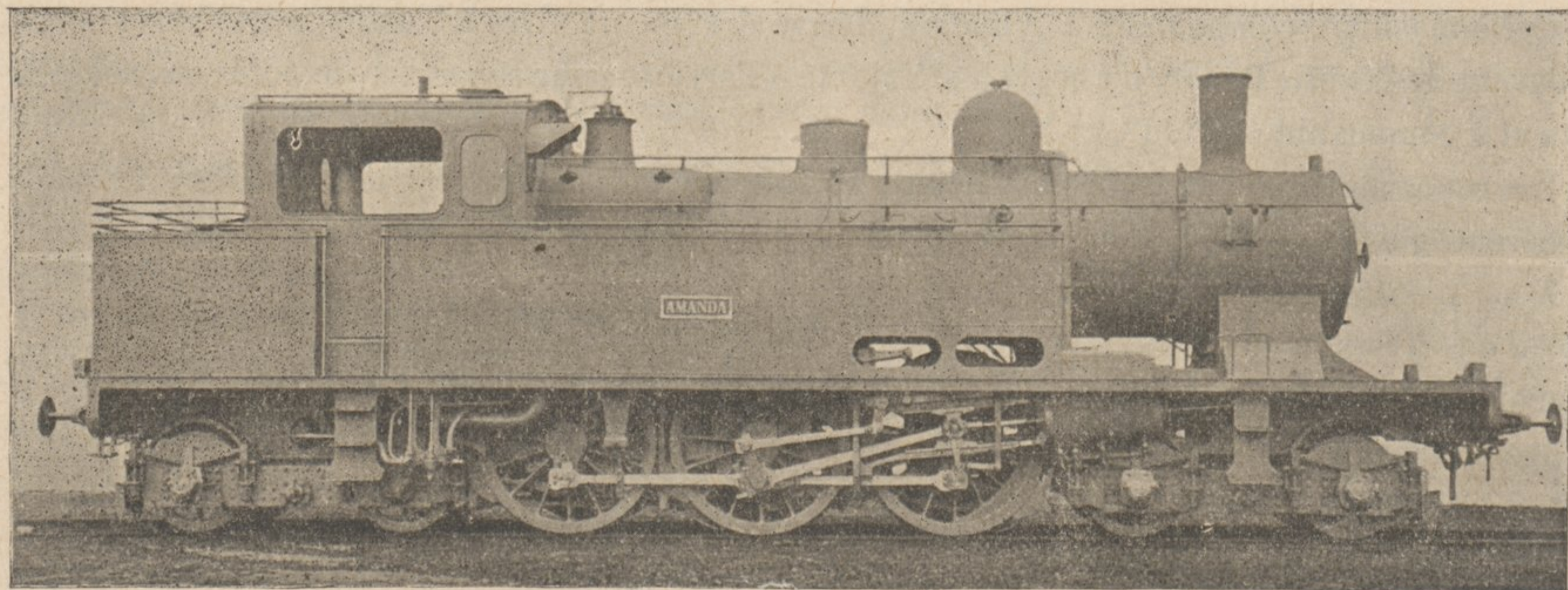
près de la paroi arrière de l'abri, pour la marche en sens inverse. Il n'y a qu'une barre pour la commande de l'arbre de relevage des cylindres HP, et une seule pour la commande de l'arbre de relevage des cylindres BP ; ces barres sont actionnées, par l'intermédiaire de leviers, par l'un ou l'autre des appareils.

A cet effet, les 2 écrous commandent des tiges B et G de même longueur (Fig. 56), reliées à leur extrémité par une bielle E, la tige B du changement de marche \mathcal{A} pouvant pivoter autour de son centre C, la tige G étant articulée en son centre H avec la barre de relevage. Les 2 écrous étant au point mort, les 2 tiges sont parallèles et la barre occupe une certaine position. Si l'on agit sur le volant du changement de marche \mathcal{A} , la tige G se déplace, pivotant autour du point F, qui est fixe, en entraînant la barre. Si on agit au contraire sur le changement de marche \mathcal{B} , la tige G pivote autour du point K, rendu fixe, entraînant encore la barre de relevage.

La paroi d'arrière de l'abri est percée en son milieu d'une ouverture fermée normalement par un rideau en tôle ondulée, mais qui peut être nécessaire pour la manœuvre des outils à feu.

La locomotive à 3 essieux couplés et 2 bogies, construite également par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour les chemins de fer de l'Alsace-Lorraine (n° 45), présente dans ses dimensions et sa disposition la plus grande analogie avec la précédente (Fig. 57 et 58) ; ses roues ont 1^m.650 au lieu de 1^m.580, mais la chaudière est un peu moins

Fig. 57. — LOCOMOTIVE DE GRANDE BANLIEUE DE L'ALSACE-LORRAINE.



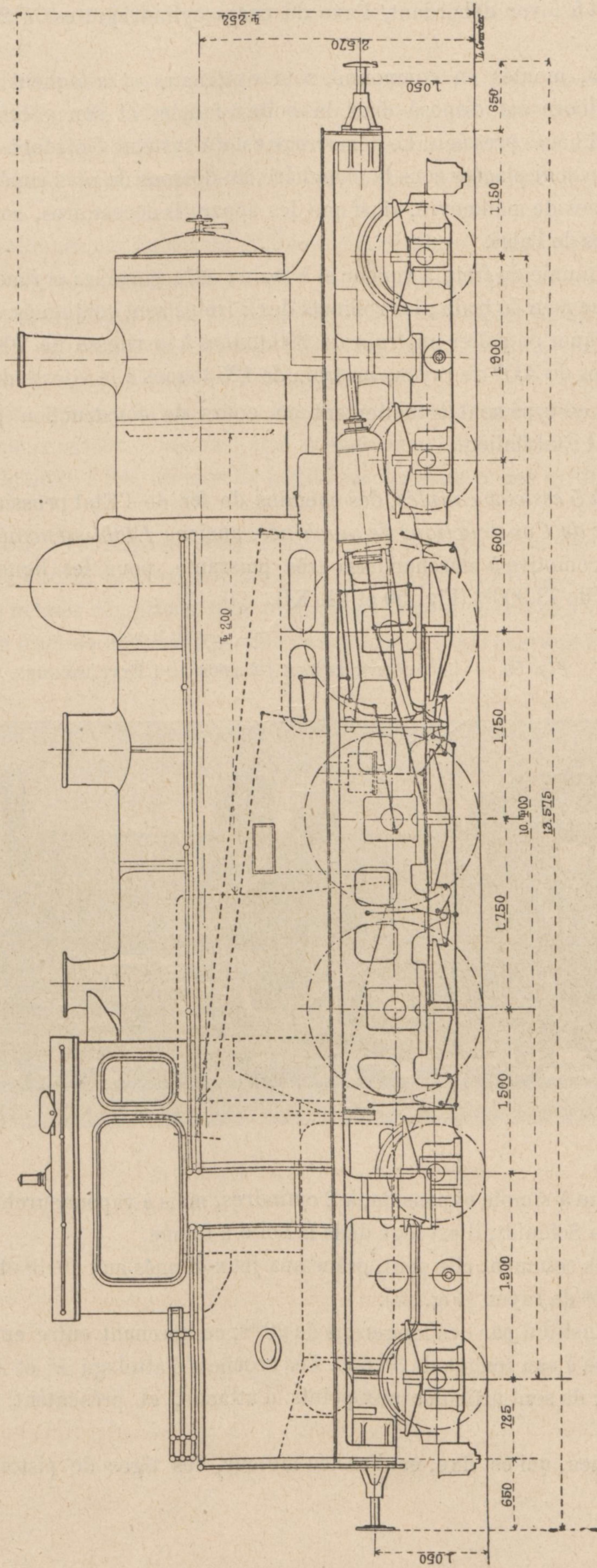
puissante, la charge maxima sur rails par essieu étant plus limitée en Alsace-Lorraine qu'à la Compagnie de l'Est.

Sur une rampe moyenne de 10, elle peut remorquer à la vitesse de 50^{km} un train de 226 tonnes, développant un effort moyen de 5.200^{kg} et une puissance de 962 HP.

Une autre solution du même problème nous est fournie par l'ex-réseau de la Sicile, sous la forme d'une locomotive *Prairie*, construite par les *Etablissements Ansaldo Armstrong et Cie* de *Sampierdarena*, et destinée à la remorque des trains de voyageurs sur des lignes à profil varié présentant de fortes rampes. (N° 46).

On s'est proposé de même une répartition symétrique des poids pour rendre également facile la marche en vitesse dans les 2 sens ; mais ici les 2 bogies sont remplacés par des essieux à déplacement radial contrôlé par des ressorts (Fig. 31).

Fig. 58. — LOCOMOTIVE DE GRANDE BANLIEUE DE L'ALSACE LORRAINE.



La chaudière est à foyer débordant, l'axe du corps cylindrique est à 2^m,700 au-dessus des rails.

Les 2 cylindres, montés en compound, sont extérieurs et attaquent l'essieu central; le réservoir intermédiaire est disposé dans la boîte à fumée, et son volume est environ 4 fois celui du cylindre à haute pression. Le démarrage est du système Gölsdorf.

Les caisses à eau sont placées sous la chaudière, au-dessous du plan supérieur des longerons.

Les divers organes de manœuvre, ainsi que les appareils accessoires, sont disposés sur une des parois latérales de l'abri.

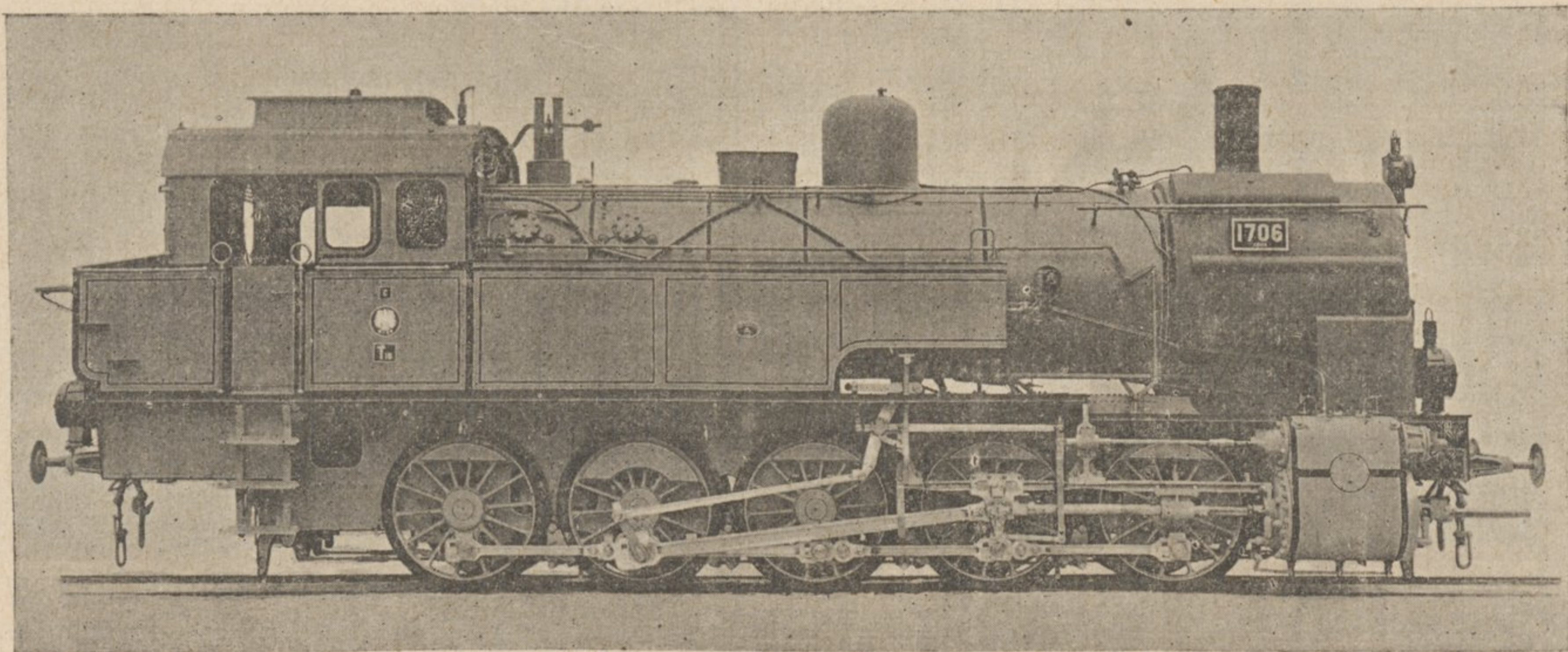
La machine est munie du frein à vapeur et à main; elle porte les organes de commande du frein Westinghouse pour le train; les robinets des 2 freins sont conjugués.

Elle peut remorquer en palier un train de 300 tonnes à la vitesse de 70^{km}, et en rampe de 26 ‰, avec courbes de 300^m de rayon, un train de 125 tonnes à la vitesse de 25^{km}.

42 machines de ce type sont actuellement en cours de construction pour le compte des chemins de fer de l'Etat italien.

La locomotive à 5 essieux couplés, des chemins de fer de l'Etat prussien, construite par la *Société Berlinoise de Constructions de machines*, anciens *Etablissements L. Schwartzkopff* (N° 47), est une locomotive à marchandises très puissante, pour les lignes accidentées; son poids adhérent est de 73.900^{kg} (Fig. 59 et Pl. XI).

Fig. 59. — LOCOMOTIVE TENDER DÉCAPOD DE L'ÉTAT PRUSSIE.



C'est une machine à simple expansion, à 2 cylindres, mais à vapeur surchauffée; le surchauffeur est du système Schmidt, il est logé dans la boîte à fumée.

On a vu ci-dessus comment elle peut, grâce aux jeux donnés aux 1^{er}, 3^e et 5^e essieux, aborder des courbes de 200^m de rayon (Fig. 25).

Le châssis est constitué par des longerons de 20^{mm}, comprenant entre eux, dans leur partie médiane, une caisse à eau longue de 3^m,600. Les crochets d'attelage *A* et *R* ont une longueur de 1^m,800 environ; ils sont articulés aux points d'attache, et présentent par suite une très grande mobilité.

Comme le 4^e essieu, qui est fixe, est l'essieu moteur, les tiges de piston sont très longues,

pour que les bielles motrices n'aient pas des dimensions exagérées : elles sont munies de guides supplémentaires.

Le mécanisme de distribution est du système Heusinger ; les tiroirs sont cylindriques du type Schmidt, d'un diamètre de 150^{mm}, bien que les cylindres aient 610^{mm} de diamètre.

Les pistons possèdent 3 segments de faible épaisseur ; ils sont pourvus de contretiges ; comme les tiges sont portées en 3 points, les segments ne servent pas à soutenir le piston et s'usent peu.

Les garnitures métalliques des tiges sont doublées de garnitures à labyrinthe.

Entre les 2 extrémités des cylindres existe une communication qui consiste en un tuyau de 60^{mm} se développant entre les longerons, et qui, à régulateur ouvert, est fermée par un robinet ; on ouvre ce robinet par une commande spéciale dès qu'on ferme le régulateur.

Le frein, à vapeur et à main, agit sur les 2 essieux fixes.

Les injecteurs sont du système Strube, avec dispositif de jonction pour pulsomètre.

Les boudins des essieux extrêmes peuvent être arrosés dans les courbes.

La face arrière de la boîte à feu, les enveloppes du surchauffeur et des cylindres sont garnies d'asbest A. Calmon.

La machine, marchant à l'admission de 60 %, a pu remorquer un train de 1.607 tonnes sur une rampe de 8,3, à la vitesse de 7^{km},5, soit un effort indiqué de 17.000 kg.

En palier, dans les mêmes conditions, elle a momentanément atteint une vitesse de 44 km., soit, avec un effort de traction de 6.140 kg., une puissance de 1.000 chevaux environ.

Enfin, nous ne ferons que mentionner ici la très puissante locomotive à marchandises du *Nord français*, à 2 bogies moteurs de chacun 3 essieux couplés et 1 essieu porteur (N° 48), étudiée pour la remorque des trains de 1.000 tonnes sur des rampes de 12^{mm}.

Cette machine, qui est d'une stabilité parfaite à la vitesse de 84 km. et qui, avec une charge de 800 tonnes, marche encore à plus de 20 km. sur une rampe de 12, a été décrite en détail par M. du Bousquet dans le N° d'août 1905 de la *Revue Générale*.

(A suivre).

e. Liaison entre le mouvement de rotation du train porteur pivotant et le déplacement latéral de l'essieu accouplé voisin	153
f. Bogies à roues porteuses et à roues accouplées	153
g. Bissels	157
DESCRIPTION DES LOCOMOTIVES EXPOSÉES	193
I. — LOCOMOTIVES A TENDER SÉPARÉ	193
1 ^o Locomotives à 2 essieux couplés et bogie à l'avant	193
2 ^o » à 2 essieux couplés, bogie à l'avant et essieu porteur à l'arrière (Atlantic)	197
3 ^o » à 3 essieux couplés	206
4 ^o » à 3 essieux couplés et essieu porteur à l'avant (Mogul)	206
5 ^o » à 3 essieux couplés, essieu porteur à l'avant et essieu porteur à l'arrière (Prairie)	207
6 ^o » à 3 essieux couplés et bogie à l'avant (Ten-Wheeler)	207
a. Locomotives belges	207
b. » françaises	209
c. » italienne	213
d. » suisses	214
7 ^o Locomotives à 4 essieux couplés	216
8 ^o » à 4 essieux couplés et essieu porteur à l'avant (Consolidation)	219
9 ^o » à 4 essieux couplés et bogie à l'avant (12 Wheeler)	220
10 ^o » à 5 essieux couplés (Décapod)	221
II. — LOCOMOTIVES-TENDERS	224
1 ^o Locomotives de manœuvre	225
2 ^o » pour voies secondaires	226
3 ^o » pour grandes lignes	231

(A suivre).

LE MATÉRIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER

A L'EXPOSITION DE MILAN

(Suite) (1).

VOITURES AUTOMOTRICES

Par M. L. GEORGES,

INGÉNIEUR A LA COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

Les 10 voitures automotrices exposées à Milan se répartissent en :

- 6 automotrices à vapeur ;
- 2 automotrices électriques autogènes à moteur à pétrole ;
- 2 automotrices électriques à prise de courant extérieure.

Leurs dimensions principales sont rassemblées ci-après sur les tableaux I et II.

I. — AUTOMOTRICES A VAPEUR.

Les 6 voitures à vapeur exposées représentent 5 types différents de générateurs :

2 sont à tubes à fumée : la chaudière type locomotive de l'Etat italien et la chaudière de la fabrique d'Esslingen.

Les 3 autres sont à tubes d'eau : ce sont les chaudières systèmes de Dion-Bouton, Komarek et Purrey.

Ces divers générateurs, sauf le premier, produisent de la vapeur surchauffée.

(1) Voir les N^{os} d'Août et de Septembre de la *Revue Générale*.

TABLEAU I. — VOITURES AUTOMOTRICES A VAPEUR.

Pays exposant.....	Italie	Italie	Hongrie	Autriche	Autriche	France		
Constructeur.....	Officine Meccaniche di Milano	Costruzioni Meccaniche Saronno (Esslingen)	Ganz, Budapest	F. X. Komarek, Vienne	F. X. Komarek, Vienne	V. Purrey, à Bordeaux		
Réseau.....	Etat italien	Etat de Wurtemberg	Etat hongrois	Nord Österreich Landesbahn	Nord Österreich Landesbahn	(Tramways)		
Caractéristiques générales.....	Voiture de 1 ^{re} et 3 ^e classes à 2 bogies avec compartiment à bagages	Voiture de 3 ^e cl. à 2 essieux avec compartiment à bagages	Voiture de 3 ^e cl. à 2 essieux avec compartiment à bagages et compart. postal	Voiture de 2 ^e cl. à 3 essieux avec compartiment à bagages	Voiture de 3 ^e cl. à 5 essieux (2 bogies), avec compartiment à bagages	Voiture de tramway à 2 essieux avec plateforme <i>R</i>		
Ecartement de la voie.....	normal	normal.	normal	normal	0 ^m ,760	normal		
CHAUDIÈRE.	Type de chaudière.....	type locomotive	type d'Esslingen	de Dion-Bouton	Komarek	Komarek	Purrey	
	Tubes à fumée ou tubes d'eau....	tubes à fumée	tubes à fumée	tubes d'eau	tubes d'eau	tubes d'eau	tubes d'eau	
	Timbre.....	12 kg.	16 atm.	18 atm.	13 atm.	13 atm.	20 kg.	
	Surface de grille.....	0 ^m 2,67	0 ^m 2,712	0 ^m 2,33	0 ^m 2,95	0 ^m 2,95	0 ^m 2,48	
	Tubes.	Nombre.....	172	330	702	200	»	41
		Longueur.....	1 ^m ,698	1 ^m ,100	0 ^m ,150	»	»	4 ^m ,25
	Diamètre extérieur.....	38 ^{mm}	24 ^{mm}	25 ^{mm}	26 ^{mm}	»	»	19 ^{mm}
Surface de chauffe totale.....	38 ^m 2,80	33 ^m 2,60	8 ^m 2,6	31 ^m 2,7	29 ^m 2,00	10 ^m 2,00		
Surface de surchauffe.....	—	»	»	6,5	2,64	2 ^m 2,75		
MOUVEMENT.	Nature du moteur.....	type locomotive	type locomotive	Ganz	type locomotive	type locomotive	Purrey	
	Commande (directe ou par engrenages).....	directe	directe	engrenages	directe	directe	par chaîne système-Purrey	
	Nombre de cylindres.....	2	2	2	2	2	2	
	Simple expansion (S. E.) ou Compound (C.).....	S. E.	S. E.	C.	C	S. E.	S. E.	
	Diamètre des cylindres.....	228 ^{mm}	220 ^{mm}	120 et 175 ^{mm}	260 et 380 ^{mm}	240 ^{mm}	175 ^{mm}	
Course des pistons.....	381	300	140	450	350	162 ^{mm}		
CHASSIS.	Nombre d'essieux adhérents.....	1	1	1	1	2	1	
	Diamètre des roues motrices.....	1 ^m 042	1 ^m 000	1 ^m 020	1 ^m 000	0 ^m ,800	0.830	
	Diamètre des roues porteuses.....	1,020	1,000	1,020	0,800	0,600 et 0,620	0.830	
	Empatement total.....	15,530	5,000	6,000	7,000	12,125	1 ^m ,90	
Longueur totale hors tampons.....	19,374	11,440	11,650	11,615	15,425	8 ^m ,680		
Poids à vide.....	37.600 kg.	17.800 kg.	16.300 kg.	24.000 kg.	19.000 kg.	8.500 kg.		
Poids en ordre de marche, sans chargement.	41.500	21.000	17.300	26.000	23.000	9.170		
Poids adhérent.....	»	»	9.100	14.000	12.000	6.080		
Puissance.....	»	80 H. P.	50 H P.	150 H P.	150 H P.	50 H P.		
NOMBRE DE PLACES.	1 ^{re} classe.....	16	—	—	—	—	»	
	2 ^e classe.....	—	—	—	—	—	»	
	3 ^e classe.....	50	40 assises, 4 debout	40	35	41	»	
	Total.....	66	44	40	35	41	32	
Réserve en eau.....	1900 litres	1.500 litres	1.050 litres	1.800 litres	2.000 litres	550 litres		
Réserve en charbon.....	750 kg.	450 kg.	200 kg.	500 kg.	700 kg.	3 hectolitres (coke)		
Frein.....	Westinghouse	Westinghouse	Böker	à vide	à vide	à air comprimé système Purrey		
Chauffage.....	vapeur	vapeur	vapeur	vapeur	vapeur	vapeur		
Eclairage.....	turbo alternateur Laval	huile	acétylène	huile	huile	acétylène (système Purrey)		
Vitesse maxima.....	70 km.	60 km.	60 km.	50 km.	40 km.	35 km.		

TABLEAU II. — VOITURES AUTOMOTRICES ÉLECTRIQUES.

Pays exposant.....	Hongrie	Hongrie	Italie	Allemagne
Constructeur.....	J. Weitzer, à Arad	J. Weitzer, à Arad	Officine Meccaniche di Milano et Thomson-Houston	Breslauer Actien-Gesellschaft für Eisenbahn-Wagenbau, et Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft
Réseau.....	Arad-Csanád (Hongrie)	Arad-Csanád (Hongrie)	Etat italien (Milan-Varese-Porto-Ceresio)	Etat prussien (Hambourg-Blankenese)
Caractéristiques générales.....	Voiture de 1 ^{re} et 3 ^e classes à 2 essieux, avec compartiment à bagages	Voiture de 1 ^{re} et 2 ^e classes à 2 essieux, avec compartiment à bagages	Voiture de 1 ^{re} et 3 ^e classes à 2 bogies	Voiture double de 2 ^e et 3 ^e classes, à 2 bogies et 2 essieux porteurs
Ecartement de la voie.....	normal	normal	normal	normal
Source d'énergie.....	Groupe pétroléo-électrique, monté dans la cabine	Groupe pétroléo-électrique, monté dans la cabine	extérieure : prise de courant par 3 ^e rail	extérieure : prise de courant aérienne
Nature du courant de la source.....	continu à 500 volts	continu à 500 volts	continu à 650 volts	monophasé à 6000 volts 25 cycles
Nature du courant envoyé dans les moteurs.....	continu à 500 volts	continu à 500 volts	continu à 650 volts	monophasé à 750 volts, 25 cycles
Nombre de moteurs.....	2	2	2	3
Puissance totale.....	20 kw	45 kw.	110 kw.	255 kw.
Nombre d'essieux adhérents.....	2	2	2	3
Diamètre des roues motrices.....	0 ^m ,750	0 ^m ,850	1 ^m ,040	1 ^m ,000
Diamètre des roues porteuses.....	—	—	1,040	1,000
Empatement total.....	8 ^m ,000	9 ^m ,000	15,500	24,800
Longueur totale hors tampons.....	12,915	13,075	19,360	29,550
Poids en ordre de marche.....	13.025 kg.	16.360 kg.	45.000 kg.	71.400 kg.
Nombre de places..	1 ^{re} classe.....	17	32 ou 16	—
	2 ^e classe.....	—	—	44
	3 ^e classe.....	25	—	78 ou 80
	Total.....	42	36	76 ou 80
Frein.....	à main	Böker	Westinghouse	Knorr
Chauffage.....	eau chaude	eau chaude	électrique	électrique
Éclairage.....	acétylène	acétylène	électrique (accumulats)	électrique, avec résistances en fer
Vitesse maxima.....	35 km.	55 km.	90 km.	50 km.

1^o VOITURE AUTOMOTRICE A VAPEUR DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT ITALIEN.

La voiture automotrice N° 582 des Chemins de fer de l'Etat italien (Fig. 60), construite par les *Officine Meccaniche* de Milan, est destinée à des services économiques sur les lignes à faible trafic, ou à des services secondaires sur de faibles parcours des lignes principales.

L'appareil générateur est disposé à l'avant dans une cabine complètement indépendante de la voiture proprement dite et montée sur le châssis d'un bogie à 2 essieux ; la caisse de la voiture repose à l'avant sur ce même bogie et à l'arrière sur un autre bogie à 2 essieux ; elle peut être ainsi facilement séparée de la cabine.

La chaudière est du type locomotive ; elle est placée transversalement à la voie. Elle est de construction courante, avec boîte à feu en berceau, foyer en cuivre à ciel plat, et dôme de prise de vapeur sur le corps cylindrique ; la porte de foyer est disposée sur la paroi latérale de la boîte à feu.

Sa longueur totale est de 2^m,990 ; le diamètre intérieur maximum, de 1^m,092 ; les tôles ont 13^{mm} d'épaisseur ; le faisceau tubulaire est constitué par 172 tubes en laiton de 38/32,5^{mm} de diamètre, et d'une longueur entre plaques de 1^m,698. La surface de grille est de 0^{m²},67 et la surface totale de chauffe de 38^{m²},80.

La capacité d'eau de la chaudière est de 1.300 litres, et la capacité de vapeur de 600 litres. Elle est timbrée à 12 kg. Elle porte 2 soupapes de sûreté, l'une du type Salter, l'autre du type Coale ; son alimentation est assurée par 2 injecteurs Gresham et Craven.

Les 2 cylindres, à simple expansion, sont montés extérieurement sur les longerons du bogie ; ils ont 228^{mm} de diamètre, 381^{mm} de course, et sont commandés par une distribution Walschaerts. Ils actionnent directement le 2^e essieu.

Le réservoir à eau est placé sur le châssis de la caisse de la voiture, derrière la chaudière ; il contient 1.300 litres ; la soute à charbon est dans la cabine proprement dite ; sa capacité est de 850 kg.

La voiture est à intercirculation partielle, avec couloir central ; la caisse ne communique pas avec la cabine.

A l'avant se trouve un compartiment à bagages ; puis un compartiment de 3^e classe à 10 places, et un grand compartiment de 3^e classe à 40 places. A l'arrière, un compartiment de 1^{re} classe à 16 places, et enfin une plateforme fermée.

Entre les compartiments de 1^{re} et de 3^e classes se trouve un couloir transversal d'accès.

L'automotrice, dont la conduite exige 2 hommes, peut être manœuvrée de chacune de ses deux extrémités ; dans le cas de la marche arrière le machiniste occupe la plateforme postérieure, où il dispose des divers appareils de frein et d'une commande du sifflet ; il peut en outre communiquer avec le chauffeur à l'aide de signaux électriques ; enfin, en cas d'urgence, il peut fermer lui-même le régulateur de la chaudière en actionnant une poignée reliée à la tringle de celui-ci par une chaîne courant sur le toit de la voiture.

L'automotrice est munie du frein Westinghouse et du frein à main, du chauffage par la vapeur, et de l'éclairage électrique. Le courant d'éclairage est fourni par un turbo-alternateur Laval.

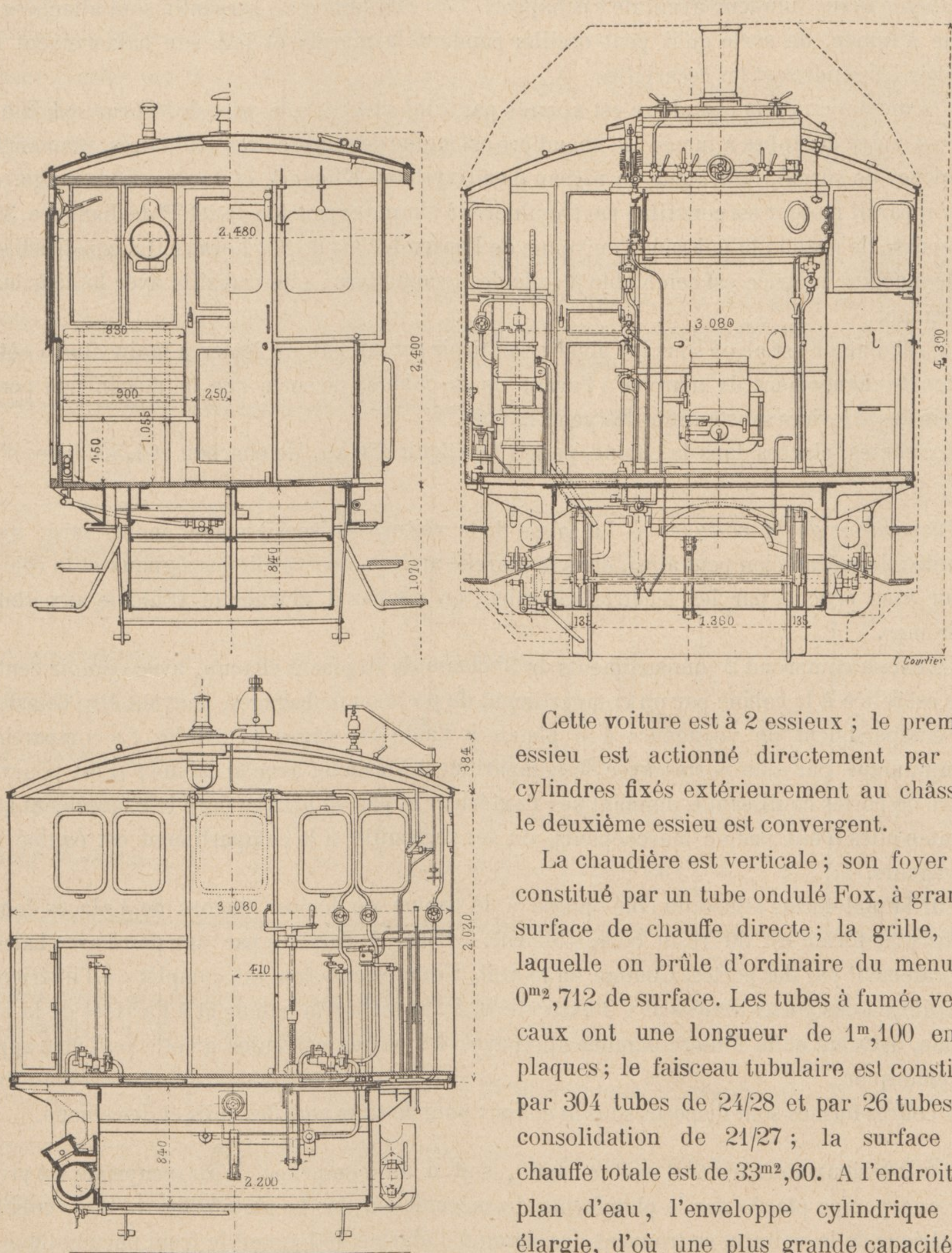
Elle pèse à vide 37t. 600 et en service 41.500 kg. ; l'effort de traction maximum au démarrage est de 1.500 kg. ; les divers régimes de marche ressortent du tableau suivant :

	VITESSE MAXIMA EN KILOMÈTRES-HEURE				
	en palier	en rampe de 10 ‰	en rampe de 15 ‰	en rampe de 20 ‰	en rampe de 25 ‰
Automotrice seule.....	70	55	45	35	25
Automotrice avec 30 tonnes de remorque.	65	40	30	—	—
Automotrice avec 50 tonnes de remorque.	55	30	—	—	—

2^e VOITURE AUTOMOTRICE A VAPEUR DE LA FABRIQUE D'ESSLINGEN.

La Société des *Costruzioni meccaniche Saronno*, filiale de la Fabrique d'Esslingen, exposait une automotrice à vapeur surchauffée construite à Esslingen pour les Chemins de fer de l'État de Wurtemberg (Fig. 61 et 62).

Fig. 62. — VOITURE AUTOMOTRICE A VAPEUR DE LA FABRIQUE D'ESSLINGEN (Coupes transversales).



Cette voiture est à 2 essieux ; le premier essieu est actionné directement par les cylindres fixés extérieurement au châssis ; le deuxième essieu est convergent.

La chaudière est verticale ; son foyer est constitué par un tube ondulé Fox, à grande surface de chauffe directe ; la grille, sur laquelle on brûle d'ordinaire du menu, a $0^m^2,712$ de surface. Les tubes à fumée verticaux ont une longueur de $1^m,100$ entre plaques ; le faisceau tubulaire est constitué par 304 tubes de $24/28$ et par 26 tubes de consolidation de $21/27$; la surface de chauffe totale est de $33^m^2,60$. A l'endroit du plan d'eau, l'enveloppe cylindrique est élargie, d'où une plus grande capacité de

vapeur et une plus grande surface de vaporisation.

La chaudière est timbrée à 15 atmosphères. A sa partie supérieure, elle présente une boîte à fumée cylindrique dans laquelle se trouve un surchauffeur formé d'un tuyau de vapeur enroulé en serpent, qui élève la température de la vapeur à 250° ; ce dispositif assure un nettoyage

facile, car pour avoir accès au surchauffeur il suffit de relever le couvercle à charnière de la boîte à fumée, auquel est fixée la cheminée.

Une tôle repoussée fixée à la base de la cheminée oblige les gaz chauds qui sortent des tubes à balayer le surchauffeur avant de s'échapper. Les extrémités du serpentin sont attachées à la boîte à fumée, de sorte qu'il peut osciller pendant la marche et dans son balancement faire tomber les cendres et les escarbilles.

L'alimentation de la chaudière est assurée par 2 injecteurs ; une prise de vapeur spéciale sert au ramonage des tubes à fumée ; la chaudière est munie des accessoires ordinaires, manomètres, soupapes de sûreté, indicateur de niveau d'eau (système Klinger), et 2 robinets de jauge.

L'appareil moteur est constitué par 2 cylindres à simple expansion de 220^{mm} de diamètre, 300^{mm} de course de piston ; la puissance moyenne de l'ensemble est de 80 chevaux. La construction de cette machine motrice est semblable à celle des locomotives ; elle travaille avec la distribution Heusinger.

Le régulateur est placé sous la cabine : son tiroir est mû par un levier à main situé à côté du levier de changement de marche à l'avant de la cabine, de sorte que le mécanicien peut se servir des 2 leviers sans quitter des yeux la voie.

Les soutes, placées dans la cabine, peuvent contenir 450 kg. de charbon et 1.500 litres d'eau.

Disposition de la voiture. — La caisse de la voiture est sensiblement moins large que la cabine ; le mécanicien peut ainsi, dans la marche arrière, apercevoir les signaux et la voie sans avoir à se pencher par les fenêtres latérales ; on n'a pas à tourner le véhicule aux stations extrêmes.

La caisse comprend 2 compartiments de 3^e classe de 16 places chacun, avec couloir central ; elle est reliée à la cabine par un compartiment de poste ou de bagages, pouvant être transformé en compartiment de voyageurs à 8 places à l'aide de sièges amovibles. Ce compartiment communique par des portes avec le compartiment voisin et avec la cabine ; il est pourvu en outre de portes coulissantes donnant sur l'extérieur et par où peut se faire le chargement ; mais comme elles n'ont pas de marchepieds, on les verrouille si le compartiment est équipé pour voyageurs.

Sur la plateforme située du côté opposé à la cabine on dispose encore de 4 places debout ; cette plateforme est du reste complètement fermée, à l'arrière par une paroi avec baies, et latéralement par des portes. Comme on le voit, l'intercirculation est complète à l'intérieur de la voiture ; des portes situées aux 2 extrémités, à l'avant de la cabine et à l'arrière de la plateforme, assurent enfin l'intercommunication avec les autres véhicules qu'elle peut être appelée à remorquer.

4 coffres fermés sont disposés sous le châssis pour le transport des colis et des chiens.

Les 2 essieux sont freinés, soit à main, soit à air comprimé. L'air comprimé est produit par une pompe placée sur la plateforme du mécanicien. Sur la plateforme arrière, comme à l'intérieur de la voiture, se trouvent des signaux d'alarme actionnant le frein pneumatique.

Un seul homme, un mécanicien, suffit à l'entretien du feu et à la conduite de la voiture. Le conducteur qui complète le service se tient en général sur la plateforme arrière, où il a à sa disposition, pour la marche arrière, un frein à main, une commande du frein à air comprimé, une commande du sifflet et une commande de la cloche actionnée à la vapeur qui se trouve sur le toit de la cabine. Si la voiture motrice est suivie de remorques à intercommunication, le

même conducteur peut commodément aller d'un bout à l'autre du train ; le service n'exige donc encore que deux hommes.

La voiture est chauffée durant la marche par la vapeur d'échappement et pendant les repos par de la vapeur vive ; cette vapeur est envoyée aussi dans les remorques.

L'éclairage est assuré par des lampes à huile.

L'automotrice pèse à vide 17^T,80, et en ordre de marche, sans chargement, 21^T,00. Sa vitesse maxima est de 60^{km} à l'heure pour la marche avant, et de 50 kilomètres pour la marche arrière. Elle peut remorquer 2 autres voitures d'un poids total de 30 tonnes sur des rampes de 10 à une vitesse de 25 kilomètres à l'heure.

L'Administration des Chemins de fer de l'Etat de Wurtemberg a procédé en décembre 1905 à des essais sur une automotrice de ce type. Les résultats en sont consignés sur le tableau ci-dessous. Ces essais ont été effectués sur la ligne Esslingen-Plochingen-Göppingen-Geislingen-Amstetten qui est constamment en rampe ; la chaudière vaporisait donc sans arrêt.

PARCOURS	LONGUEUR	RAMPE MOYENNE	POIDS				DURÉE du parcours	VITESSE moyenne
			motrice	1 ^{re} rem.	2 ^e rem.	total		
Esslingen-Plochingen	km. 9,31	$\frac{1}{562}$ ou 1,78 ‰	24,3	»	»	24,3	m. 11,5	48,6
Plochingen-Göppingen	18,86	$\frac{1}{302} = 3,31$ ‰	24,3	»	»	24,3	24,0	47,2
Göppingen-Geislingen.....	19,21	$\frac{1}{127} = 7,86$ ‰	24,3	»	»	24,3	32,0	36,1
Esslingen-Plochingen	9,31	$\frac{1}{562} = 1,78$ ‰	24,3	20,5	12,9	57,7	13,5	41,5
Plochingen-Göppingen	18,86	$\frac{1}{302} = 3,31$ ‰	24,3	20,5	12,9	57,7	29,0	39,0
Göppingen-Geislingen	19,21	$\frac{1}{127} = 7,86$ ‰	24,3	20,5	12,9	57,7	47,0	24,6
Geislingen-Amstetten	5,72	$\frac{1}{44,5} = 22,4$ ‰	21,0	12,9	»	33,9	14,0	24,4

D'autres essais ont eu lieu en mars 1906, avec 2 remorques pesant ensemble 30 tonnes, soit un train de 23,4 + 30 = 53,4 tonnes, sur la ligne Ulm-Aalen, qui possède de très nombreuses courbes et des rampes atteignant $\frac{1}{118,5}$ ou 8,4 ‰, parmi lesquelles une rampe de $\frac{1}{135}$ ou 7,4 ‰ en moyenne sur 10^{km}, entre Aalen et Oberkochen-Königsbronn, et une rampe de $\frac{1}{450}$ ou 2,2 ‰ en moyenne entre Sontheim et Oberkochen-Königsbronn sur 28^{km}.

Ces essais sont résumés dans le tableau ci-après.

PARCOURS	DURÉE DES PARCOURS (minutes)	LONGUEUR DU PARCOURS (kilomètres)	VITESSE MOYENNE (km./h.)	EFFORT DE TRACTION (kg.)	PUISSANCE INDIQUÉE MOYENNE (H. P.)	EAU CONSOMMÉE			CHARBON CONSOMMÉ				Con- somma- tion de vapeur par cheval indi- qué par heure	Coeffi- cient de vapori- sation		
						Litres par kilo- mètre	Litres par tonne et par kilo- mètre	Litres par m ² de surface de chauffe à l'h.	Total y compris l'allu- mage	pour le voyage seul (kg.)	par kilo- mètre (kg.)	par tonne et par kilo- mètre (kg.)			par cheval indi- qué par heure	
Ulm-Gingen.....	42,7	38,72	54,4	414,8	83,5	604	15,6	0,292	24,5	»	»	»	»	»	10,15	»
Gingen-Aalen.....	39,2	33,7	51,6	353,7	67,5	636	18,9	0,353	28,1	»	»	»	»	»	14,4	»
Ulm-Aalen.....	81,9	72,42	53,0	384,8	75,5	1.240	17,2	0,321	26,2	242	197	2,72	2,051	1,91	12,05	6,3
Aalen-Gingen.....	44,6	33,7	46,3	410,0	85,0	691	20,5	0,384	26,8	»	»	»	»	»	10,95	»
Gingen-Ulm.....	41,5	38,72	56,0	467,6	97,0	780	20,15	0,378	32,4	»	»	»	»	»	11,6	»
Aalen-Ulm.....	86,1	72,42	50,6	434,9	81,5	1.471	20,35	0,380	29,6	220	190	2,62	0,049	1,62	12,6	7,75
Uml-Aalen-Ulm...	168,0	144,84	51,8	410,5	79,0	2.711	18,7	0,351	28,0	462	387	2,67	0,050	1,75	12,3	7,00

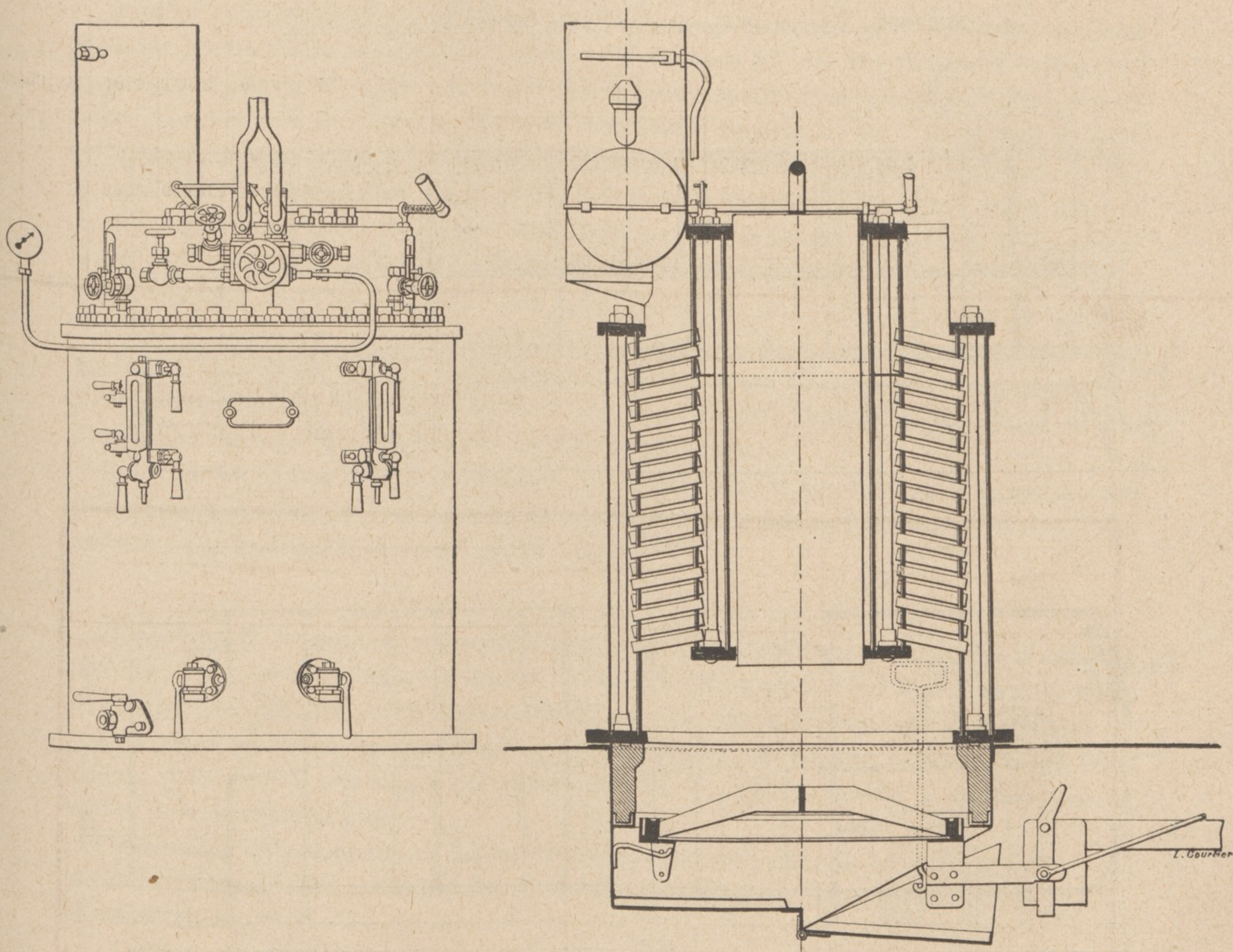
Enfin le tableau suivant donne les diverses vitesses garanties que peut prendre l'automotrice, soit seule, soit avec remorques de 15 ou 30 tonnes, sur l'échelle des rampes jusqu'à 25‰ :

RAMPES		VITESSE EN KILOM./H.		
	‰	autom. seule	avec rem. de 15 t.	avec rem. de 30 t.
1	25	25	—	—
40				
1	20	30	—	—
50				
1	16,7	32	—	—
60				
1	14,3	35	25	—
70				
1	12,5	38	28	—
80				
1	11,1	40	30	—
90				
1	10	42	32	25
100				
1	5	50	40	35
200				
1	3,3	50	45	40
300				
1	2	50	50	45
500				
1	0	50	50	50
∞				

3^o VOITURE AUTOMOTRICE A VAPEUR DES ÉTABLISSEMENTS GANZ ET C^{ie} DE BUDAPEST.

La voiture automotrice exposée par les *Établissements Ganz et C^{ie}*, de Budapest, est destinée aux Chemins de fer de l'État hongrois (Fig. 63 et 64).

Fig. 63. — CHAUDIÈRE DE DION-BOUTON DE L'AUTOMOTRICE GANZ.



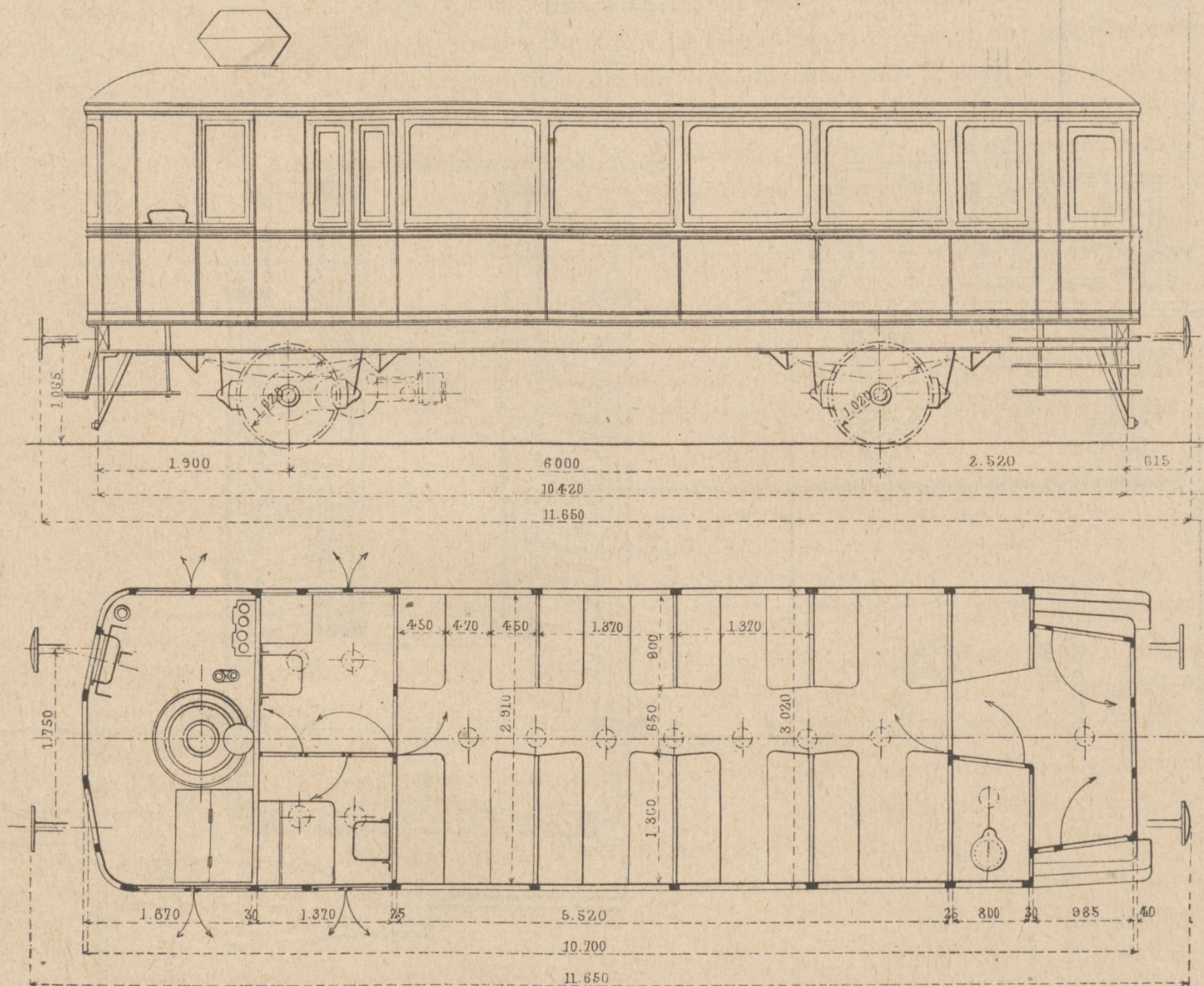
C'est une voiture de 50 chevaux, à 2 essieux, pour voie normale. L'empatement est de 6^m, les 2 essieux sont convergents.

La vapeur y est produite, à la pression de 18 atmosphères, par une chaudière verticale système de Dion-Bouton ; cette chaudière est formée de 2 réservoirs annulaires constitués par 4 cylindres concentriques fermés 2 à 2, en haut et en bas, par des plaques à rainures serrées par des boulons ; l'étanchéité entre les tôles cylindriques et les plaques des fonds est assurée par un mastic spécial ou des garnitures en fil de cuivre. Les 2 réservoirs communiquent entre eux par 702 tubes de 25^{mm} de diamètre extérieur et de 150^{mm} de longueur, légèrement inclinés sur l'horizontale et dirigés dans des plans méridiens.

Le réservoir annulaire central présente aux $\frac{3}{4}$ de sa hauteur environ une tôle pleine qui le divise en 2 compartiments complètement distincts.

Cet ensemble constitue la chaudière proprement dite, dont la surface de chauffe totale est de $8^m^2,6$; il est placé au-dessus d'un foyer disposé de telle sorte que les gaz chauds engendrés sur la grille traversent l'espace intertubulaire pour se rendre à la cheminée. Le combustible est chargé par l'ouverture centrale intérieure au petit réservoir annulaire. La surface de grille est de $0^m^2,33$.

Fig. 64. — VOITURE AUTOMOTRICE A VAPEUR DES ÉTABLISSEMENTS GANZ.



L'eau d'alimentation est injectée dans le réservoir extérieur; elle passe par les tubes pour se rendre au réservoir intérieur; elle se vaporise dans le trajet, repasse par les tubes en se surchauffant, puis va se rassembler à la partie supérieure du réservoir intérieur qui constitue le dôme où s'effectue la prise.

Le tirage peut être réglé par un papillon disposé dans la cheminée; pendant la marche, il est activé par la vapeur d'échappement; au repos, on dispose d'un souffleur annulaire percé de trous. A la partie supérieure de la cheminée se trouve un pare-étincelles système Klein (Fig. 27).

Le combustible peut être du charbon de bois, du coke, ou de la houille. On peut élever ou

abaisser la grille à l'aide d'un levier, et même la retourner. L'alimentation en eau est assurée par deux pompes Worthington.

La chaudière est montée sur le châssis de la voiture, à l'intérieur de la cabine de manœuvre. Le réservoir d'eau est placé sous la caisse; sa capacité est de 1.050 litres; on le remplit au moyen d'un éjecteur, ou à l'aide de la grue dans les points d'eau.

Moteur. — Le moteur, d'une puissance de 50 chevaux, est du système Ganz; il est suspendu au châssis et actionne par engrenages le 1^{er} essieu.

Il est à 2 cylindres, de 120 et 175^{mm} de diamètre; les pistons, de 140^{mm} de course, attaquent un arbre intermédiaire au moyen de 2 manivelles placées à 90°; les distributions, à tiroirs, sont commandées par des excentriques. Les cylindres sont entourés d'enveloppes de vapeur, l'enveloppe du cylindre B P communiquant avec l'admission du cylindre H P. En sortant du petit cylindre, la vapeur se rend à un robinet à 2 passages: dans une position du robinet, on fait communiquer l'échappement du cylindre H P avec l'admission du cylindre B P, et alors le moteur travaille en compound; dans l'autre position, l'échappement du cylindre H P communique avec l'échappement du cylindre B P, tandis que l'enveloppe du cylindre B P est mise en communication avec l'admission du même cylindre, et alors les 2 cylindres sont en parallèle.

On peut modifier la période d'admission du cylindre H P. A cet effet, l'excentrique qui commande le tiroir est actionné par l'intermédiaire de 4 roues d'engrenages; en déplaçant les 2 roues intermédiaires, tout en les laissant en prise avec les deux autres et entre elles, on modifie l'angle de calage de l'excentrique par rapport à l'arbre moteur.

Entre l'arbre moteur et le premier essieu, le mouvement est transmis par 2 paires de roues d'engrenages symétriquement disposées par rapport au plan médian longitudinal; tout le mouvement est à l'intérieur d'un carter rempli d'huile.

Disposition de la voiture. — Derrière le cabine, qui comporte la chaudière et la caisse à charbon, se trouvent un compartiment de poste et un compartiment à bagages, avec portes d'accès sur l'extérieur et portes de communication entre eux et avec le reste de la voiture.

Puis vient un grand compartiment de 3^e classe à couloir central, comprenant 40 places assises. A l'arrière se trouve une plateforme fermée, avec portes d'accès, et dans un coin un W.-C. avec écoulement d'eau.

Les cloisons du compartiment de voyageurs sont en bois naturel, le plancher est en bois peint. Les sièges sont en lattes vernies, à 2 couleurs alternées; les porte-bagages sont également en lattes.

La voiture est chauffée à la vapeur, avec robinet de réglage à la disposition des voyageurs; elle est éclairée à l'acétylène; l'aération est assurée par des ventilateurs torpilles.

Elle est équipée d'un frein à main agissant sur 8 sabots, et du frein à air Böker, à compresseur monté sur l'essieu.

Pour la marche R, la commande se fait de la plateforme postérieure qui, à cet effet, comporte les organes de frein, un robinet de vapeur, et une commande du sifflet.

La voiture à vide, pèse 16 t. 8, en état de service 18 t., et en charge 22 t. 2. Le poids adhérent varie de 9 t. 1 à 10 t. 8.

La rampe maxima qu'elle peut gravir sans remorque est de 30‰ et la courbe minima dans laquelle elle peut s'inscrire est de 150 m.

Elle peut prendre les vitesses suivantes :

	PALIER	RAMPE de 10	RAMPE de 20
Sans remorque.....	60	28	18
Avec 1 remorque.....	42	13	11

4^o VOITURES AUTOMOTRICES A VAPEUR DES ÉTABLISSEMENTS F. X. KOMAREK,
DE VIENNE (AUTRICHE).

Les premières automotrices *Komarek* sont équipées de chaudières constituées exclusivement par des tuyaux d'eau.

D'un ou de plusieurs collecteurs verticaux partent des tubes en serpentin qui se développent autour du foyer en spires horizontales disposées l'une dans l'autre, puis reviennent aux collecteurs.

Les spires des diverses sections sont jointives et constituent des parois; celles qui sont extérieures forment l'enveloppe du foyer; elles s'étendent depuis la grille jusqu'à la partie supérieure de la chaudière, et à l'endroit de la porte accusent la forme d'une trémie de chargement. Le cylindre formé par les spires intérieures a moins de développement en hauteur; il commence en bas au niveau de la porte et s'arrête en haut à quelque distance de la cheminée; il est fermé à sa partie supérieure par un couvercle en matériaux réfractaires.

Les spires supérieures constituent la prise de vapeur, de sorte que la vapeur, à partir des collecteurs, se sèche et se surchauffe légèrement avant de parvenir aux cylindres.

Les nouvelles chaudières *Komarek* sont une combinaison de cette chaudière à tubes et du foyer ondulé.

Elles comportent 4 collecteurs verticaux.

6 tuyaux surchauffeurs partent de la partie supérieure, entourent en serpentin le col de la cheminée et vont se réunir dans une chambre de vapeur où les températures s'égalisent et d'où part le tuyau de prise allant au régulateur.

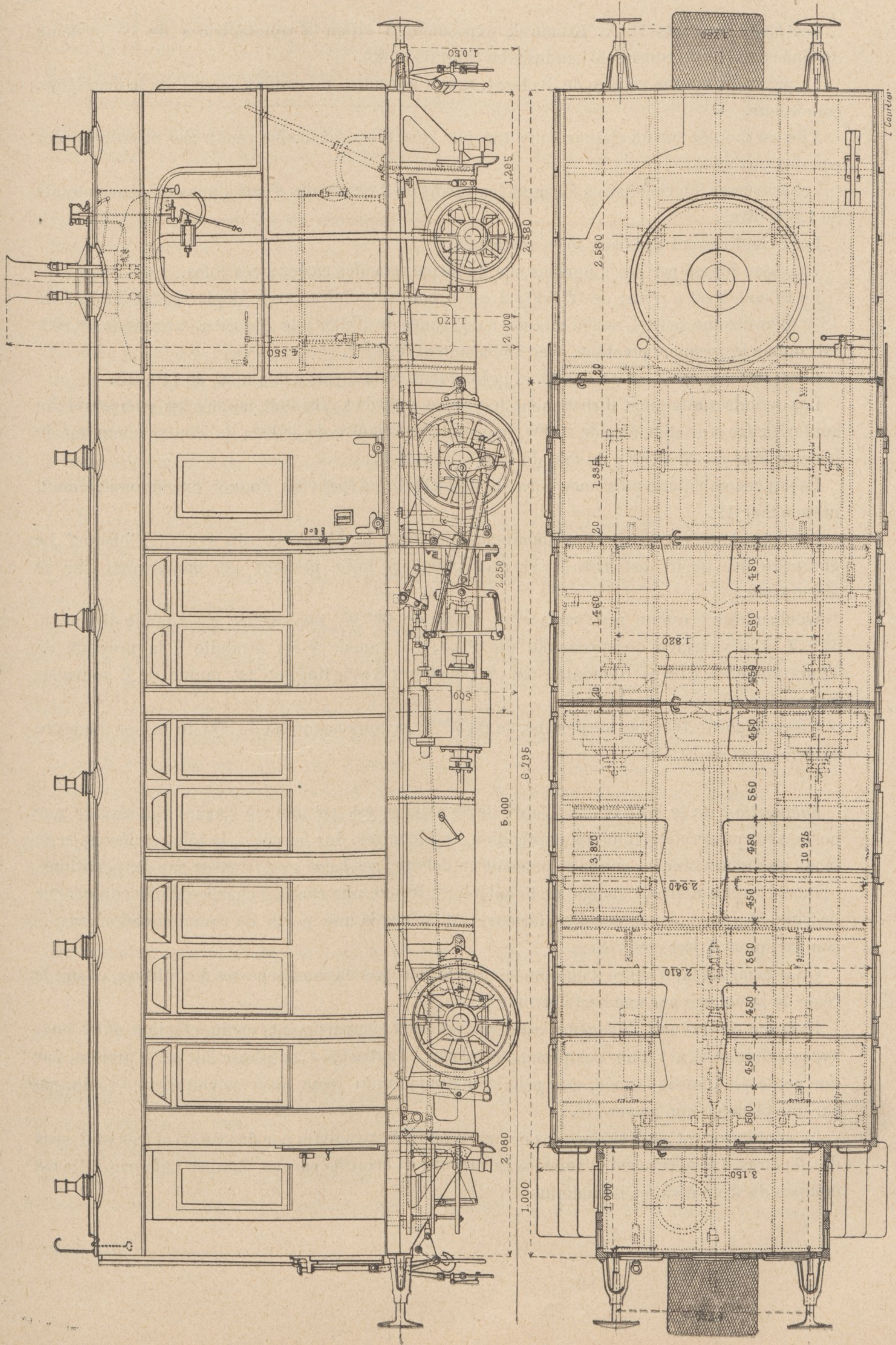
8 trous d'autoclaves sont disposés sur les collecteurs, en haut et latéralement, pour le lavage des tubes; par ces trous on peut introduire un tuyau flexible et accéder aux diverses sections.

Toute la chaudière est protégée contre le refroidissement par une enveloppe extérieure, avec interposition d'amiante.

Une autre particularité des automotrices *Komarek* consiste dans la disposition employée pour la conduite en marche arrière.

La conducteur, placé sur la plateforme d'arrière, peut actionner le sifflet et par là transmettre les signaux relatifs au freinage; il dispose en outre d'un volant de frein à main, d'un robinet du frein à vide, et d'un appareil lui permettant d'indiquer au mécanicien la vitesse à donner au véhicule. Cet appareil consiste en un levier, semblable à celui que le mécanicien a sous la main pour la conduite, et qui peut être amené sur les vitesses 0,30, 60, 90. Par un système d'articulations et de renvois la manœuvre est répétée sur un cadran placé sous les yeux du mécanicien, qui, averti par un coup de cloche, n'a qu'à obéir au signal transmis.

Fig. 65. — VOITURE AUTOMOTRICE A VAPEUR F. X. KOMAREK, POUR VOIE NORMALE.



Les Etablissements F. X. Komarek exposaient à Milan 2 automotrices de ce système destinées au Nord-Österreich-Landesbahn (Fig. 65 et 66).

La première est une voiture de 3^e classe, à voie normale, à 3 essieux, dont l'un, le deuxième, est moteur.

Elle est montée sur un châssis constitué par des tôles verticales renforcées et entretoisées par des traverses.

Les traverses intermédiaires forment les parois de 2 réservoirs d'eau d'une contenance totale de 1.800 litres.

Les cylindres sont fixés aux tôles verticales.

La caisse repose par ses longrines sur de fortes consoles rivées à ces tôles.

Le 1^{er} essieu est à roues de 0^m,800 ; il est à boîtes radiales, avec déplacement latéral de 48^{mm} dans chaque sens. L'essieu moteur a des roues de 1^m,000 ; le 3^e essieu, à roues de 0^m,800, est comme le premier, pivotant, avec déplacement de 48^{mm}.

L'empatement total est de 7^m,000, et la longueur de tampons à tampons, de 11^m,615.

Les cylindres attaquent directement les roues motrices ; ils sont montés en compound ; le petit cylindre a un diamètre de 260^{mm}, le grand un diamètre de 380^{mm} ; la course commune de leurs pistons est de 450^{mm} ; ils sont du type locomotive.

Ils ont ensemble une puissance normale de 150 HP, et peuvent donner exceptionnellement jusqu'à 200 HP.

La distribution est du système Heusinger-Waldegg, le démarrage du système Gölsdorf. Le graissage des tiroirs est assuré par une pompe à huile prenant son mouvement sur le mécanisme.

La chaudière présente une surface de grille de 0^m2,95, une surface de chauffe directe de 31^m2,7, et une surface de surchauffe de 6^m2,5. La vapeur y est produite à la pression de 13 atmosphères. Elle est alimentée par 2 injecteurs Restarting, et est munie de 2 soupapes Pope.

Elle comporte 200 tubes serpentins, de 26/32^{mm} ; sa contenance est de 800 litres. Son diamètre extérieur est de 1^m,378.

Disposition de la voiture. — L'abri de la cabine est en tôle ; à l'avant il présente une porte, avec passerelle d'intercommunication, et 2 fenêtres. Sur les côtés, la tôle est découpée de façon que le mécanicien puisse se pencher au dehors ; ces baies sont fermées par des portillons.

Dans l'angle antérieur gauche de la cabine se trouve une caisse à charbon d'une contenance de 500^{kg}. En face, sur la paroi postérieure est ménagée une porte de communication avec le compartiment à bagages voisin.

Ce compartiment s'ouvre d'ailleurs sur l'extérieur par 2 grandes portes à coulisses, et sur le reste de la voiture par une porte pivotante.

L'espace réservé aux voyageurs est divisé en deux compartiments communiquant entre eux, avec couloir central : l'un comprend 10 places, l'autre 25. L'entrée se fait par l'arrière, par une petite plateforme fermée, qui peut communiquer du reste avec les voitures de remorque par une porte et une passerelle.

La ventilation est assurée dans les compartiments à voyageurs par des volets placés au-dessus des fenêtres. La voiture est chauffée à la vapeur, et éclairée par des lampes Lafaurie. Elle est équipée du frein à vide automatique.

Elle pèse à vide 24 tonnes, en ordre de marche 26 tonnes, et en pleine charge 29 tonnes, soit sur le 1^{er} essieu 6 t. 5, sur le second, 14 t., sur le 3^e, 8 t. 5.

La vitesse maxima admise est de 50 km.

Cette voiture est en service sur la ligne Korneuburg-Ernstbrunn, longue de 30 km., et qui présente des rampes de 24‰.

Remorquant sur cette ligne une charge de 31 t. 5, elle a donné les résultats suivants :

Vaporisation maxima par mètre carré de surface de chauffe totale.....	82 l. 5
Eau à 20° vaporisée par kg. de charbon.....	7 l. 5
Puissance maxima.....	227,20 HP.
Vitesse moyenne.....	30 km.
Vitesse maxima.....	47 km.
Dépense horaire de vapeur par cheval-heure indiqué.....	11,84 kg.
Dépense horaire de charbon.....	1,6
Dépense de vapeur par km. moyen totale (aller et retour).....	34 k.
Dépense de charbon par km. moyen (frein non compris).....	4,35
Dépense de charbon par km moyen (frein compris).....	5,16
Dépense de charbon par tonne kilomètre brute.....	0,076
Dépense horaire de vapeur pour le frein automatique.....	130,00

La 2^e automotrice Komarek (Fig. 66) est une voiture de 3^e classe pour voie de 0^m,760, montée à l'avant sur un truck à 3 essieux dont 2 accouplés, et à l'arrière sur un bogie à 2 essieux.

Le locomoteur proprement dit est complètement distinct de la caisse de la voiture ; il repose à même sur le truck avant.

La caisse est montée sur 2 longrines renforcées par des tirants. Elles sont incurvées et se relèvent à l'avant à cause du plus grand diamètre des roues motrices. L'avant s'appuie à pivotement sur l'arrière du truck moteur, à peu près au droit du 3^e essieu ; l'arrière, par pivot et crapaudine, repose sur le bogie porteur. Les 2 pivots sont reliés par 2 grands fers qui assurent la transmission des efforts de traction et sur lesquels est monté l'attelage arrière.

Le truck avant est constitué par 2 longerons, de 14^{mm}, extérieurs aux roues, et convenablement entretoisés, particulièrement à l'arrière pour recevoir la charge de la caisse.

Les guides de boîtes à huile des 2 essieux accouplés sont rivés extérieurement à ces longerons ; à la partie antérieure les longerons se relèvent de façon à dégager l'essieu d'avant dont les boîtes sont maintenues dans un cadre intérieur.

L'essieu avant est à roues de 0^m,600 ; il est radial, avec déplacement latéral dans les 2 sens de 35^{mm}.

Les 2 essieux accouplés ont des roues de 0^m,800 ; les charges en service normal sont respectivement de :

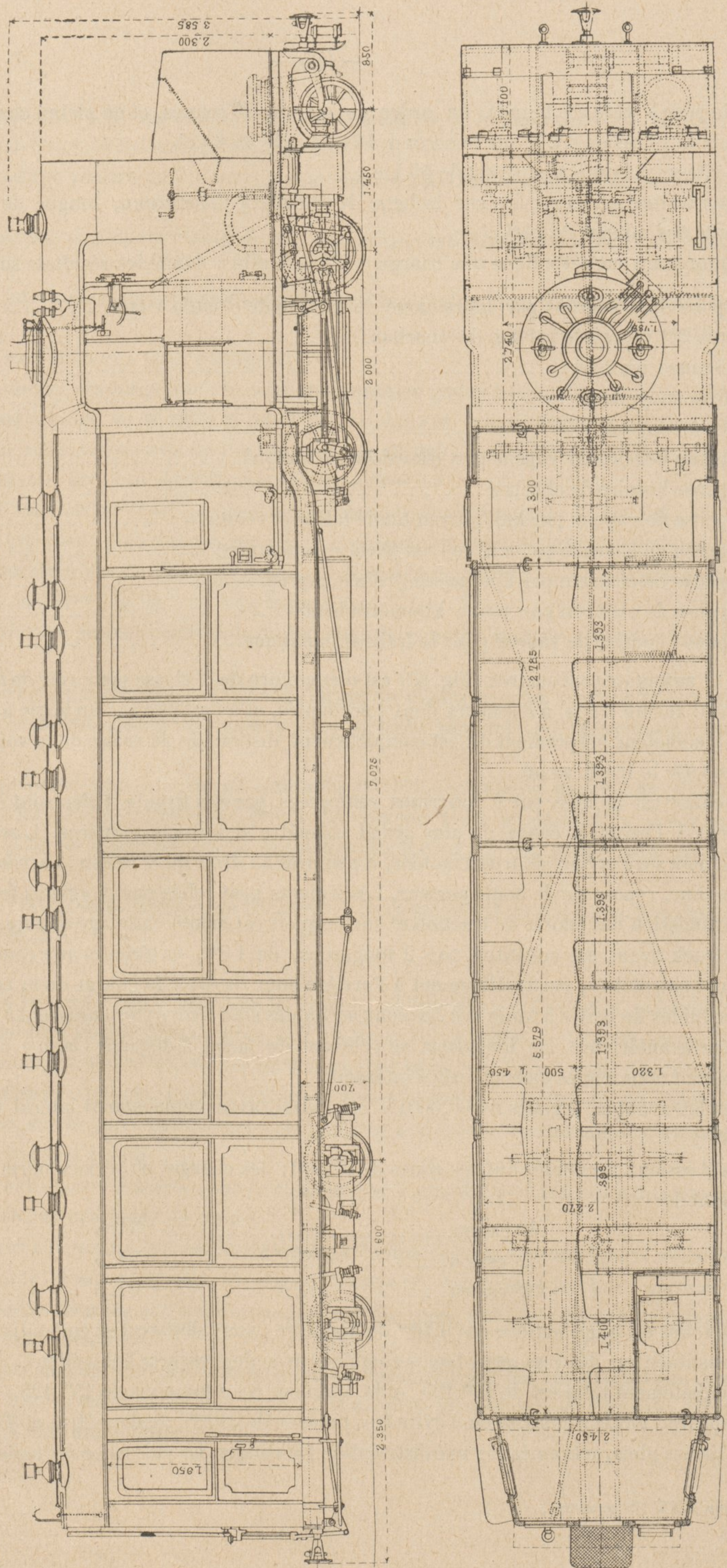
1 ^{er} essieu.....	5 t. 5
2 ^e essieu.....	7 t. 5
3 ^e essieu.....	7 t. 5

Les roues du bogie arrière ont 620^{mm} de diamètre ; son châssis est en emboutis ; sa suspension est constituée par des ressorts à lames combinés avec des ressorts hélicoïdaux.

L'empatement total est de 12^m,425, et la longueur hors tampons de 15^m,425.

L'appareil moteur consiste en 2 cylindres jumelés de 240^{mm} de diamètre, et 350^{mm} de course, avec tiroirs plats, actionnés par une distribution Heusinger. La puissance normale de l'ensemble

Fig. 66. — VOITURE AUTOMOTRICE A VAPEUR F. X. KOMAREK POUR VOIE DE 0^m,760.



est de 150 H P, avec maximum de 200 H P. L'effort de traction à la jante est de 2.600 kg. ; la vitesse maxima admise de 40 km.

La chaudière est comprise entre les 2 essieux couplés, insérée entre les longerons. Sa surface de grille est ici encore de 0^m2,95; sa surface de chauffe directe est de 29^m2 et la surface de surchauffe de 2^m2,64. Les tubes d'eau ont 26/32^{mm} de diamètre. La pression de la vapeur est de 13 atmosphères.

A l'avant de l'abri se trouve une caisse à eau de 2.000 litres, divisée en 3 compartiments pour atténuer les remous; au-dessus est disposée la caisse à charbon, d'une contenance de 700 kg.

Disposition de la voiture. — La cabine communique par une porte avec un compartiment à bagages à grandes portes latérales coulissantes. Celui-ci communique lui-même avec le reste de la voiture, qui est divisé en 2 compartiments de voyageurs, à couloir central, l'un de 16 places, l'autre de 25; à l'arrière du grand compartiment se trouve un water-closet; enfin tout à fait à l'arrière de la voiture, une plateforme d'accès, avec porte et passerelle pour l'intercommunication avec le matériel de remorque.

La voiture étant destinée à une contrée pittoresque, les compartiments à voyageurs sont munis de larges fenêtres.

La ventilation est assurée par des ventilateurs torpilles disposés sur le toit dans le plan médian longitudinal.

Ses lampes à huile sont du type Lafaurie.

Le frein et les appareils de signalisation pour la commande en marche arrière sont des types précédemment décrits.

La voiture pèse à vide 19 t., en ordre de marche 23 t., et en charge 27 t. Le poids adhérent, à demi-équipement d'eau et de charbon, est de 12 tonnes.

5^o VOITURE AUTOMOTRICE A VAPEUR SYSTÈME PURREÏ.

La voiture exposée par *M. Valentin Purreï*, de Bordeaux, est une voiture de tramway construite pour la Compagnie Générale des Omnibus de Paris (Trocadéro-La Villette).

Nous n'insisterons pas ici sur la chaudière système Purreï, que connaissent déjà les lecteurs de la *Revue* (voir Nos de Janvier 1900, juillet 1903, Avril 1906, Automotrices système Purreï de la Compagnie Générale des Omnibus, de la Compagnie P.-L.-M. et de la Compagnie de Paris-Orléans).

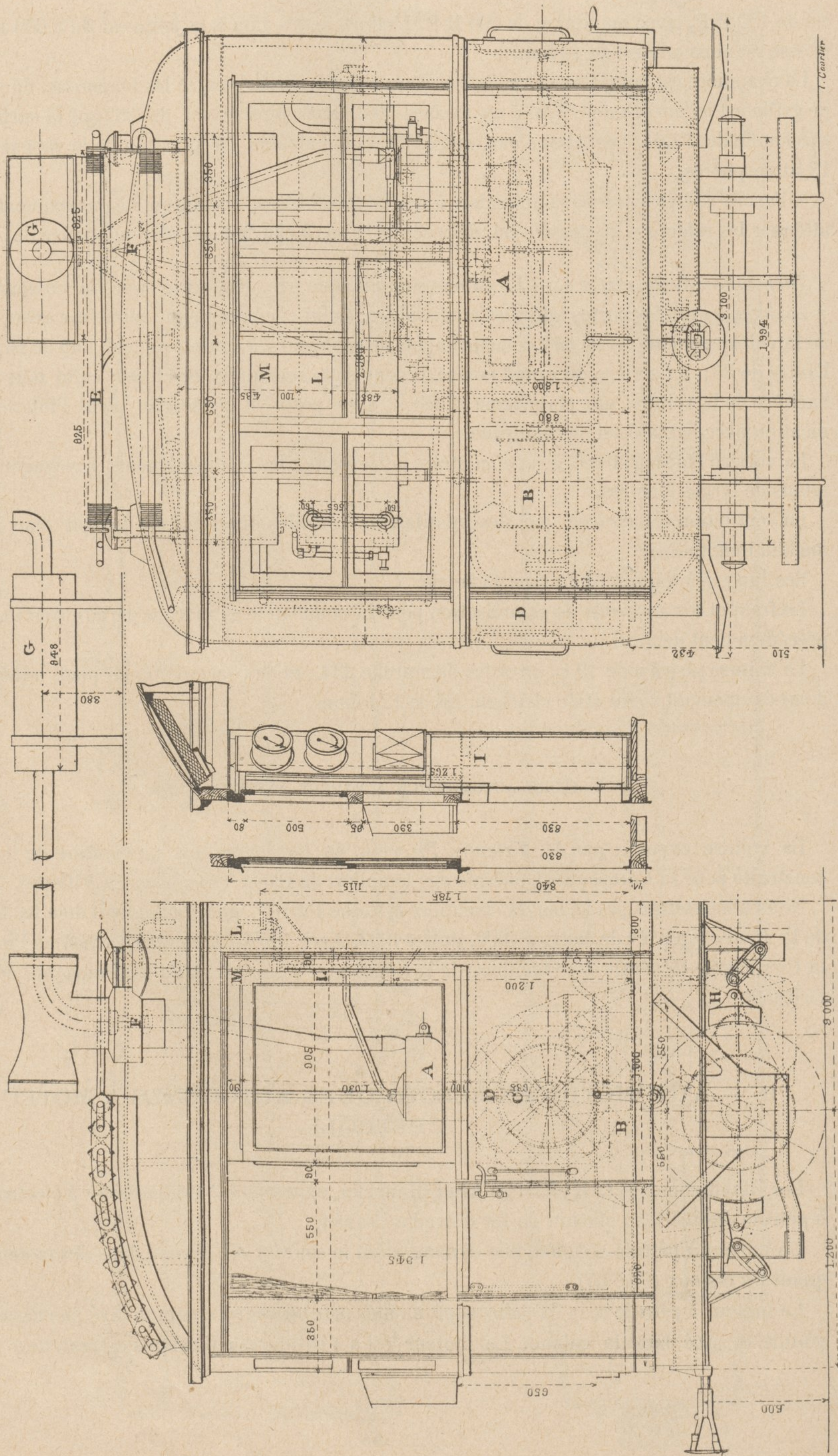
II. — AUTOMOTRICES ÉLECTRIQUES AUTOGÈNES A MOTEUR A PÉTROLE.

Les Etablissements *J. Weitzer*, d'Arad (Hongrie), exposaient 2 automotrices à électromoteur à pétrole destinées au chemin de fer d'Arad à Csanád.

Un moteur à pétrole actionne une dynamo dont le courant est envoyé dans des moteurs attaquant les essieux (Fig. 67).

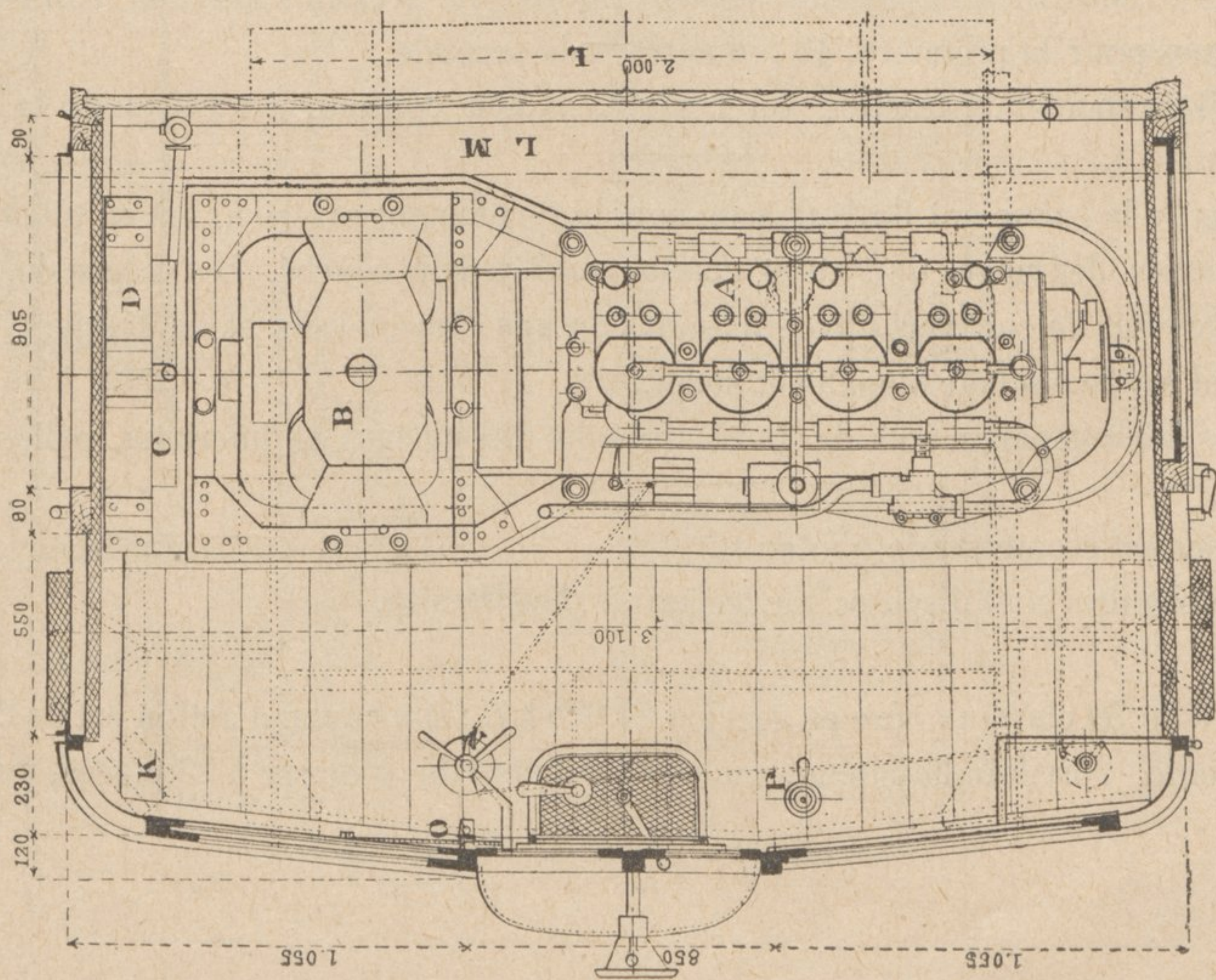
Le moteur à pétrole et la dynamo sont montés sur un cadre commun fixé au châssis de la voiture et situé dans la cabine. Le moteur est à 4 cylindres; il est mis en marche à la main.

Fig. 67a. — CABINE DE MANŒUVRE DES AUTOMOTRICES PÉTROLÉO-ÉLECTRIQUES. J. WEITZER.



J. Weitzer

Fig. 67 b. — CABINE DE MANŒUVRE DES AUTOMOTRICES PÉTROLÉO-ÉLECTRIQUES J. WEITZER.



LÉGENDE :

- A. Moteur à essence à 4 cylindres.
- B. Dynamo compound quadripolaire.
- C. Ventilateur.
- D. Radiateur à alvéoles.
- E. Radiateur à tubes.
- F. Tuyau de raccordement de l'échappement.
- G. Silencieux.
- H. Moteur électrique.
- I. Controller.
- K. Tableau de distribution avec appareils de mesure
- L. Réservoir d'essence.
- M. Réservoir d'eau de réfrigération.
- N. Levier de réglage du moteur.
- O. Frein à main.
- P. Frein système Böker.

D'un réservoir disposé sur la paroi arrière de la cabine, l'essence se rend à un carburateur où elle se mélange à l'air ; on peut régler à l'aide d'un robinet la proportion des deux éléments. Ce mélange est ensuite aspiré dans les cylindres où l'explosion s'opère sous l'action d'une étincelle. Les gaz produits sont envoyés dans un silencieux placé sur le toit, et enfin s'échappent à l'air libre.

Sur la paroi arrière de la cabine se trouve encore un réservoir d'eau pour la réfrigération du moteur. Une pompe rotative actionnée par le moteur détermine une circulation d'eau autour des cylindres ; cette eau est envoyée dans 2 radiateurs : l'un, à alvéoles, situé dans la cabine à proximité d'un ventilateur, l'autre, à tubes à ailettes, disposé sur le toit à la partie antérieure de la voiture. En hiver, cette eau, réchauffée par les cylindres et portée à une température de 85° environ, passe en outre dans des radiateurs placés dans l'intérieur de la voiture le long des parois longitudinales et servant pour le chauffage.

L'arbre du moteur à pétrole entraîne directement l'arbre de la dynamo. La dynamo est compoud, quadripolaire ; elle donne du courant continu à 500 volts ; sur son arbre est monté un ventilateur à ailettes.

Le courant engendré se rend par l'intermédiaire d'un interrupteur général monté sur le bâti à un tableau de distribution disposé sur la paroi antérieure de la cabine, à l'angle côté droit, et comprenant un interrupteur automatique, un ampèremètre et un voltmètre, des fusibles, et une manette de rhéostat de champ ; les résistances de champ se trouvent au plafond de la cabine. Du tableau, le courant gagne un controller, analogue aux controller de tramways avec manivelle de changement de marche et coupleur série parallèle. Ce controller présente en outre une touche de freinage.

Les 2 essieux sont attaqués, par l'intermédiaire d'engrenages noyés dans des carters pleins d'huile, par des moteurs quadripolaires ; l'essieu postérieur actionne en outre, dans l'une des voitures, un compresseur d'air qui alimente un réservoir pour frein Böker.

Les 2 voitures exposées sont à gabarit normal. Dans l'une, le moteur à essence a une puissance de 30 chevaux ; l'autre a un moteur de 70 chevaux (Fig. 68 et 69).

Elles ne peuvent être manœuvrées que de la cabine, de sorte qu'il faut les tourner au terminus de la ligne ; d'ailleurs un seul mécanicien suffit à leur conduite.

Elles sont de construction particulièrement légère ; la pression maxima admise par essieu est de 9 tonnes pour la première, 10 tonnes pour la seconde.

L'appareil de choc et de traction est central, et non continu, en raison de la légèreté des trains.

Les parois de la caisse ont 60^{mm} d'épaisseur, le revêtement extérieur est en tôle de 1^{mm},25.

Les carcasses des sièges de 1^{re} et 2^e classes sont en bois courbé. Les sièges de 1^{re} sont rembourrés et revêtus de cuir vert olive ; ils sont pourvus d'accoudoirs et de dossiers rembourrés.

Le plafond est de couleur blanche et verni.

Les parois des compartiments de 1^{re} classe sont recouvertes de lincrusta, celles de 2^e classe de tentures.

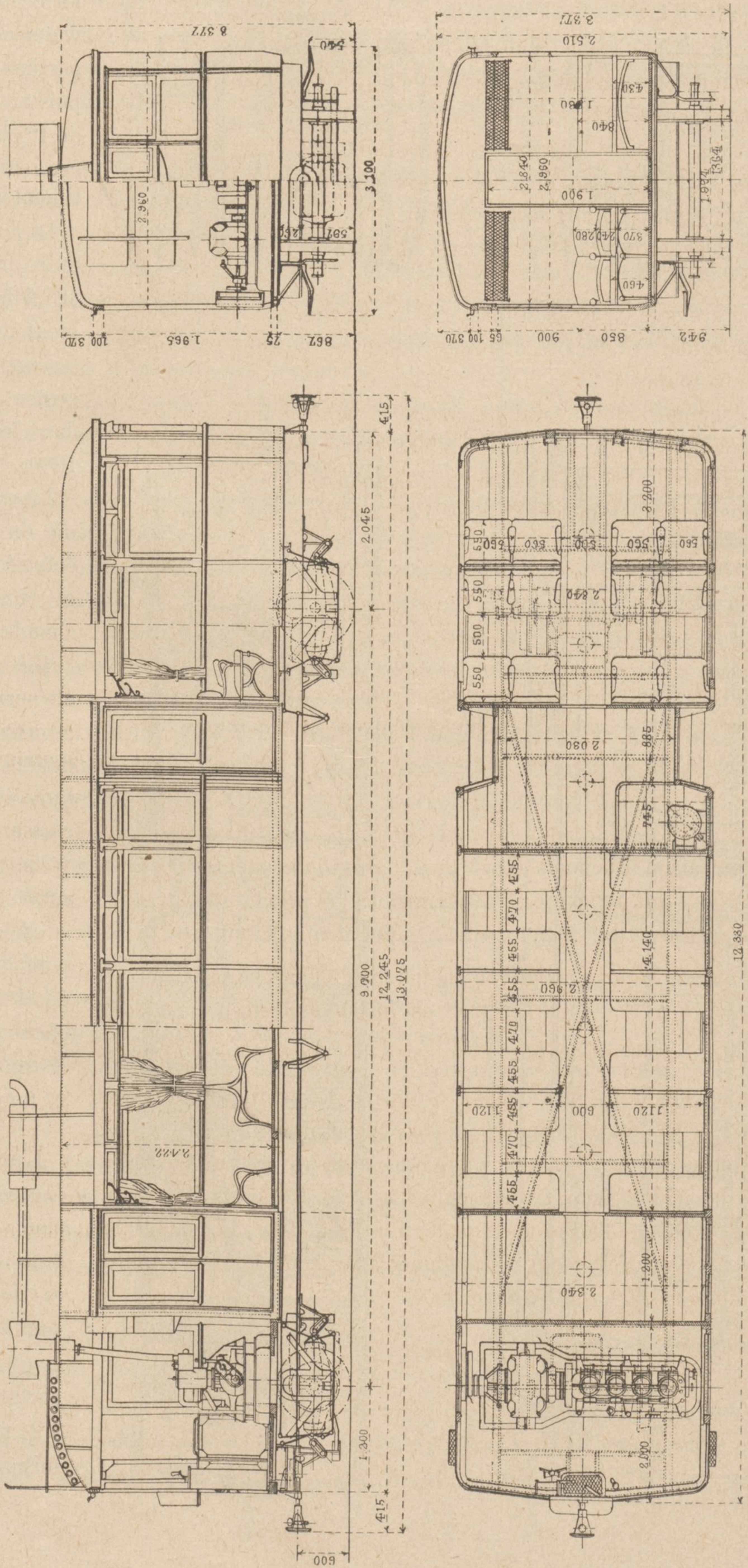
Le plancher est recouvert de linoléum.

Les porte-bagages sont disposés sur les parois d'extrémité.

La voiture de 30 chevaux pèse en service 13.025 kg. ; son rayon d'action est de 220 km.

Elle présente, derrière la cabine, un compartiment de 3^e classe à 25 places, puis une plate-

Fig. 69. — VOITURE AUTOMOTRICE J. WEITZER DE 45 KW.



water-closet et siège pour le conducteur, enfin un compartiment de 1^{re} classe à 15 places. Son poids est de 16.360 kg., et son rayon d'action de 400 km.

La longueur totale hors tampons est de 13^m,075, l'empatement de 9^m; les essieux ont un déplacement latéral de 10^{mm}.

Elle est accouplée en service avec une remorque de 10 tonnes, offrant 34 places, dont 9 de 1^{re} classe et 25 de 2^e classe, un water-closet et un compartiment à bagages.

La vitesse, selon l'horaire, est de 55 km.

Le train dispose donc de 73 places, dont 24 de 1^{re} et 49 de 2^e classe; il pèse en service 35 tonnes.

Cette voiture peut du reste se prêter à un service à vitesse réduite à 35 km. Elle peut alors tirer 4 remorques. On dispose dans ces conditions de 186 places, et le poids du train en service se monte à 57 tonnes.

Sur les chemins de fer d'Arad à Csanad, la petite voiture fait 3 à 4.000 trains-kilomètres par mois, et la voiture de 70 chevaux 5 à 5.500. Cette dernière a du reste effectué par ses propres moyens le parcours d'Arad à Milan, par Vienne, Semmering, Laibach, Cormon et Venise, soit une distance de 1.543 km., en 36 h. 1/2, en consommant en moyenne 520 grammes d'essence par train-kilomètre.

D'après M. J. Weitzer, le système pétroléo-électrique présenterait par rapport au système à vapeur les avantages suivants :

1^o La voiture à pétrole est moins lourde que la voiture à vapeur. Une voiture avec moteur de 70 chevaux ne pèse que 19^T,8 en charge avec poids maximum de 10^T par essieu. Elle peut rouler sur rails de 23 kg., 6 à une vitesse de 60 kilomètres dans de bonnes conditions de marche.

2^o La voiture à pétrole peut emporter des réserves pour des distances jusqu'à 400 kilom., tandis qu'en raison du poids élevé des approvisionnements d'eau et de charbon, le rayon d'action des voitures à vapeur ne dépasse guère 50 kilom.; de là, la possibilité de diminuer le nombre des arrêts de service et par suite d'augmenter la vitesse commerciale.

3^o La voiture à vapeur exige au moins une demi-heure de préparation avant la mise en route; au contraire la voiture à pétrole est instantanément prête à partir.

4^o La voiture à pétrole ne dégage ni étincelles dangereuses, ni fumée, ni vapeur.

5^o Enfin le chauffage, qui revient d'ordinaire à 2 centimes par kilomètre, est ici fourni par l'eau de réfrigération des cylindres; il est donc gratuit.

Mais il faut observer d'autre part que le prix des divers combustibles est très variable selon le point de consommation; en particulier, à Arad (Hongrie), le pétrole ne revient qu'à 19 centimes le kg. tandis qu'en France il coûte plus du double; la comparaison économique entre les 2 systèmes est essentiellement subordonnée à ces considérations de lieu, et le résultat peut en être très différent dans les divers pays.

III. — AUTOMOTRICES ÉLECTRIQUES A PRISE DE COURANT EXTÉRIEURE.

1^o VOITURE AUTOMOTRICE ÉLECTRIQUE A COURANT CONTINU DE LA LIGNE DE MILAN A GALLARATE ET A PORTO CERESIO:

La *Revue Générale* a donné, dans son N^o de février 1902, la description des installations électriques de la ligne de Milan à Gallarate et à Varèse, et du matériel automoteur employé à cette époque sur cette ligne.

Ce matériel se composait alors de 20 automotrices à 4 moteurs, et d'une locomotive. Après l'ouverture du tronçon de Varèse à Porto Ceresio, et pour faire front à l'augmentation croissante du trafic, l'Administration de la Méditerranée fit construire 5 voitures avec fourgon à bagages et compartiment postal, à 4 moteurs, et 16 voitures à 2 moteurs à contrôle multiple. Une de ces dernières était exposée à Milan.

Tandis que, dans les voitures du 1^{er} groupe, on s'était proposé la plus grande légèreté possible, de façon à réduire au minimum la dépense d'énergie, on chercha au contraire, dans l'étude des voitures des 2^e et 3^e groupes, à obtenir des véhicules plus robustes qui, à la vitesse de 90 kilom., assujettissent à moins de secousses les voyageurs.

Les dimensions principales des voitures automotrices des 3 groupes sont données par le tableau suivant :

	1 ^{er} GROUPE	2 ^e GROUPE	3 ^e GROUPE
Nombre de véhicules.....	20	5	16
Longueur totale hors tampons.....	18 ^m ,290	19 ^m ,360	19 ^m ,360
Longueur du châssis.....	16,200	18,000	18,000
Longueur de la caisse.....	17,400	17,600	17,600
Largeur maxima de la caisse.....	2,960	2,950	2,950
Hauteur maxima au-dessus des rails.....	4,125	4,125	4,125
D'axe en axe des pivots des bogies.....	11,000 12,500	13,000	13,000
Empatement des bogies.....	2,200	2,500	2,500
Diamètre des roues.....	1,040	1,040	1,040
Poids du véhicule non équipé.....	27.000 kg.	39,000 kg.	31.200 kg.
Poids du véhicule avec l'équipement électrique.....	41.000	53.000	45.000
Nombre de moteurs.....	4	4	2
Poids d'un bogie type Fox sans les moteurs.....	5.500 kg.	7.200 kg.	7.200 kg.

Les voitures du 1^{er} groupe offrent 24 places de 1^{re} classe et 49 de 3^e classe; celles du 2^e groupe ont 40 places de 3^e classe, un compartiment pour bagages et marchandises G. V., de 4^m,055 × 2^m,950, un compartiment postal de 3^m,060 × 2^m,050, et un water-closet.

Des 16 voitures composant le 3^e groupe, 8 ont 32 places de 1^{re} classe et 44 de 3^e classe, tandis que les 8 autres ont 16 places de 1^{re} classe et 64 de 3^e classe (Fig. 70).

Aux deux extrémités de toutes les voitures se trouve une cabine fermée contenant tous les organes de commande et de contrôle de la marche.

Les bogies Fox des voitures du 1^{er} groupe sont à double suspension élastique; ceux des autres voitures sont à triple suspension élastique.

Pour les 20 premières voitures, le courant d'éclairage est pris directement sur le 3^e rail à 650 volts. En cas d'interruption de courant, un conjoncteur automatique ferme le circuit d'une petite batterie d'accumulateurs disposée sous le véhicule sur une série de lampes spéciales. Cette batterie est chargée à l'aide du courant de chauffage.

Sur les autres voitures, le courant d'éclairage est fourni par des batteries indépendantes du 3^e rail et remplacées après épuisement dans les stations.

Dans tous les cas, le chauffage est électrique, et son circuit est branché sur le 3^e rail.

Matériel de remorque. — Le matériel de remorque comprenait à l'origine 20 voitures à bogies, intercommunicantes, de même type que les 20 automotrices du 1^{er} groupe; on fut amené dans la suite à spécialiser pour la traction électrique un grand nombre de voitures du type économique, à terrasses, très légères.

Les voitures de remorque normalement employées pour le service Milan-Gallarate-Porto Ceresio se décomposent comme suit :

TYPE	NOMBRE	POIDS à vide	NOMBRE d'essieux	NOMBRE DE PLACES		FREINS
				1 ^{re} cl.	3 ^e cl.	
Remorques ordinaires.....	20	25	4	32	57	Westinghouse et à main.
d ^o	7	12,5	2	32	— d ^o
Voitures économiques spécialisées.....	12	12	2	16	24 d ^o
d ^o	41	12	2	—	58	12..... d ^o 29 avec conduite pour frein W. et frein à main.
Fourgons avec compartiment postal spécialisés.....	12	11.5	2	—	—	Westinghouse et à main.

Toutes les voitures motrices et les 20 remorques à bogies ont été construites par les *Officine Meccaniche* de Milan.

Équipement électrique. — La *Revue* a donné en février 1902 la description de l'équipement électrique des voitures du 1^{er} groupe, ainsi que les caractéristiques des moteurs de 75 chevaux.

Pour 4 de ces voitures, on a porté le rapport d'engrenages de 1,96 à 3,53, pour qu'elles puissent entrer dans des trains plus lourds, à une vitesse réduite à 60 km. environ.

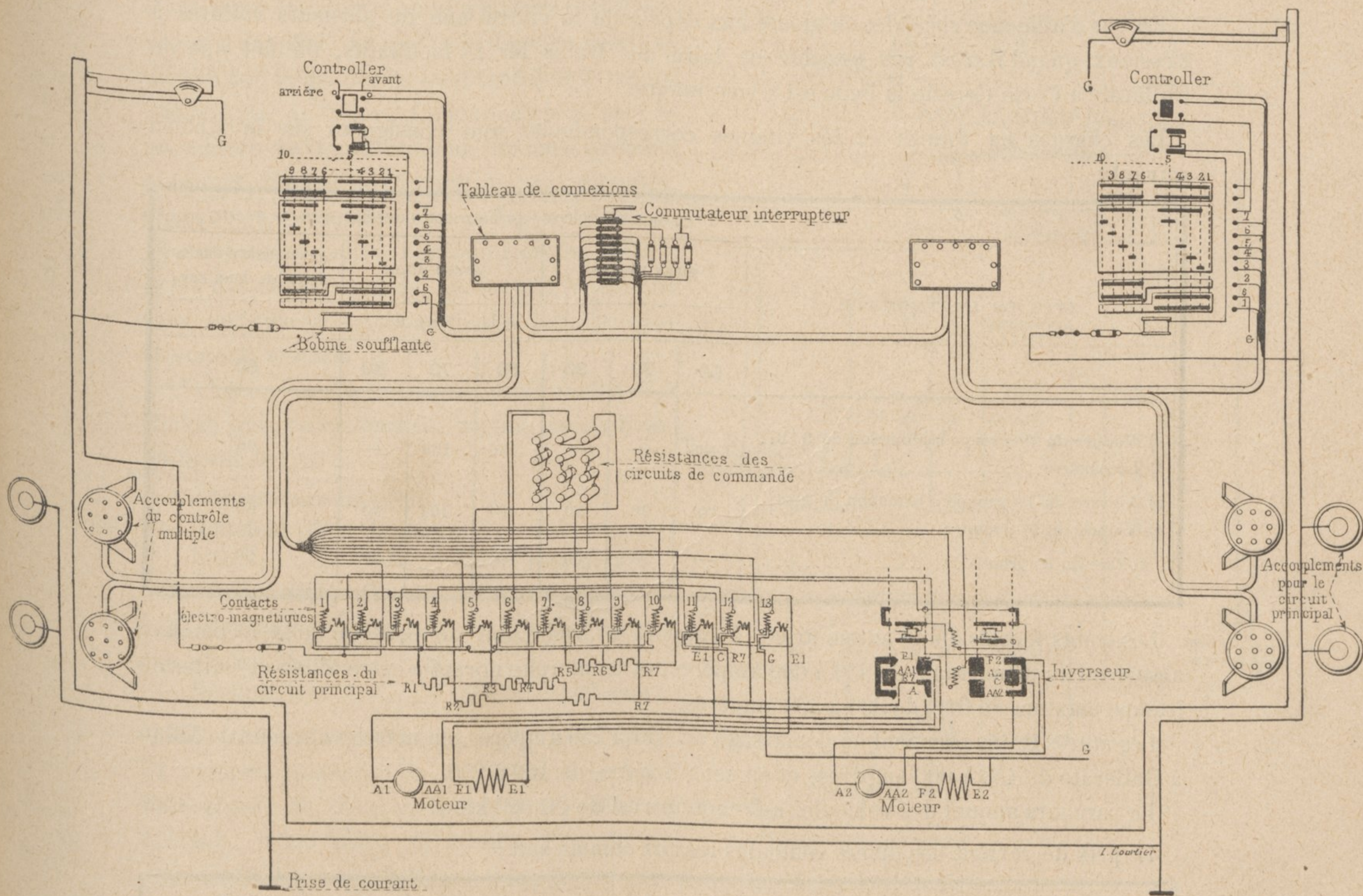
Les voitures du 2^e groupe ont reçu un équipement identique, avec rapport de réduction de 1,96.

Les voitures du 3^e groupe sont à 2 moteurs, avec contrôle multiple système Thomson-Houston (Fig. 71). Les 2 moteurs sont encore du type G.E. 55, de 75 HP de puissance nominale; ils attaquent les essieux extrêmes. L'équipement électrique comporte :

2 controller, à 5 positions pour la marche en série et 5 pour la marche en parallèle ;

- 1 inverseur du sens de marche ;
- 1 série de résistances du circuit principal ;
- 1 série de résistances pour les circuits de commande ;
- 13 contacts électro-magnétiques ;
- 2 accouplements pour le circuit de commande, à 9 fils ;
- 2 d° principal ;
- 2 interrupteurs à main du circuit principal ;
- 1 fusible et 1 ampèremètre insérés sur le circuit principal.

Fig. 71. — SCHÉMA DES CONNEXIONS DES VOITURES DU 3^e GROUPE.



Les controller sont munis d'un dispositif de sécurité grâce auquel, si, pour une cause quelconque, le machiniste vient à abandonner la manivelle de manœuvre, le circuit de commande est coupé, et le courant n'est plus admis dans les moteurs.

Le fusible, qui remplace ici l'interrupteur automatique, est pourvu d'un soufflage magnétique. Ce soufflage est obtenu simplement par le renforcement du champ magnétique produit par l'arc, au moyen d'une tôle de fer doux embrassant le fusible.

Le patin de prise de courant, monté sur une traverse en bois fixée aux boîtes, n'appuie sur le rail que par son propre poids qui est d'environ 28 kg.

Composition des trains. — Les compositions normales des trains sont les suivantes :

- 1° Une automotrice du 1^{er} groupe, à rapport de réduction de 1,96, avec une remorque à bogies et une remorque à 2 essieux (200 places environ) ;
- 2° Une automotrice du 1^{er} groupe à rapport de réduction de 3,53, avec 3 remorques à bogies (340 places environ) ;
- 3° Une automotrice du 2^e groupe, avec une remorque à bogies et 2 remorques à 2 essieux (150 places environ) ;
- 4° 2 automotrices du 3^e groupe (160 places environ) ;
- 5° 1 locomotive avec 3 remorques à bogies (270 places environ).

En cas d'affluence spéciale, on ajoute aux dépens de la vitesse une ou plusieurs voitures à 2 essieux, quand il n'est pas possible de faire des trains bis ni facultatifs, du fait que de Gallarate à Porto Ceresio la ligne est à voie unique.

Les charges en tonnes et les vitesses correspondantes sont consignées sur le tableau suivant :

TYPE DE L'AUTOMOTRICE	CHARGE EN TONNES, AUTOMOTRICE COMPRISE, SUR LE TRAJET						
	MILAN-VARESE			VARESE-MILAN			VARESE-PORTO-CERESIO dans les deux sens
	à la vitesse de						
	60	70	80	60	70	80	60
a) Voiture du 1 ^{er} groupe à réduction de 3,53... b) Locomotive.....	136	—	—	136	136	—	90
a) Voiture du 1 ^{er} groupe à réduction de 1,96... b) Voiture du 2 ^e groupe.....	104	90	90	104	104	90	90
Voiture du 3 ^e groupe.....	—	—	50	—	—	50	50

Les trains formés d'une automotrice à rapport de réduction de 3,53 ou de la locomotive absorbent au démarrage de 450 à 600 ampères, et en marche normale entre Milan et Gallarate (rampe maxima de 6^{mm}) de 300 à 450 ampères.

Les autres trains prennent au démarrage de 650 à 750 ampères, en marche normale de Milan à Gallarate de 450 à 600 ampères, et en sens inverse, de 100 à 250.

Le parcours annuel des véhicules automoteurs est de 50.000 km.

Le prix de revient des divers véhicules ressort comme suit :

TYPE	VEHICULE.	EQUIPEMENT.	TOTAL.
Automotrice du 1 ^{er} groupe.....	45.500 fr.	61.000 fr.	106.500 fr.
Automotrice du 2 ^e groupe.....	53.550	60.000	113.550
Automotrice du 3 ^e groupe.....	55.250	38.000	93.250
Locomotive.....	—	—	100.000
Remorque.....	34.750	—	34.750

2° VOITURE AUTOMOTRICE ÉLECTRIQUE A COURANT MONOPHASÉ POUR LE CHEMIN DE FER SUBURBAIN BLANKENESE-HAMBOURG-OHLSDORF.

L'Allegemeine Elektricitäts-Gesellschaft de Berlin a exécuté dans ces deux dernières années plusieurs installations de traction électrique à courant monophasé avec moteurs Winter-Eichberg.

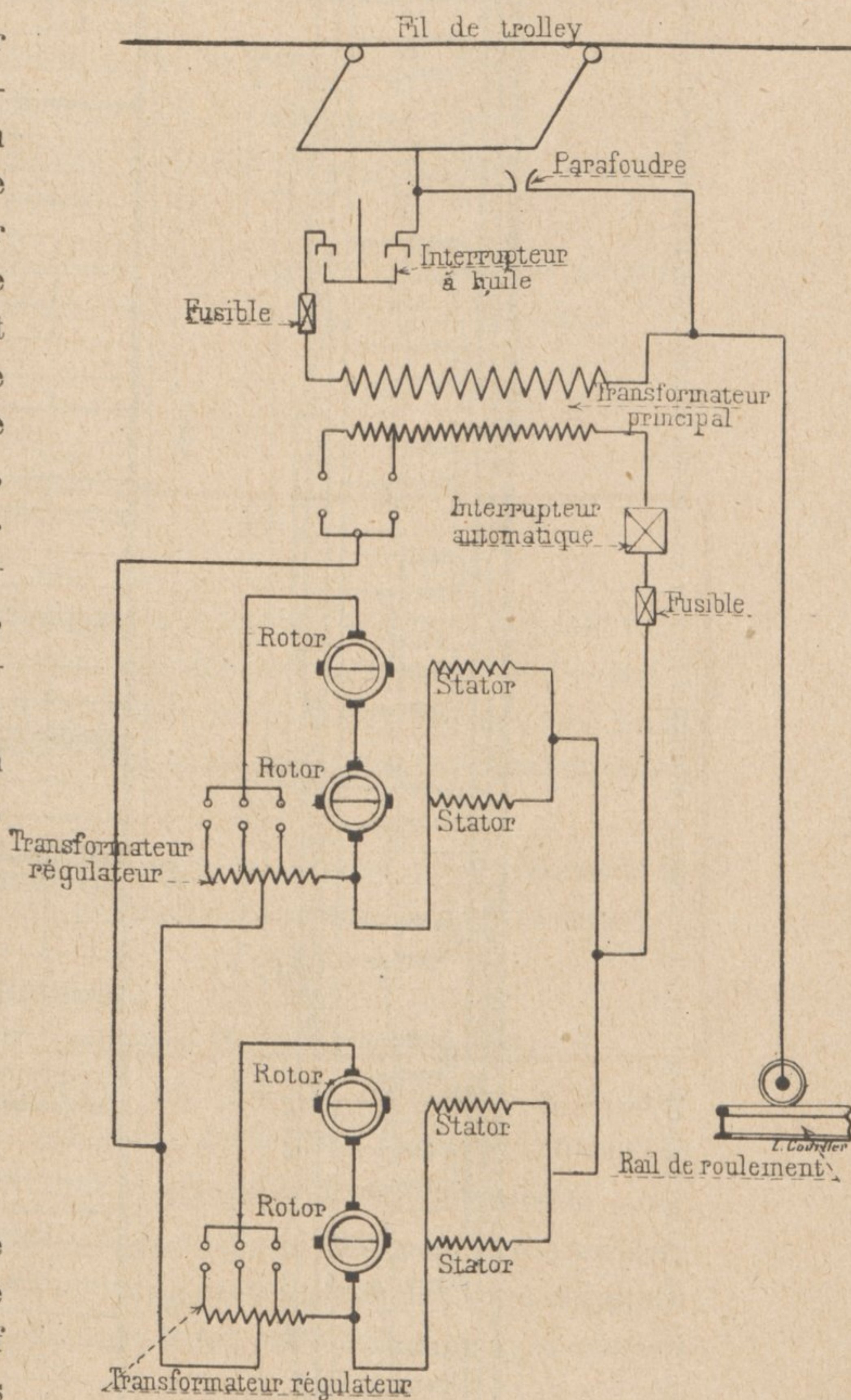
Le moteur Winter-Eichberg est un moteur à répulsion, mais le courant du rotor y est différent de celui du stator (Fig. 72); à la sortie du stator, le courant principal traverse une bobine d'induction qui sert de transformateur régulateur et qui, à cet effet, est munie de diverses prises de contact sur lesquelles on peut brancher le circuit d'excitation du rotor. Comme d'autre part le secondaire du transformateur principal présente plusieurs touches de contact, on peut, en outre, appliquer à l'ensemble des voltages différents. Le controller réalise une combinaison méthodique des deux procédés, et permet d'obtenir, sans résistances auxiliaires, une échelle satisfaisante de vitesses.

L'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft a déjà équipé, avec ce système de traction monophasé, les lignes de :

Niederschöneweide-Spindlersfeld (Près de Berlin).....	6.000 volts, 25 cycles ;
La Vallée Stubai (Tyrol).	2.500 volts, 42 cycles ;
Le Borinage de Belgique.	600 volts, 40 cycles ;
Chemins de fer de l'État Suédois.....	6.000 volts, 25 cycles ;

Elle construit actuellement les équipements de 51 voitures automotrices destinées à la ligne monophasée de Blankenese-Hambourg-Ohlsdorf (27 km., 6.000 volts, 25 cycles). Une de ces voitures était exposée à Milan ; nous en donnons ci-dessous la description.

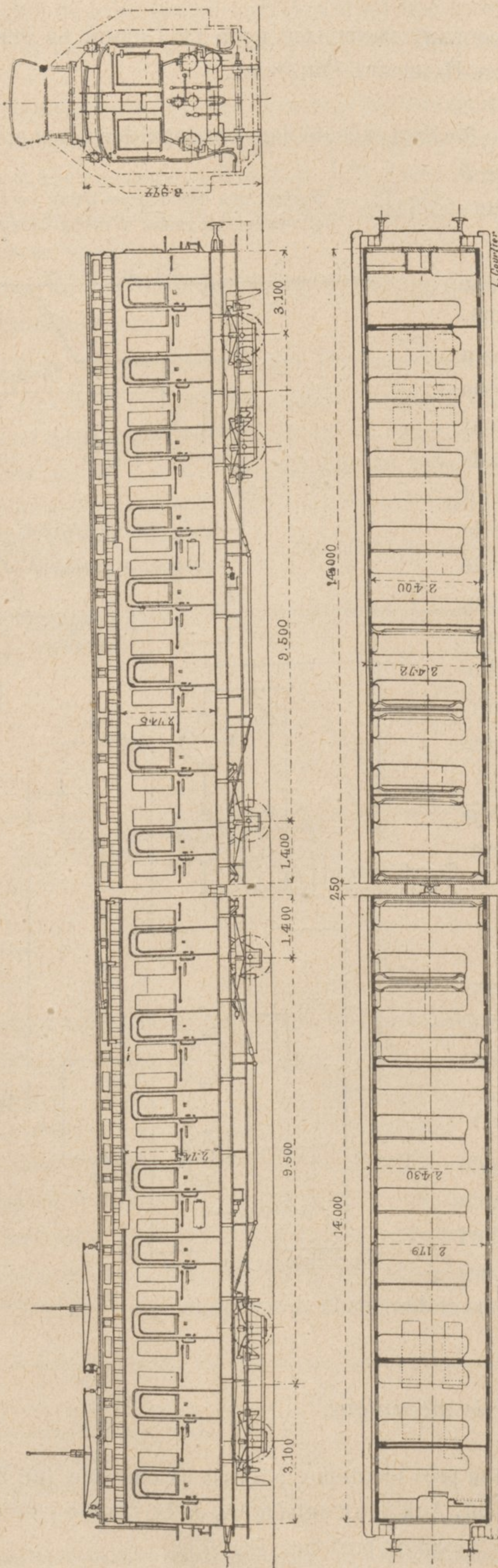
Fig. 72. — SCHÉMA DES CONNEXIONS D'UNE VOITURE AUTOMOTRICE ÉQUIPÉE DE MOTEURS WINTER-EICHBERG.



I. — Partie mécanique,

L'automotrice est composée de 2 parties à peu près identiques à 3 essieux chacune (un bogie et un essieu porteur), et à court accouplement. Aux deux extrémités de la double voiture se trouvent les deux bogies, et vers le milieu les 2 essieux porteurs (Fig. 73).

Fig. 73. — VOITURE AUTOMOTRICE A 6 ESSIEUX DU CHEMIN DE FER MONOPHASE BLANKENESE-HAMBURG-OHLSDORF.



Dans la composition des trains n'entrent jamais de voitures de remorque; pour des trains de plus grande capacité, on accouple plusieurs automotrices.

La demi-voiture qui porte les prises de courant possède une chambre à haute tension et une chambre à basse tension; les deux essieux de son bogie sont moteurs. Outre la cabine du conducteur, elle contient 5 compartiments de 3^e classe et 2 de 2^e classe; le compartiment de 3^e classe qui est à proximité de la cabine est muni de bancs démontables et de doubles portes, de sorte que, à l'occasion, on peut l'utiliser comme compartiment à bagages.

L'autre demi-voiture ne comporte qu'une chambre à basse tension, et l'essieu extérieur de son bogie est seul actionné par un moteur; comme dans l'autre partie, outre la cabine, se trouvent 7 compartiments, 4 de 3^e classe et 3 de 2^e classe.

Les cabines ont les dimensions d'un compartiment de 3^e classe; elles sont munies de banquettes qui peuvent être occupées par les voyageurs quand elles ne se trouvent pas en tête du train. La cabine de la demi-voiture à un moteur comporte en son milieu la chambre à basse tension, et à côté, 2 places assises; l'autre demi-voiture a une chambre à haute tension et une à basse tension, de sorte qu'elle dispose de deux places en moins.

Selon la direction de la marche, on dispose donc au total de 122 ou de 124 places assises, sur 128 que possède la voiture.

Tous les appareils de commande sont en tout cas situés à gauche de la cabine par rapport au sens de la marche. Ils peuvent être rendus inaccessibles par une porte quand le compartiment est occupé par des voyageurs.

Les compartiments sont munis de portes donnant sur l'extérieur; ceux de même classe sont réunis par un couloir latéral; les deux demi-voitures ne communiquent pas entre elles.

Sur le toit sont disposées transversalement de petites bandes de plomb, clouées sur la couverture en bois revêtue de toile à voile. Ces bandes sont connectées entre elles et avec le revêtement en tôle de toute la voiture, lequel est mis à la terre de façon à conjurer tout péril en cas de chute sur le toit d'un fil à haute tension.

La disposition des traverses du châssis est un peu différente de la construction ordinaire ; elles ne se trouvent pas directement sous le parquet, mais à une distance de 8^{cm} environ pour ménager la place des conducteurs électriques. Le parquet est constitué par un double plancher en bois revêtu de carton d'amiante.

Les roues ont 1^m de diamètre ; l'empatement des bogies est de 2^m,5.

La voiture est équipée du frein à air comprimé système Knorr ; les bogies seuls sont freinés. Elle est aussi munie du frein à main, et en cas de nécessité on peut appliquer le contre-courant.

La longueur de la caisse pour chaque demi-voiture est de 14 mètres et la largeur de 2^m,6 ; la longueur totale hors tampons est de 29^m,54 ; le poids total à vide est de 71,14 tonnes.

II. — *Partie électrique.*

Ligne. — Le courant électrique monophasé sera fourni à la tension moyenne de 6.000 volts et à la fréquence de 25 périodes. La tension ne pourra jamais dépasser 6.800 volts ni descendre au-dessous de 5.200. Le courant sera amené par un fil aérien, avec retour par les rails. Le fil sera tendu légèrement en zig-zag à une hauteur de 5^m,2 au-dessus du rail sauf sous les ponts où cette hauteur sera réduite à 4^m,800.

Dans les gares principales la tension de la ligne de contact sera abaissée à 300 volts et le fil de contact placé à 4^m,50 au-dessus du rail, et désaxé par rapport à la voie de 1^m,20 à 2^m,00.

Moteurs. — La double voiture est actionnée par 3 moteurs W. E. 51 V (Fig. 74).

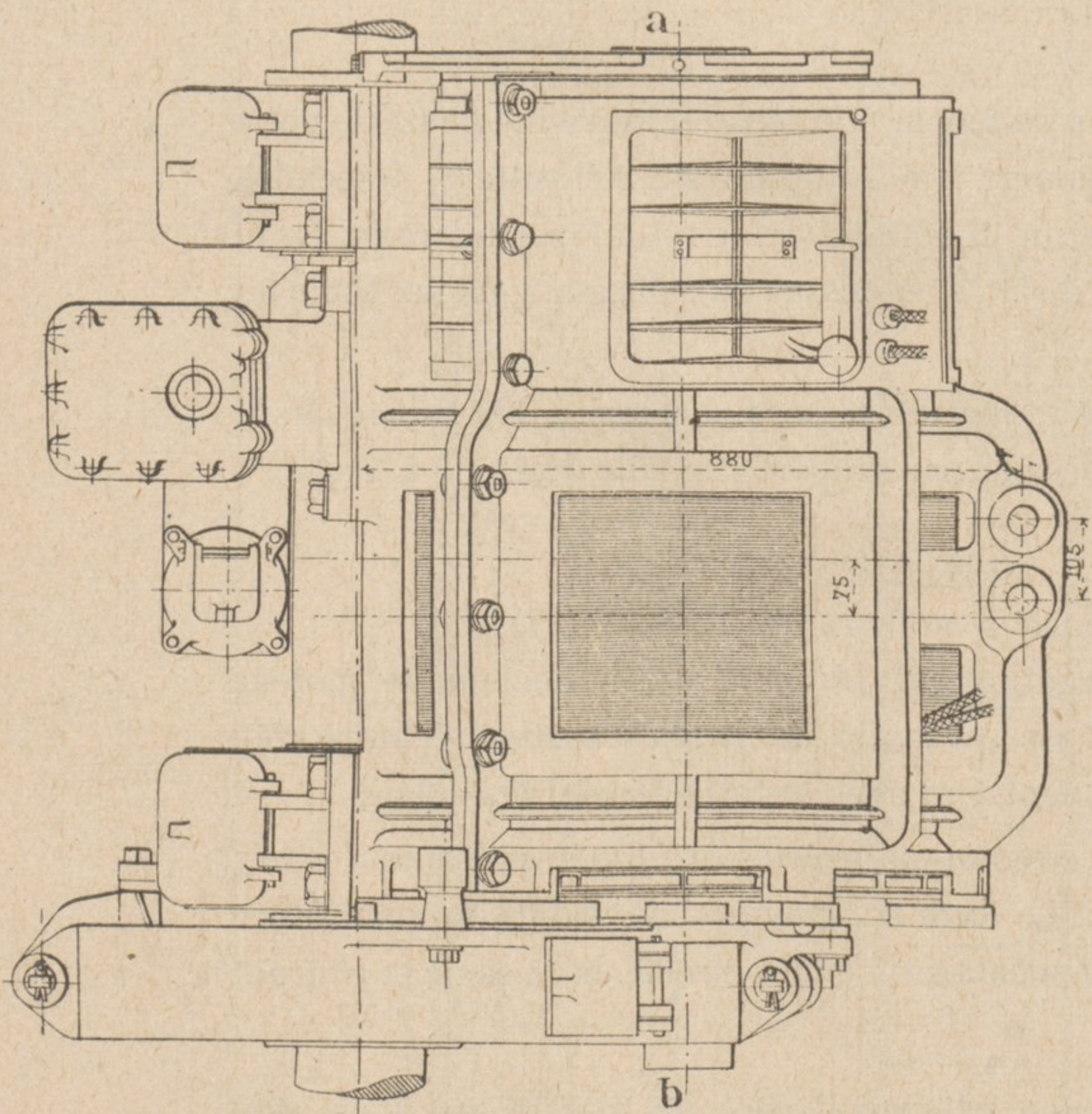
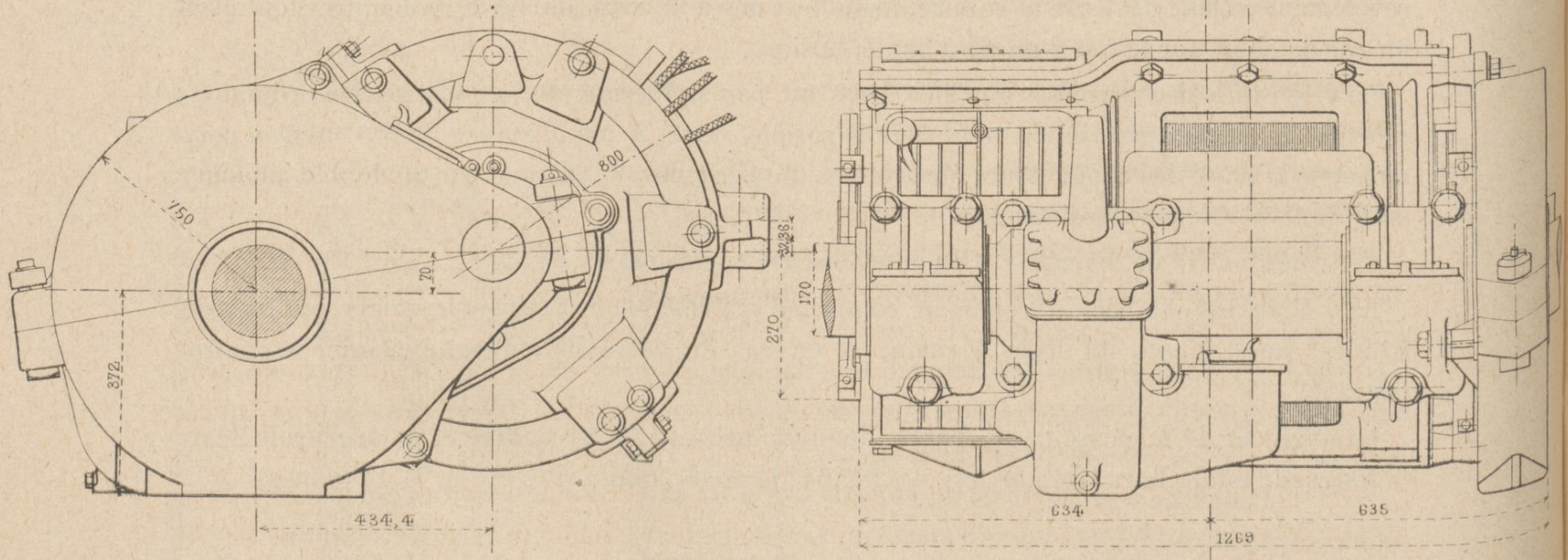
Ces moteurs sont pourvus d'un appareil de ventilation. Du côté du collecteur le moteur aspire l'air frais à travers l'arbre creux, et cet air est guidé de façon à sortir de l'autre côté sans venir en contact direct ni avec les enroulements, ni avec le collecteur et les balais.

Les coussinets sont lubrifiés avec de l'huile à circulation forcée. Le stator présente 4 pôles, son enroulement est enfermé dans des encoches. Le rotor a 2 groupes de balais en quadrature entre eux. Il y a en tout 6 porte-balais, 4 pour les balais de court circuit et 2 pour le courant d'excitation.

Le rapport de réduction est de $\frac{1}{4,22}$. Le pignon calé sur l'arbre du moteur est d'un seul morceau, en acier Martin ; la roue dentée est composée d'un corps calé sur l'essieu et d'une couronne à dents en deux parties, également en acier Martin laminé.

Les moteurs, à la vitesse de 600 t/m, développent une puissance de 115 HP ; ils sont construits pour une tension de 750 volts, fréquence 25. La vitesse maxima à laquelle on doit marcher est de 50 km/h., correspondant à 1.120 t/m. des moteurs.

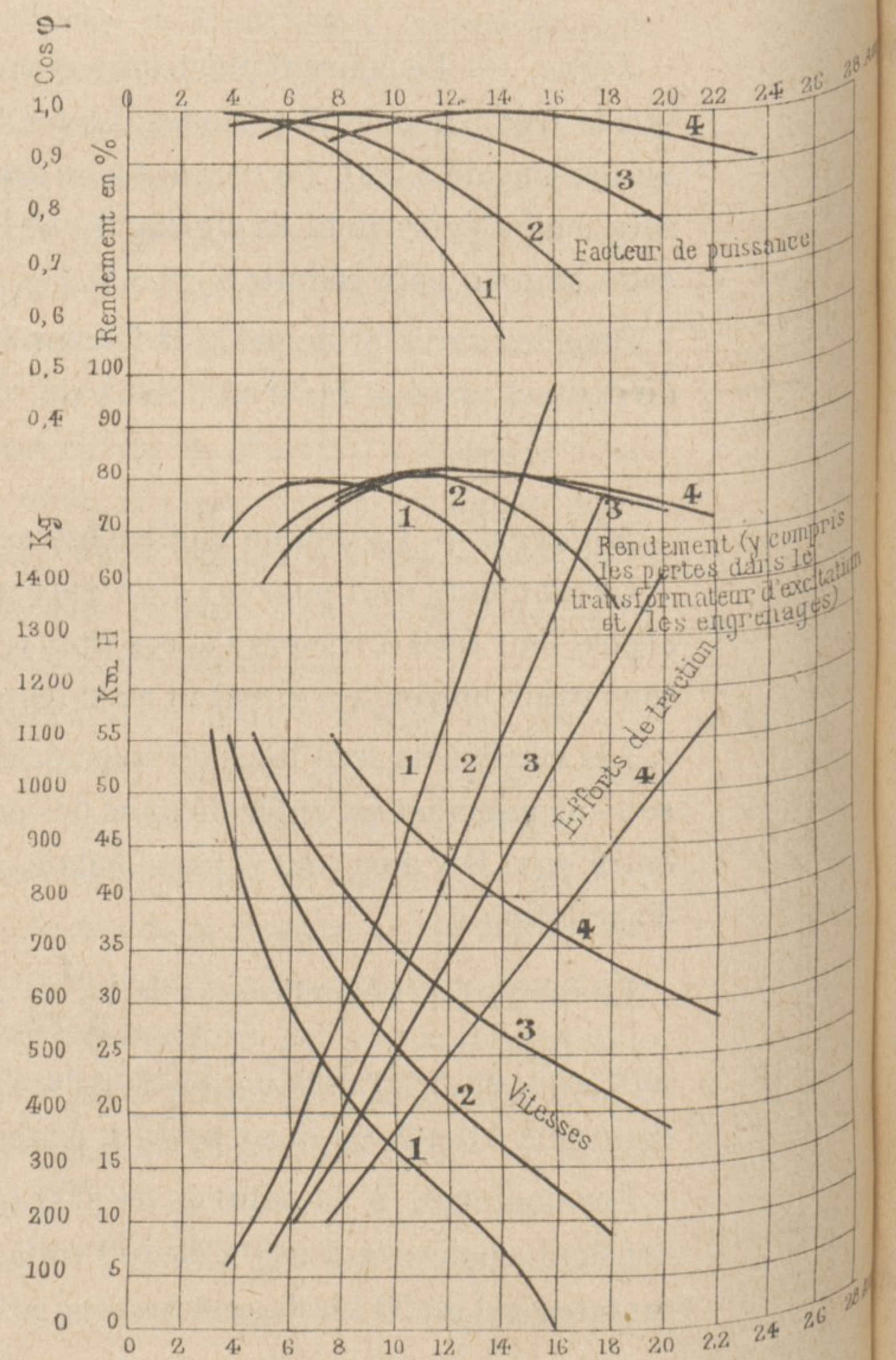
Fig. 74. — MOTEUR MONOPHASE W. E. 51 V DE L'A. E. G.



Ces moteurs sont suspendus d'une part aux essieux axes, d'autre part, par l'intermédiaire de ressorts, à une traverse du bogie.

Leurs caractéristiques sont représentés Fig. 75.

Fig. 75. — COURBES CARACTÉRISTIQUES DU MOTEUR W. E. 51 V



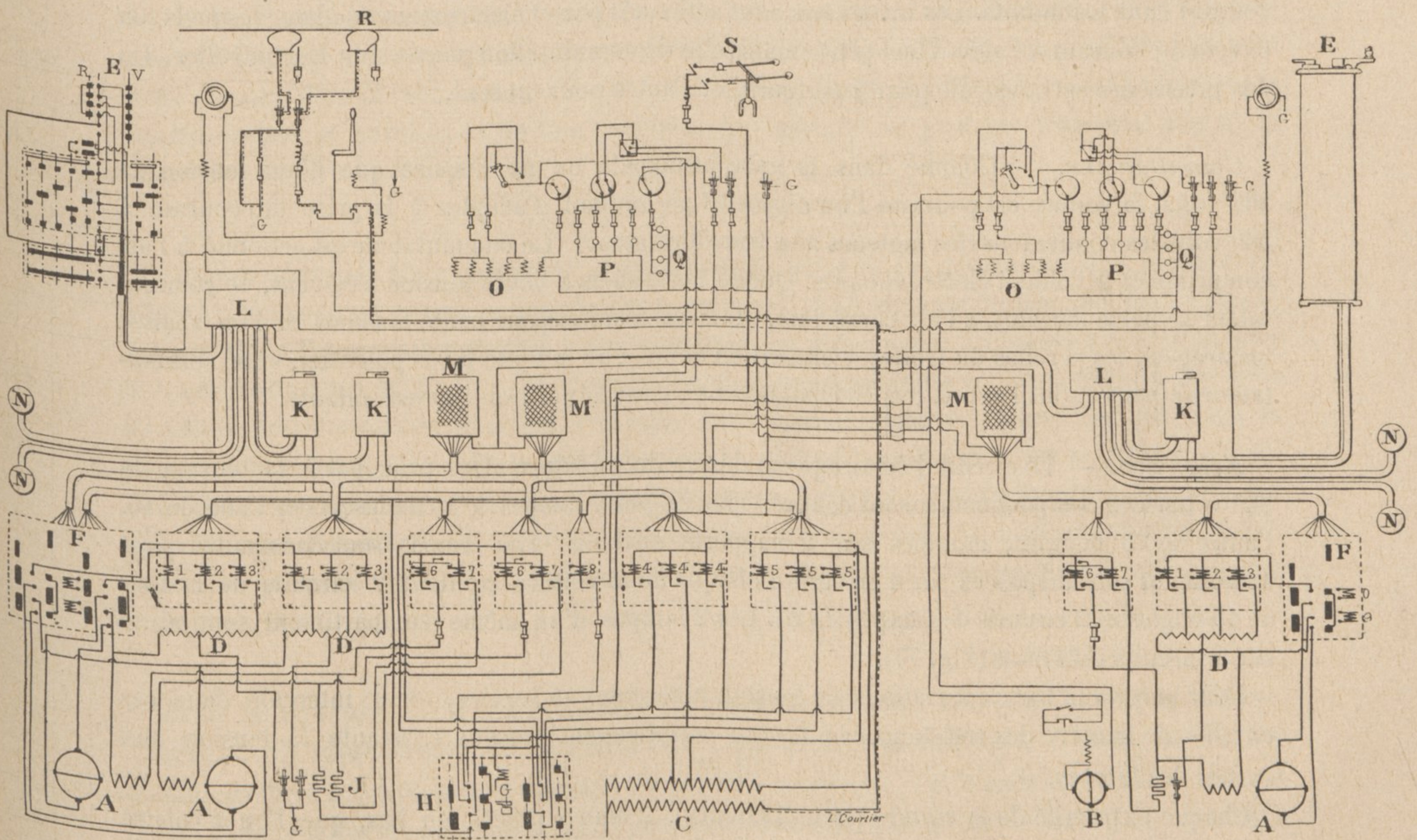
Transformateurs. — Un seul transformateur principal sert pour les 3 moteurs. Il est immergé dans l'huile et suspendu par des boulons au châssis. Il fournit tout le courant pour les divers usages, c'est-à-dire le courant de travail et le courant d'excitation, le courant de commande des appareils de manœuvre, le courant pour l'éclairage et le chauffage, et celui de la pompe à air. Le courant de travail est fourni à 450 et 750 volts; tous les autres sont pris à 300 volts.

Chaque demi-voiture porte un transformateur d'excitation : l'un se rapporte à 2 moteurs, et l'autre à un seul moteur. Ces transformateurs sont aussi immergés dans l'huile et ont 3 touches de régulation, dont 2 sont utilisées pour la tension de 450 volts, tandis que toutes les 3 servent pour 750 volts; on peut donc avoir 5 positions de marche.

Système de commande. — Le courant à haute tension est amené au transformateur principal à travers un couteau séparateur, une bobine de réaction, un coupe-circuit, un interrupteur à huile automatique à maxima et à main.

L'autre pôle du transformateur est mis à la terre. La canalisation est protégée par un parafoudre à boules avec résistance en charbon. Le conducteur à haute tension est constitué par un câble isolé au caoutchouc et recouvert d'amiante.

Fig. 76. — SCHÉMA GÉNÉRAL DES CONNEXIONS DE L'AUTOMOTRICE.



A Moteur W E 51 V.
 B Moteur compresseur.
 C Transformateur principal.
 D Transformateur d'excitation.
 E Controller.

F Inverseur de marche.
 G A la terre.
 H Commutateur.
 J Résistances de freinage.
 K Interrupteur séparateur.

L Panneau de jonction.
 M Résistances du circuit de commande.
 N Accouplements.
 O Résistances de chauffage.

P Lampes de sûreté,
 Q Eclairage.
 R Prise de courant à haute tension
 S Prise de courant à basse tension.

Les diverses combinaisons des connexions sont obtenues uniquement avec le système de commande à contrôle multiple de l'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, qui permet de commander de la cabine de tête plusieurs voitures motrices (Fig. 76).

La distribution du courant pour les 5 positions de marche se fait par l'ouverture ou la fermeture d'interrupteurs spéciaux, ou contacts électromagnétiques. Il existe, en outre, un contact pour le circuit de chauffage, qui n'envoie le courant dans les radiateurs que lorsque les moteurs ne fonctionnent pas. Le fonctionnement de ces contacts a été étudié de façon que ceux qui appartiennent à un circuit donné du transformateur soient solidaires dans leurs mouvements. Ils sont actionnés par des électroaimants parcourus par le courant du circuit de commande. Si le courant du circuit de commande vient à cesser, les interrupteurs tombent par leur propre poids et le circuit des moteurs est interrompu. Aux bobines des électroaimants sont adjointes des résistances.

Toutes les commandes s'obtiennent en tournant la manivelle du controller situé dans la cabine du conducteur. Pour tourner cette manivelle, il suffit de faire sur elle une légère pression de façon à dégager une touche d'arrêt. En levant la main, on interrompt le courant, et pour effectuer de nouveau la mise en marche, il faut reporter la manivelle à sa position initiale. Le controller a aussi 2 positions de freinage par inversion du courant.

Inversion de la marche. — On obtient l'inversion de la marche en changeant le sens du courant dans les induits. Les inverseurs sont actionnés par 2 électroaimants dans lesquels on envoie du courant à l'aide d'une petite manivelle de commutation placée sur le controller. Un des inverseurs est construit pour 2 moteurs, et l'autre pour un seul.

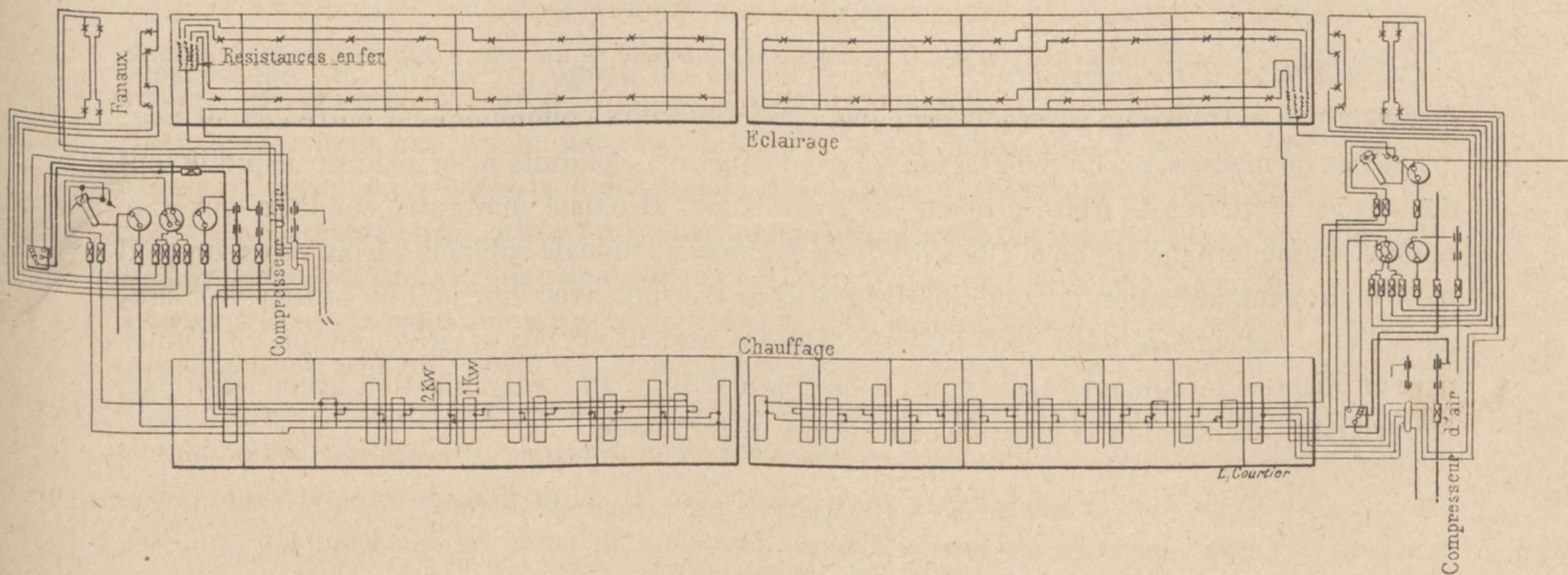
Commutateur. — Comme dans la gare principale on ne dispose que d'une tension de 300 volts, la voiture est pourvue d'un dispositif permettant d'adapter à la prise de courant à 300 volts les connexions des moteurs aux transformateurs. Ce commutateur est actionné à l'air comprimé et à l'aide d'électroaimants. Quand les archets à haute tension s'élèvent, le commutateur se porte aussitôt, à l'air comprimé, dans la position pour haute tension. Si l'on abaisse les archets, les perches du trolley viennent en contact de la ligne à bas potentiel, et le commutateur se porte, sous l'action des électro-aimants, dans la position correspondante.

Éclairage. — Le circuit d'éclairage est dérivé du transformateur principal à la tension de 300 volts. Les compartiments sont éclairés chacun par 2 lampes à incandescence, l'une de 16, l'autre de 25 bougies, montées sur 2 supports distincts. Les lampes sont construites pour 48 volts, et sont disposées par 4 en série ; chaque demi-voiture contient 2 circuits de lampes de 16 bougies et 2 circuits de lampes de 25. Les 2 lampes d'un même compartiment sont ainsi sur 2 circuits différents (Fig. 77).

Pour parer aux fortes variations de tension inhérentes au service, on a intercalé dans ces circuits de lumière des résistances en fer qui maintiennent presque constante la tension aux bornes des lampes.

Chaque extrémité de la voiture porte 5 fanaux : 2 blancs placés en bas, que l'on n'éclaire qu'à l'avant, 2 rouges placés en haut et latéralement, que l'on n'éclaire qu'en queue, enfin un fanal à pétrole, situé à la partie inférieure, au milieu, qui sert de lanterne rouge de queue. Chacun des 4 fanaux électriques est muni de 2 lampes à incandescence de 16 bougies, 48 volts, appartenant à 2 circuits distincts.

Fig. 77. — SCHÉMA DES CIRCUITS D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE.



Chauffage. — Le courant de chauffage est pris sur le transformateur principal, comme le courant d'éclairage, à la tension de 300 volts. Tous les compartiments, à l'exception du compartiment à bagages et des 2 cabines, renferment un radiateur de 2 kw. et 1 radiateur de 1 kw. Les 2 compartiments de manœuvre n'en contiennent qu'un, de 2 kw., et le compartiment à bagages n'est pas chauffé directement. Tous les radiateurs sont en parallèle ; on peut donc obtenir, dans les compartiments ordinaires, 3 degrés de chauffage. Ils sont placés sous les banquettes et enveloppés de tôle perforée. Le courant ne peut les traverser que si le controller de marche est au zéro.

Compresseur. — L'air comprimé nécessaire au frein et à la manœuvre des archets est obtenu à l'aide d'une pompe actionnée électriquement, indépendante du machiniste. La pompe est à double effet, avec distribution à soupapes ; elle est directement accouplée avec un moteur à courant alternatif W.E. III de 3 chevaux. Le moteur est alimenté par du courant à 300 volts venant du transformateur principal. Pour que ses trépidations ne se répercutent pas dans la caisse de la voiture, il est installé sur le bogie à un seul moteur. La mise en marche et l'arrêt sont provoqués par un régulateur à air comprimé dont le fonctionnement est basé sur l'abaissement d'un disque de caoutchouc tendu par l'air comprimé. Le moteur entre en circuit quand la pression descend au-dessous de 7 atmosphères, et s'arrête quand elle dépasse 8 atmosphères.

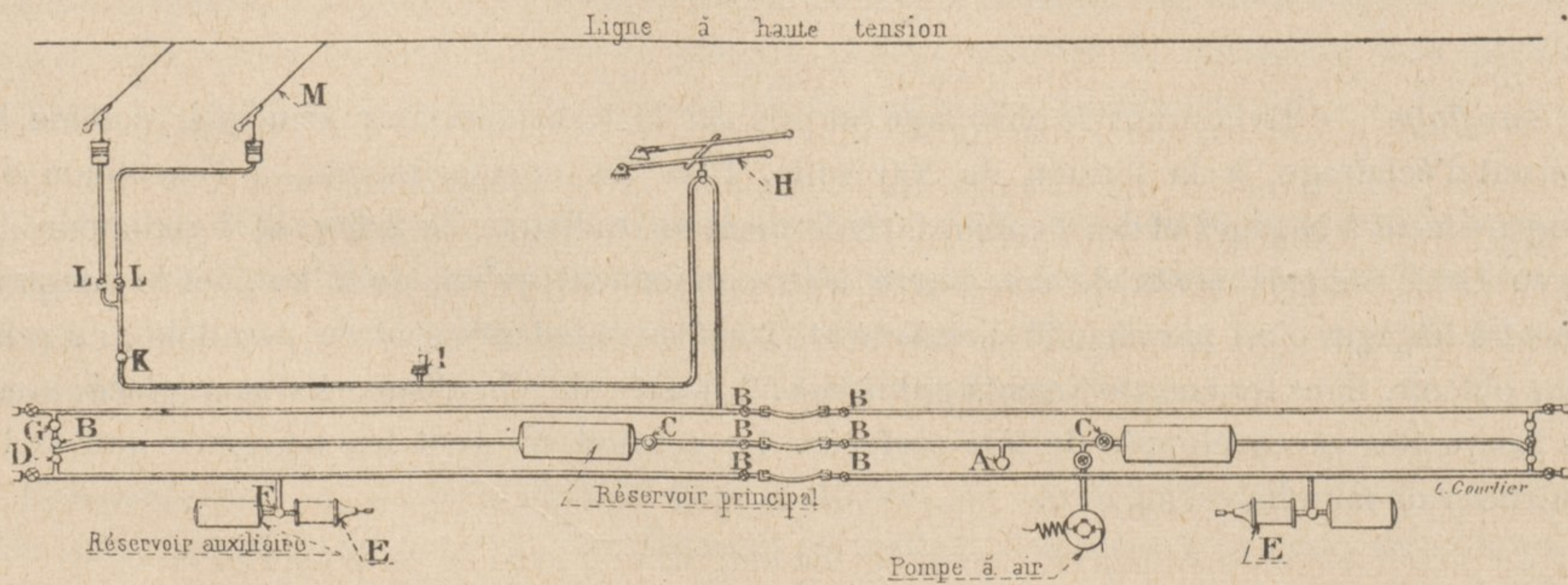
Prise de courant. — Il existe 2 prises de courant distinctes, une pour la haute tension, l'autre pour la basse tension. Le courant à haute tension est recueilli par 2 archets, situés sur la demi-voiture à 2 moteurs, et manœuvrés par l'air comprimé. Cette manœuvre est obtenue à l'aide d'un cylindre de commande dont l'axe agit, par l'intermédiaire d'un levier, sur une bielle munie d'isolateurs à haute tension. Les archets portent des rouleaux de contact en aluminium de 1 m. 30 de longueur utile.

La même demi-voiture porte en outre 2 perches de trolley pour la prise de courant à basse tension dans la gare principale.

Ces perches ont une amplitude de mouvement telle que les trolleys ne puissent monter à plus de 4^m,75, de façon à exclure toute chance de contact entre eux et à la conduite à haute tension.

Canalisation d'air comprimé. — Le schéma en est donné par la Fig. 78. Dans chaque demi-voiture se trouve un réservoir principal ; ces réservoirs communiquent entre eux et avec les postes de manœuvre. Le long de tout le train court une conduite principale sur laquelle sont dérivés les cylindres de frein, à raison de 1 par bogie. Il existe une autre conduite générale pour la manœuvre des archets. Dans les deux cabines, à l'aide de robinets à trois voies, on peut mettre en communication la conduite des prises de courant avec la conduite principale d'air ; alors l'air comprimé pénètre dans les cylindres des archets et ceux-ci se soulèvent. Si d'autre part on dispose le robinet à trois voies de façon à établir la communication avec l'extérieur, les archets s'abaissent et la prise de courant est interrompue.

Fig. 78. — CANALISATION D'AIR COMPRIMÉ.



- | | |
|--|---|
| <p>A. Contrôleur de la pompe à air.
 B. Robinet d'isolement.
 C. Soupape de retenue.
 D. Robinet de frein.
 E. Cylindre à frein.
 F. Triple valve.</p> | <p>G. Robinet de commande de la conduite des archets.
 H. Perches de trolley pour basse tension.
 I. Commande du coupleur de tension.
 K. Valve de la porte de la chambre à haute tension.
 L. Robinet d'isolement.
 M. Archets pour haute tension.</p> |
|--|---|

Du robinet à 3 voies, la conduite des archets se rend d'abord à une valve à 3 voies qui sert à la commande des 2 perches de trolley pour la prise du courant à bas potentiel, et qui ne permet l'ascension des archets que lorsque les 2 trolleys sont abaissés ; dès qu'une des 2 perches se lève, la valve ferme la communication avec la conduite principale et laisse échapper l'air, de sorte que les 2 archets s'abaissent.

Entre les demi-voitures se trouvent 3 accouplements, celui de la conduite de frein, celui de la conduite des archets et celui qui réunit les 2 réservoirs principaux.

Entre 2 automotrices d'un train il n'y a que 2 conduites à accoupler, celle des freins et celle de la commande des archets.

Dispositifs de sécurité. — Tous les appareils à haute tension sont rassemblés dans une cabine spéciale. Pour empêcher tout risque de contact de la part du personnel, cette cabine est pourvue d'un dispositif de sécurité tel que les archets s'abaissent automatiquement quand on ouvre la

porte, cette porte restant d'autre part automatiquement fermée tant que les archets sont en contact avec le fil à haute tension. A cet effet, chacun des archets est relié par un levier à un axe situé dans le lanterneau de la voiture et se prolongeant jusqu'à la chambre à haute tension. Chacun des axes est relié par un système de leviers à un verrou, de telle sorte que chacun des archets peut séparément verrouiller la porte, quand il est levé.

Les verrous ont un certain jeu dans l'agrafe fixée à la porte. Ce jeu permet d'ouvrir un peu la porte ; dans cette manœuvre une valve annexe interrompt la communication des cylindres des archets avec le réservoir d'air comprimé et les fait communiquer avec l'air extérieur, de sorte que les archets s'abaissent.

Le mouvement des archets entraîne alors les verrous vers le haut, et l'on peut ouvrir la porte complètement. Un loqueteau d'arrêt vient aussitôt s'engager sous les verrous, empêchant de relever les archets tant que la porte reste ouverte. Les verrous sont de plus reliés mécaniquement à l'interrupteur de terre qui met les archets en communication avec le châssis quand ils sont dans la position abaissée.

Manivelle de sûreté. — Dans chaque cabine de manœuvre se trouve une manivelle de sûreté, à buts multiples, que le machiniste doit manœuvrer chaque fois que, changeant de sens de marche, il va d'une cabine à l'autre. Elle commande mécaniquement le robinet de fermeture de la conduite des archets, qui ouvre ou ferme l'accès de l'air comprimé du réservoir aux cylindres des archets, de sorte qu'on ne peut pas élever ceux-ci sans son intermédiaire. Elle agit en outre par l'intermédiaire d'un petit axe avec commande à engrenages coniques sur le disque rouge du fanal de queue. Quand le fanal est en tête, le disque se replie et couvre la lampe rouge à pétrole.

Le moteur du compresseur, les lampes des fanaux de queue supérieurs et les lampes des fanaux de tête blancs sont mis en circuit également par le moyen de cette manivelle.

Disposition des appareils électriques. — Les appareils électriques sont placés partie dans la cabine, partie sous le plancher.

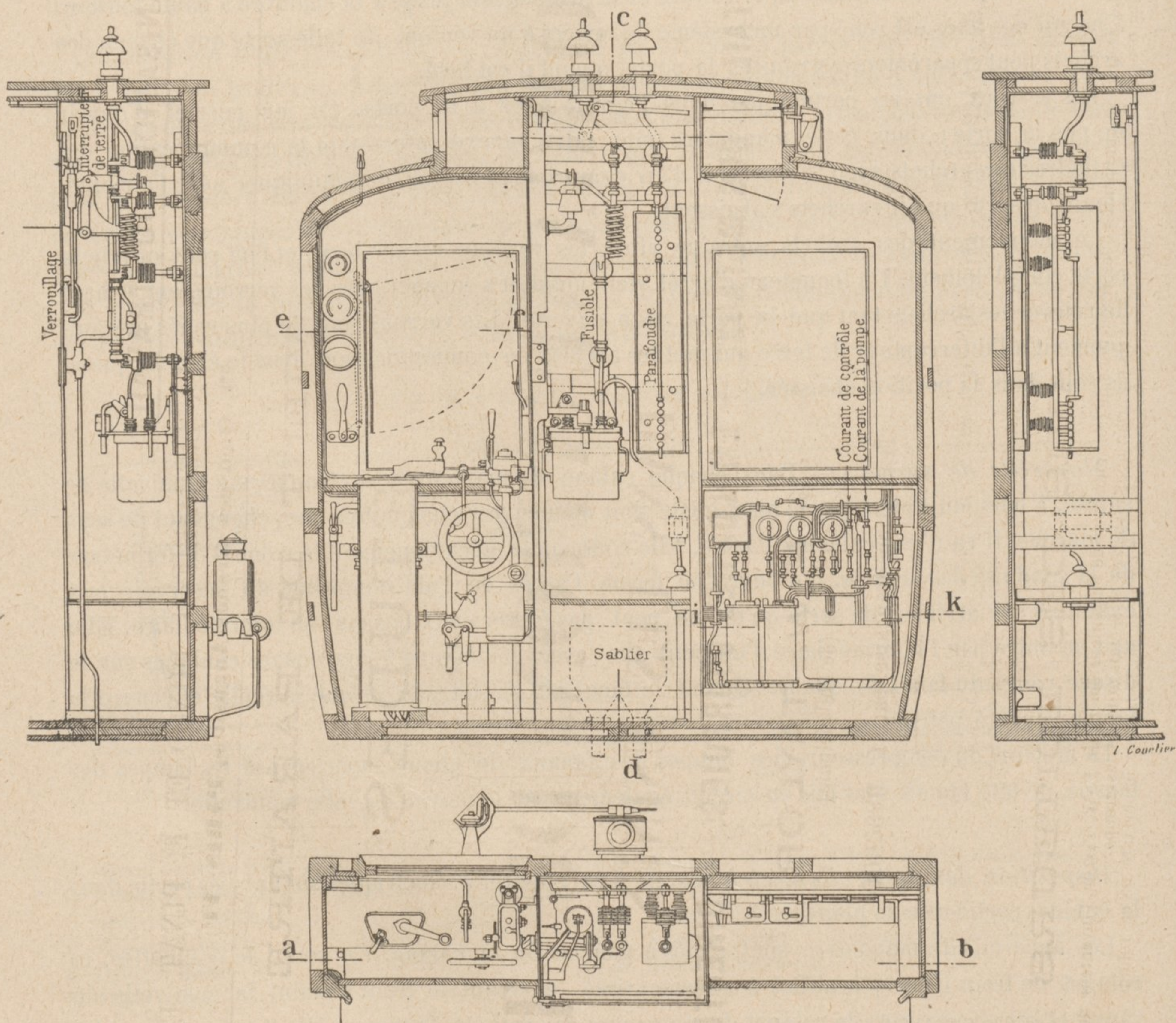
Les appareils de manœuvre sont situés à gauche de la cabine. Ce sont : le controller, le robinet de frein Knorr, le sifflet à air comprimé, le volant du frein à main, la manivelle de sûreté et ses accessoires ; le robinet de manœuvre des archets, le manomètre du réservoir, celui de la conduite et un ampèremètre du courant de travail.

Au centre de la cabine de la demi-voiture à 2 moteurs (Fig. 79), se trouve la chambre à haute tension. De chaque archet arrive un câble qui traverse un interrupteur séparateur, un fusible, et se rend à l'interrupteur à huile. Avant le fusible, les 2 câbles sont reliés au parafoudre. La traversée du toit et du plancher s'opère dans des isolateurs tubulaires. La chambre renferme encore l'interrupteur de mise à la terre, et la sablière.

A droite de la chambre à haute tension se trouve la chambre à basse tension, dans laquelle tous les appareils sont montés sur un tableau de distribution, savoir : un panneau de jonction, 2 interrupteurs séparateurs des moteurs, l'interrupteur de chauffage, l'interrupteur de terre des courants de manœuvre, de chauffage et d'éclairage, l'interrupteur du moteur de la pompe et celui du courant d'éclairage, et les fusibles.

Les résistances en fer des circuits des lampes sont placées dans une armoire située dans le lanterneau, et refroidies par l'air qui y circule.

Fig. 79. — CABINE DE LA DEMI-VOITURE A 2 MOTEURS.

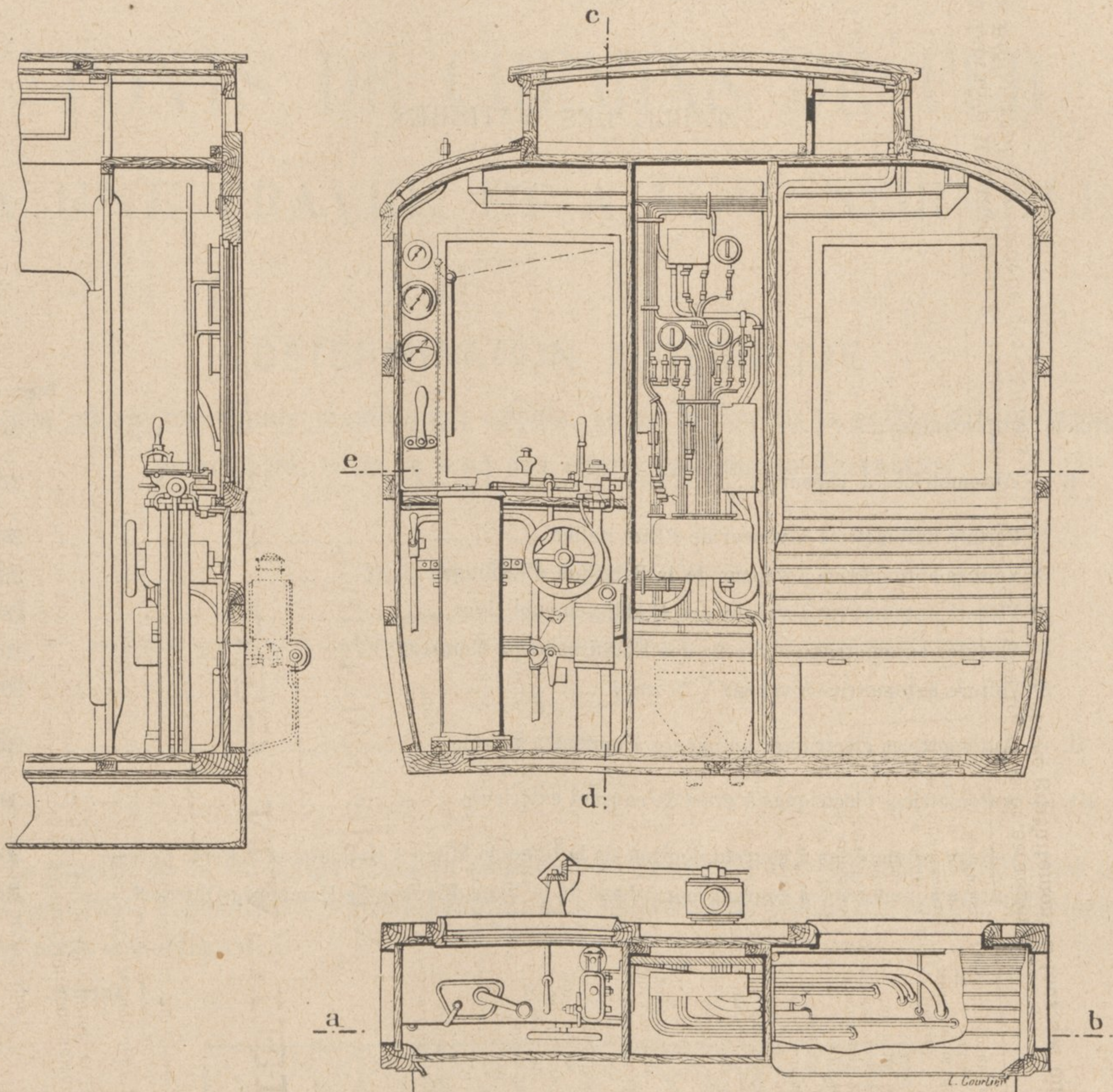


Sous le châssis de la voiture à 2 moteurs, dans l'intervalle compris entre le bogie et l'essieu porteur, sont placés le transformateur principal, le transformateur d'excitation des 2 moteurs, les contacts électromagnétiques relatifs au transformateur principal et aux 2 moteurs, le contact du circuit de chauffage, le commutateur et les résistances du circuit de commande, les résistances du frein et les fusibles du circuit de commande, du circuit de chauffage, du circuit d'éclairage, et du circuit de la pompe, enfin l'interrupteur de mise à la terre des moteurs. Tous les câbles sont fixés au plancher et recouverts d'une enveloppe de tôle.

La disposition des appareils sur la demi-voiture à un moteur est sensiblement la même que sur la demi-voiture à 2 moteurs ; mais comme elle n'a pas de chambre à haute tension, la chambre à basse tension occupe le centre de la cabine (Fig. 80).

Entre les 2 voitures les câbles sont accouplés par l'intermédiaire de boîtes de jonction. Les câbles d'accouplement, de même que les boyaux, ont une longueur suffisante pour qu'on puisse lever la caisse d'une des 2 voitures de la hauteur nécessaire au dégagement du bogie.

Fig. 80. — CABINE DE LA DEMI-VOITURE A UN SEUL MOTEUR.



Fonctionnement. — Quand tous les appareils sont prêts à fonctionner on ferme la porte de la chambre à haute tension, on abaisse la perche de trolley à basse tension, et on met la manivelle de sûreté dans la position convenable ; on peut alors envoyer l'air comprimé du réservoir dans la conduite des archets au moyen du robinet de manœuvre. Le commutateur se place dans la position de haute tension et les bielles des cylindres des archets sont poussées vers le haut : alors la chambre à haute tension se verrouille, l'interrupteur de mise à la terre s'ouvre, et l'archet à haute tension s'élève. On peut mettre en marche la voiture.

Si l'on veut abaisser toutes les prises de courant, il suffit d'ouvrir le robinet de manœuvre des archets d'une des cabines de commande. Si l'on a à entrer dans la chambre à haute tension, il n'est pas nécessaire d'ouvrir ce robinet, on n'a qu'à ouvrir la porte comme il est dit plus haut.

Quand la voiture se trouve dans la gare principale, il suffit de libérer la perche du trolley située du côté où se trouve le fil de contact à 300 volts ; par l'intermédiaire de la valve à 3 voies, l'air s'échappe de la conduite des archets, et ceux-ci s'abaissent automatiquement.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
VOITURES AUTOMOTRICES.....	279
I. — Automotrices à vapeur.....	279
1° Voiture automotrice à vapeur de l'État italien.....	282
2° Voiture automotrice à vapeur de la Fabrique d'Esslingen.....	283
3° Voiture automotrice à vapeur des Établissements Ganz.....	289
4° Voitures automotrices à vapeur des Établissements Komarek.....	292
5° Voiture automotrice à vapeur V. Purrey.....	297
II. — Automotrices électriques autogènes à moteur à pétrole.....	297
III. — Automotrices électriques à prise de courant extérieure.....	304
1° Voiture automotrice à courant continu de la ligne de Milan à Gallarate et à Porto Ceresio....	304
2° Voiture automotrice à courant monophasé de la ligne Blankenese-Hambourg-Ohlsdorf.....	309

(A suivre).

LE MATÉRIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER

A L'EXPOSITION DE MILAN ⁽¹⁾

III. — VOITURES ET VAGONS

Par M. L. GEORGES,

INGÉNIEUR A LA COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

VOITURES.

Dans la très grande variété de voitures exposées à Milan nous n'envisagerons que celles des grands réseaux continentaux.

Ces voitures, au nombre de 64, se répartissent d'après la disposition de leurs organes de roulement en :

- 38 voitures à bogies
- 9 voitures à 3 essieux
- 17 voitures à 2 essieux.

On voit que les voitures à bogies sont la majorité. Elles sont destinées aux grands trains et sont en général intercommunicantes. Cependant certaines d'entre elles, plus spécialement étudiées pour le service à l'intérieur, sont à couloir partiel : telles la voiture de 3^e classe de l'État prussien et les voitures de 1^{re} et 2^e classes pour trains directs de nuit de l'État italien.

La plupart ont des bogies à 2 essieux, dont l'empatement varie entre 2^m,300 et 2^m,500 ; pour 3 voitures de luxe très lourdes : une voiture-restaurant des Wagons-Lits pesant 46 tonnes, une voiture-restaurant de la deutsche Eisenbahn-Speise-Wagen Gesellschaft pesant 45^T,220 et une voiture-lits de l'État prussien pesant 50^T,930, les bogies sont à 3 essieux, de 3^m,700 et 3^m,600 d'empatement.

A l'Exposition de Vincennes en 1900, la voiture la plus longue avait 21^m,180 de tampon à tampon ; c'était une voiture de luxe du chemin de fer transibérien ; parmi les voitures de

(1) Voir *Revue Générale*, Nos d'Août, Septembre et Octobre 1907.

service courant, le maximum — 20^m,040 — était atteint sur une voiture de 1^{re} classe de la Compagnie P.-L.-M. A Milan, on trouve pour les 3 voitures de luxe à bogies à 3 essieux les longueurs de 21^m,150 et 20^m,405, et pour les plus longues voitures de service courant :

Voiture de 2 ^e classe de la Compagnie de l'Ouest.....	20 ^m ,420
Voiture de 1 ^{re} classe de la Compagnie P.-L.-M.....	21 , 230
Voiture de 3 ^e classe de la Compagnie P.-L.-M.....	22 , 450.

La plupart des voitures à 2 essieux ont de 8 à 9 mètres d'empatement ; la valeur maxima de 9^m (État italien) se rencontrait déjà en 1900 pour une voiture de 1^{re} classe du Midi français.

Quant au rapport entre l'empatement et la longueur totale hors tampons qui, à Vincennes, se maintenait généralement entre 0,54 et 0,61, et ne descendait à 0,516 que pour une voiture de l'Orléans, il est, à Milan, compris entre 0,54 et 0,598, sauf pour l'État français où sa valeur est de 0,514. Ainsi, le porte-à-faux relatif moyen est un peu plus élevé, mais le maximum de 1900 n'a guère été dépassé.

Les voitures à 3 essieux sont peu nombreuses : les plus longues se rencontrent en Suisse, avec 9^m,200 d'écartement entre les essieux extrêmes, et 14^m570 de longueur maxima à l'extrémité des tampons. Le poids atteint 24 tonnes, tandis qu'en 1900 la voiture la plus lourde avait 9^m,000 d'empatement, 13^m,330 de longueur et pesait 20 tonnes.

Les graphiques *a. b. c. d.* (Fig. 81) représentent, pour les voitures aménagées en vue d'assez long parcours, la variation du poids par voyageur par rapport au nombre total de places offertes, d'une part pour les voitures à bogies, d'autre part pour les voitures à 2 ou 3 essieux (1). Comme il est logique, les courbes moyennes sont rapidement plongeantes avec le nombre des places, et par conséquent avec la longueur de la voiture. On voit d'autre part que les voitures à 2 essieux et les voitures à 3 essieux semblent suivre une même loi de variation, avec courbe parallèle à celle des voitures à bogies, mais dont les ordonnées seraient réduites d'1/3 à 1/2. Enfin les voitures à intercirculation partielle se placent nettement en dessous du tracé moyen correspondant aux voitures intercommunicantes.

Toutes les voitures considérées sont d'ailleurs loin d'être parfaitement comparables. Certes, quelques-unes gagnent en légèreté relative pour des raisons de construction intime : tels les châssis et les caisses de la Compagnie de l'Ouest et de l'État italien, tel le châssis en emboutis de la voiture Dyle et Bacalan de l'État belge ; les nouvelles voitures italiennes doivent en outre une diminution de poids à leur disposition spéciale avec portes ouvrant de l'extérieur sur chaque compartiment, ce qui permet l'installation du cabinet de toilette à l'emplacement réservé d'ordinaire aux plateformes d'extrémité. Mais plus généralement le poids par voyageur est affecté par le plus ou moins de confortable, et en particulier par le nombre de water-closets, le nombre de places offertes par banquettes, les dimensions données aux compartiments.

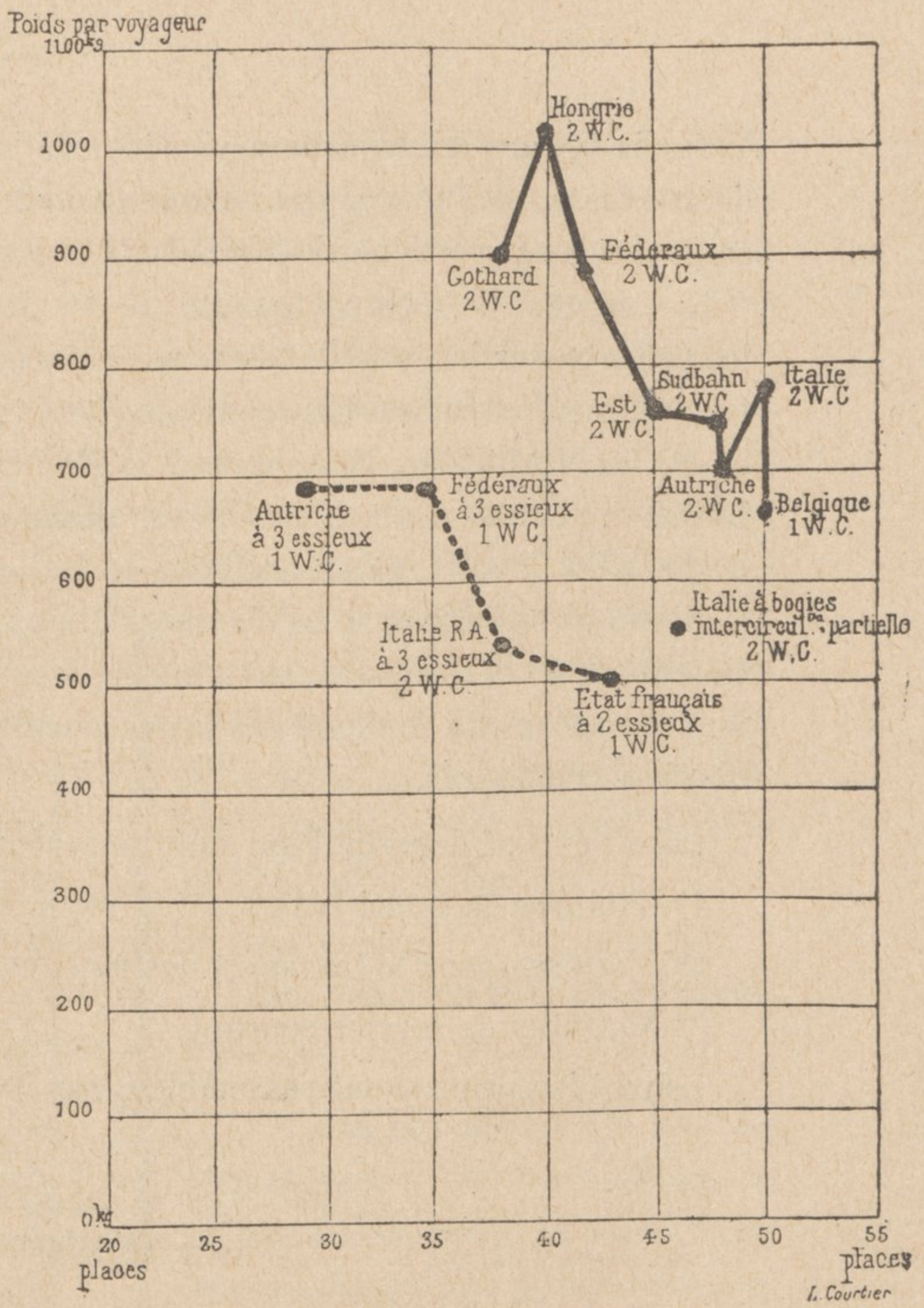
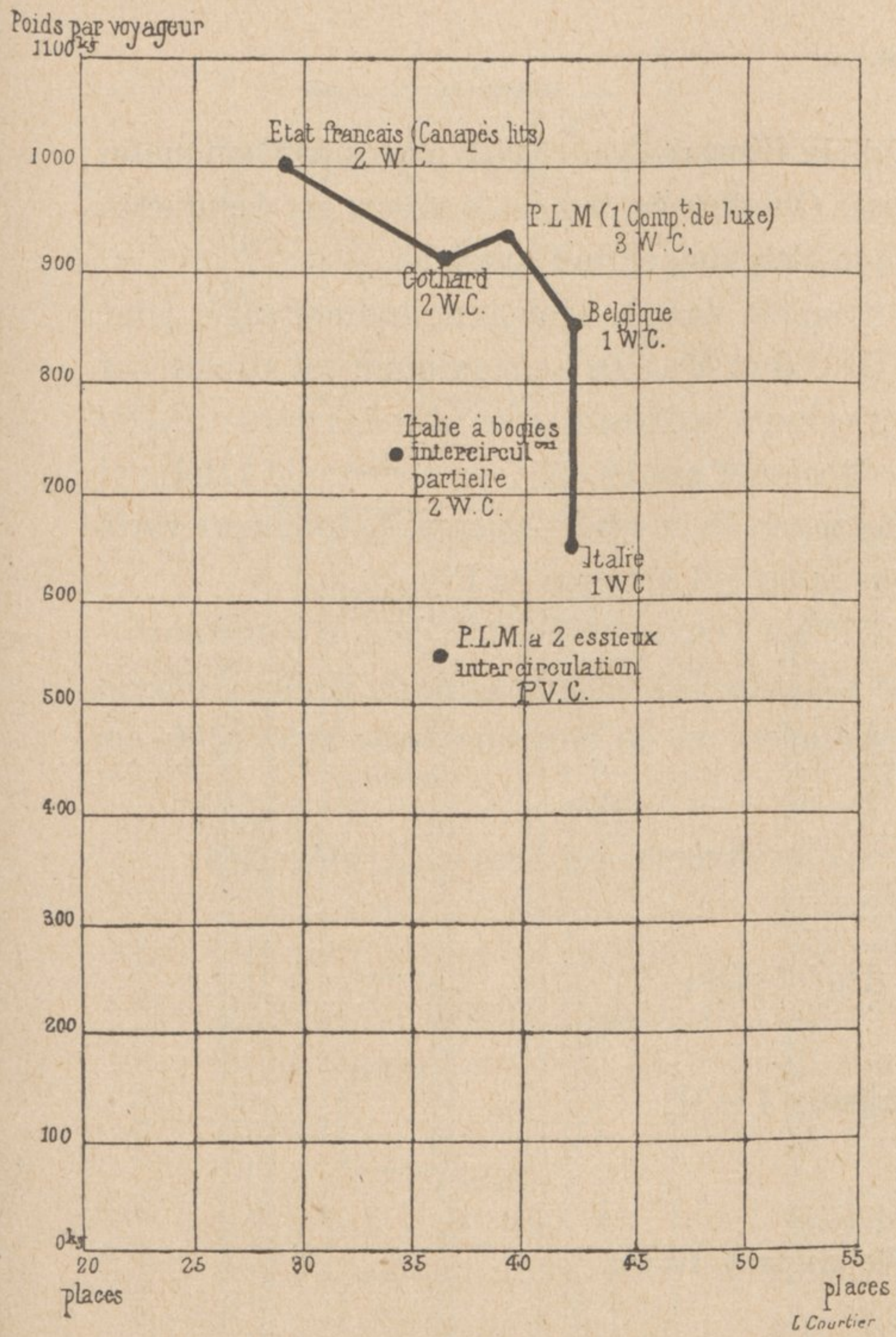
C'est ainsi qu'en 1^{re} classe, la voiture du Gothard, celles de l'État belge et de l'État italien ont un seul compartiment de toilette ; la voiture de l'État français, aménagée avec canapés-lits, en a 2, et la voiture P.-L.-M., qui contient un compartiment de luxe, en a 3 : ce qui justifie les points hauts du graphique.

(1) Voir d'autre part le Rapport de M. Salomon sur l'Exposition universelle de Paris 1900.

Fig. 81. — POIDS PAR VOYAGEUR RAPPORTÉ AU NOMBRE TOTAL DES PLACES OFFERTES.

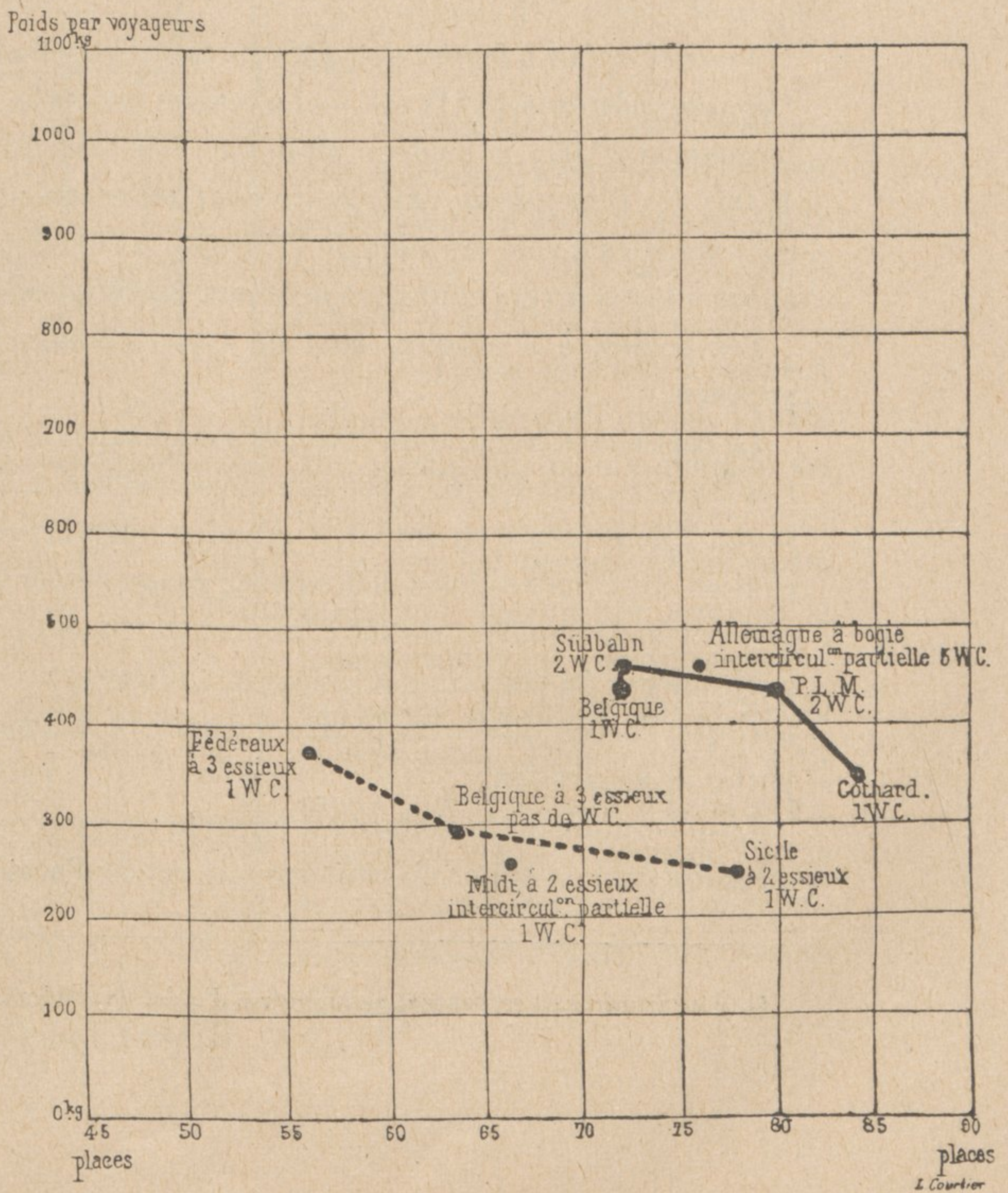
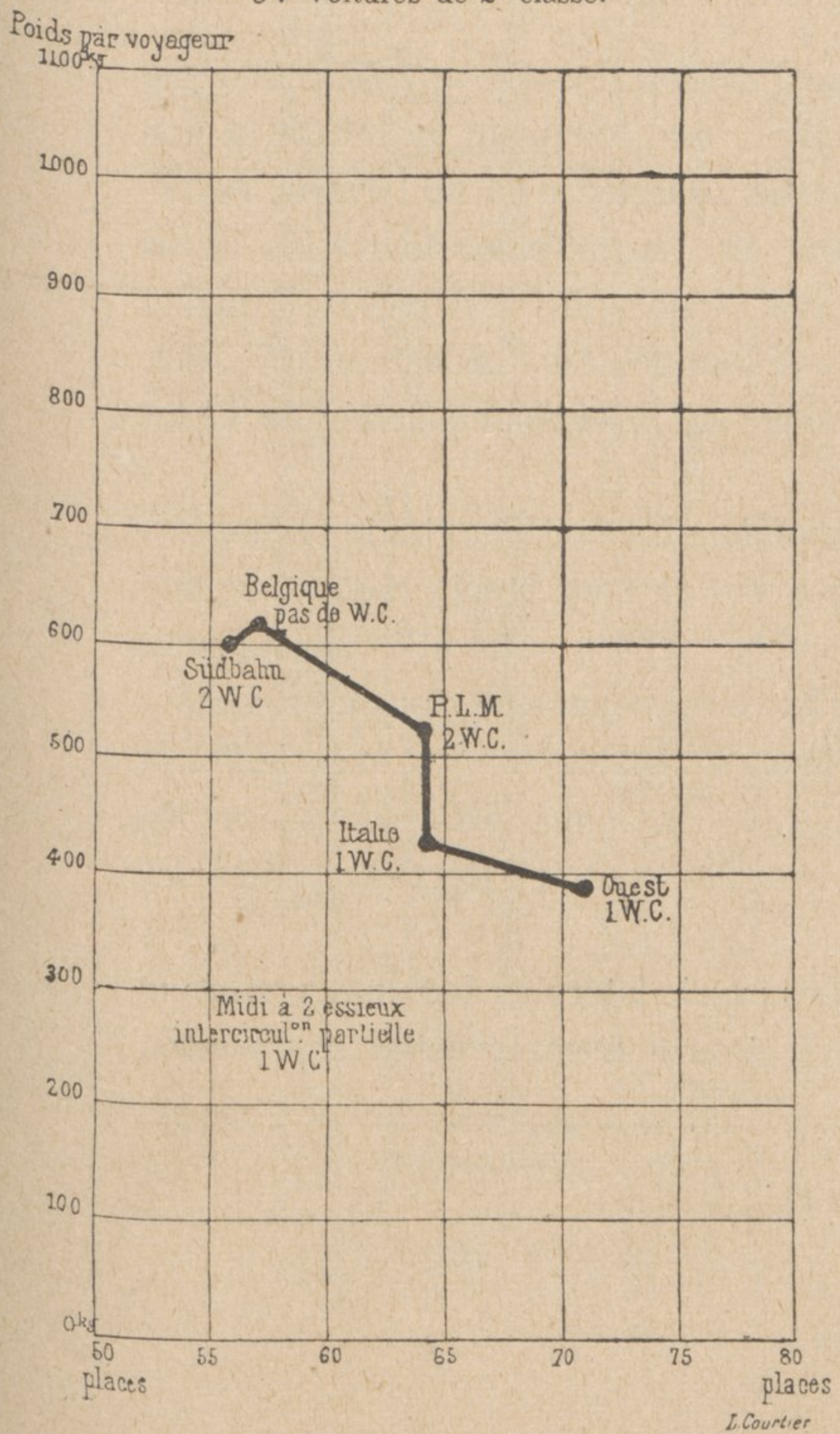
a : Voitures de 1^{re} classe.

b : Voitures mixtes de 1^{re} et 2^e classes.



c : Voitures de 2^e classe.

d : Voitures de 3^e classe.



Tracé plein : Voitures à bogies à intercirculation

Tracé ponctué : Voitures à 2 ou 3 essieux à intercirculation.

Sur la voiture mixte pour service international de la Hongrie, on offre 2 places par banquette de 1^{re} classe, et 3 places par banquette de 2^e classe. On offre également 3 places par banquette en 2^e classe sur certaines voitures de la Suisse, de la Belgique et de l'Autriche.

La longueur des compartiments de 1^{re} classe comptée dans le sens longitudinal varie pour les voitures destinées à de longs parcours entre 2^m,050 et 2^m,150. Le maximum est atteint sur les voitures françaises. En deuxième classe, les 2 valeurs extrêmes sont plus écartées : 1^m,780 et 2^m,000 ; l'Autriche, la Hongrie et la France ne dépassent pas 1^m,855 ; puis viennent l'Italie et la Suisse ; le maximum de 2^m,000 est atteint en Belgique. Pour les 3^{es} classes, la longueur varie de 1^m,470 à 1^m,650 ; elle est minima en Italie et en Suisse, et maxima en France.

Ajoutons enfin que, si les diverses nations ont accru à l'envi le luxe et le confort des compartiments de 1^{re} et 2^e classes, seuls encore les réseaux français et la Compagnie du Gothard offrent aux voyageurs de 3^e classe des sièges garnis de sommiers ou de coussins, avec appuis-tête ou dossiers rembourés.

Dans l'exposé descriptif qui suit, nous répartirons les diverses voitures en 3 catégories :

- 1^o Voitures de grand luxe ;
- 2^o Voitures pour le transport des malades ou des blessés ;
- 3^o Voitures de service courant.

Leurs dimensions sont rassemblées sur les tableaux I et II.

I. — Voitures de grand luxe.

1^o VOITURES-SALONS.

Voiture-salon à bogies de l'Etat prussien construite par l'*Aktien Gesellschaft Düsseldorfer Eisenbahnbedarf* (N^o 1) (1). — La caisse de cette voiture a une longueur de 18^m,39 et une largeur de 2^m,90 ; la hauteur au-dessus des rails de la partie supérieure du lanterneau est de 4^m,06 ; les dimensions extérieures sont telles qu'elle peut être acceptée sur toutes les lignes continentales à voie normale de l'Europe. A cet effet, elle est équipée des systèmes de freins et appareillages divers conformément aux prescriptions des différentes Administrations (Fig. 82).

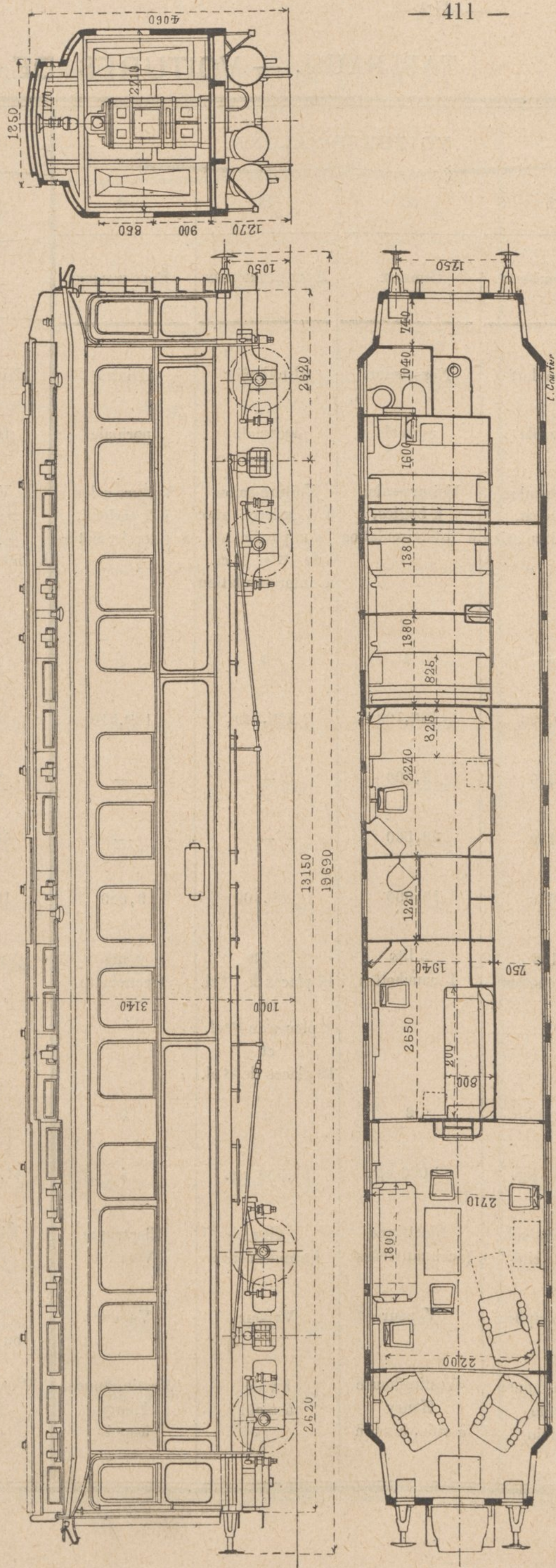
Les bogies, à 2 essieux, sont du type ordinaire en usage sur les chemins de fer de l'Etat prussien.

La caisse comprend, d'un côté, un grand salon et une antichambre occupant toute sa largeur. Ces 2 pièces sont séparées par une cloison vitrée, mais peuvent être au besoin réunies en une seule. Elle présente en outre : 2 grandes chambres à coucher, reliées entre elles par un petit couloir, avec water-closet commun ; 2 compartiments de lits séparés par une cloison présentant une porte de communication ; un compartiment pour le personnel de service avec buffet et accessoires ; un petit compartiment de toilette et un espace pour les appareils de chauffage. En bordure de ces différents locaux à partir du salon se trouve un couloir latéral avec diverses portes de séparation.

La décoration de la voiture est en style art nouveau. Les parois latérales de l'antichambre et du salon sont en entier en panneaux de ronce d'acajou poli et verni, avec incrustations d'ivoire ;

(1) Ces numéros correspondent aux numéros d'ordre des tableaux I et II.

Fig. 82. — VOITURE-SALON A BOGIES DE L'ÉTAT PRUSSIEN.



celles des chambres, jusqu'à l'appui des fenêtres, sont en panneaux d'érable teinté en gris, avec incrustations de noyer entourées de filets d'érable blanc. Cette dernière décoration est aussi celle de la porte du water-closet et du petit couloir de communication. Dans les chambres, au-dessus de l'appui des fenêtres, les parois sont divisées en panneaux tendus de pégamoïd et décorés. Les plafonds, tant des salons que des chambres, sont également recouverts de pégamoïd décoré à fond couleur crème foncé.

Le mobilier du salon se compose de :

— 1 canapé à accoudoirs à rabattement, pouvant se transformer en lit par rabattement du dossier sur le siège, avec tiroir pour accessoires de literie; il est recouvert d'une peluche jaune d'or garnie de galons couleur crème;

— 1 fauteuil à dossier mobile, avec appendice inférieur de prolongement à glissière pour sa transformation en chaise-longue, garni comme le canapé;

— 4 chaises garnies, 1 table à rallonges genre table de jeu, 1 table à rabattement, et un meuble de toilette.

Ce dernier présente à sa partie supérieure une petite armoire à portes ornées de glaces biseautées contenant une carafe et des verres et surmontée d'une pendule, à sa partie inférieure une toilette à rabattement et, superposée à la toilette, une tablette écriteire, enfin, en dessous, une armoire pour usages divers.

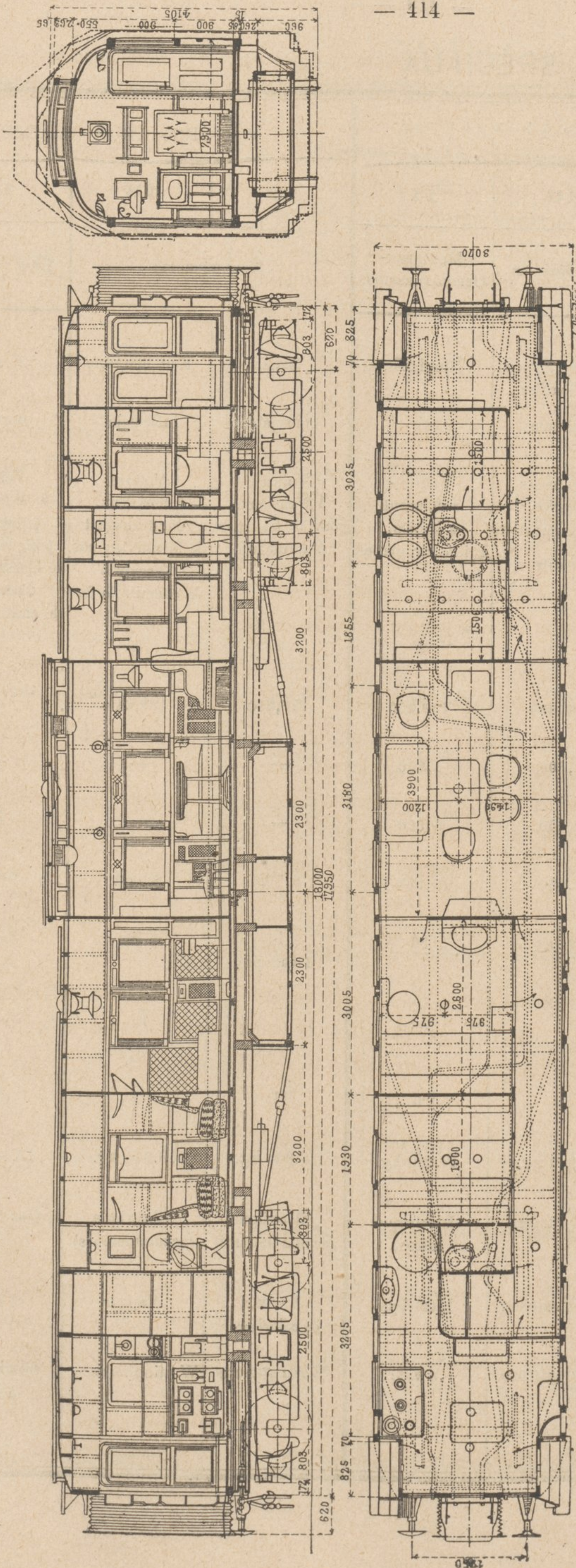
TABLEAU I. — VOITURES DE GRAND LUXE

	VOITURES-SALONS				VOITURES RESTAURANT	
	1	2	3	4	5	6
Numéros d'ordre.....						
Réseau ou Compagnie propriétaire.....	ÉTAT PRUSSIEN	SÜDBAHN	ÉTAT AUTRICHIEN	ÉTAT ITALIEN	C ^{ie} INTERNATIONALE DES WAGONS-LITS	
Constructeur.....	Düsseldorf	Nesselsdorf	Ringhoffer	Diatto	Ringhoffer	Nesselsdorf
Écartement de la voie.....	normale	normale	normale	normale	normale	normale
Caractéristiques générale.....	Voiture-salon à bogies, à intercirculation	Voiture-salon à bogies, à intercirculation	Voiture-salon à 3 essieux, avec compartiments de 1 ^{re} et 2 ^e cl. à intercirculation	Voiture-salon à 2 essieux, à intercirculation	Voiture-restaurant à bogies, à intercirculation	Voiture-restaurant à bogies, à intercirculation
Nombre d'essieux.....	4	4	3	2	4	4
Longueur totale à l'extrémité des tampons.....	19 ^m ,690	19 ^m ,190	12 ^m ,340	15 ^m ,510	20 ^m ,320	19 ^m ,740
Empatement du bogie.....	2,500	2,500	—	—	2,500	2,500
D'axe en axe des bogies.....	13,150	13,500	—	—	14,000	13,200
Empatement total.....	15,650	16,000	8 ^m ,400	9,000	16,500	15,700
Nombre de places.....	6 lits 2 couchettes	3 lits 4 couchettes	3 lits 17 places de 1 ^{re} cl. ou 8 places de 1 ^{re} cl. et 12 places de 2 ^e cl.	4 lits 1 couchette	40	40
Nombre de water-closets.....	2	2	2	2	1	1
Poids à vide.....	44.000 kg.	42.000 kg.	31.500 kg.	»	41.500 kg.	39.600 kg.
Éclairage.....	Gaz Pintsch Électricité	Électrique (accumulateurs)	Gaz incandescence	Électrique Vicario	Électrique Stone	Gaz incandescence bec renversé
Chauffage.....	Thermo-siphon	Vapeur	Vapeur	Vapeur	Thermo ou vapeur	Thermo ou vapeur
Freins.....	Westinghouse à vide à main	Westinghouse Henry à vide, à main	à vide à main	Westinghouse Henry à main	Westinghouse Henry à vide	Westinghouse Henry à vide

LUX ET VOITURES POUR USAGES SPÉCIAUX

LITS ET VOITURES-RESTAURANTS					VOITURES POUR USAGES SPÉCIAUX				
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
WAGONS-LITS		DEUTSCHE EISENBAHN SPEISEWAGEN G.	ÉTAT PRUSSIEN	MONTREUX-OBERLANDBERNOIS	ÉTAT HONGROIS		ÉTAT PRUSSIEN	ÉTAT ITALIEN	
C ^e Générale à St-Denis	Officine Meccaniche	Van der Zypen et Charlier	Van der Zypen et Charlier	Ringhoffer	Ganz	État hongrois	»	Tabanelli et État italien	
normale	normale	normale	normale	1 ^m	normale	normale	normale	normale	
Voiture-restaurant à bogies, à intercirculation	Voiture-lits à bogies, à intercirculation	Voiture-restaurant à bogies, à intercirculation	Voiture-lits à bogies, à intercirculation	Voiture-restaurant à bogies, à intercirculation	Voiture à 2 essieux, pour le transport d'un malade	Voiture à 3 essieux, pour transport de blessés en cas d'accident de chemin de fer	Voiture à 2 essieux, à terrasses, pour transport de blessés en cas d'accident de chemin de fer	Voiture à 2 essieux, à terrasses, pour secours aux blessés en cas d'accident de chemin de fer	
6	4	6	6	4	2	3	2	2	
21 ^m ,150	20 ^m ,320	20 ^m ,405	20 ^m ,405	14 ^m ,220	12 ^m ,230	12 ^m ,610	—	13 ^m ,090	
3,700	2,500	3,600	3,600	1,850	—	—	—	—	
14,500	14,000	14,150	14,150	8,500	—	—	—	—	
18,200	16,500	17,750	17,750	10,350	6,700	8,000	5 ^m ,000	7,600	
46	20 lits	40	20 lits	30	4 lits 1 canapé	6 lits	8 lits	1 lit	
0	3	1	2	0	1	1	1	0	
46.000 kg.	39.000 kg.	45.220 kg.	50.930 kg.	19.500 kg.	18.000 kg.	18.000 kg.	13.100 kg.	18.710 kg.	
Électrique Stone	Électrique (accumulateurs)	Gaz Pintsch	Gaz Pintsch	Électrique direct	Électrique (accumulateurs)	Électrique (accumulateurs)	Gaz Pintsch	Électrique (accumulateurs)	
Thermo ou vapeur	Thermo ou vapeur	Vapeur	Thermo-siphon	Électrique	Vapeur et calorifère	Vapeur	Vapeur	Vapeur et calorifère	
Westinghouse Henry à main	Westinghouse Henry à main	Westinghouse	Westinghouse	à vide	Westinghouse	Westinghouse	Westinghouse à main	Westinghouse à main	

Fig. 83. — VOITURE-SALON DE LA NESSELSDORFER-WAGEN-FABRIK (AUTRICHE).



Dans l'antichambre se trouvent 2 fauteuils semblables à celui du salon, 2 strapontins engagés dans la paroi, et une petite table qui peut être utilisée pour agrandir celle du salon.

Les vitres de la cloison de séparation sont à bords biseautés.

Les 2 chambres contiennent chacune un lit, qui peut servir de canapé pendant le jour. Le dossier en s'abaissant constitue le matelas. Sous le siège se trouve un tiroir pour la garniture du lit; au-dessus se trouvent un filet à bagages et un porte-cannes.

Chaque chambre est en outre meublée d'une table à rabattre formant table de nuit, d'une chaise et d'une toilette. Cette toilette, disposée dans un angle, se rabat comme celles des Wagons-Lits; au-dessus se trouvent un porte-savonnette pivotant et une petite armoire contenant une carafe et des verres. Enfin un grand placard, avec porte ornée d'une grande glace, est réservé pour les vêtements.

Les divers meubles sont en érable gris; les sièges sont garnis de peluche verte rayée s'harmonisant avec le revêtement des parois.

Dans le water-closet attenant à ces chambres, le revêtement jusqu'au bord inférieur de la fenêtre est en carreaux émaillés fixés aux angles par des vis; au-dessus, les parois

sont garnies de linoléum laqué blanc ; il en est de même du plafond. Le plancher est en carreaux de Mettlach à dessin noir sur fond rouge. Un enclenchement spécial fait abaisser le dessus de siège quand on ferme la porte.

Les demi-compartiments de lits, l'espace pour le chauffage et le couloir latéral ont la décoration normale des voitures allemandes : plinthe et cimaise en noyer, entre les deux, linoléum peint en brun avec filets rouges formant platebande, au-dessus et un plafond, linoléum à dessin brun sur fond crème.

Dans les demi-compartiments, les sièges peuvent se transformer, comme dans les Wagons-Lits, en un lit supérieur et un lit inférieur ; pour le lit supérieur est prévu un filet de protection.

Le compartiment de service a une décoration en frêne blanc avec panneaux de frêne hongrois flambé ; il comporte un siège garni en cuir de buffle disposé pour être transformé en un lit supérieur et un lit inférieur ; son équipement est le suivant : une toilette à rabattement, un siège de W.-C. avec chasse d'eau ; un meuble servant d'armoire à linge et à vaisselle, un autre meuble, dont la table supérieure forme table de cuisine avec réchaud à gaz et évier, et contenant un réservoir pour la conservation des boissons et un petit récipient à glace. L'armoire à vaisselle est pourvue d'équipements à ressorts servant à protéger contre les chocs les tasses, verres, couverts et services. Enfin au-dessus de cette armoire s'en trouve une autre montant jusqu'au plafond, pour le linge et les couvertures de lits.

Dans les salons et les chambres, les fenêtres sont doubles. Elles sont toutes à cadres métalliques, équilibrées et à repos, et sont munies de stores et de rideaux couleur crème.

Le chauffage est assuré par une circulation d'eau chaude. L'appareil comprend un poêle avec siphon et réservoir d'expansion. Les radiateurs, verticaux, ont une enveloppe en tôle de laiton perforée surmontée d'un marbre. Le chauffage de l'eau se fait soit au feu de coke, soit à l'aide d'un injecteur à soupape relié à la conduite générale de vapeur. Une pompe à main permet de puiser dans un réservoir à eau froide l'eau de supplément nécessaire.

L'éclairage est assuré par 16 lanternes à gaz système Pintsch à 3 becs. La voiture est en outre équipée pour l'éclairage électrique, et un câble de jonction émerge sur chaque paroi d'extrémité.

Les marchepieds d'accès sont à 4 marches ; les 2 marches inférieures doivent être relevées au départ en vue du passage dans le gabarit. Sur la paroi extérieure sont disposés au droit des baies des poignées et des marchepieds de secours pour faciliter la sortie des voyageurs par les fenêtres en cas de danger.

Chaque local est muni d'un signal d'alarme qui peut actionner tous les systèmes de freins et les dispositifs d'intercommunication électrique.

Voiture-salon à bogies, construite par la Nesseltdorfer-Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft, à Nesseltdorf (N° 2).

Cette voiture, destinée aux services internationaux, comprend 1 terrasse fermée, 2 coupés séparés par un cabinet de toilette, une salle à manger, une chambre à coucher, un compartiment à 4 places transformable en compartiment à 4 lits, un deuxième cabinet de toilette, et une cuisine (Fig. 83).

Les coupés comportent un siège à 2 places dont le dossier par abaissement peut se transformer en lit, une petite table adossée à la paroi, une bibliothèque, et un filet porte-bagages.

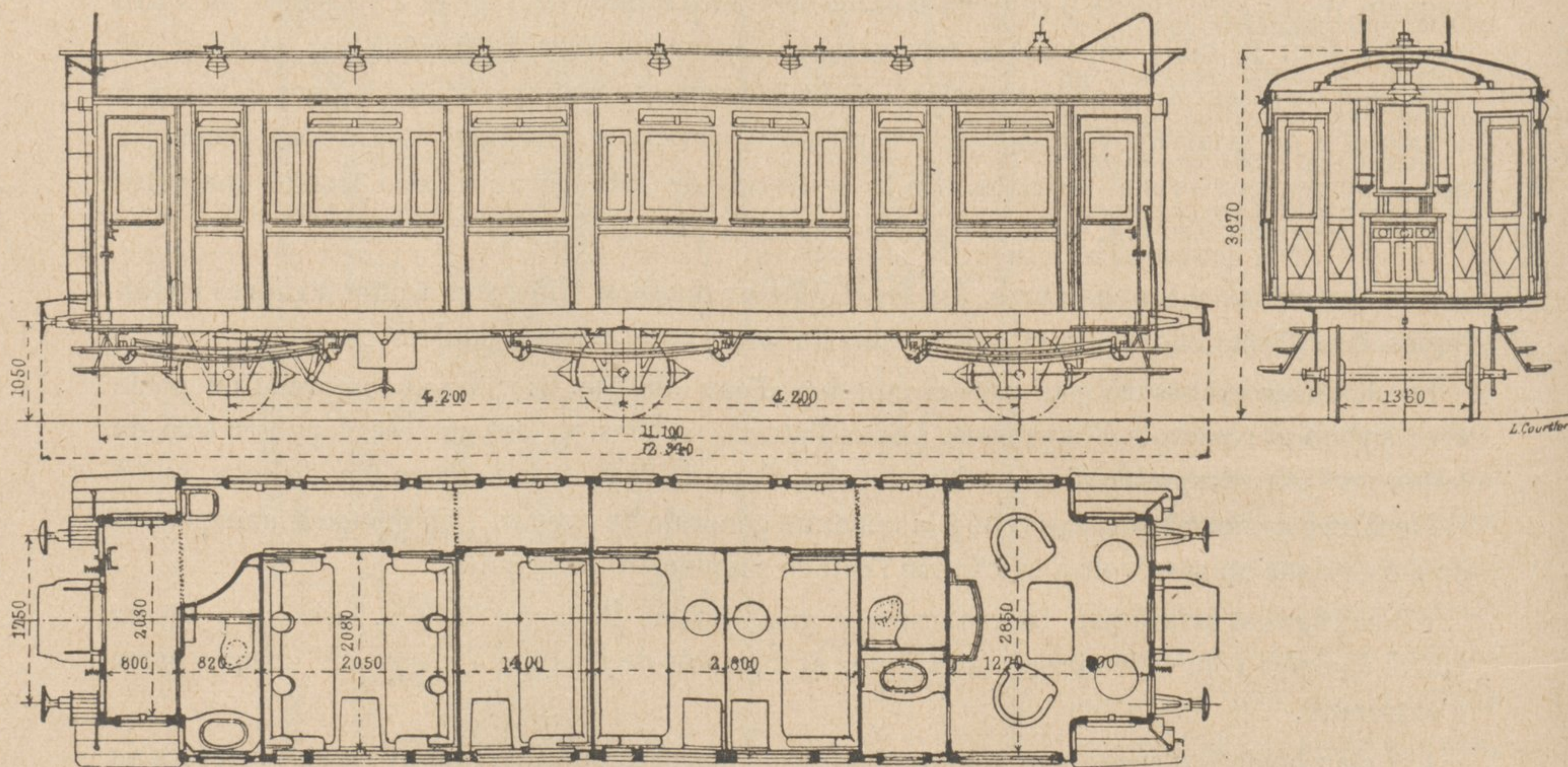
La salle à manger qui occupe toute la largeur de la voiture, renferme une table, 4 chaises, une dormeuse, un fauteuil, un secrétaire et une bibliothèque.

Dans la chambre à coucher se trouvent un lit, une commode, une armoire, et ménagée dans le plancher, une baignoire en métal émaillé.

Enfin la cuisine contient 2 fourneaux chauffés à la vapeur, une table, un buffet et un évier double.

La voiture est chauffée à la vapeur, éclairée à l'électricité par accumulateurs, et munie de ventilateurs torpilles. La provision d'eau nécessaire aux W. C., aux toilettes, à la baignoire et à la cuisine est contenue dans une caisse reposant sur les tirants horizontaux formant l'armature du châssis.

Fig. 84. — VOITURE-SALON DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



Voiture-salon à 3 essieux de l'Etat autrichien, construite par les *Etablissements Ringhoffer*, à Smichow (N° 3).

Cette voiture comprend à une extrémité une vérandah occupant toute sa largeur, puis, s'ouvrant sur un couloir latéral, un salon, un demi-compartiment de 1^{re} classe et un compartiment de 2^e classe (Fig. 84).

Entre la vérandah et le salon se trouvent un lavabo et un water-closet; un autre water-closet avec toilette est disposé à l'extrémité du couloir.

Dans le couloir une porte sépare le salon des compartiments ordinaires.

Les parois de la vérandah sont ornées de frises en chêne; au-dessous des fenêtres, les marqueteries sont en érable et en palissandre; les panneaux supérieurs sont en drap gris. Le plafond forme une sorte de coupole tendue de linoléum peint. L'ameublement se compose d'une table ovale en chêne, de 2 fauteuils et de 2 petites chaises en osier. Sur la paroi située du côté des compartiments se trouvent le radiateur de chauffage, au-dessus de celui-ci une table de

cheminée, une glace, et de chaque côté, des consoles avec vases de fleurs. Le plancher est recouvert d'un tapis damassé gris.

De cette vérandah une porte s'ouvre dans le cabinet de toilette, une autre sur le couloir. Le cabinet de toilette contient un meuble en chêne présentant à sa partie supérieure une tablette en marbre de Vérone avec cuvette en porcelaine à bascule. A la paroi est fixé un miroir biseauté avec monture en bronze. Le water-closet, qui s'ouvre sur le couloir, comporte une cuvette en faïence à chasse d'eau, avec couvre-siège en chêne à contre-poids. Les parois et le plafond de la toilette et du water-closet sont tendus de linoléum peint en gris blanc et orné d'une bordure de couleur d'or.

Le salon comprend 2 sièges transversaux dont le dossier peut se rabattre de façon à constituer un lit, 2 petites tables et 2 tabourets. Les parois sont garnies jusqu'à hauteur de l'appui des fenêtres d'un tapis à dessins sur fond brun, au-dessus de marqueteries en bois clair encadrant des panneaux en étoffe de soie couleur jaune d'or. Le plafond est polygonal, en érable avec incrustations de nacre et de palissandre.

Le revêtement des sièges est en reps jaune d'or orné de broderies; les meubles sont en palissandre. Un rideau de séparation peut être tendu pour la nuit transversalement entre les 2 lits; il est comme les sièges en soie jaune garnie de broderies.

La décoration du compartiment de 1^{re} classe consiste en panneaux de soie gris-vert avec encadrements de noyer. Le milieu du plafond est en érable, les frises sont recouvertes de lincrusta peinte. Le siège et son dossier réversible sont garnis en étoffe couleur olive.

Dans le compartiment de 2^e classe, les sièges sont en drap gris-rouge, et les tapisseries en lincrusta grise à dessins. Le plafond est en lincrusta à petits points, avec frises décorées. Les moulures sont en noyer.

Voiture-salon à 2 essieux des Chemins de fer de l'Etat italien, construite par les Officine Diatto de Turin (N^o 4) (Fig. 85).

La caisse de cette voiture a un châssis propre qui repose sur le châssis principal par 4 ressorts à lames combinés avec des ressorts hélicoïdaux; les boîtes ont un jeu transversal de 10^{mm} et un jeu longitudinal de 22^{mm},5.

La partie centrale est occupée par un salon prenant toute la largeur, et meublé de 2 canapés transformables en lits, 2 fauteuils, 2 chaises, 1 table en acajou à abattants; sur les radiateurs est disposée une tablette en marbre rose; au plafond sont fixés 2 lustres de 5 lampes électriques.

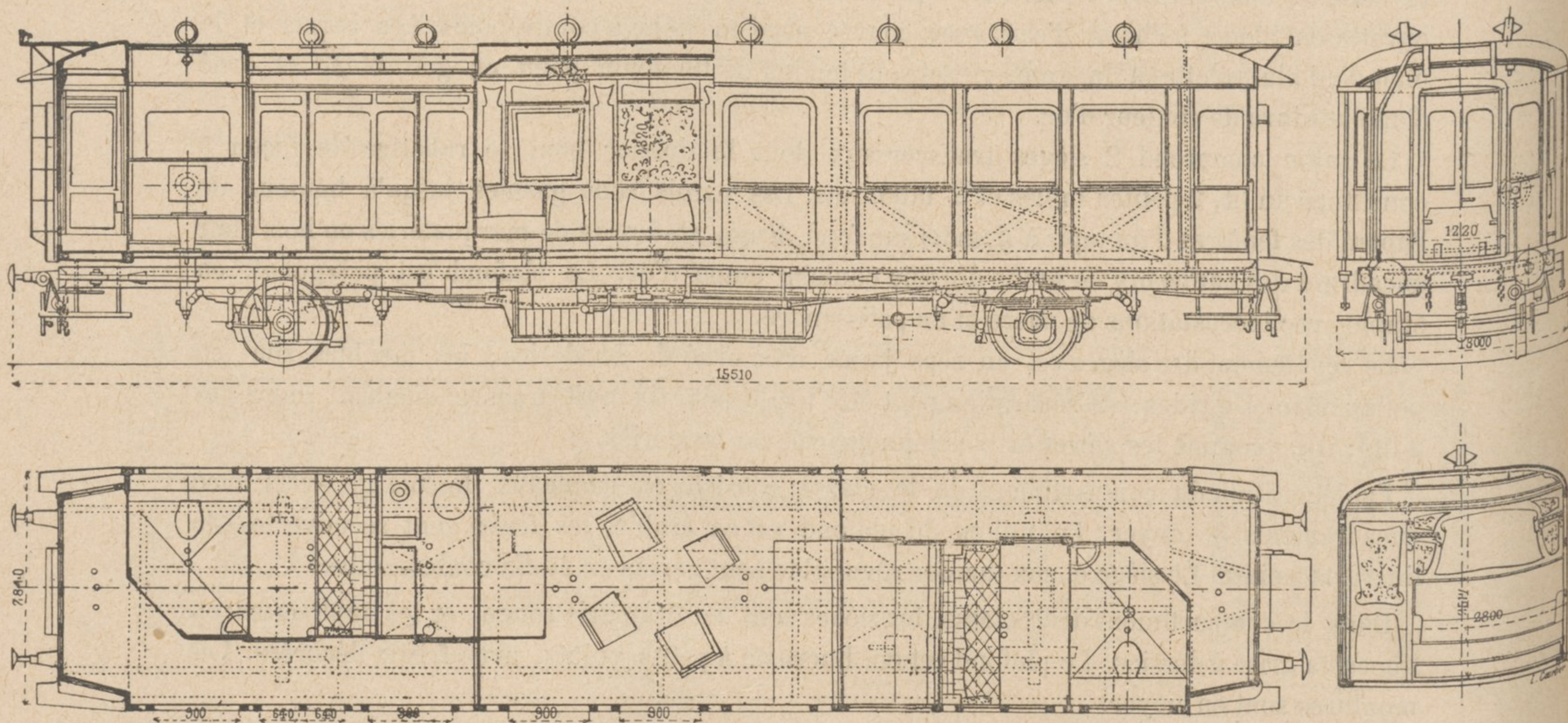
Le garnissage des parois et des sièges est en drap bleu azur agrémenté de broderies blanc argent; le plafond et les frises sont en carton peint et décoré, à fond gris bleu, ornementé de moulures en acajou à formes tourmentées art nouveau. Le plancher est recouvert de moquette bleu azur. Au-dessus de chaque canapé se trouve une glace biseautée découpée suivant des contours irréguliers; deux petites tablettes étagères garnies de galeries en laiton ajouré sont disposées de chaque côté. Les rideaux des fenêtres sont en soie bleue.

A droite à gauche de cette pièce, à 2 angles opposés, s'ouvrent 2 petits couloirs latéraux desservant l'un, un office, un coupé avec canapé-lit et un cabinet de toilette, l'autre un compartiment de service, un compartiment à canapés-lits et un cabinet de toilette. Le plancher des couloirs est revêtu de moquette bleue; le plafond est en loréid gris bleu; le garnissage des parois est en érable teinté gris avec appliques d'acajou art nouveau.

Les coupés, garnis en drap bleu, présentent comme décoration, au-dessus du canapé, 2 petites

galeries et entre elles une pendule ; en face, une glace ; ils disposent en outre d'une table mobile en acajou garnie de drap bleu ; les portes sont aussi garnies intérieurement de drap de même couleur sur molleton.

Fig. 85. — VOITURE-SALON DE L'ÉTAT ITALIEN.



Les cabinets de toilette sont garnis en érable gris comme le couloir.

L'office comprend un buffet à 2 corps avec planche de cuisine à coulisse, un réservoir d'eau, une cheminée, une cuvette métallique à bascule, un réchaud à alcool et une armoire.

2° VOITURES-LITS ET VOITURES-RESTAURANTS.

La Compagnie internationale des Wagons-Lits et des Grands Express Européens exposait 4 voitures à bogies :

1° Voiture-restaurant à 4 essieux, construite par les *Etablissements Ringhoffer* de Smichow (N° 5) ;

2° Voiture-restaurant à 4 essieux, construite par les ateliers de *Nesselsdorf* (N° 6) ;

3° Voiture-restaurant à 6 essieux, construite par la *Compagnie générale de Constructions de St-Denis* (N° 7) ;

4° Voiture-lits à 4 essieux, type mixte Wagons-lits et Pullmann, construite par les *Officine Meccaniche* de Milan (N° 8).

Nous renverrons, pour la disposition générale des voitures de la Compagnie internationale des Wagons-Lits, à l'article de M. Gain sur le matériel de cette Compagnie exposé à Liège en

Fig. 86. — VOITURE-LITS, TYPE MIXTE WAGONS-LITS ET PULLMANN, DE LA C^{ie} INTERNATIONALE DES WAGONS-LITS.

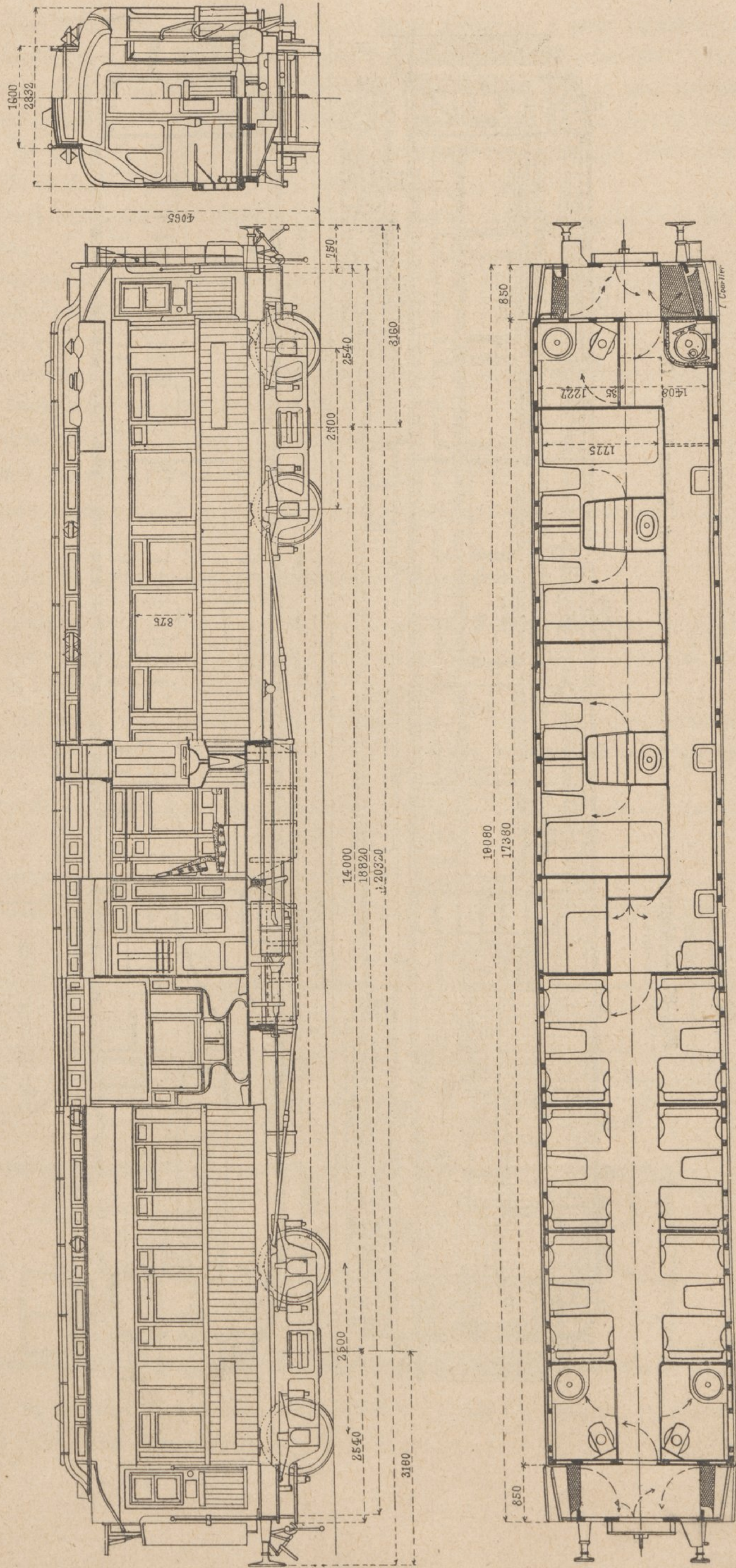
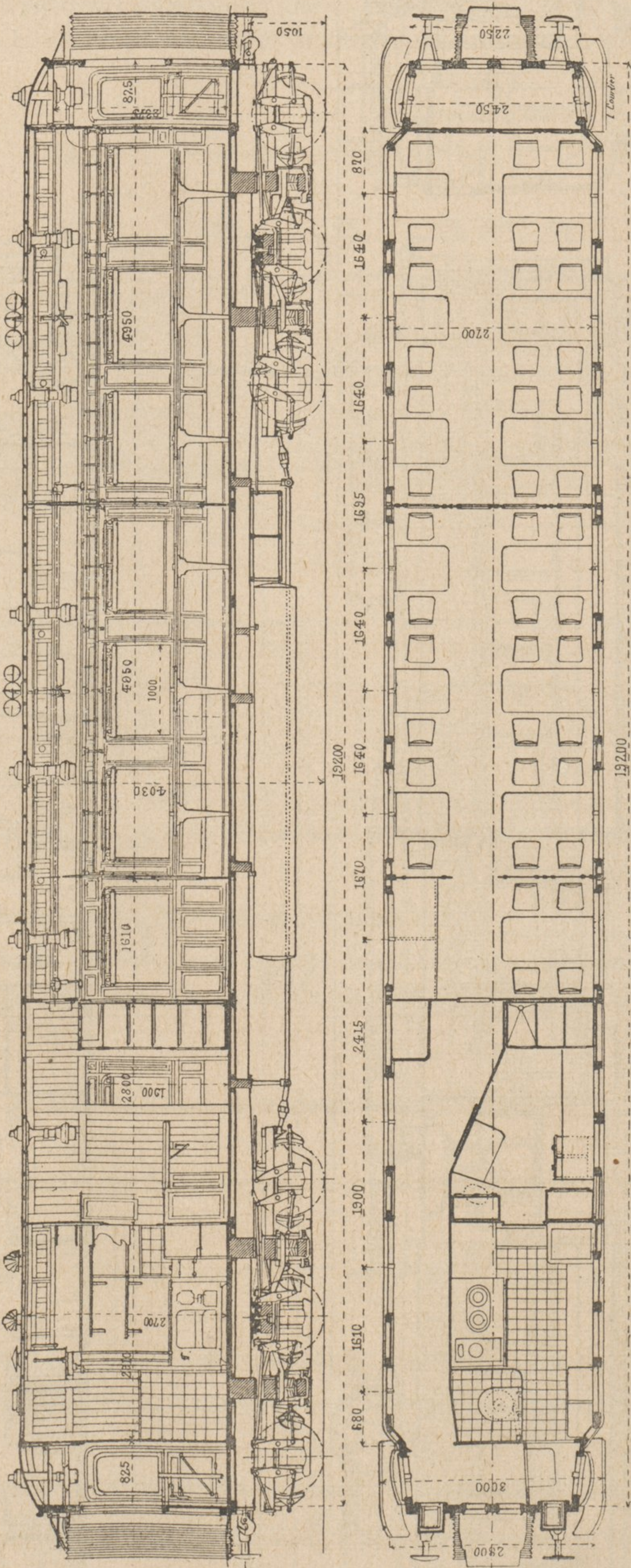


Fig. 87. — VOITURE-RESTAURANT DE LA DEUTSCHE EISENBAHN-SPEISE WAGEN G.



1905, paru dans le numéro de mars 1906 de la *Revue Générale* ; nous signalerons toutefois une particularité de la voiture-lits construite par les *Officine Meccaniche* : destinée plus spécialement au service de nuit entre Rome et Palerme, elle est étudiée pour satisfaire simultanément aux désirs des voyageurs du Continent qui recherchent les lits par compartiments séparés et de ceux du Midi de l'Italie qui préfèrent la disposition Pullmann à salon transformable en dortoir pendant la nuit ; elle comprend (Fig. 86) :

- 2 cabinets de toilette avec lavabo et W.-C. disposés symétriquement à l'une des extrémités de la voiture ;
- un grand salon à 12 places assises pour le jour, et 12 lits système Pullmann, placés dans le sens longitudinal et superposés 2 à 2 pour la nuit ;
- un office ;
- 4 compartiments à 2 places avec cabinet de toilette commun à 2 compartiments ;
- un cabinet de toilette avec lavabo et W.-C. ;
- une cabine pour le chauffage au thermo-siphon.

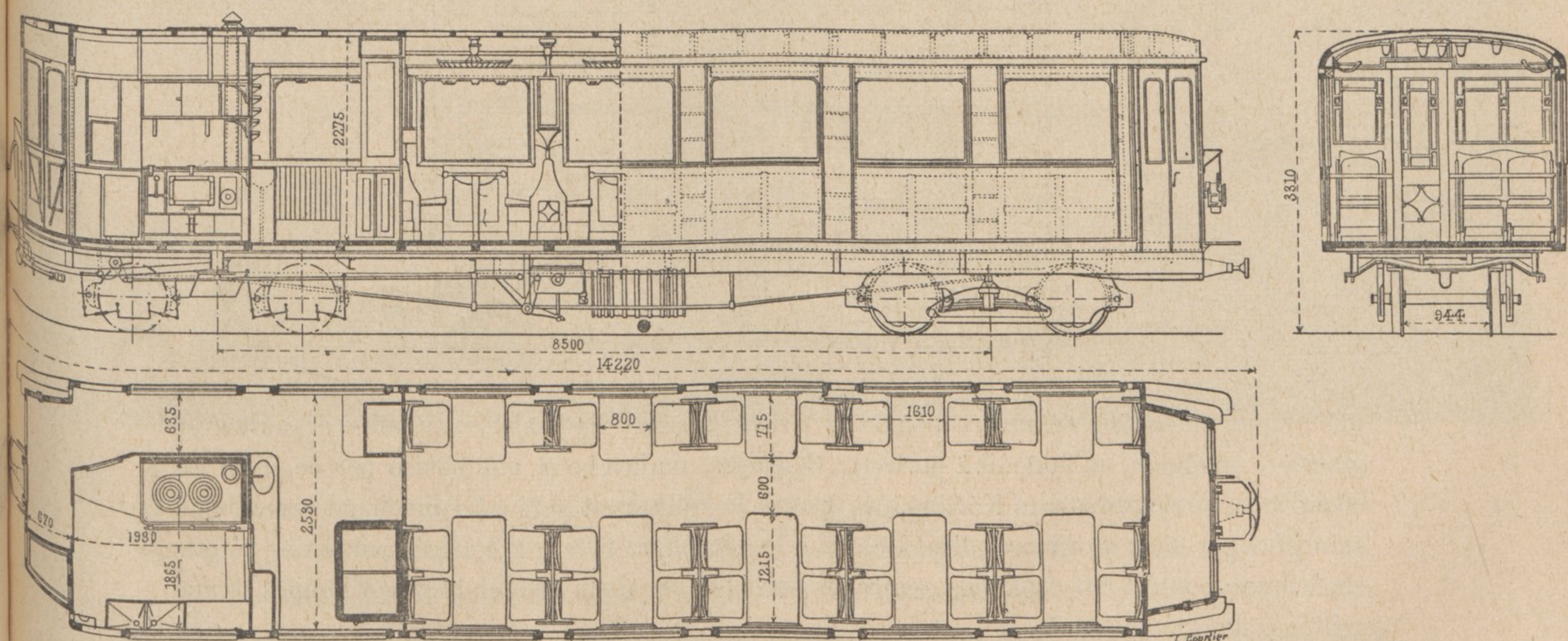
D'autre part, dans la section allemande figuraient :

- 1 *voiture-restaurant* (Fig. 87) de la *deutsche Eisenbahn-Speisewagen G.*, à 40 places (n° 9) et
- 1 *voiture-lits* de l'Etat prussien, à 20 lits (n° 10).

Ces deux voitures sont montées sur bogies à 3 essieux et construites par les Etablissements *Van der Zypen et Charlier*, de Cologne ; elles rappellent par leur disposition générale, les voitures de la Compagnie Internationale des Wagons-lits.

Signalons enfin une *voiture-restaurant* à 2 bogies pour voie d'un mètre construite par les Etablissements *Ringhoffer* de Smichow (N° 11). Cette voiture est remarquable par une

Fig. 88. — VOITURE-RESTAURANT DU CHEMIN DE FER DE MONTREUX A L'OBERLAND BERNOIS.
(Voie d'un mètre).



recherche toute spéciale dans sa décoration intérieure ; elle est destinée au chemin de fer de Montreux à l'Oberland bernois (Fig. 88).

II. — Voitures pour le transport des malades et des blessés.

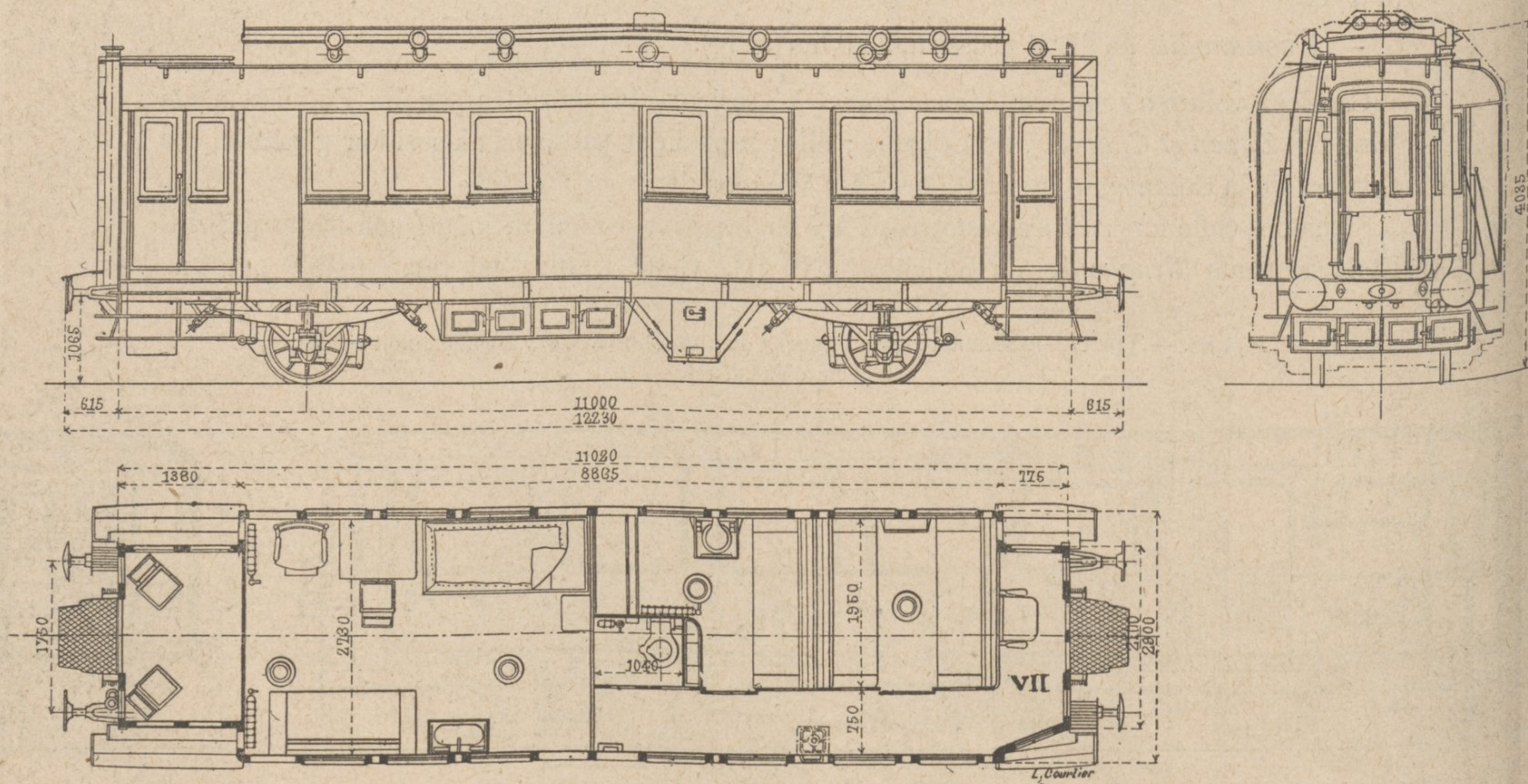
1^o VOITURES POUR LE TRANSPORT DES MALADES.

L'État hongrois exposait une luxueuse voiture à 2 essieux (Fig. 89) aménagée spécialement pour le transport d'un malade et du personnel attaché à son service, construite par les *Etablissements Ganz* de Budapest (N^o 12).

D'un côté se trouve une antichambre, à portes d'accès à double battant de dimensions suffisantes pour laisser passage à une civière ; dans le plafond de cette antichambre est ménagée d'ailleurs une armoire où se remise une civière pliante en fer.

De là on passe dans la chambre à coucher, qui occupe toute la largeur de la voiture et s'étend sur une longueur de 4 mètres ; son ameublement consiste en un lit en cuivre jaune à sommier

Fig. 89 a. — VOITURE POUR LE TRANSPORT D'UN MALADE (ÉTAT HONGROIS).



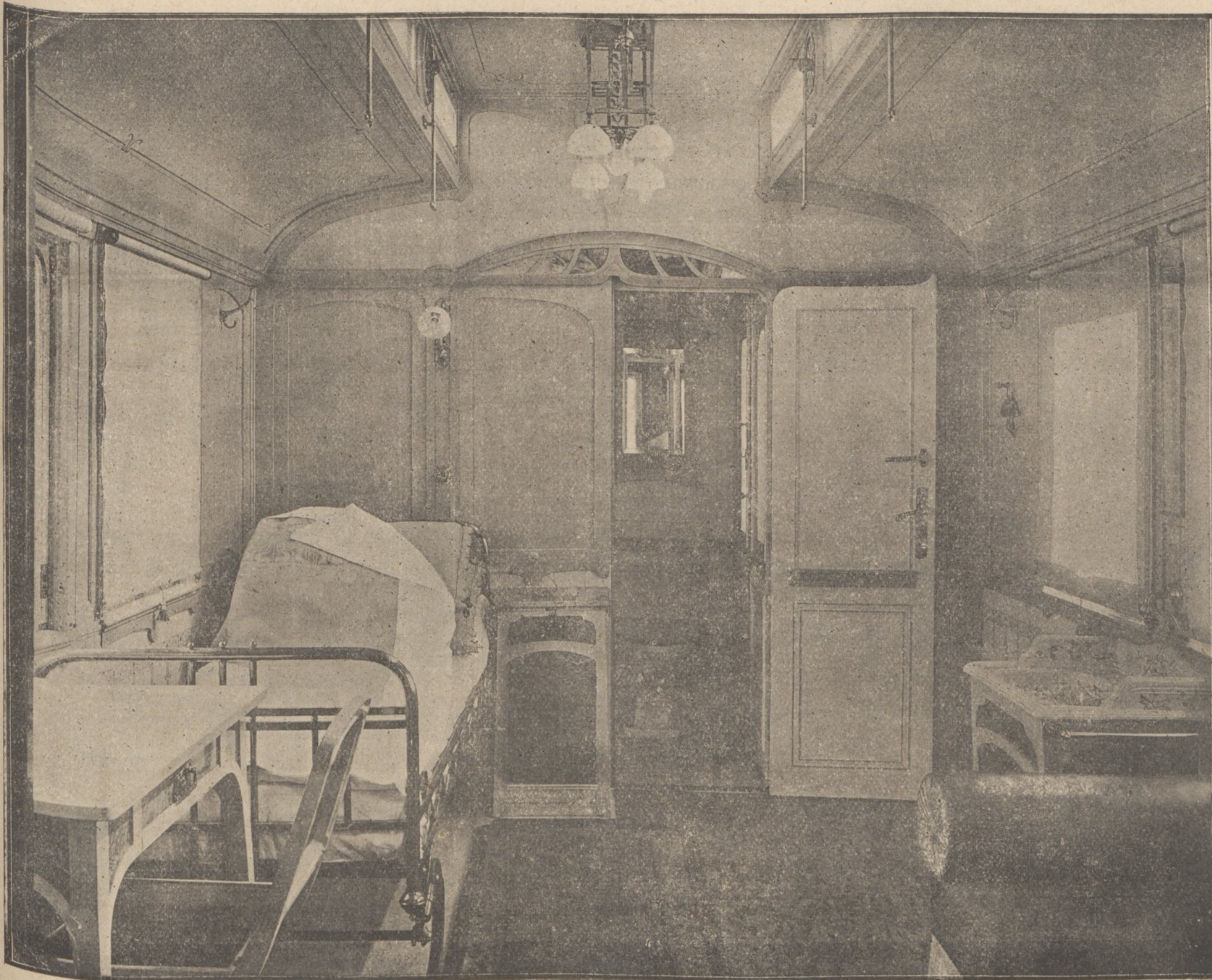
métallique, un canapé recouvert de cuir avec matelas pour l'infirmier, une table de nuit avec glacière, une table, un fauteuil à porteurs, 3 chaises, un lavabo et une chaise percée. Elle est chauffée par trois radiateurs Körting, ou, quand la voiture est isolée, à l'air chaud venant d'un calorifère par deux ouvertures disposées dans le plancher. Elle est éclairée par trois lampes électriques montées sur appliques contre les parois et par deux candélabres à 4 lampes et une veilleuse fixés au plafond.

Près du lit, une porte donne accès à un water-closet dont les parois sont complètement revêtues de tôle peinte en blanc. Une autre porte s'ouvre sur un couloir latéral qui dessert : le

water-closet, le coupé du médecin et le compartiment réservé aux personnes d'accompagnement du malade. Dans ce couloir, se trouve le signal d'alarme Westinghouse et à vide, un petit réchaud à gaz, et un siège pour l'agent de service.

Le compartiment du médecin comprend un siège recouvert de cuir rouge et transformable en lit, une armoire pour les médicaments et instruments divers, et, sur la paroi latérale, à

Fig. 89 b. — VOITURE POUR LE TRANSPORT D'UN MALADE (ÉTAT HONGROIS) (Vue intérieure).



rabattement, une cuvette et une table. Au-dessus du dossier se trouve une grande glace biseautée ; une autre, plus petite, est fixée à la paroi latérale au-dessus de la cuvette.

Le compartiment voisin contient 2 canapés-lits, 2 grandes glaces et un lavabo.

Dans le couloir et sur les portes le revêtement est, au-dessous de la cimaise, en linoléum peint en vert, au-dessus de la cimaise, en pégamoïd vert. Le plafond est en pégamoïd blanc. Les frises et les corniches sont en noyer poli naturel.

Dans la chambre à coucher les boiseries sont en érable blanc ; les tentures verticales en pégamoïd bleu clair ; le plafond est revêtu de pégamoïd blanc décoré.

Les boiseries des compartiments sont en cerisier poli naturel, et les tentures en pégamoïd bleu clair.

Le plancher de toute la voiture est en “ doloment ”, sorte d'amianté qui, réduite en pâte, forme un revêtement uni et lisse, bon isolant et d'un lavage facile. Dans la grande pièce où il arrive jusqu'à la cimaise, il est blanc ; partout ailleurs il est gris foncé. Il est recouvert seulement d'un linoléum, bleu moiré sur fond blanc dans la chambre à coucher, vert dans les autres locaux.

Toutes les fenêtres des parois longitudinales sont doubles ; en été, les fenêtres intérieures peuvent être remplacées par des persiennes en bois.

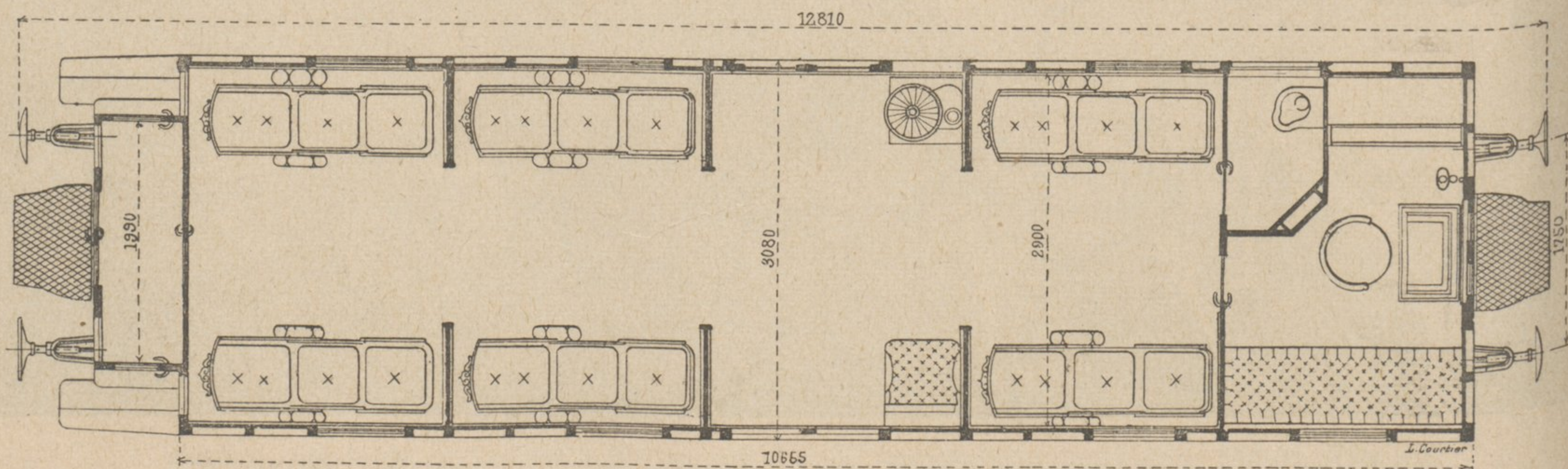
La voiture, prévue pour le service international, est intercommunicante, avec conduites de freins Westinghouse et à vide et conduite de vapeur. L'éclairage est assuré par des accumulateurs ; elle porte en outre 2 réservoirs à gaz pour le réchaud de cuisine, et un poêle à coke pour le chauffage à l'air chaud pour le cas où le train ne serait pas équipé des organes de chauffage à la vapeur.

De son côté l'Etat prussien exposait une voiture de 3^e classe dont 2 compartiments peuvent être transformés en une seule salle aménagée pour le transport d'un malade. Cette voiture sera décrite plus loin, parmi les véhicules de service courant.

2^o VOITURES DE SECOURS POUR BLESSÉS EN CAS D'ACCIDENT DE CHEMIN DE FER.

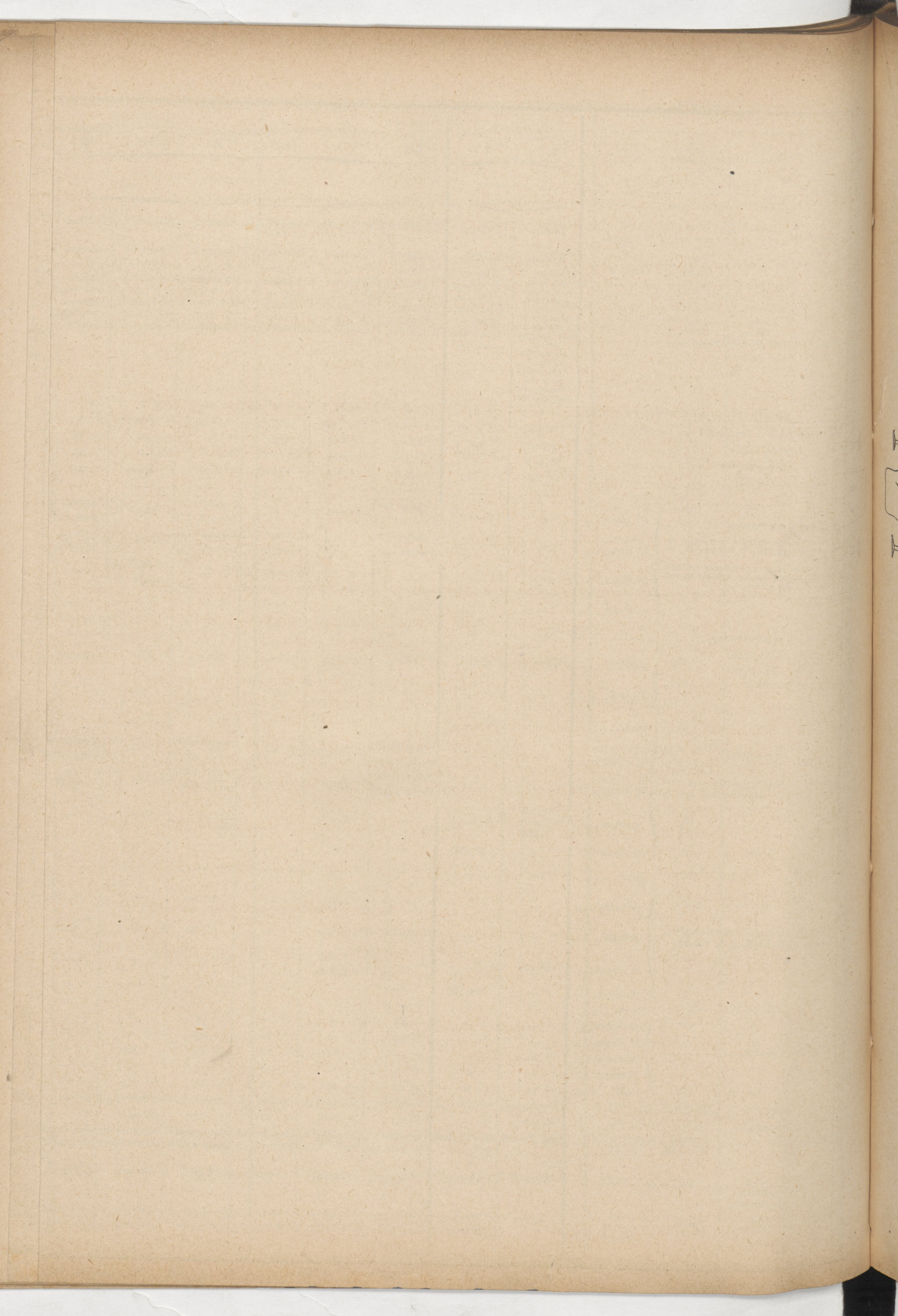
Etat hongrois. — La voiture de secours de l'Etat hongrois (N^o 13) est à 3 essieux, intercommunicante. Par des portes centrales à deux battants on accède dans une grande chambre

Fig. 90. — VOITURE DE SECOURS DE L'ÉTAT HONGROIS.



occupant toute sa largeur et divisée par des cloisons partielles en 4 travées ; cette chambre comprend 6 lits disposés dans le sens longitudinal, un fauteuil pour l'infirmier et une armoire. A une extrémité de la voiture se trouve le compartiment du médecin, avec lit, fauteuil d'opération, armoire à médicaments et cabinet de toilette (Fig. 90).

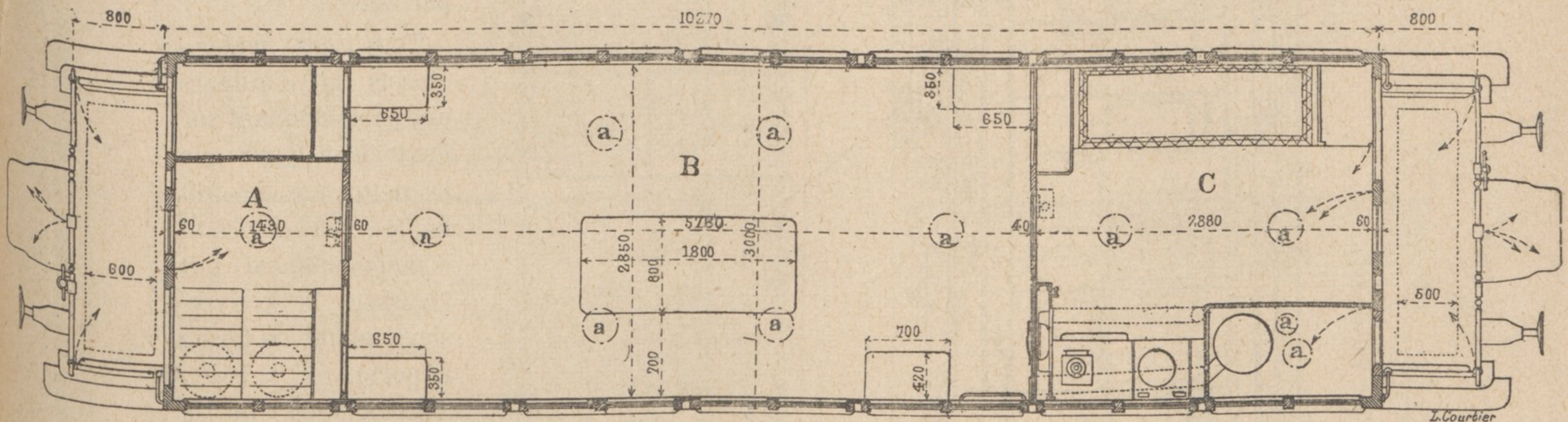
Etat prussien. — La voiture prussienne est à 2 essieux, avec terrasses aux extrémités (n^o 14) ;



l'entrée se fait par ces terrasses. Elle comprend 1 salle d'opération, un water-closet et une chambre à 8 lits disposés dans le sens longitudinal et superposés 2 à 2.

Etat italien. — Dans l'établissement de la voiture sanitaire de l'Etat italien (n° 15) on a eu en vue moins le transport des blessés que l'organisation de secours médicaux immédiats et satisfaisants pour certaines lignes de l'Italie centrale et de l'Italie méridionale où les villes de quelque importance sont éloignées les unes des autres ou ne sont pas proches des stations.

Fig. 91. — VOITURE DE SECOURS DE L'ÉTAT ITALIEN.



Cette voiture, qui ne constitue pas encore d'ailleurs un type définitivement arrêté, résulte de la transformation d'une voiture de 3^e classe à terrasses pour services économiques.

Elle est divisée en 4 compartiments (Fig. 91).

Le premier sert de vestibule ; il est meublé de grandes armoires latérales renfermant 12 brancards pliants à châssis métalliques, des matelas, des appareils pour fractures, des bonbonnes d'eau distillée et de solutions diverses.

Le deuxième est une salle d'opération ; les parois et le plafond en sont peints en blanc et vernis ; elle comprend 6 armoires d'appareils chirurgicaux et d'ingrédients pharmaceutiques, des boîtes de secours, des lavabos, irrigateurs, 2 tables pliantes, une table fixe, des sièges, et un lit d'opération.

Le troisième est un laboratoire, avec lavabo, fourneau à gaz, caisses de linge, garde-robe, glacière et un lit fixe.

Le dernier enfin est réservé au poêle type Meidinger pour le chauffage à l'air chaud de la salle d'opération.

Les fenêtres sont munies de 2 châssis fixes, mais au-dessus des portes sont disposés des ventilateurs qui assurent à l'occasion un abondant courant d'air.

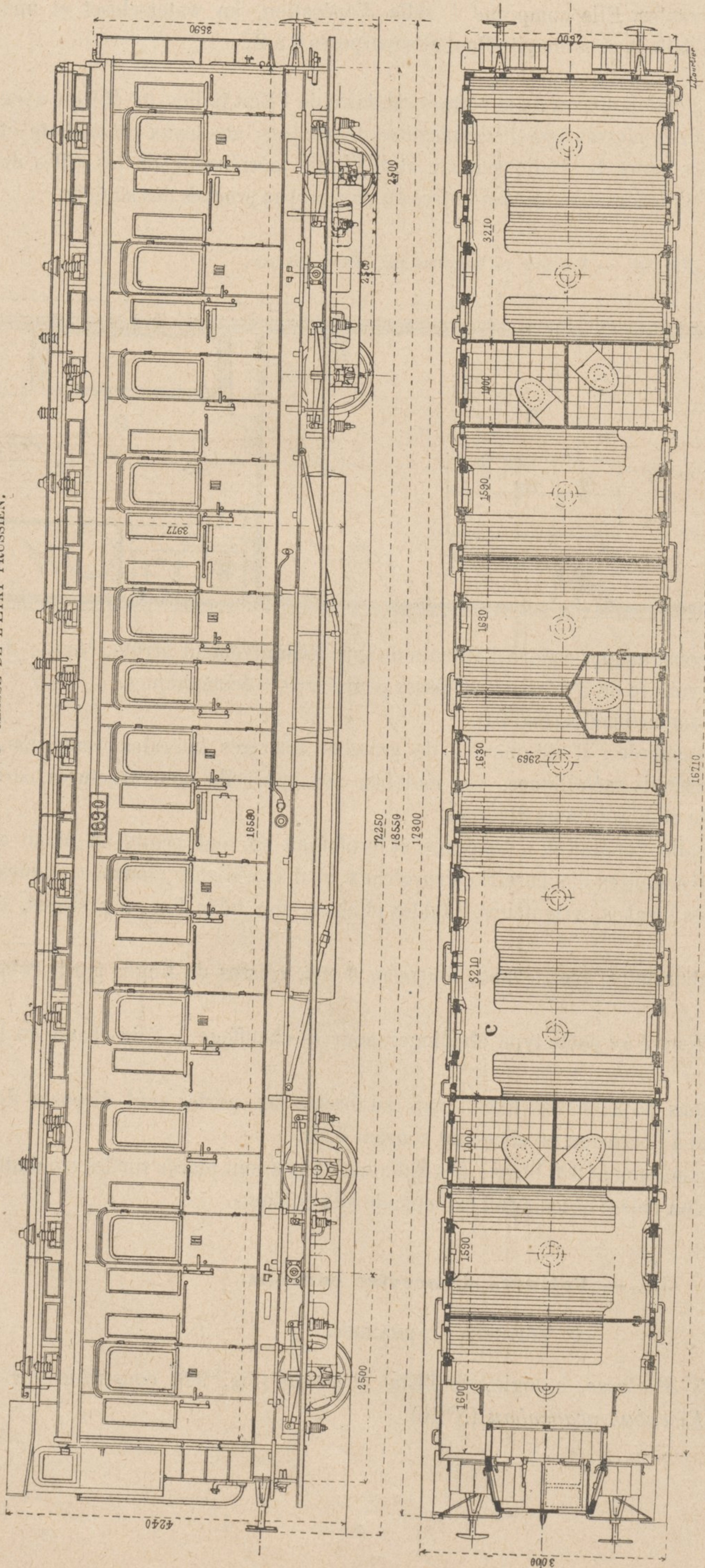
Les réservoirs d'eau contiennent 800 litres ; des radiateurs à gaz sont placés sur les conduites des lavabos de façon qu'on puisse obtenir de l'eau chaude aux robinets.

III. — Voitures de service courant.

1^o VOITURES ALLEMANDES.

Voiture à bogies de 3^e classe, à vigie, de l'Etat prussien (Fig. 92), construite par la Breslauer A. G. für Eisenbahnwagenbau (N° 16).

Fig. 92. — VOITURE A BOGIES DE 3^e CLASSE DE L'ÉTAT PRUSSIEN.



Cette voiture, à intercirculation partielle, comprend 9 compartiments et 5 water-closets disposés de telle sorte qu'on puisse avoir accès à l'un d'eux de l'un quelconque des compartiments.

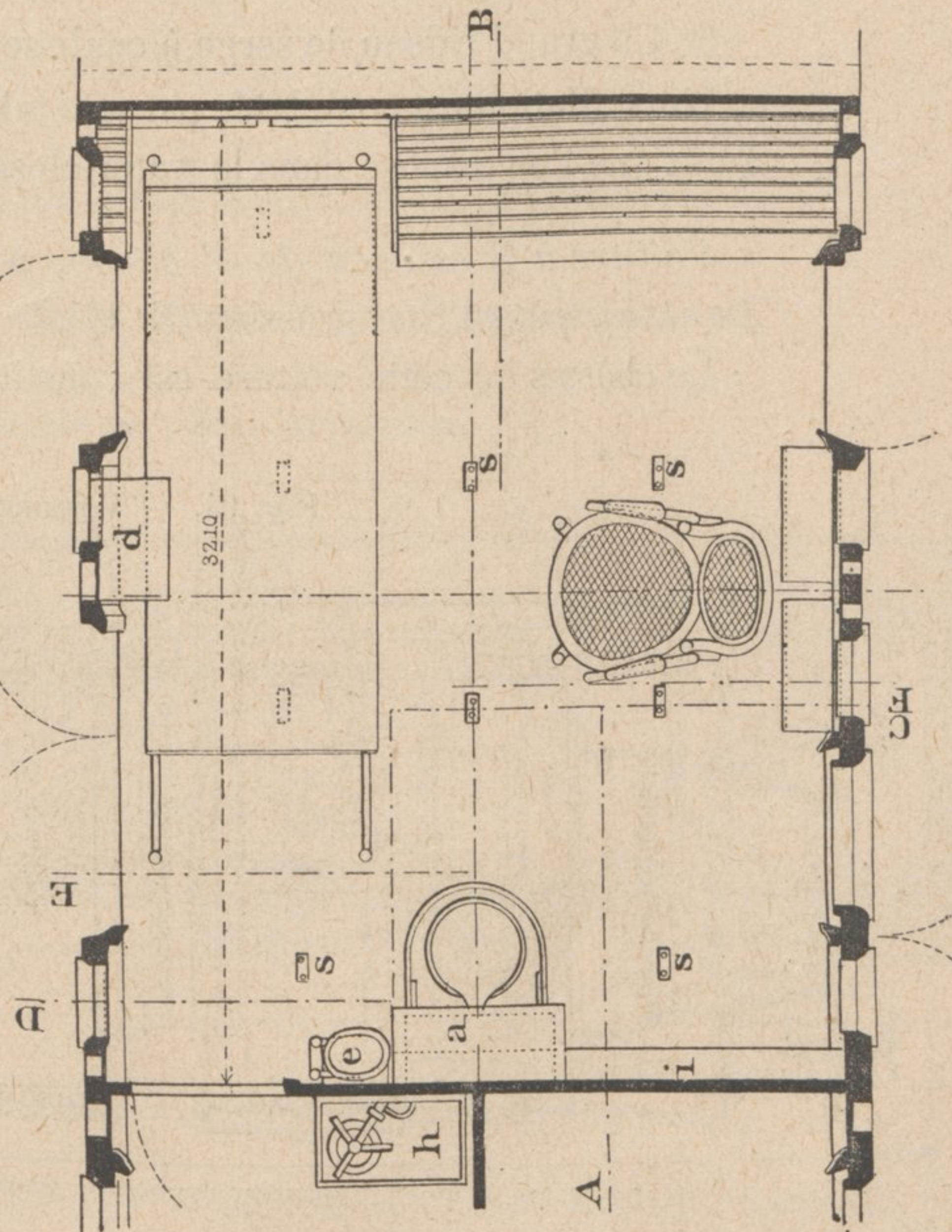
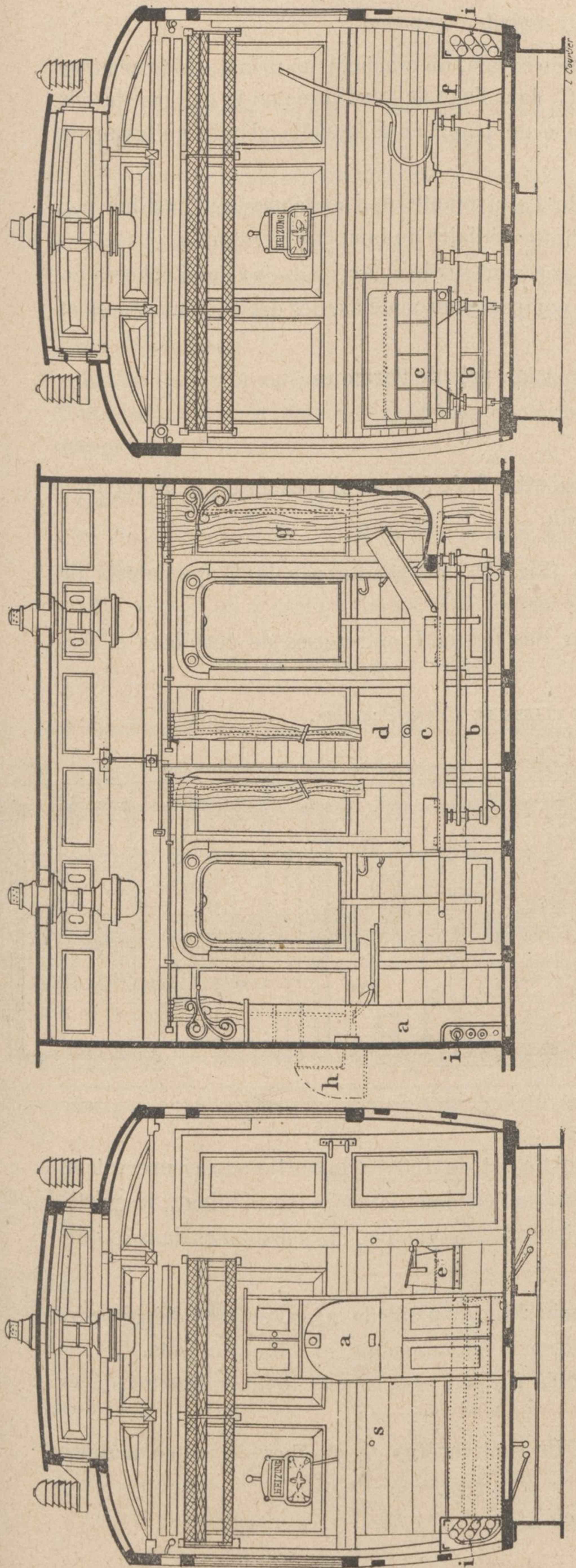
Tous ces water-closets ont d'ailleurs une porte donnant sur l'extérieur pour que le nettoyage en soit facile; un dispositif d'enclenchement fait abaisser le couvre-siège quand on ferme la porte.

Le châssis de la voiture est équilibré par des masses additionnelles qui en adoucissent les oscillations pendant la marche.

2 compartiments voisins ont reçu une disposition spéciale permettant leur transformation rapide en une chambre de malade (Fig. 93).

On enlève les bancs de ces compartiments en retirant les vis qui les fixent aux dossiers et aux pieds, et on les fait passer par les portes du compartiment C; ces portes sont en deux parties; complètement rabattues elles laissent une ouverture de 1^m suffisante pour le retrait des bancs et l'entrée de la civière.

Fig. 3. — TRANSFORMATION DE 2 COMPARTIMENTS DE LA VOITURE DE 3^e CLASSE DE L'ÉTAT PRUSSIEN EN UNE SALLE AMÉNAGÉE POUR LE TRANSPORT D'UN MALADE.



LÉGENDE.

- a armoire avec toilette.
- b chassis de la civière.
- c civière.
- d table.
- e arrosoir.

- f fauteuil.
- g rideau.
- h réchaud à gaz.
- i radiateurs.
- s appliques de fixation des sièges amovibles.

L'équipement du compartiment aménagé pour malade comprend :

1^o Une armoire *a*, renfermant une toilette, une carafe, un crachoir, un urinal. Cette armoire se place près du water-closet du compartiment C, dans l'axe de la voiture ; on la fixe par des vis à la paroi, après avoir retiré une petite trappe du plancher à laquelle aboutit un tuyau de décharge pour les eaux ;

2^o Un châssis pour la civière, monté sur roulettes pivotantes en caoutchouc, et constitué par 2 cadres en bois reposant l'un sur l'autre par l'intermédiaire de tampons à ressorts ;

3^o Une civière, avec brancards amovibles, reposant sur le châssis par des demi-sphères en caoutchouc. Elle est à sommier métallique, et comporte un matelas, des draps, couvertures et oreillers ;

4^o Un arrosoir, qui se place sur un support spécial, près de l'armoire ;

5^o Un fauteuil à roulettes ;

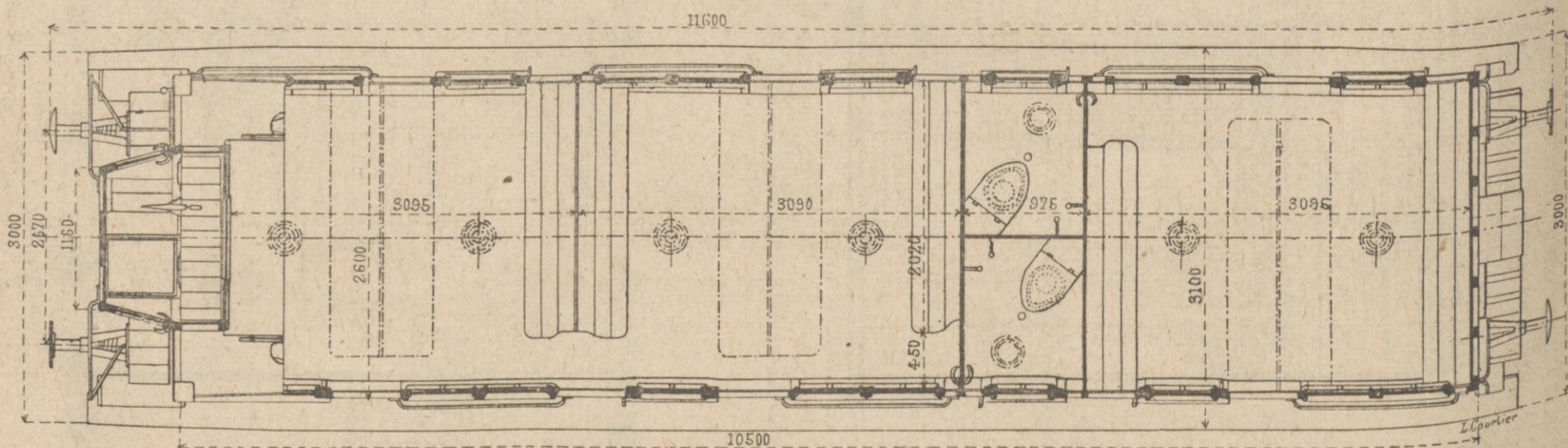
6^o Un grand rideau de serge à coulisse.

L'installation est complétée par une table à rabattre fixée à la paroi près du lit, et un réchaud à gaz que l'on dispose dans le water-closet voisin.

Voiture à 3 essieux de 4^e classe, à vigie (Fig. 94), construite par la Wagonfabrik de Dantzig, pour l'État prussien (N^o 17).

Le châssis de cette voiture est constitué par des fers en U entretoisés de cornières et fers

Fig. 94. — VOITURE DE 4^e CLASSE DE L'ÉTAT PRUSSIE.



plats. Le plancher est double ; son épaisseur totale est de 100^{mm} ; la partie supérieure est en planches de 25^{mm} assemblées à rainures et languettes dans le sens longitudinal, la partie inférieure en planches de 20^{mm}, également à rainures et languettes, mais disposées dans le sens transversal.

Les parois latérales sont en pitchpin, en planches de 120 à 130 de large, et 13^{mm} d'épaisseur. La voiture comprend 3 compartiments, dont 2 sont communicants, et 2 water-closets.

Dans chaque compartiment se trouvent 6 mains d'appui et 2 bancs ; il y a en tout 26 places assises et 34 debout.

Les W.-C. ont des planchers en xylolith ; ils sont revêtus de plinthes de même matière encadrées dans des bandes de métal.

La voiture est éclairée au gaz, système Pintsch.

2^o VOITURES AUTRICHIENNES.

État autrichien. — Les 6 voitures de l'État autrichien sont toutes des voitures mixtes ; deux d'entre elles même ont les 3 classes.

Elles sont toutes intercommunicantes à couloir latéral, avec portes d'accès aux extrémités seulement ; certaines présentent simultanément la disposition par compartiments séparés et la disposition à l'américaine ; 3 sont à bogies, 2 à 3 essieux, 1 à 2 essieux.

La suspension des voitures à 3 essieux est constituée par des ressorts de grande flexibilité composés chacun de 2 ou 3 ressorts élémentaires réunis dans une même bride et articulés à leurs extrémités.

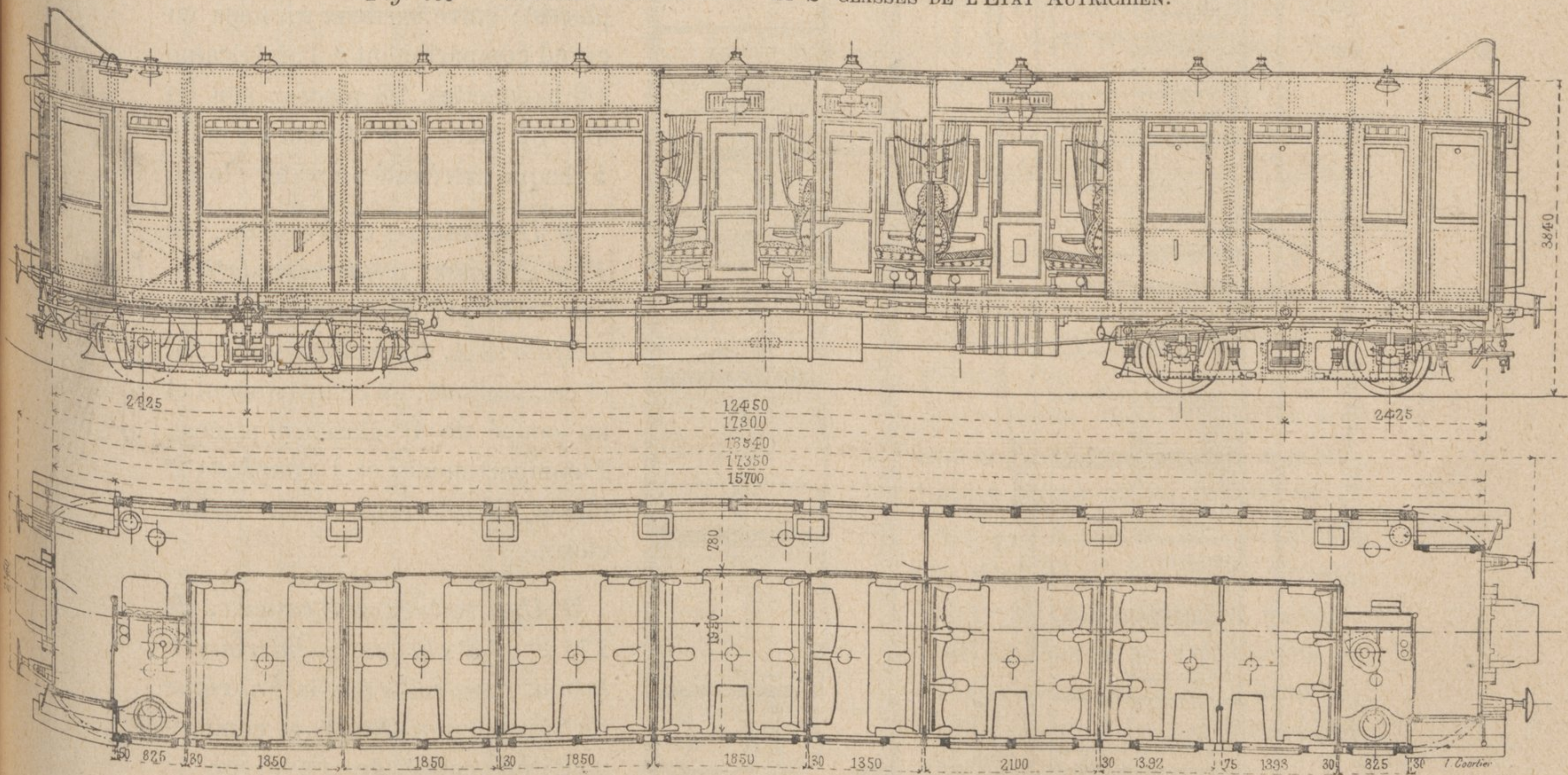
Toutes les voitures sont chauffées à la vapeur système Haag, éclairées au gaz riche par des lampes s'ouvrant de l'intérieur avec manchons d'incandescence, et munies du frein à vide automatique à action rapide.

Ce sont :

1^o Une voiture à bogies, de 1^{re} et 2^e classes, à intercirculation, construite par la *Nesselsdorfer Wagenbau Fabricks Gesellschaft* (N^o 18).

Elle comprend 1 compartiment et 2 coupés de 1^{re} classe (12 places), 4 compartiments et

Fig. 95. — VOITURE A BOGIES DE 1^{re} ET 2^e CLASSES DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



1 coupé de 2^e classe (36 places), et 2 compartiments de toilette. Tous les compartiments sont séparés (Fig. 95).

2^o Une voiture à bogies, de 1^{re}, 2^e et 3^e classes, à intercirculation, construite par les *Établissements Ringhoffer* de Smichow (N^o 19).

Au milieu se trouvent 2 coupés de 1^{re} classe séparés l'un de l'autre par une cloison avec

porte de communication coulissante à 2 battants (6 places); d'un côté, 2 compartiments de 2^e classe, indépendants (16 places); de l'autre, 2 compartiments de 3^e classe indépendants à

8 places chacun et 1 grand compartiment de 3^e classe ouvert sur le couloir à 6 banquettes, 28 places, soit 4 places par banquette extrême et 5 places par banquette intermédiaire (en tout 44 places de 3^e classe).

Enfin à chaque extrémité se trouve un compartiment de toilette (Fig. 96).

3^o Une voiture à bogies, de 2^e et 3^e classes, à intercirculation, construite par la *Fabrique de Simmering* (N^o 20).

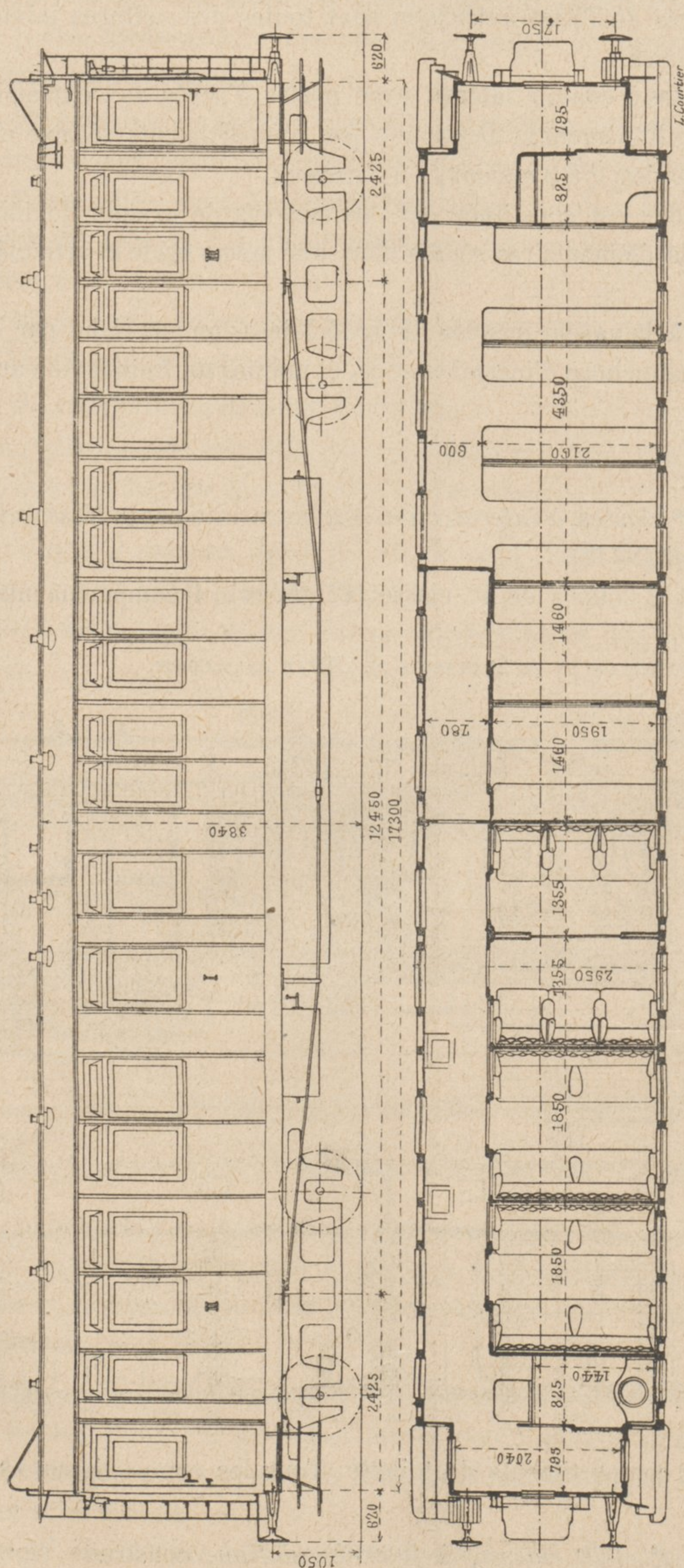
Elle comprend d'un côté 2 compartiments et 1 coupé de 2^e classe (20 places), de l'autre 3 compartiments fermés de 3^e classe (24 places); entre les deux groupes un grand compartiment à l'américaine à 6 banquettes, 28 places: soit en tout 52 places de 3^e classe; enfin à chaque extrémité un water-closet.

4^o Une voiture à 3 essieux, de 1^{re} et 2^e classes, à intercirculation, construite par la *Standinger Waggonfabrik A. G. de Vienne* (N^o 21), et comprenant: un compartiment et un coupé de 1^{re} classe (9 places), 2 compartiments et 1 coupé de 2^e classe (20 places), et un water-closet.

5^o Une voiture à 3 essieux, de 1^{re}, 2^e et 3^e classes, à intercirculation, construite par la *Fabrique de Simmering*. (N^o 22) et comprenant un coupé de 1^{re} classe (3 places), 1 compartiment de 2^e classe (8 places), 3 compartiments indépendants et un coupé de 3^e classe (35 places) et un water-closet.

6^o Une voiture à 2 essieux, de 1^{re} et 2^e classes, à intercirculation, construite par la *Grazer*

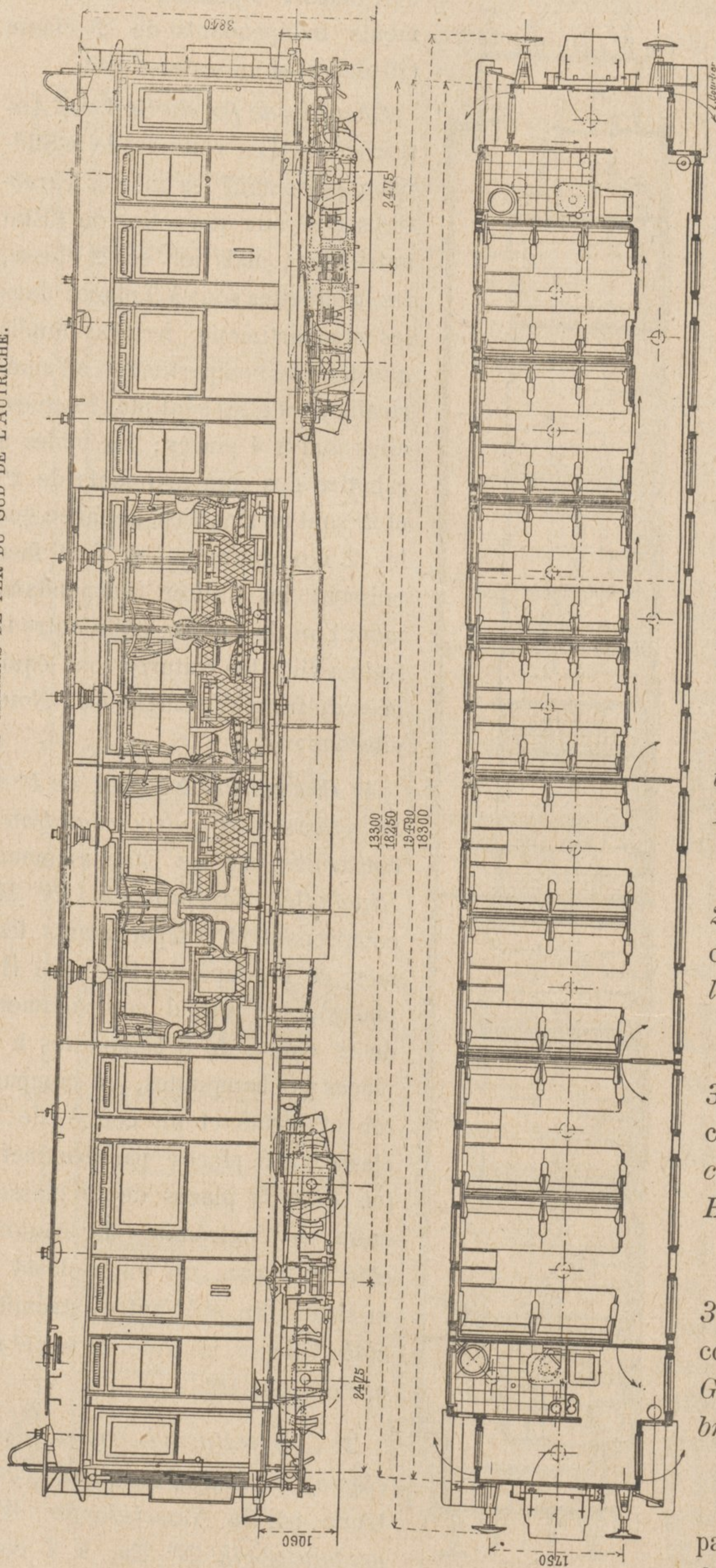
Fig. 96. — VOITURE A BOGIES DE 1^{re}, 2^e ET 3^e CLASSES DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



3° Une voiture à bogies, de 3^e classe, à intercirculation,

construite par la *Nesselsdorfer Wagenbaufabrik* (N° 26), à 4 compartiments fermés et un compartiment ouvert de 10 banquettes, (4 places par banquette) — en tout 72 places — et 2 W.-C. Les sièges sont en bois de hêtre (Fig. 99).

Fig. 98. — VOITURE A BOGIES DE 2^e CLASSE DES CHEMINS DE FER DU SUD DE L'AUTRICHE.



3° VOITURES BELGES.

L'Etat belge exposait 5 voitures :

1° Une voiture à bogies de 1^{re} classe, à intercirculation, construite par les Usines et Fonderies de *Baume et Marpent* (N° 27) ;

2° Une voiture à bogies, de 1^{re} et 2^e classes, à intercirculation, construite par la Société *Dyle et Bacalan* (N° 28) ;

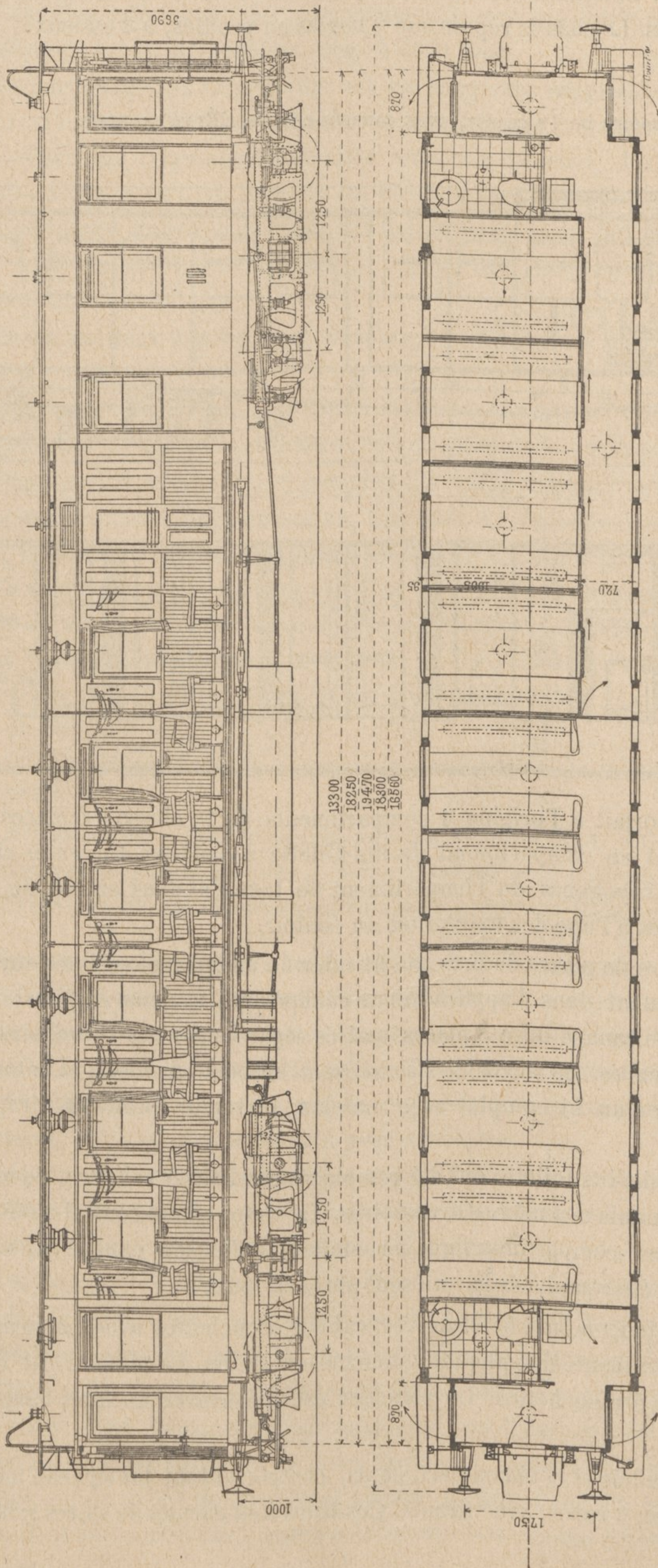
3° Une voiture à bogies, de 2^e classe, à intercirculation, construite par les *Ateliers Métallurgiques de Nivelles* (N° 29) ;

4° Une voiture à bogies, de 3^e classe, à intercirculation, construite par la *Compagnie centrale de Construction à Haine-St-Pierre* (N° 30) ;

5° Une voiture à 3 essieux, de 3^e classe, à intercirculation, construite par les *Ateliers Germain, à Monceau-sur-Sambre* (N° 31).

Ces voitures sont caractérisées par une recherche particulière du luxe et du confortable ; la voiture de la Société *Dyle et Bacalan* se distingue en outre par la forme de son châssis qui est

Fig. 99. — VOITURE A BOGIES DE 3^e CLASSE DES CHEMINS DE FER DU SUD DE L'AUTRICHE.



inspirée de la construction américaine, c'est-à-dire avec pièces résistantes rapprochées vers l'axe longitudinal, au lieu d'être reportées comme sur les voitures européennes vers les bords; ces longerons sont d'ailleurs constitués par des emboutis en forme de solides d'égale résistance, à larges ailes, dont le poids n'est que la moitié de celui d'un longeron en fer profilé armé.

Les voitures belges sont en général munies de l'éclairage électrique système Stone; l'une d'elles est équipée pour l'éclairage par le système l'Hoest et Pieper, avec dynamo placée sur la locomotive; elles ont le frein Westinghouse à action rapide avec réglage Chaumont.

Toutes les voitures exposées à Milan figuraient déjà à l'Exposition de Liège, et ont été décrites en détail par M. Schubert dans le N^o d'Août 1906 de la *Revue Générale*.

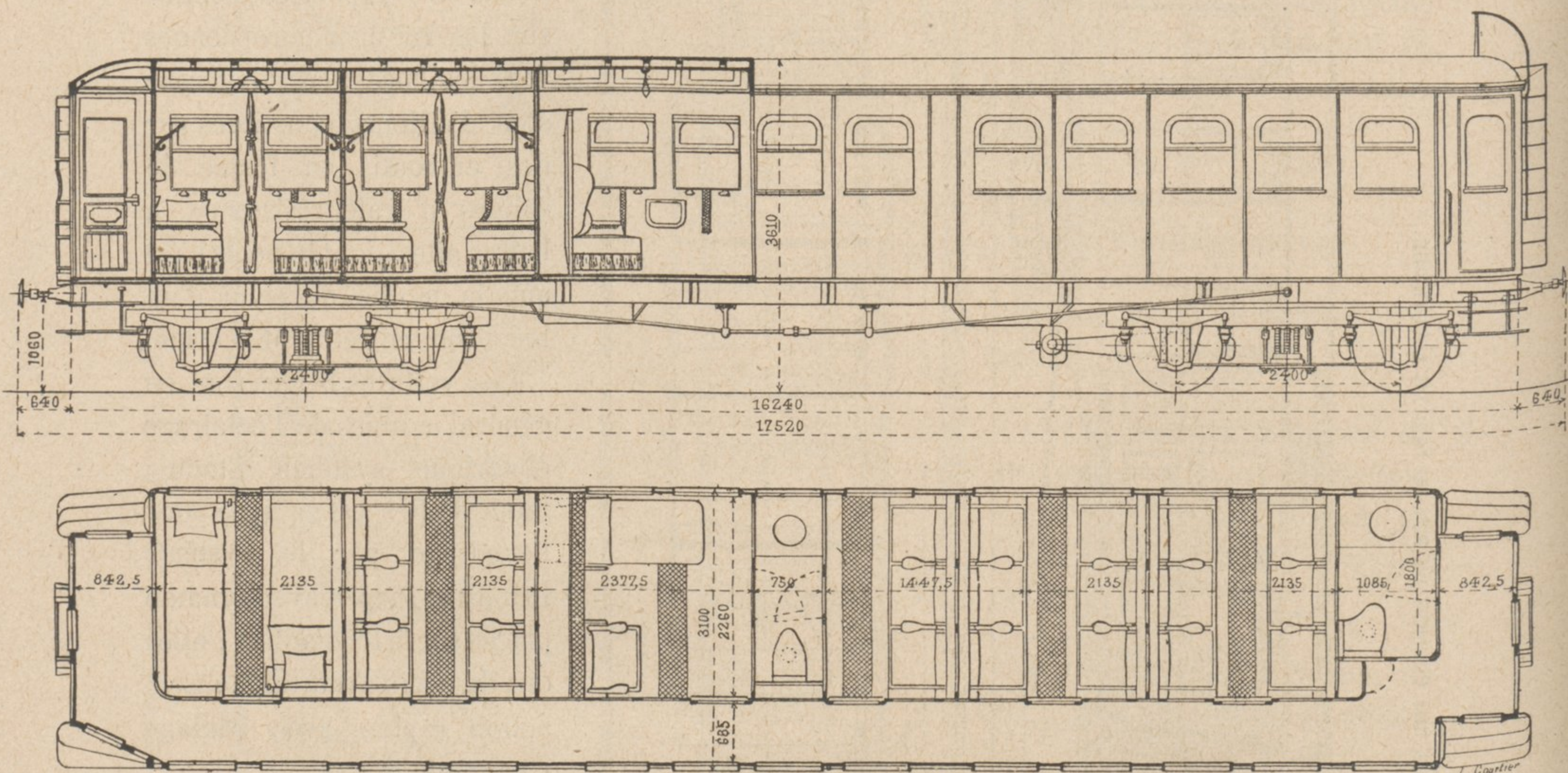
4^o VOITURES FRANÇAISES.

Etat français.— La voiture à 2 essieux, de 1^{re} et 2^e classes, à intercirculation, de l'Etat français, construite par la Société Dyle et Bacalan (N^o 32), figurait aussi à Liège et sa description détaillée a été donnée dans la *Revue Générale*.

Nous décrirons ici la *voiture à bogies, de 1^{re} classe, avec canapés-lits* (N^o 33) représentée Fig. 100.

La caisse de cette voiture est indépendante du châssis, dont les longerons sont constitués par des fers en I armés de tirants. Le châssis repose sur 2 bogies en profilés, à 2 essieux.

[Fig. 100. — VOITURE A BOGIES DE 1^{re} CLASSE, AVEC CANAPÉS-LITS DE L'ÉTAT FRANÇAIS.



Construite en 1889, elle comportait à l'origine 4 compartiments de 1^{re} classe à 6 places, un demi-compartiment à 3 places et un compartiment de lits-toilette à 3 places. Un water-closet avec toilette était réservé aux voyageurs du compartiment de luxe, et deux autres, de plus petites dimensions, étaient placés à l'une des extrémités du couloir.

En vue d'augmenter le nombre de places de luxe, on fit subir à l'aménagement intérieur une modification importante consistant dans l'application de canapés-lits système *Raygasse* à la place des anciens sièges. Chaque canapé offre 3 places assises séparées par des accoudoirs. En abaissant les dossiers de ces canapés, les accoudoirs s'abaissent automatiquement, et le tout se transforme par retournement en un lit complet avec matelas, traversin, oreillers, draps et couvertures.

En outre, les 3 anciens fauteuils-lits-toilette ont été remplacés par 2 lits à rabattre, de même largeur que les canapés-lits et munis des mêmes accessoires. Le water-closet central a été mis en communication avec le demi-compartiment qui ne contient qu'un seul canapé-lit, et les 2 autres cabinets de toilette ont été remplacés par un seul plus spacieux.

Le couloir est garni en acajou, monté à frises verticales à mouchettes avec panneaux à hauteur de la ceinture. Il est agrémenté d'appiques à doucines en saillie. Le plafond est constitué par des frises en sycamore à mouchettes. Le plancher est recouvert d'un tapis moquette sur linoléum, à fond rouge.

Les baies extérieures, côté couloir et côté compartiments, comportent un lanterneau mobile et un châssis de glace métallique, à repos, avec tirants. Ces baies sont garnies de stores système Coulaud, à fond rouge grenat.

Les baies extérieures des compartiments sont en outre pourvues de volets en acajou avec garnissage tendu en moquette rouge à deux tons.

Le garnissage des canapés-lits est en moquette rouge à deux tons ; les parois et le plafond sont en lincrusta-Walton à dessin en relief rouge à flancs dorés. Au-dessus des dossiers se trouvent : une large glace biseautée sans encadrement, deux photographies céraminées, un porte-cannes et un filet. Derrière les dossiers sont disposés des vide-poches.

Une trappe, ménagée dans le plancher au droit de la tête de chaque lit, contient un urinal, qui se déverse de lui-même dans un conduit de vidange quand on le remet en place dans son logement.

Entre les deux lits on peut développer un rideau à fond rouge de même nuance que les stores.

Le compartiment à un lit présente la même décoration. Sur la paroi libre qui est tendue en lincrusta, il n'y a d'autre ornement qu'une glace fixée sur la porte du cabinet de toilette.

Dans le compartiment à 2 fauteuils-lits longitudinaux, se trouve, encastrée entre les deux lits, une armoire à linge en acajou. Une table à rabattement est à proximité de chaque fauteuil. Sur la porte du cabinet de toilette est encore fixée une glace.

Le water-closet central a un plancher en xyolith, avec trou d'évacuation des eaux. Les parois sont en tôle laquée blanche. Sur chaque porte, intérieurement, est fixée une glace. Ces 2 portes sont équipées d'un dispositif permettant de les verrouiller simultanément. La fenêtre présente une glace fixe en verre dépoli, et un lanterneau mobile. La largeur de ce cabinet de toilette est de 750^{mm}.

Le water-closet d'extrémité présente sensiblement le même aménagement ; sa largeur est de 1^m085.

La voiture est chauffée par la vapeur, système Etat. Elle est munie du frein Wenger. L'éclairage est assuré par une dynamo Vicarino avec batterie d'accumulateurs de 16 éléments de 60 ampère-heures. Le réseau d'éclairage comprend 18 lampes de 10 bougies.

Compagnie de l'Est. — Les 2 voitures de la Compagnie de l'Est sont des voitures à bogies, de 1^{er} et 2^e classes, à intercirculation, destinées aux services internationaux. L'une a été construite dans les Ateliers de cette Compagnie à *La Villette* (n^o 34), l'autre sort des Ateliers de la *Société Lorraine de Lunéville* (n^o 35). Elles comprennent chacune 3 compartiments et 1 coupé de 1^{re} classe et 3 compartiments de 2^e classe, mais dans la première 2 compartiments et le coupé de 1^{re} classe sont aménagés avec couchettes.

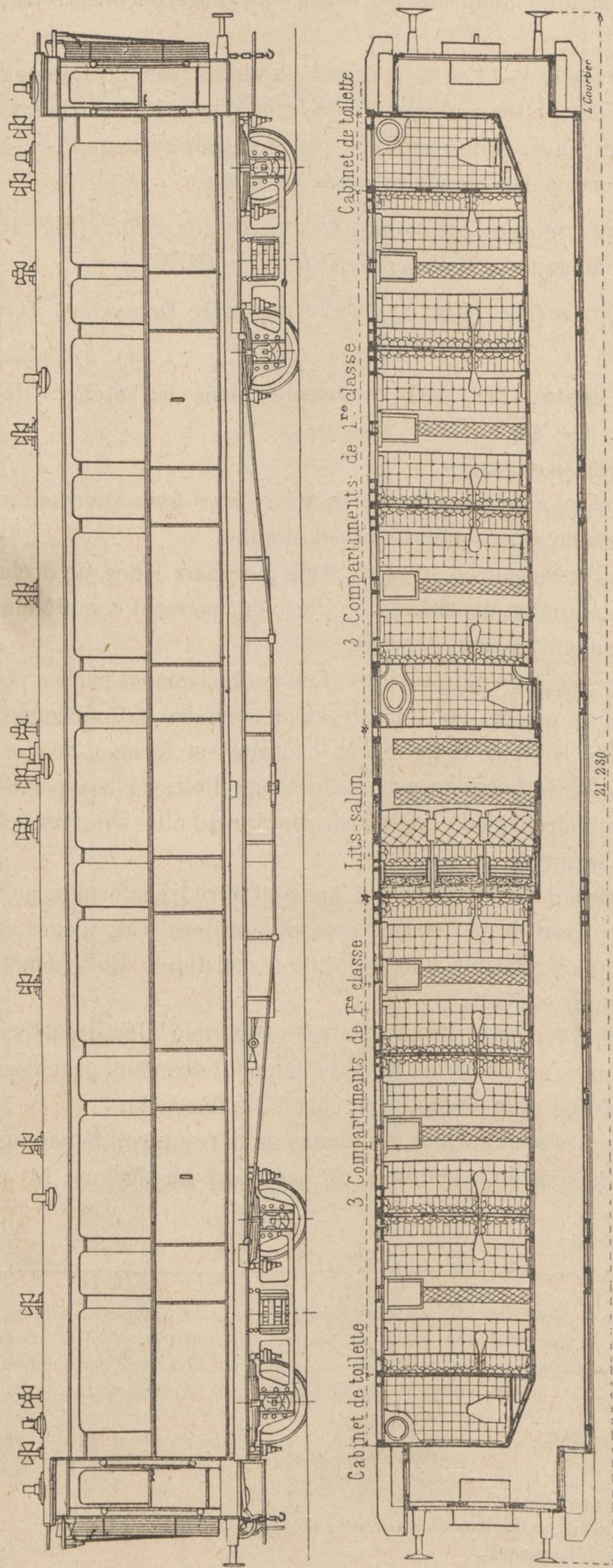
Les compartiments à couchettes ont de jour l'aspect et la disposition des compartiments ordinaires de 1^{re} classe : même inclinaison des sièges, même galbe et même constitution des dossiers, mêmes accoudoirs et appuis-tête etc...

Les banquettes inférieures peuvent être amenées en avant, par un simple mouvement de tirage, de 160^m_m ; cette manœuvre a pour effet de leur donner sensiblement l'horizontalité, et, en les dégageant des dossiers, de leur assurer la largeur suffisante pour constituer un lit.

Chacun des deux lits supérieurs est formé par un sommier garni s'encastant dans la cloison et dont le fond est constitué par le panneau en ébénisterie du dessus des dossiers.

Au repos il est maintenu en place par deux verrous et une serrure. Pour constituer la couchette, on le rabat en le faisant pivoter suivant l'axe des deux supports inférieurs, et on le maintient horizontal par 2 verrous latéraux. Des compas limitent la course et forment arrêt de sécurité.

Fig. 102. — VOITURE A BOGIES DE 1^{re} CLASSE, AVEC UN COMPARTIMENT DE LITS-SALONS, DE LA COMPAGNIE P.-L.M.



Compagnie du Nord. — La Compagnie du Nord exposait une voiture à bogies, de 1^{re} classe et places de luxe, avec fourgon, pour services internationaux (N^o 38).

Cette voiture est à couloir partiel desservant 2 compartiments de 1^{re} classe, 1 compartiment salon à 2 canapés-lits Lemaigre et 2 cabinets de toilette.

Le couloir aboutit à un compartiment lits-salon à 3 lits basculants.

Un compartiment à bagages de 11^m3400, à portes roulantes intérieures, est disposé derrière ce lits-salon. Il communique avec la plateforme voisine qui est réservée au conducteur-chef de train et est pourvue à cet effet d'armoires, d'un fauteuil strapontin en cuir, du manomètre et du robinet de vigie, du frein et du volant du frein à main.

La voiture est éclairée par accumulateurs, et pourvue du chauffage à la vapeur système Nord.

Elle a été décrite dans la *Revue Générale* dans le N^o de juillet 1900.

Compagnie de l'Ouest. — La voiture à bogies de 2^e classe, à intercirkulation, de la Compagnie de l'Ouest, construite dans ses ateliers à *Levallois* (N^o 39), est caractérisée par son extrême légèreté, due en particulier à l'armature spéciale de ses longerons. Elle offre 71 places et ne pèse que 27 t. 500 (y compris les appareils de chauffage par thermo-siphon). M. Robert Dubois, Ingénieur du Matériel de la Compagnie de l'Ouest, en a donné la description dans le N^o de juin 1904 de la *Revue*.

Cette voiture est éclairée au gaz de houille comprimé par le bec à incandescence renversé (1).

Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée. — Les 4 voitures exposées par la Compagnie P.-L.-M. sont toutes intercommunicantes ; elles sont munies du frein Westinghouse-Henry, de l'éclairage au gaz d'huile par incandescence, et du chauffage par la vapeur système P.-L.-M. ; trois d'entre elles sont destinées au service des grands express ; ce sont :

1^o Une voiture à bogies, de 1^{re} classe avec un compartiment de lits-salons (Fig. 102), construite dans les Ateliers de la Compagnie à Villeneuve-St-Georges (N^o 40) ;

2^o Une voiture à bogies, de 2^e classe (Fig. 103), construite par MM. Desouches, David et Cie, à Pantin (N^o 41) ;

3^o Une voiture à bogies, de 3^e classe (Fig. 104), construite dans les ateliers de la Compagnie, à Villeneuve-St-Georges (N^o 42).

Ces voitures sont parmi les plus longues exposées.

Le couloir prend jour, à l'extérieur, par de grandes baies avec glaces fixes alternant avec des baies plus petites munies de châssis de glaces métalliques et mobiles.

Les compartiments prennent jour à l'extérieur en 1^{re} et en 2^e cl. par deux baies, en 3^e classe par une grande baie, ces baies étant munies de châssis de glace qui peuvent complètement s'effacer pour laisser la vue du paysage entièrement dégagée.

Dans les voitures de 1^{re} et 2^e classes, l'entrée et la sortie se font exclusivement par les plateformes extrêmes ; dans la voiture de 3^e classe, une entrée supplémentaire est ménagée au milieu, d'où la forme en Z donnée au couloir. Cette entrée centrale est formée, de chaque côté, par 2 portières munies de serrures Lerosier avec loqueteaux Pottier ; ces portières entraînent dans leur mouvement des marchepieds qui s'abaissent quand elles s'ouvrent et se relèvent d'eux-mêmes quand elles se ferment.

Le compartiment de lits-salon renferme trois sièges qui peuvent être transformés, par un simple rabattement du dossier, en lits avec draps, couvertures et oreillers. Ces sièges sont garnis en drap marron clair. Le plafond présente une décoration artistique. Un cabinet de toilette avec W.-C. est annexé à ce compartiment.

Le garnissage des compartiments de 1^{re} classe, jusqu'au niveau supérieur des dossiers, est en drap gris noisette. Au-dessus se trouve un cadre en acajou contenant des photographies en couleurs, puis 2 filets à bagages. Les frises et le plafond sont garnis de lincrusta.

Les parois du couloir et des plateformes sont garnies, au-dessus de la ceinture, de panneaux en cuir décoré encadrés d'acajou, au-dessous de la ceinture, de panneaux en acajou ; les plafonds sont garnis de lincrusta.

(1). — Voir dans le N^o de Novembre 1905 de la *Revue Générale*, la « Note sur l'éclairage des voitures de Chemins de fer au moyen du bec à incandescence par le gaz dit Bec renversé » par M. F. Chapsal, Ingénieur principal des Services techniques de l'Exploitation de la Compagnie de l'Ouest, et dans le N^o de Septembre 1906, la « Note sur une machine à essayer les manchons des becs renversés des voitures de la Compagnie de l'Ouest » par M. A. Saillot, Inspecteur des Services techniques de l'Exploitation.

La Compagnie de l'Ouest exposait d'autre part à Milan un nouveau frein continu pneumatique système Chapsal-Saillot dont les caractéristiques générales sont :

Modérabilité complète au desserrage, comme au serrage ;

Freinage de chaque véhicule indépendant de la course des pistons et par suite de l'usure des sabots ;

Freinage des véhicules toujours proportionnel au chargement.

Voir dans le *Génie Civil*, N^o 20 du 16 mars 1907, la description de ce frein par M. Ch. Dantin.

Fig. 103. — VOITURE A BOGIES DE 2^e CLASSE DE LA COMPAGNIE P.-L.-M.

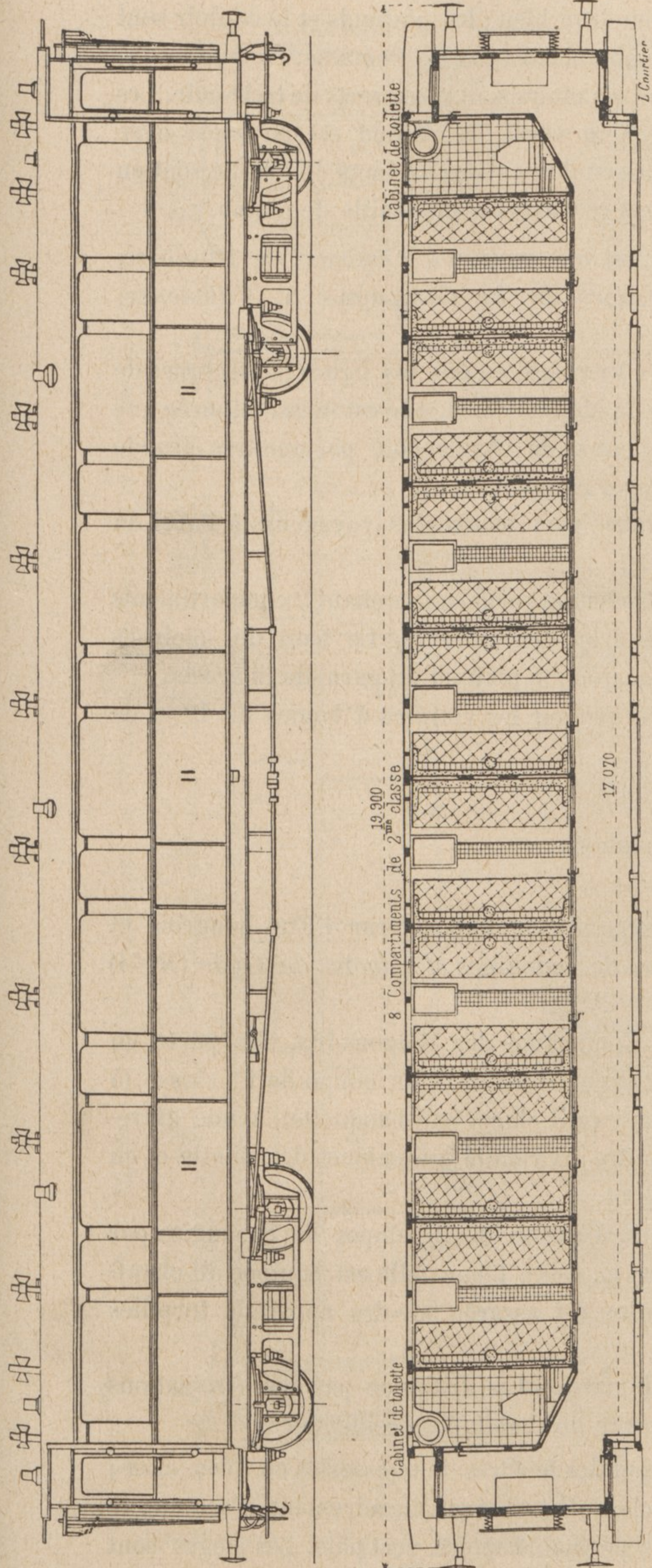
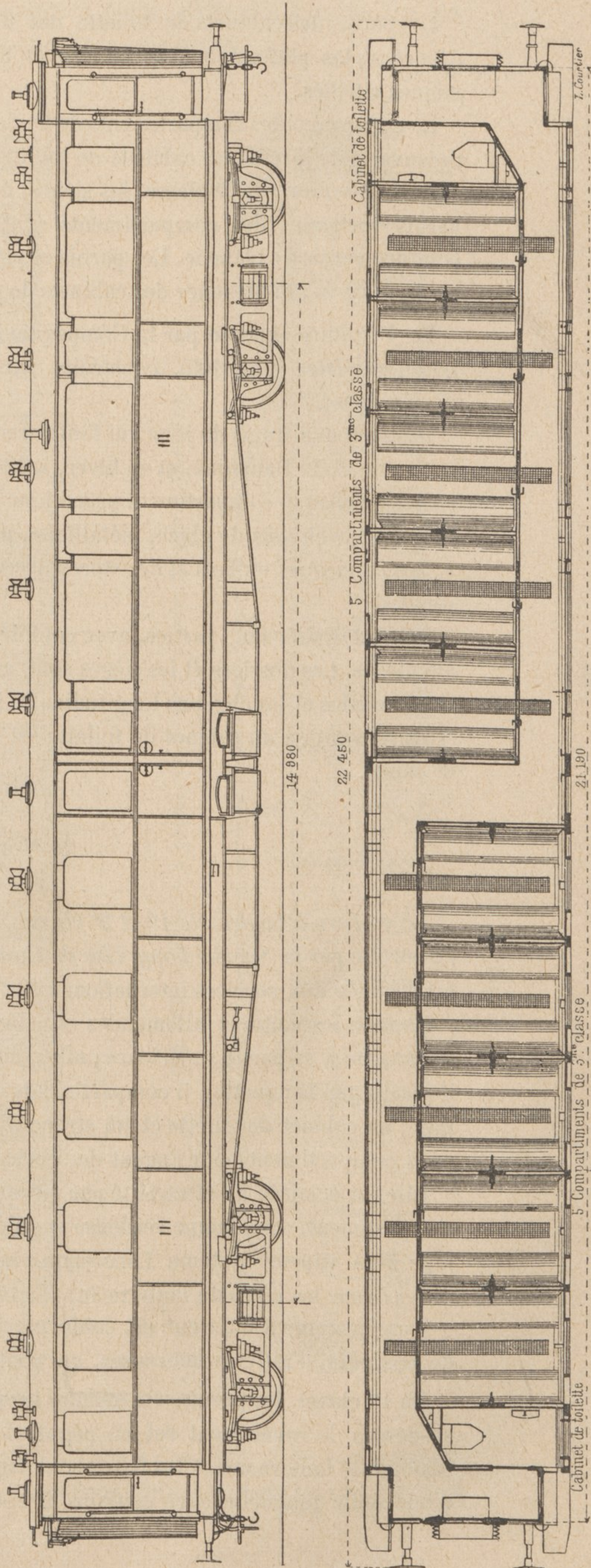


Fig. 104. — VOITURE A BOGIES DE 3^e CLASSE, DE LA COMPAGNIE P.-L.-M.



Les parois des cabinets de toilette ont un revêtement en feuilles métalliques émaillées et décorées ; les plafonds sont recouverts de loreïd ; les planchers sont formés de carreaux céramiques vitrifiés.

Le garnissage des compartiments de 2^e classe est en drap bleu ; les plafonds et le couloir sont recouverts de loreïd ; les cabinets de toilette sont semblables à ceux de 1^{re} classe.

Dans la voiture de 3^e classe, les sièges, dossiers et accotoirs sont recouverts de toile-cuir. Les parois verticales des compartiments sont en pitchpin verni, le plafond est en sapin avec peinture vernissée blanche. Les parois et plafonds des couloirs et des cabinets de toilette sont en pitchpin verni ; le plancher des cabinets de toilette est recouvert d'une feuille de plomb.

La 4^e voiture exposée par la Compagnie P. L. M. est une *voiture à 2 essieux, de 1^{re} classe, pour touristes* (Fig. 105), construite par les *ateliers de la Compagnie à Villeneuve-St-Georges* (N^o 43).

Destinée aux trains de jour qui font parcourir aux touristes, en été, les lignes pittoresques de la Savoie et du Dauphiné, et en hiver, le littoral de la Méditerranée, elle est aussi ajourée que possible : chaque compartiment prend jour à l'extérieur et de chaque côté par une très grande baie dont le châssis de glace, métallique, peut s'effacer complètement.

Des persiennes en bois et des stores peuvent d'autre part mettre les voyageurs à l'abri du soleil.

Elle est divisée en 3 parties, avec couloir central, chaque partie comprenant 2 compartiments à 6 places. Les dossiers et les sièges sont garnis de drap gris noisette. Le haut des cloisons transversales et les cloisons longitudinales sont en acajou ; le plafond est garni de lincrusta.

La décoration du cabinet de toilette est la même que sur les voitures à bogies de 1^{re} et de 2^e classe.

5^o VOITURE HONGROISE.

La voiture à bogies, de 1^{re} et 2^e classe, à intercirculation, exposée par l'État hongrois et construite par la *Société hongroise de Construction de machines et wagons de Györ* (N^o 44) est destinée aux services internationaux.

Comme les voitures allemandes et celle de la Compagnie des Wagons-lits, elle porte un lanterneau à sa partie supérieure ; elle comprend 2 compartiments et un coupé de 1^{re} classe (à 2 places par banquette), 5 compartiments de 2^e classe (à 3 places par banquette), à une extrémité, un cabinet de toilette et un strapontin, à l'autre extrémité un cabinet de toilette et un petit compartiment pour l'agent de service (Fig. 106).

Elle est éclairée à l'électricité par accumulateurs, à raison de 3 lampes de 8 bougies par compartiment, avec lampe veilleuse supplémentaire en verre bleue ; elle est équipée du chauffage à la vapeur système Lancrenon ; la ventilation est assurée par des appareils torpilles disposés sur les côtés du lanterneau.

L'aménagement intérieur est conforme au goût hongrois et se distingue par des associations de couleurs, d'ailleurs heureuses, qui contrastent avec nos habitudes occidentales.

En 1^{re} classe, les parois sont garnies jusqu'à l'appui des fenêtres de tapisseries en bleu clair ; au-dessus le revêtement est en pégamoïd vert clair décoré avec encadrement d'acajou ; le plafond, le lanterneau et les frises sont tapissés de pégamoïd moiré vert pâle. Les sièges sont d'une seule longueur avec coussins à revêtement en cuir vert, mais les dossiers sont en

Fig. 105. — VOITURE A 2 ESSIEUX, DE 1^{re} CLASSE, POUR TOURISTES, DE LA COMPAGNIE P.-L.-M.

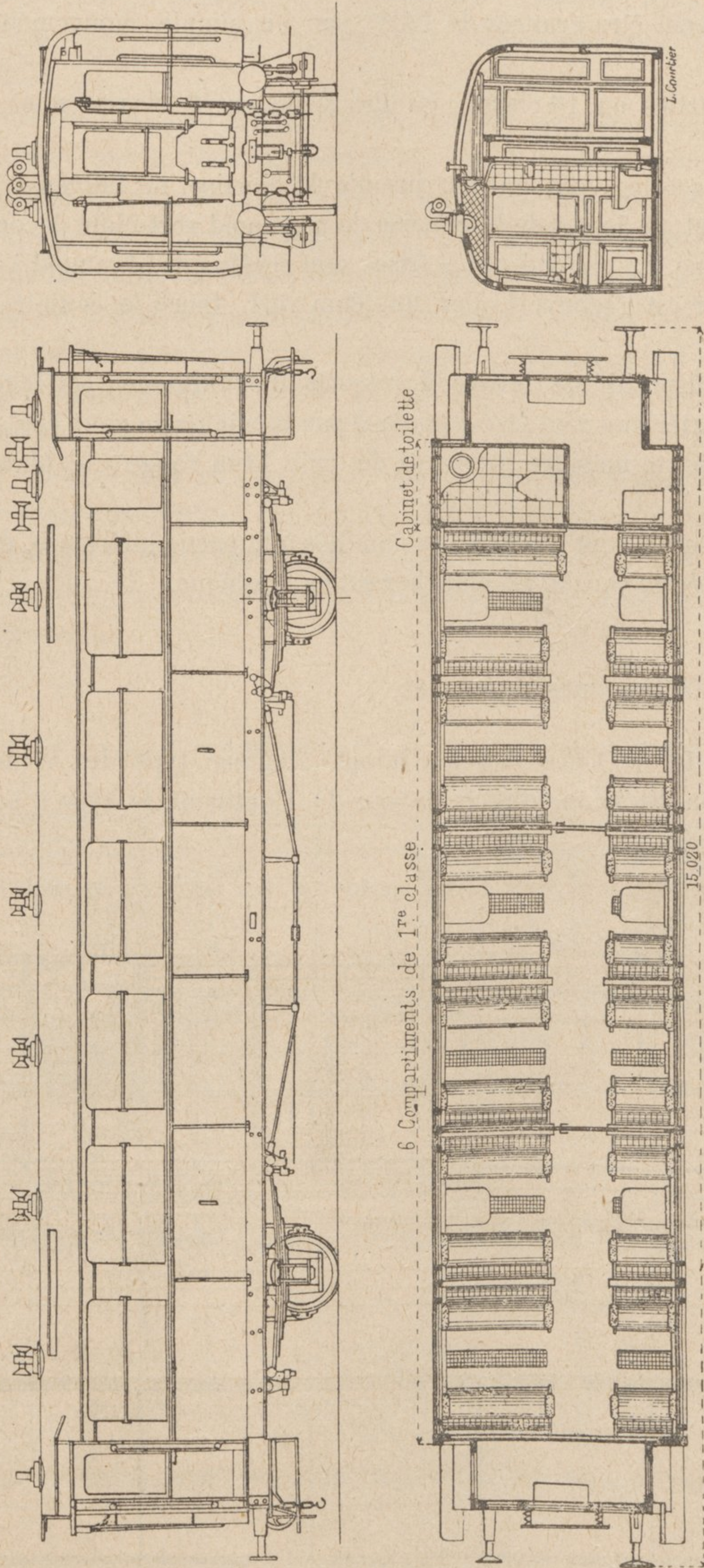
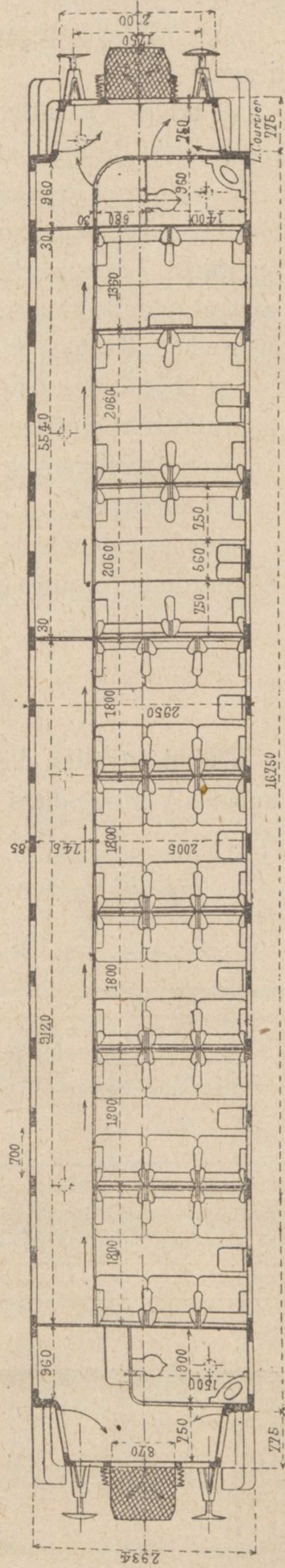


Fig. 106. — VOITURE A BOGIES, DE 1^{re} ET 2^e CLASSES DE L'ÉTAT HONGROIS.



En 2^e classe les parois latérales sont revêtues jusqu'à l'appui des fenêtres de panneaux en cuir de porc brun rouge, avec encadrements en noyer ; au-dessus le revêtement est en pégamoïd

bleu clair décoré de peintures. Le plafond et les frises sont recouverts de pégamoïd moiré vert pâle. Les sièges et leurs dossiers sont en 3 parties, avec revêtement de cuir brun rouge, ainsi que les accoudoirs et les appuis-tête.

Dans les 2 classes, les sièges peuvent être avancés de 120^{mm} par un simple mouvement de tirage.

Les tables à rabattre sont en 2 parties en 1^{re} classe, en une seule en 2^e classe; elles sont recouvertes de linoléum.

Le couloir et le compartiment de service sont garnis, jusqu'à la cimaise, de linoléum vert feuillage avec platebandes peintes, et au-dessus de la cimaise de pégamoïd vert clair décoré de peintures. Les boiseries sont en chêne. Le plafond et les frises sont revêtus de pégamoïd à fond vert et points blancs. Le plancher est recouvert d'un linoléum vert. Dans le couloir sont accrochées 6 tables pliantes.

Les châssis des fenêtres ont un dispositif de levage à ressorts d'équilibrage; les fenêtres latérales sont doubles; le châssis extérieur peut être remplacé par une jalousie pour l'été.

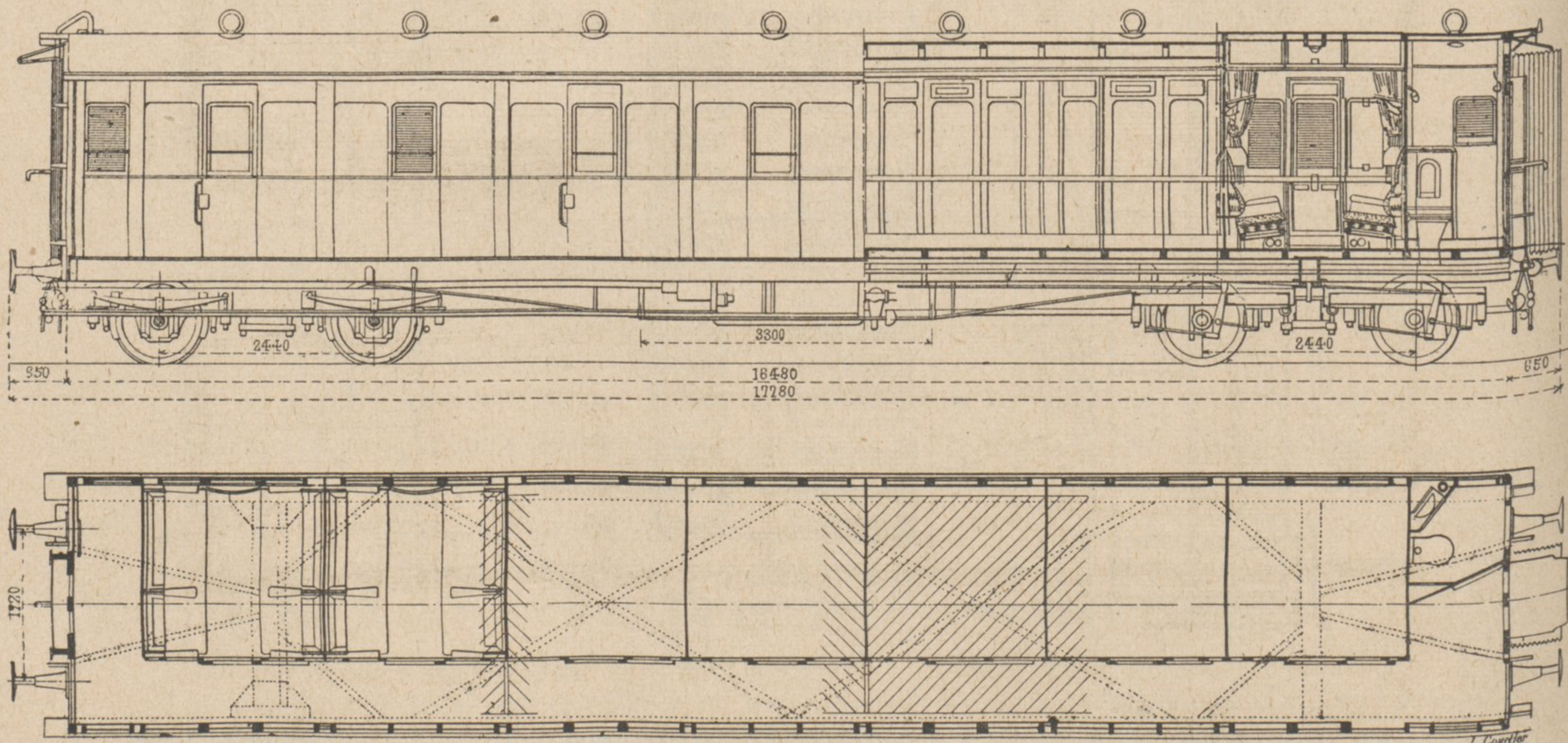
Le compartiment de service comporte un siège recouvert de cuir brun rouge; le plancher est en mosaïque.

Dans les cabinets de toilette, les parois sont en carreaux émaillés à la partie inférieure, et au-dessus de la ceinture en tôle émaillée et vernie. Le plancher est en mosaïque.

6^o VOITURES ITALIENNES.

L'administration des Chemins de fer de l'État italien a adopté, comme type des véhicules appelés à entrer dans la composition des trains directs de jour du Continent, le type à bogies

Fig. 107. — VOITURE A BOGIES, DE 1^{re} CLASSE, POUR TRAINS DIRECTS DE JOUR DE L'ÉTAT ITALIEN.



et à intercirculation à couloir latéral qui rappelle les voitures en service depuis quelques

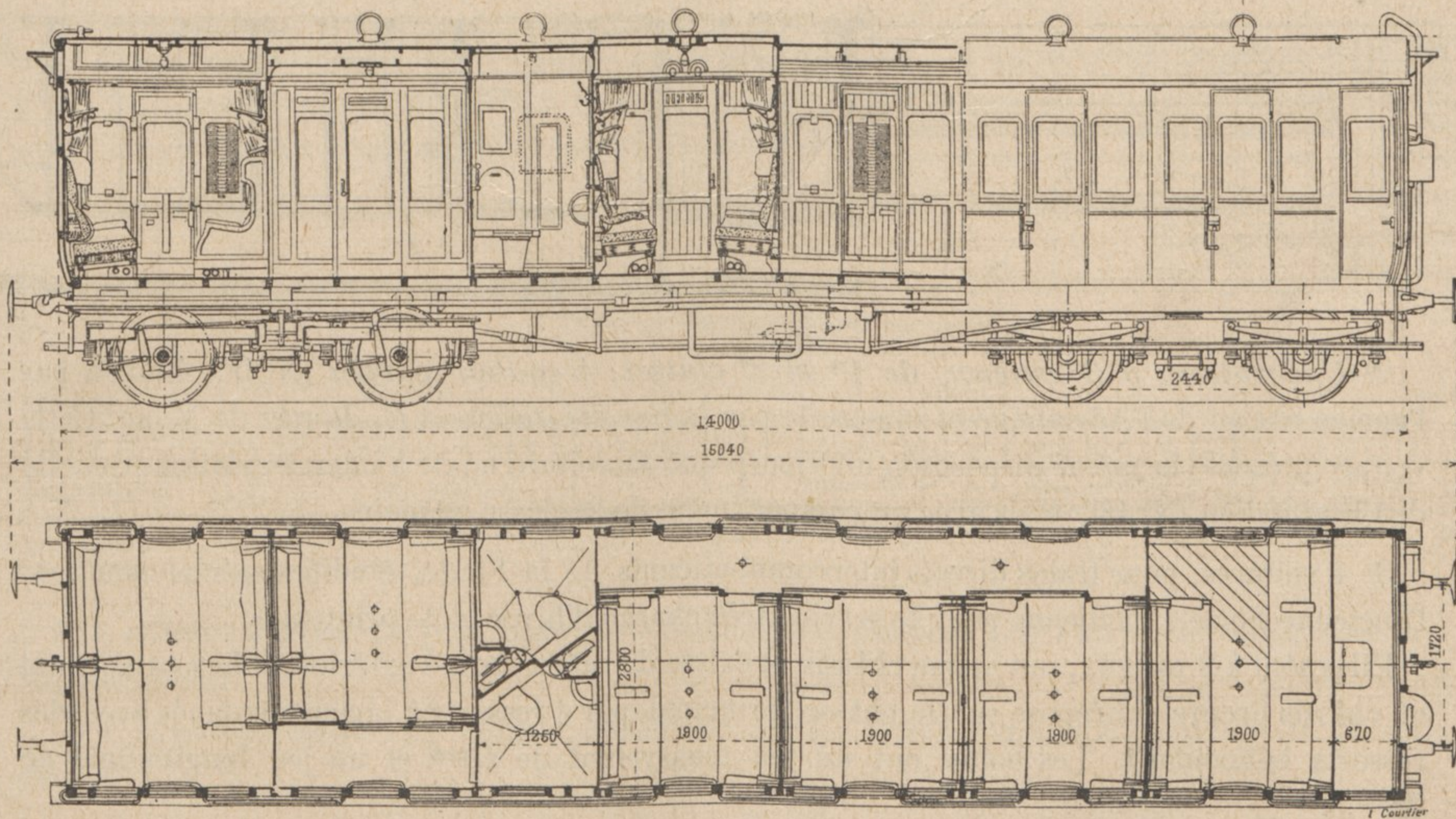
années sur l'ancien réseau de l'Adriatique ; mais pour éviter l'encombrement des voyageurs à l'entrée et à la sortie, chaque compartiment a été muni d'une porte d'accès donnant sur l'extérieur ; le couloir présente en outre 4 portes d'entrée : enfin les plateformes extrêmes ont été réduites aux dimensions strictement nécessaires pour l'accès de la porte d'intercommunication.

Dans ce type rentrent, parmi les voitures exposées, une *voiture de 1^{re} classe* (Fig. 107), construite par la *Société nationale de Savigliano* (N^o 45) et une *voiture de 2^e classe* construite dans les *ateliers de l'État à Florence* (N^o 46). Ces voitures, particulièrement légères, pèsent environ 27 tonnes, soit 640 kg. par voyageur en 1^{re} classe, et 420 kg. en 2^e classe.

Pour les trains directs de nuit, l'intercommunication n'a pas été jugée nécessaire ; le type adopté est à couloir partiel permettant l'accès de tous les compartiments à un water-closet. L'Etat italien en exposait deux spécimens : une *voiture à bogies, de 1^{re} classe* (N^o 47), une *voiture à bogies, de 1^{re} et 2^e classes* (N^o 48) toutes deux construites par les Ateliers de Florence.

La 1^{re} est divisée en 2 parties inégales : l'une comprenant 2 compartiments de 7 places et un water-closet placé entre les deux ; l'autre présentant 2 compartiments extrêmes à 7 places communiquant entre eux par un petit couloir par lequel on accède à un autre compartiment à 6 places et un water-closet. A une extrémité de la voiture se trouve un petit compartiment pour le serre-frein.

Fig. 108. — VOITURE A BOGIES DE 1^{re} ET 2^e CLASSES, POUR TRAINS DIRECTS DE NUIT, DE L'ÉTAT ITALIEN.



Dans la deuxième, les deux classes accèdent chacune à un water-closet distinct ; les deux water-closets sont adossés l'un à l'autre comme dans les voitures mixtes de l'Adriatique ; à une extrémité se trouve encore un petit compartiment pour le serre-frein (Fig. 108).

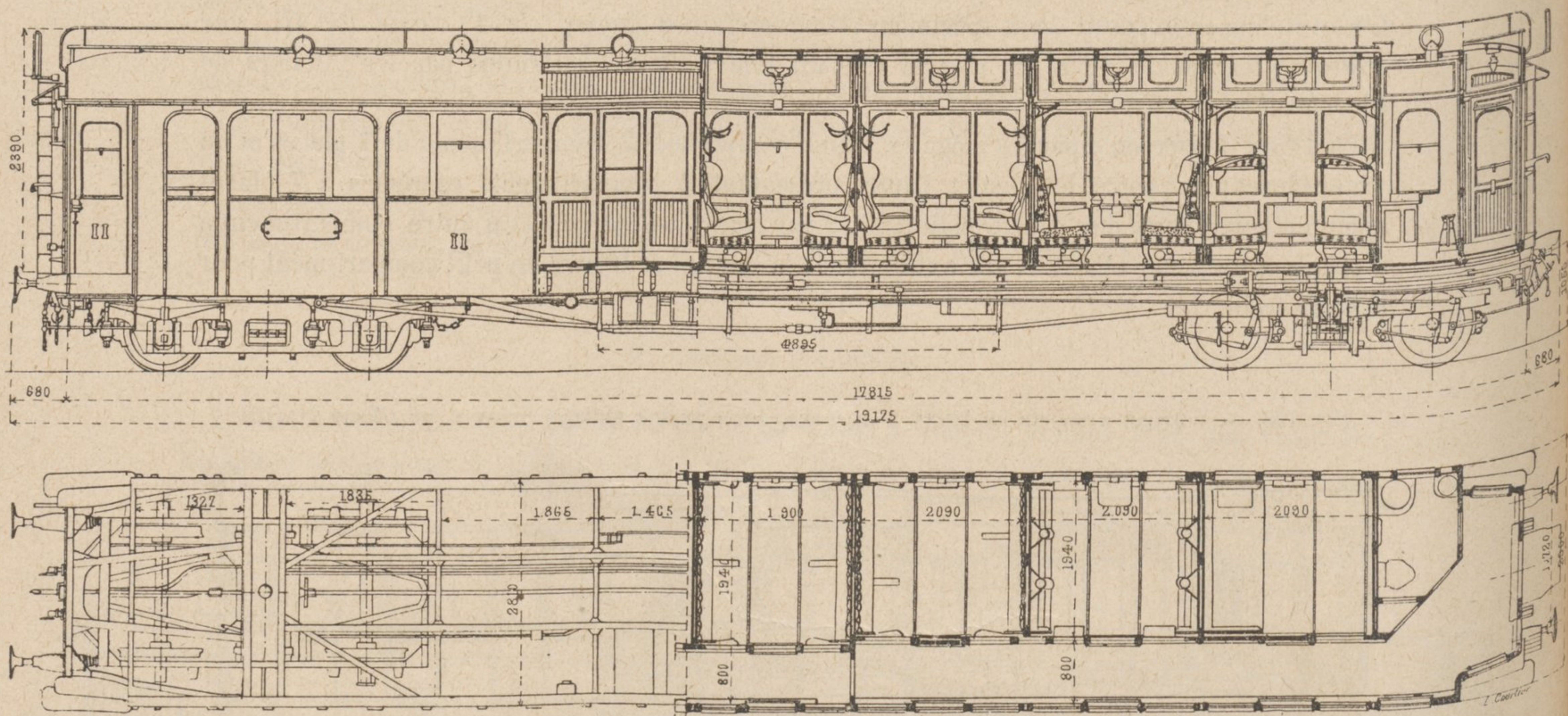
Toutes ces voitures sont munies du frein Westinghouse à action rapide et du frein modérable

P.-L.-M. ; le chauffage est du système Haag, l'éclairage électrique est alimenté par des accumulateurs.

Les autres voitures de l'Italie ont été étudiées par les anciennes Sociétés ; ce sont :

1^o Une voiture à bogies, de 1^{re} et 2^e classes, à intercircularion (N^o 49), pour services internationaux, construite par les *Officine Meccaniche* de Milan pour l'ancien réseau de la Méditerranée. Les compartiments sont de 6 et 8 places en Italie, de 4 à 6 places en Suisse et en Allemagne ; ceux de 1^{re} classe peuvent se transformer en couchettes par relèvement du dossier l'accès de la voiture se fait exclusivement par les portes d'extrémités (Fig. 109).

Fig. 109. — VOITURE A BOGIES DE 1^{re} ET 2^e CLASSES, A COUCHETTES, POUR SERVICES INTERNATIONAUX DE L'ÉTAT ITALIEN.



2^o Une voiture, à 3 essieux, de 1^{re} et 2^e classes, à couloir partiel (N^o 50) étudiée par l'ancien réseau de l'Adriatique et construite par la *Société italienne E. Breda* de Milan. Cette voiture présente la même disposition intérieure que la voiture mixte à intercircularion partielle de l'État italien (N^o 48), mais avec un compartiment de 2^e classe en moins.

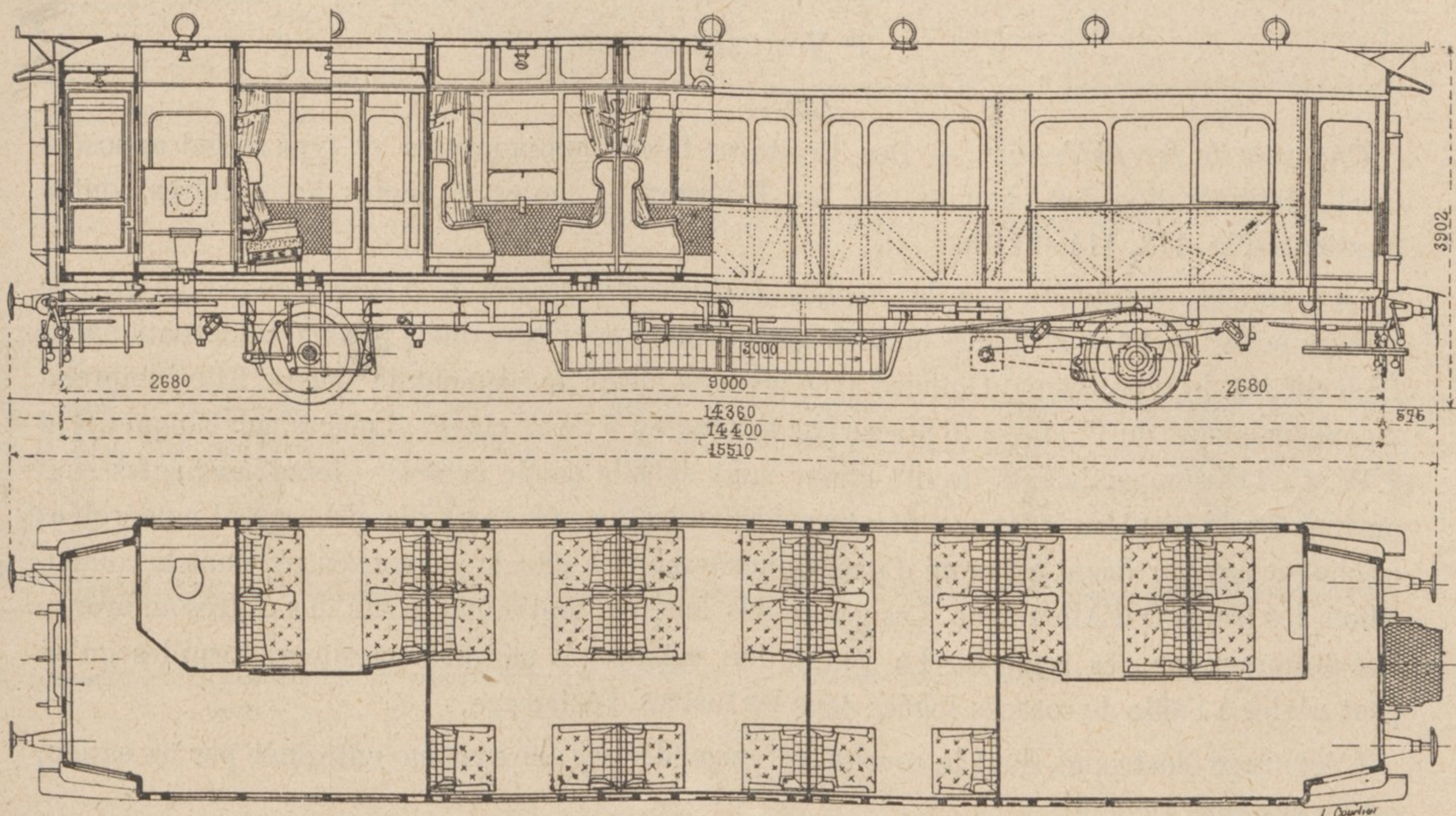
3^o 4 voitures, pour trains directs intercommunicants de la Sicile, étudiées spécialement par l'ancienne Société Sicilienne pour le service très chargé d'hiver et de printemps.

Elles sont à 2 essieux, ont même châssis et caisse de même forme extérieure. Les caisses ont un châssis propre qui repose sur le châssis principal par 4 ressorts à lames combinés avec des ressorts hélicoïdaux. Les boîtes ont un jeu transversal de 10^{mm} et un jeu longitudinal de 22^{mm},5.

La voiture de 1^{re} classe (N^o 51) présente à chaque extrémité une galerie avec grandes baies permettant de jouir de la vue des splendides paysages qui abondent en Sicile (Fig. 110) ; la voiture de 2^e classe (N^o 52) est à couloir central d'un côté, à couloir latéral de l'autre ; la voiture de 3^e (N^o 53) est à couloir central, à 10 places par travée ; son water-closet se trouve dans la partie centrale ; on y accède par un vestibule renfermant un petit lavabo.

Ces 3 voitures sont construites par les *Etablissements Diatto*, de Turin; elles sont munies du frein Westinghouse et de l'éclairage électrique système Vicarino.

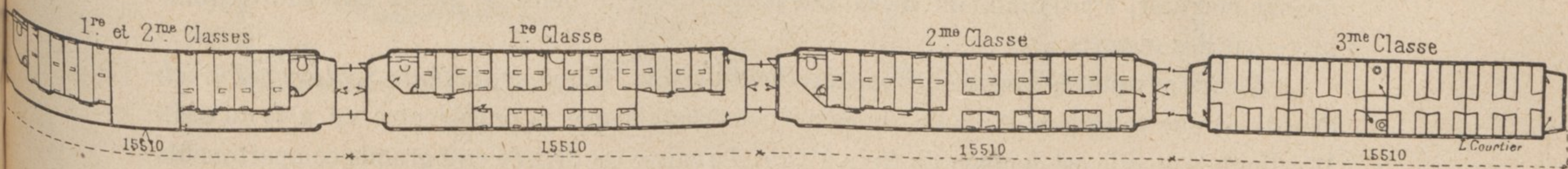
Fig. 110. — VOITURE A 2 ESSEUX DE 1^{re} CLASSE, POUR TRAINS DIRECTS INTERCOMMUNICANTS DE LA SICILE.



La 4^e voiture, construite par la *Société nationale des Ateliers de Savigliano*, est une mixte 1^{re} et 2^e classes, avec compartiment à bagages central (N^o 54). A chaque extrémité se trouve un water-closet. Cette voiture est éclairée à l'acétylène.

La Fig. 111 montre la composition d'un train direct intercommunicant de la Sicile.

Fig. 111. — TRAIN INTERCOMMUNICANT DE LA SICILE.



4^o 4 voitures à 2 essieux pour services économiques étudiées par l'ancienne Société de la Méditerranée;

— Une voiture de 1^{re} et 2^e classes, construite par les *Etablissements H. Breda*, de Milan (N^o 55);

— Une voiture de 3^e classe, construite par les *Etablissements Diatto*, de Turin (N^o 56).

L'une et l'autre sont à terrasses et à intercirculation; elles ont 7^m,600 d'empatement.

— 2 Voitures de 3^e classe, construites l'une par la *Ditta Attelio Bagnera* (N^o 57), l'autre par les *Etablissements E. Breda* de Milan (N^o 58), de même aspect que les précédentes, mais avec 8^m d'empatement.

La Fig. 112 donne la composition normale d'un train économique avec machine du groupe 885 et fourgon à bagages contenant un compartiment postal.

7^o VOITURES SUISSES.

Chemins de fer fédéraux. — Des 3 voitures intercommunicantes de type récent exposées par l'Administration des chemins de fer fédéraux, l'une est à bogies, les 2 autres sont à 3 essieux (Fig. 113, 114 et 115).

La première, construite par la *Société Industrielle suisse, de Neuhausen* (N^o 59) est une voiture mixte de 1^{re} et 2^e classes étudiée spécialement pour les grands parcours internationaux. Le bogie est du type normal Gothard avec pivot en forme de segment de sphère. Elle comprend 2 compartiments de 1^{re} classe (3 places par banquette) 5 de 2^e classe (3 places par banquette) et 2 W.-C. Les compartiments de 1^{re} classe sont dans la partie centrale; leurs banquettes sont aménagées de manière à donner par transformation 2 couchettes. Les places sont numérotées et chaque compartiment est muni d'une sonnerie d'appel, afin de pouvoir entrer dans la composition des trains D d'Allemagne. Les glaces des fenêtres sont montées sur des cadres en bronze et équilibrées par des ressorts. La ventilation est assurée par des aspirateurs torpilles qu'on peut régler à l'aide de rosaces logées dans les lustres d'éclairage.

L'éclairage électrique, dont le courant est engendré par une dynamo entraînée par un essieu, est du système Aichelé.

La première des 2 voitures à 3 essieux est encore une mixte de 1^{re} et 2^e classes, également construite par la *Société Industrielle Suisse* (N^o 60).

L'essieu du milieu est guidé dans un châssis qui se déplace latéralement dans les courbes. Le couloir est latéral au droit des 2 compartiments de 1^{re} classe et central dans les 3 compartiments de 2^e classe.

Le water-closet qui est unique, se trouve au milieu, entre les 2 classes; la toilette est placée dans le corridor, à proximité du W.-C. Les fenêtres sont formées de glaces sans cadre équilibrées par des ressorts.

La dernière voiture, construite par la *Schweizerische Wagonsfabrik de Schlieren-Zürich* (N^o 61) est une voiture de 3^e classe, de même construction que la précédente; en plus du frein Westinghouse, elle est équipée du frein à vide. La caisse est divisée en 2 grands compartiments de 26 et 30 places, à couloir central; entre eux se trouve un W.-C. Les cloisons verticales sont formées de 2 parois entre lesquelles est interposée une substance mauvaise conductrice de la chaleur et du son. Le plancher présente de même une couche d'amiante entre les cloisons de bois. Le toit est en sapin recouvert de toile à voile.

Le plancher du cabinet de toilette est recouvert de xylolith.

Compagnie du Gothard. — Les 3 voitures de la Compagnie du Gothard sont destinées à des services internationaux; elles sont à bogies et à intercirculation.

Le châssis de ces voitures est constitué par des longerons laminés et profilés en tôle d'acier assemblés par des entretoises en tôle emboutie. Le châssis et la caisse sont assemblés; selon le

Fig. 112. — TRAIN POUR SERVICES ÉCONOMIQUES EN ITALIE.

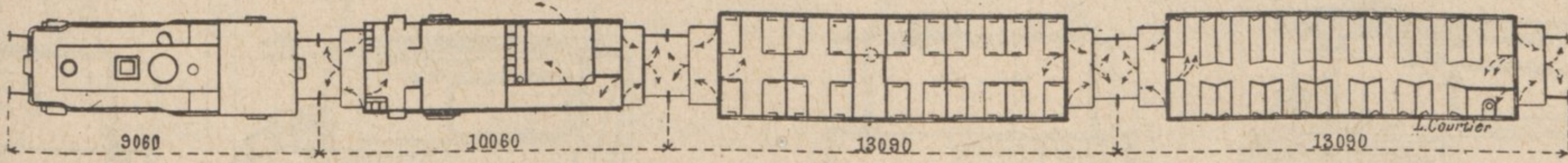


Fig. 113. — VOITURE A BOGIES DE 1^{re} ET 2^e CLASSES DES FÉDÉRAUX SUISSES.

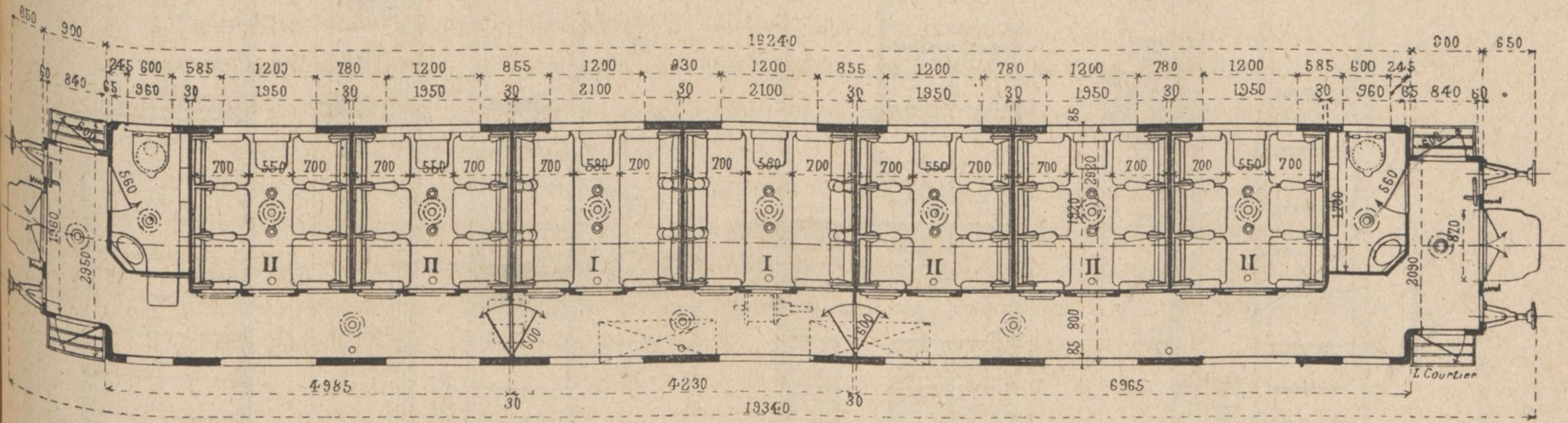


Fig. 114. — VOITURE A 3 ESSIEUX DE 1^{re} ET 2^e CLASSES DES FÉDÉRAUX SUISSES.

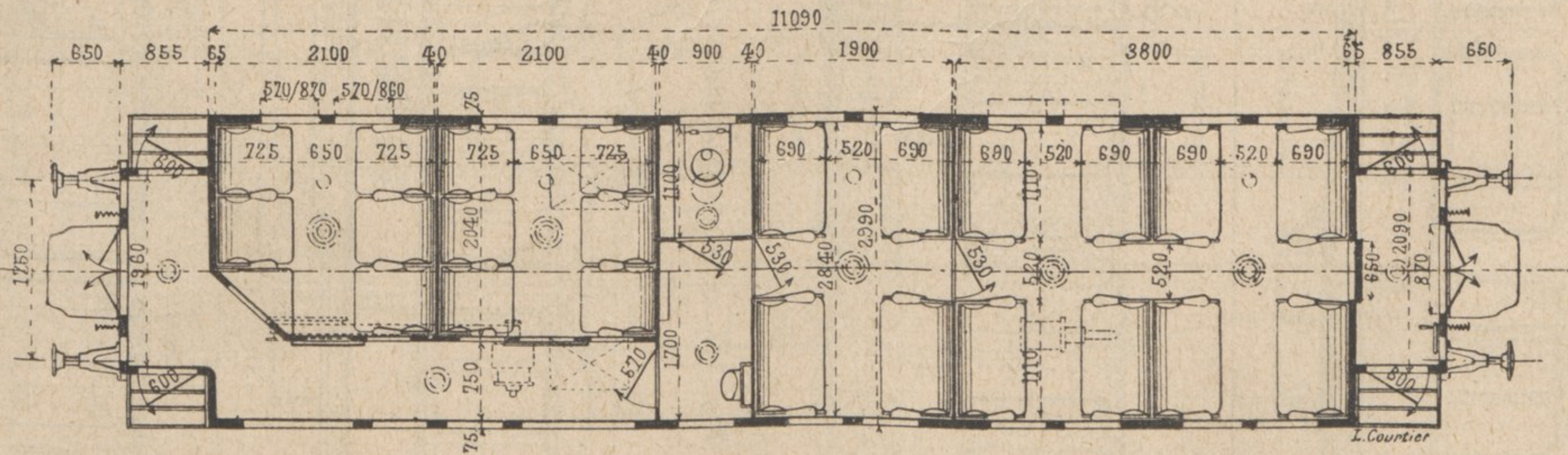
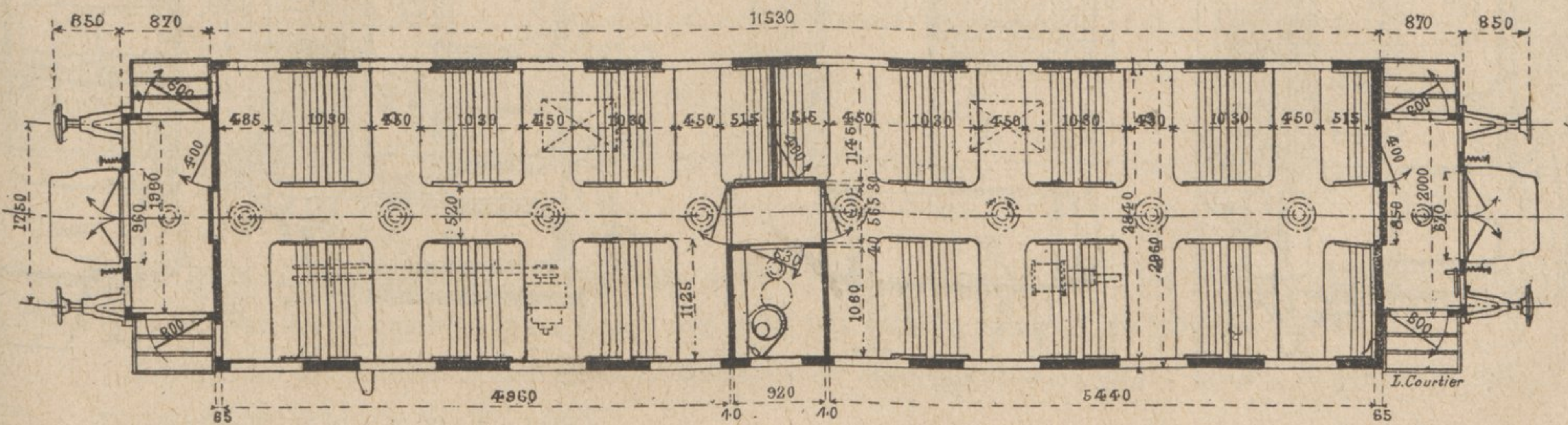


Fig. 115. — VOITURE A 3 ESSIEUX DE 3^e CLASSE DES FÉDÉRAUX SUISSES.



cas, le châssis est renforcé en dessous par des contrefiches, ou bien la caisse est armée sur toute sa longueur de tôles de 3^{mm} qui montent jusqu'au niveau des fenêtres.

La carcasse de la caisse est en poutrelles de chêne et de pitchpin avec revêtement extérieur de tôle de 1^{mm},5 et revêtement intérieur en sapin. Les 2 parois latérales sont consolidées par des tirants.

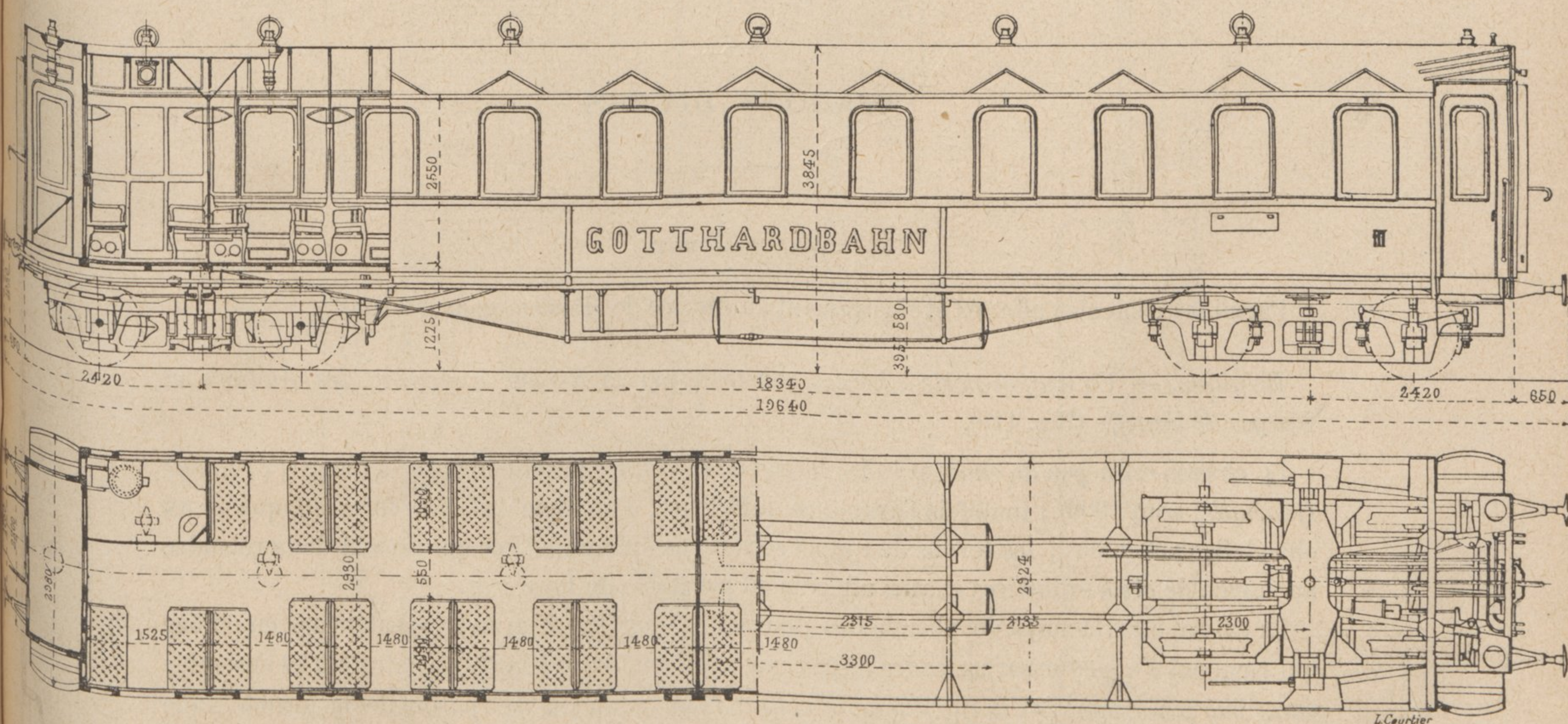
Le plancher est double, avec interposition d'amiante. Le toit des voitures de 1^{re} et 2^e classes est formé de 2 parois distantes de 40^{mm}.

Toutes les voitures sont munies du frein Westinghouse, du frein modérable P.-L.-M. et du frein à main, du chauffage à la vapeur à haute pression, de l'éclairage électrique système Aichelé ou de l'éclairage au gaz système Pintsch.

La voiture de 1^{re} classe, construite par les Etablissements *Van der Zypen et Charlier de Deutz* (N° 62) est utilisée dans les express Bâle-Lucerne-Milan et Zürich-Milan qui présentent le caractère de trains de luxe (Fig. 116).

Dans les compartiments de fumeurs les coussins des sièges et les dossiers sont recouverts de peluche mohair frisée brun rouge ; dans les autres l'étoffe est bleue-verdâtre. Les parois jusqu'à l'appui des fenêtres sont recouvertes de la même étoffe ; au-dessus elles sont tapissées de lincresta décorée de couleur assortie. Les boiseries sont en noyer ; les plafonds cintrés sont tendus de toile avec peintures décoratives.

Fig. 118. — VOITURE A BOGIES DE 3^e CLASSE DU GOTHARD.



La baie centrale des compartiments seule peut s'ouvrir ; dans les petits compartiments d'extrémité les 2 sièges se faisant face peuvent, par rapprochement, se transformer en lits.

Les parois du couloir et des galeries d'extrémité sont garnies en noyer poli ; le plancher est recouvert de tapis en fibre de coco.

Les parois et le plafond du cabinet de toilette sont recouverts de tôle de fer lisse peinte en bleu clair. Le plancher est en plomb avec superposition de xylolith.

La réserve d'eau est sous la caisse ; à l'aide d'une pompe à main on l'élève jusqu'au réservoir supérieur de la toilette.

La *voiture mixte de 1^{re} et 2^e classes* (N^o 63) est affectée spécialement au service direct Berlin-Milan, c'est-à-dire à un service de jour et de nuit (Fig. 117).

Les sièges de tous les compartiments peuvent être transformés en lits : dans les compartiments étroits extrêmes, à 4 places, les lits sont obtenus en tirant les sièges et en rabattant les dossiers ; dans les autres compartiments (6 places), on relève les dossiers verticalement.

Les sièges et les dossiers des compartiments de 2^e classe sont recouverts de peluche gris clair, les boiseries sont en noyer foncé poli. Les parois sont revêtues au-dessous des fenêtres de la même étoffe, et au-dessus, d'une tapisserie.

La *voiture de 3^e classe*, construite par la *Société industrielle Suisse de Neuhausen* (N^o 64), s'intercale dans les trains directs qui ont des wagons-restaurants accessibles aux voyageurs de 3^e classe sur les lignes Bâle-Milan et Zürich-Milan.

Elle est divisée en deux compartiments, l'un de 48 places, l'autre de 36 places, ce dernier comprenant un cabinet de toilette (Fig. 118).

Les sièges sont garnis de coussins de cuir et les dossiers d'appuis-tête rembourrés.

Les panneaux sont en bois de sapin, encadrés de baguettes de noyer. Ils sont peints en couleur noyer, le plafond en couleur clair. Les planchers sont enduits d'un vernis à l'huile rouge brun.

WAGONS DIVERS

WAGONS-POSTE.

Parmi les véhicules affectés exclusivement au service des Postes, nous citerons :

Belgique. — Un *wagon-poste à bogies* construit par la *Société anonyme des Ateliers et Forges de Seneffe* (Fig. 119).

Le châssis est à peu de chose près le châssis de la voiture postale exposée à Liège (*V. Revue Générale*, août 1906) ; toutefois l'armature inférieure, d'un diamètre plus fort, attaque deux chandelles articulées ; les écrous de rappel sont à pas différentiel, ce qui permet de la retendre au moyen de clefs ordinaires et sans allègement préalable du longeron.

La caisse, à revêtement de planchettes de teack, comporte 2 grands arbalétriers en chêne qui viennent s'appuyer sur un cadre métallique solide entourant la baie centrale. Cet ensemble contribue puissamment à la rigidité de la voiture et au maintien des parois de la grande salle dont la longueur est de 17^m90. Un lanterneau règne tout le long de la voiture.

Le nombre des fenêtres a pu être augmenté par suite de la disposition nouvelle des casiers qui sont transversaux au lieu d'être placés longitudinalement comme c'est le cas général. On estime en effet que les agents chargés du triage des plis sont moins fatigués lorsqu'ils regardent dans le sens de la longueur de la voiture.

Fig. 119. — WAGON-POSTE DE L'ÉTAT BELGE.

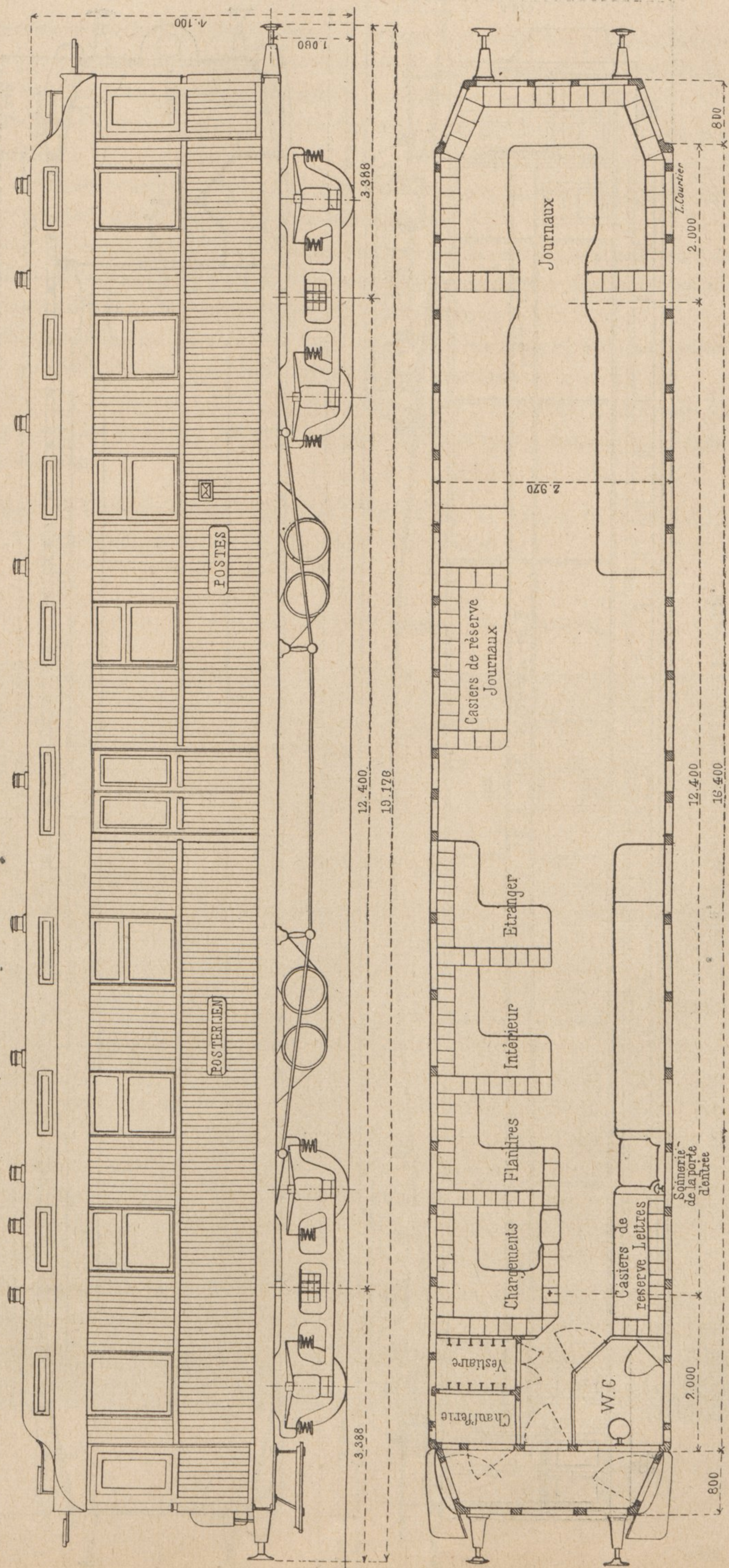
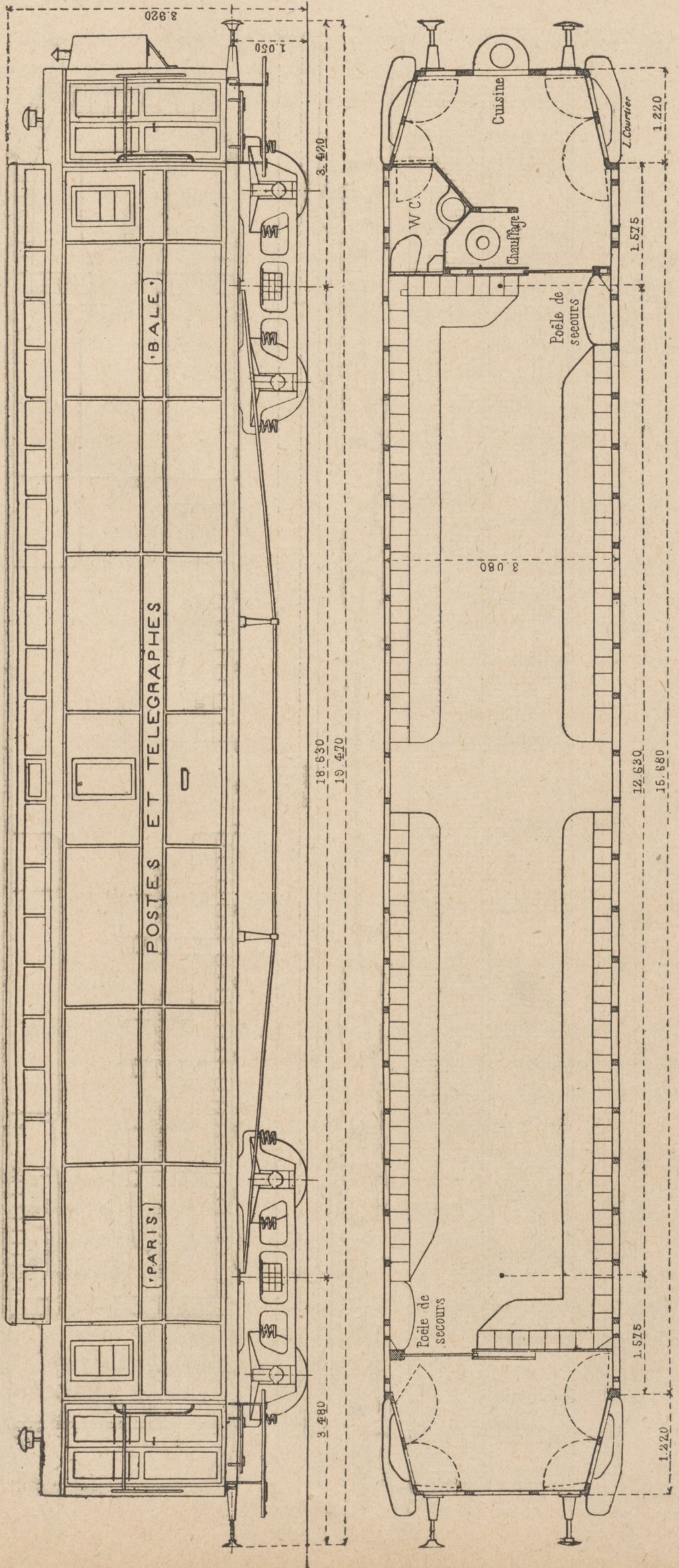


Fig. 120 a. — WAGON-POSTE DE L'ÉTAT FRANÇAIS.



La première partie du bureau comprend le compartiment des plis recommandés, isolé du couloir par une tablette mobile ; puis viennent 3 casiers pour le triage des lettres. Au-dessus de la table régnant le long de la paroi opposée, se trouve un casier de réserve.

Le triage des journaux et imprimés se fait dans la 2^e partie de la voiture où le couloir central est élargi.

Les correspondances classées sont jetées dans des sacs attachés soit aux crochets des tables soit aux crochets qui règnent au-dessus des fenêtres.

Les sacs des correspondances à classer sont introduits par la porte centrale à double battant.

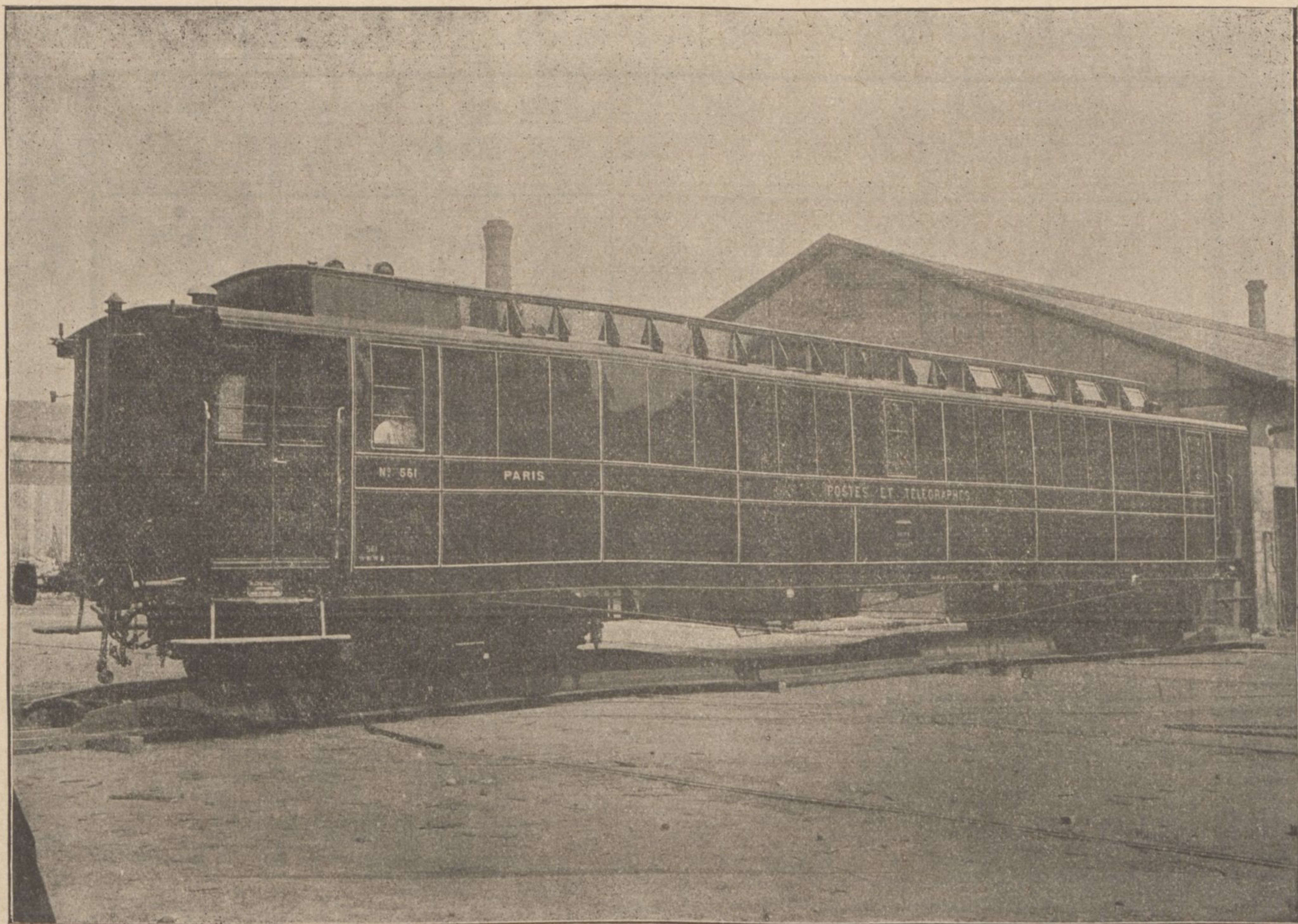
L'entrée des agents se fait par le sas d'extrémité, près duquel sont disposés un vestiaire, un w.-c., la chaufferie au thermo-siphon et le frein à main.

L'éclairage se fait au gaz riche au moyen de 11 lampes Coligny à flamme renversée. Il existe de plus un réchaud à gaz pour la fusion de la cire à cacheter.

Les bogies à 2 essieux sont du type Wagons-Lits ; toutefois la traverse danseuse vient s'appuyer sur des poussoirs latéraux à bagues de caoutchouc donnant une pression initiale de 600 kg. environ.

France. — Un wagon-poste à bogies, construit par la maison *H. Chevalier, de Paris*, et destiné à circuler sur le réseau de l'Est (Fig. 120 a et 120 b).

Fig. 120 b. — WAGON-POSTE DE L'ÉTAT FRANÇAIS.



La caisse a une longueur de 18^m,120.

Les bogies, en tôle d'acier, sont du type de la Compagnie de l'Est. Le châssis est du type des Wagons-Lits, avec frein et chauffage à la vapeur du type de la Compagnie de l'Est.

Un lanterneau, soutenu par des armatures en acier et des cintres en bois, court tout le long de la voiture et sert à la ventilation et à l'éclairage pendant le jour.

La nuit la voiture est éclairée au gaz par le bec à incandescence.

Les parois sont munies de casiers en chêne et de petites tables à rebords rembourrés.

Aux 2 extrémités se trouvent une plateforme et un lavabo.

A proximité de la terrasse de l'une des plateformes est disposée une cuisine en porte à faux sur les tampons.

Les vitres des fenêtres sont équilibrées suivant le système H. Chevalier.

Suisse. — Un wagon-poste à 3 essieux, construit par la Société Industrielle Suisse de Neuhausen.

Cette voiture, à galerie latérale extérieure et à terrasses, est divisée en 2 compartiments, l'un pour le service des colis postaux, l'autre pour le service des lettres.

L'éclairage électrique est du système Kull et le chauffage, à air, du système de la Société industrielle Suisse.

Les dimensions principales de ces wagons-postes sont les suivantes :

Nationalité.....	BELGIQUE	FRANCE	SUISSE
Constructeurs.....	Seneffe.	H. Chevalier.	Société Ind. Suisse
Longueur totale hors tampons	19 ^m ,176	19 ^m ,370	12 ^m ,960
Empatement du bogie.....	2, 500	2, 500	—
D'axe en axe des bogies.....	12, 400	12, 630	—
Empatement total.....	14, 900	15, 130	9, 000
Poids à vide.....		30 t.	

FOURGONS A BAGAGES.

1^o Fourgon à bagages à bogies de l'État autrichien, construit par la Fabrique de Nesselsdorf (Fig. 121);

2^o Fourgon à bagages à bogies de l'État hongrois, construit par les Etablissements J. Weitzer, d'Arad;

3^o Fourgon à bagages à 3 essieux, des Chemins de fer fédéraux suisses, construit par la Société Industrielle Suisse;

4^o Fourgon à bagages à bogies, avec compartiment postal, du chemin de fer du Gothard, construit par la Fabrique de wagons de Rastatt (Fig. 122).

Fig. 121. — FOURGON A BAGAGES DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.

Fig. 121. — FOURGON A BAGAGES DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.

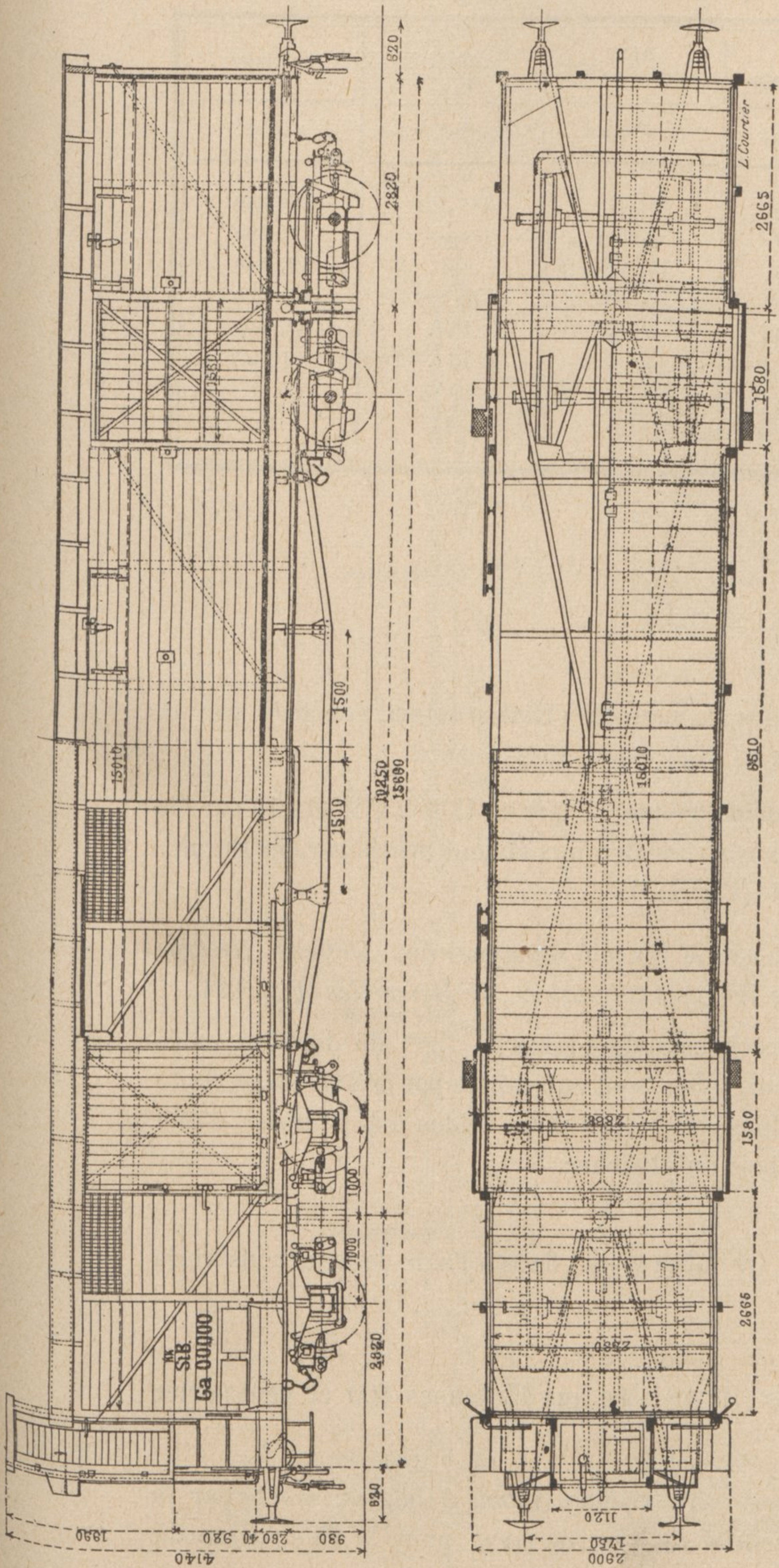
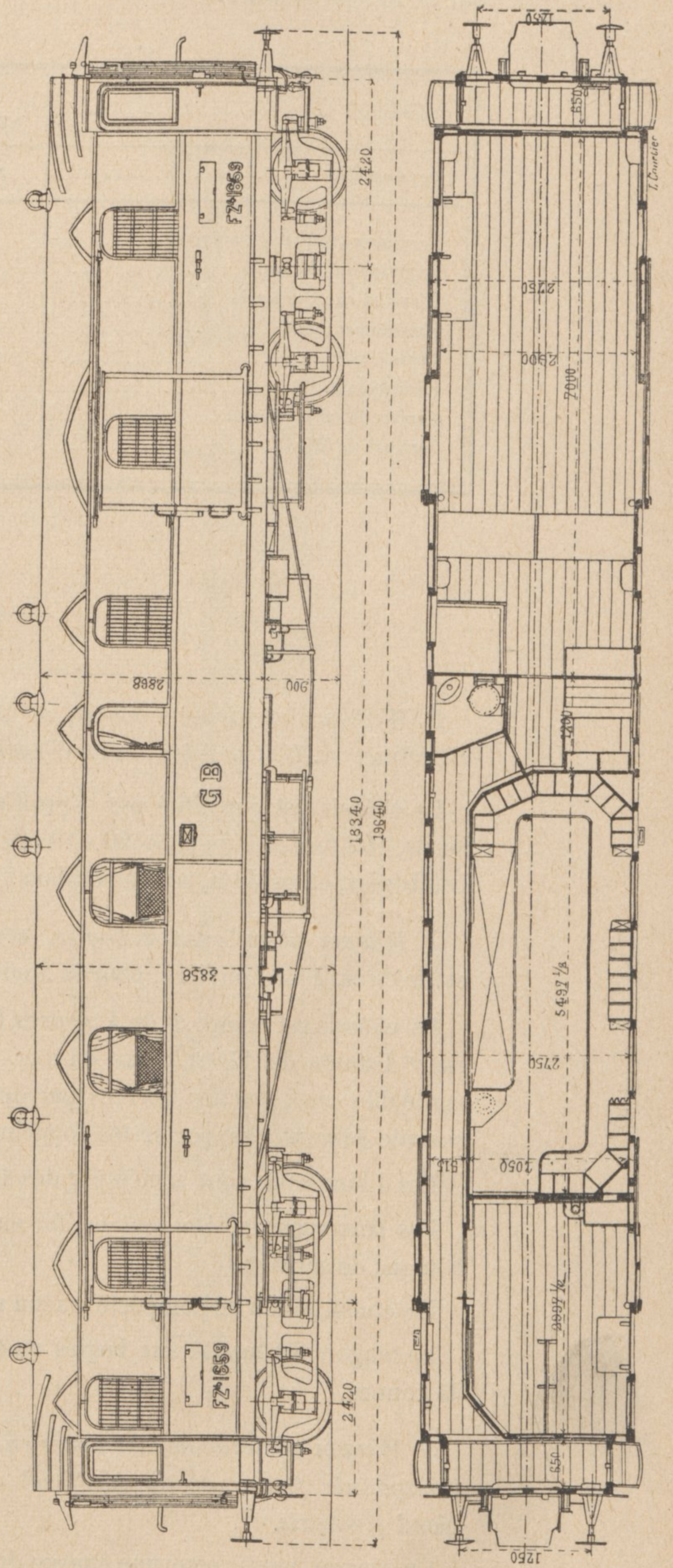


Fig. 122. — FOURGON A BAGAGES AVEC COMPARTIMENT POSTAL DU CHEMIN DE FER DU GOTHARD.



Sauf le premier, ils sont à intercirculation. Leurs dimensions principales sont rassemblées sur le tableau suivant :

Réseau.....	ÉTAT AUTRICHIEN.	ÉTAT HONGROIS.	FÉDÉRAUX	GOTHARD
Constructeurs.....	Nesselsdorf	J. Weitzer	Société Ind. Suisse	Rastatt.
Longueur totale hors tampons	16 ^m ,900	18 ^m ,210	14 ^m ,100	19 ^m ,640
Empatement du bogie.....	2, 000	2, 500	—	2, 500
D'axe en axe des bogies	10, 250	12, 000	—	13, 500
Empatement total.....	12, 250	14, 500	9, 200	16, 000
Poids à vide	19, 200	26 t.	18 t.	32, 500
Chargement.....	20 t.	25 t.	10 t.	15 t.
Surface de chargement	38 ^m 2		27 ^m 2	
Nombre de W.-C.....	0	0	1	1

WAGONS PLATS.

1^o *Wagon plateforme à bogies*, de 30 tonnes, à vigie, de l'Etat prussien, construit par la *Breslauer A. G. für Eisenbahn Wagenbau und Maschinen-Bau-Anstalt*.

Le châssis est constitué par 4 profilés de même hauteur, 2 fers en U de 235×90×10 sur les bords, et 2 fers en I de 235×90×10 intermédiaires, ces derniers étaient armés par des tirants. Les bogies, en profilés, sont à rotation complète (Fig. 123).

2^o *Wagon plateforme à bogies*, construit par la Société anonyme des *Ateliers Nicaise et Delcuve*, à La Louvière, pour la Société des *Wagons tubulaires, de Bruxelles* (Fig. 124).

Le châssis est composé de 4 poutres formées chacune de 2 tubes de 73^{mm} de diamètre extérieur distants de 175^{mm} d'axe en axe. Les deux tubes sont entretoisés par des brides en fonte malléable eu 2 parties serrées par des boulons ; l'une des demi-bridés est pourvue d'une console servant à supporter les longrines en bois du plancher.

Les 4 longerons sont armés par des tirants.

Les traverses de tête sont en fer en U et les tubes y sont fixés à l'aide de manchons et de boulons de serrage.

La construction ne comporte aucun rivet.

Le wagon est monté sur bogies américains ; il ne pèse que 13 tonnes 800 et peut porter 35 tonnes.

3^o *Wagon plateforme à châssis en tôle emboutie système Arbel*, à bogies, monté par la *Compagnie française de Matériel de Chemin de fer*, à Ivry, pour la *Compagnie du Nord français*.

Ce wagon, prévu pour une charge de 40 tonnes uniformément répartie, a été décrit dans la *Revue Générale*, N^o de septembre 1906.

Fig. 123. — WAGON PLATEFORME A BOGIES DE 30 TONNES, DE L'ÉTAT PRUSSIEN.

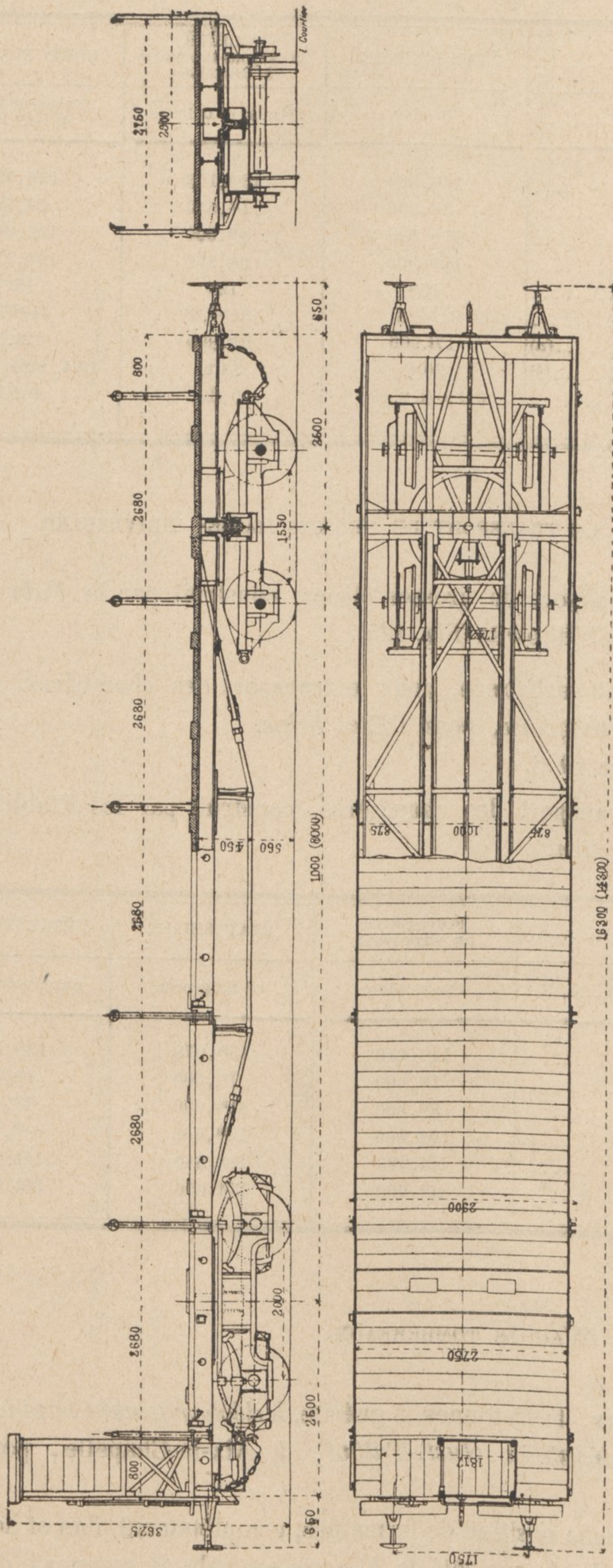
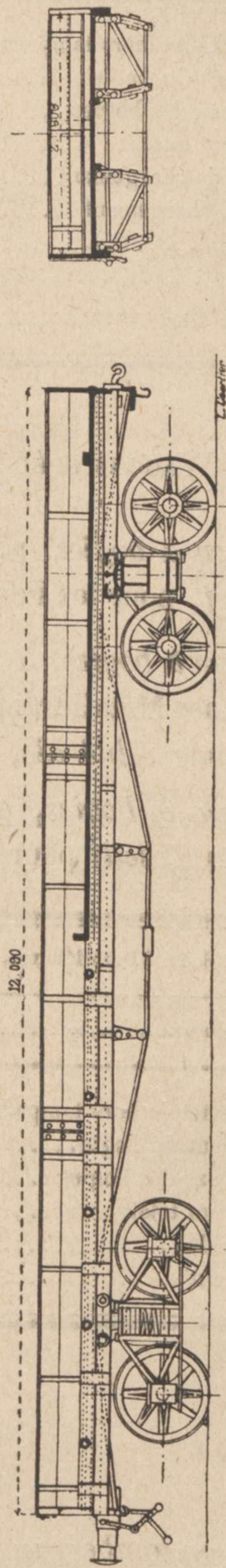


Fig. 124. — WAGON PLATEFORME DE 35 TONNES DE LA SOCIÉTÉ DES WAGONS TUBULAIRES DE BRUXELLES.



Le tableau suivant donne les dimensions principales de ces 3 wagons :

Réseau ou Société Propriétaire.....	ÉTAT PRUSSIEN	SOCIÉTÉ des wagons tubulaires à Bruxelles	NORD FRANÇAIS
Constructeurs.....	Breslau	Nicaise et Delcuve	Forges de Douai et Ivry-Port
Longueur totale hors tampons.....	16 ^m ,300	13 ^m ,168	15 ^m ,956
Empatement du bogie.....	2 ^m ,000	1 ^m ,550	1 ^m ,720
D'axe en axe des bogies.....	10 ^m ,000	8 ^m ,000	10 ^m ,400
Empatement total.....	12 ^m ,000	9 ^m ,550	12 ^m ,120
Longueur de chargement.....	15 ^m	12 ^m	15 ^m
Surface de chargement.....	41 ^m 2,3	31 ^m 3,2	41 ^m 279
Poids à vide.....(a)	17t.900	13t.800	12t.5
Chargement.....(b)	30 t.	35 t.	40 t. unif. répart.
Rapport (a/b).....	0,59 (à vigie)	0,39	0,31

WAGONS SPÉCIAUX POUR LE TRANSPORT DE GROSSES MASSES INDIVISIBLES.

1^o *Wagon à bogies*, pour le transport de grosses pièces, construit par la *Fabrique de Nesselsdorf*, pour les Fonderies de Witkowitz (Fig. 125).

2^o *Wagon à bogies*, à plateforme surbaissée, pour le transport des chaudières, construit par les Usines Métallurgiques *La Brugeoise*, pour l'*Etat belge*.

Voir *Revue Générale*, septembre 1906.

3^o *Wagon à bogies*, pour le transport des chaudières, construit par les Etablissements *Carminato Toselli* pour l'*Etat italien*.

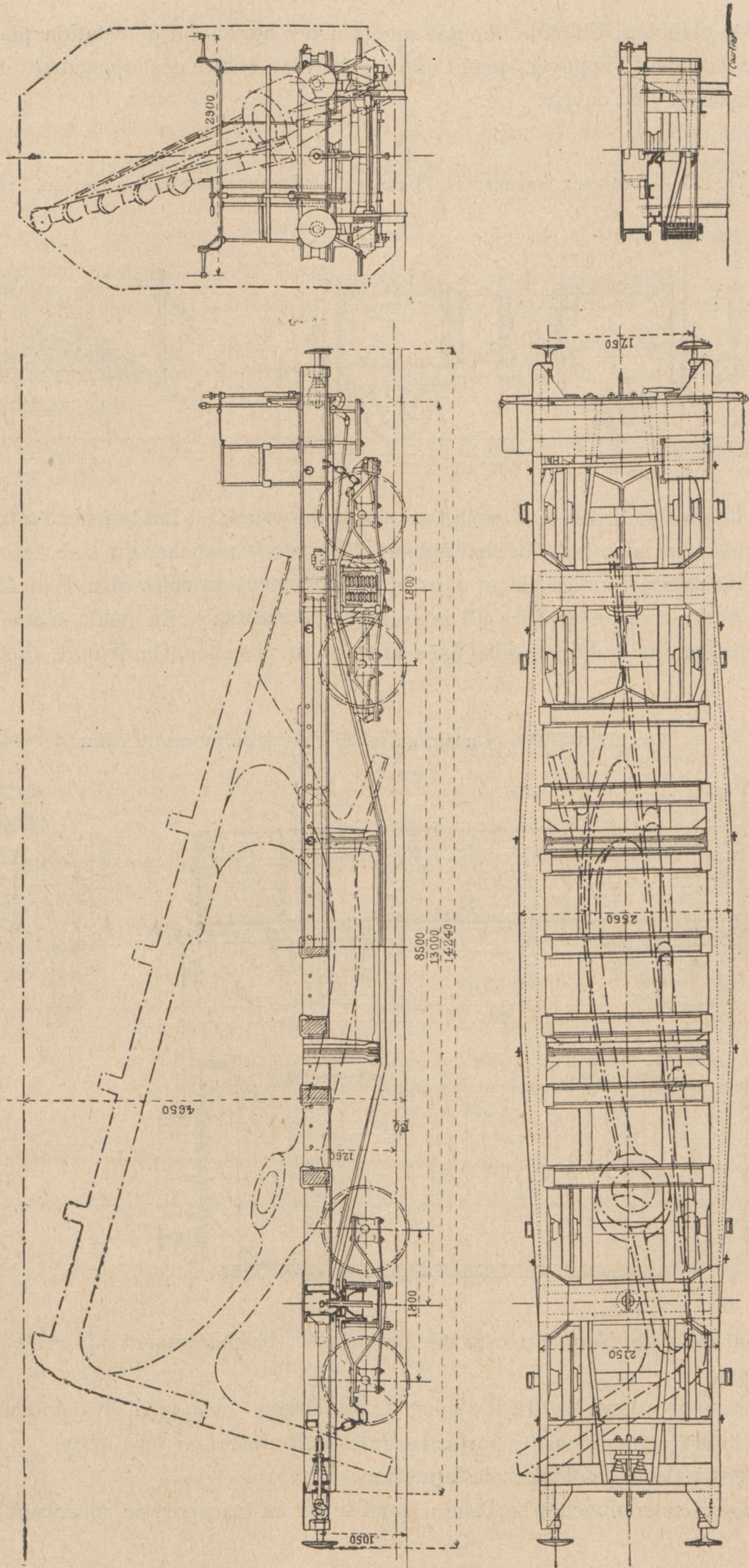
Réseau ou Société Propriétaire.....	FONDERIES DE WITKOWITZ	ÉTAT BELGE	ÉTAT ITALIEN
Constructeurs.....	Nesselsdorf	La Brugeoise	Carminato Toselli
Longueur totale hors tampons.....	14 ^m ,240	15 ^m ,078	13 ^m ,150
Empatement du bogie.....	1 ^m ,800	1 ^m ,600	1 ^m ,700
D'axe en axe des bogies.....	8 ^m ,500	11 ^m ,000	8 ^m ,400
Empatement total.....	10 ^m ,300	12 ^m ,600	10 ^m ,100
Poids à vide.....	19t.260	28t.840	15t.000
Chargement.....	40t.000	35t.000	30t.000

WAGONS TOMBREAUX.

1^o *Wagon tombereau* à 2 essieux, de 15 tonnes, à guérite, à *déchargement rapide* système *Talbot*, construit par la *Wagonfabrik Gust.-Talbot*, à Aix-la-Chapelle, pour l'État prussien (Fig. 126).

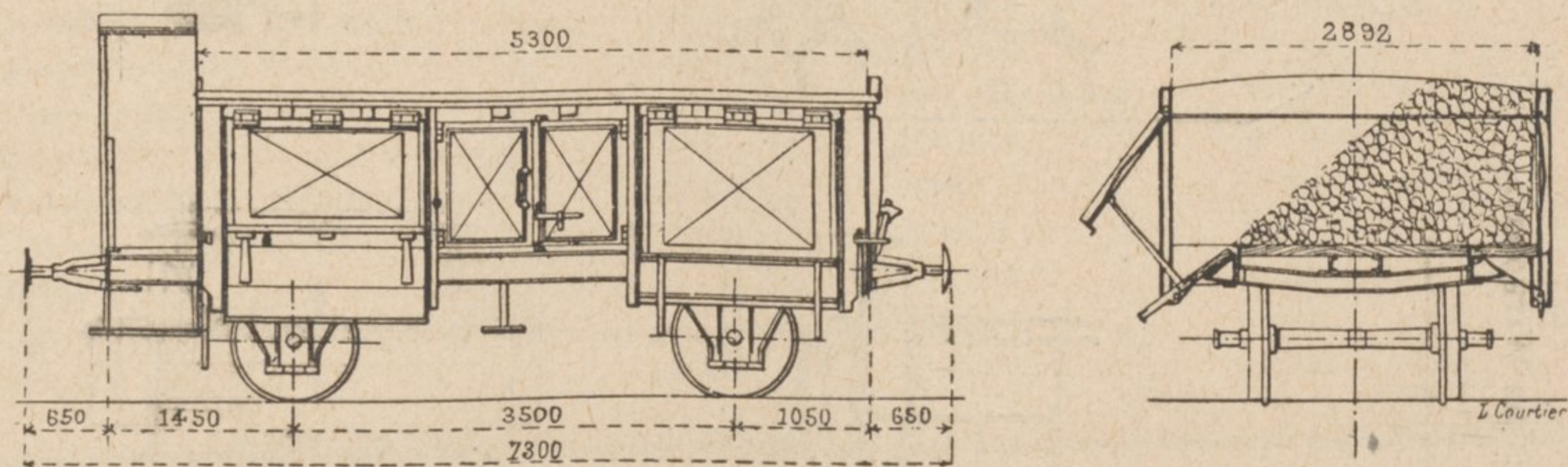
Le plancher de ce wagon est, dans la position de fermeture, complètement plan et horizontal, mais, au droit des portes disposées de chaque côté de la porte centrale, il comporte des volets qui peuvent se rabattre à charnière. Ces portes pivotent elles-mêmes autour d'une charnière disposée à leur partie supérieure, et leur bord inférieur, quand elles sont abaissées, sert d'appui

Fig. 125. — WAGON DE 40 TONNES, POUR LE TRANSPORT DE GROSSES PIÈCES DES FONDERIES DE WITKOWITZ.



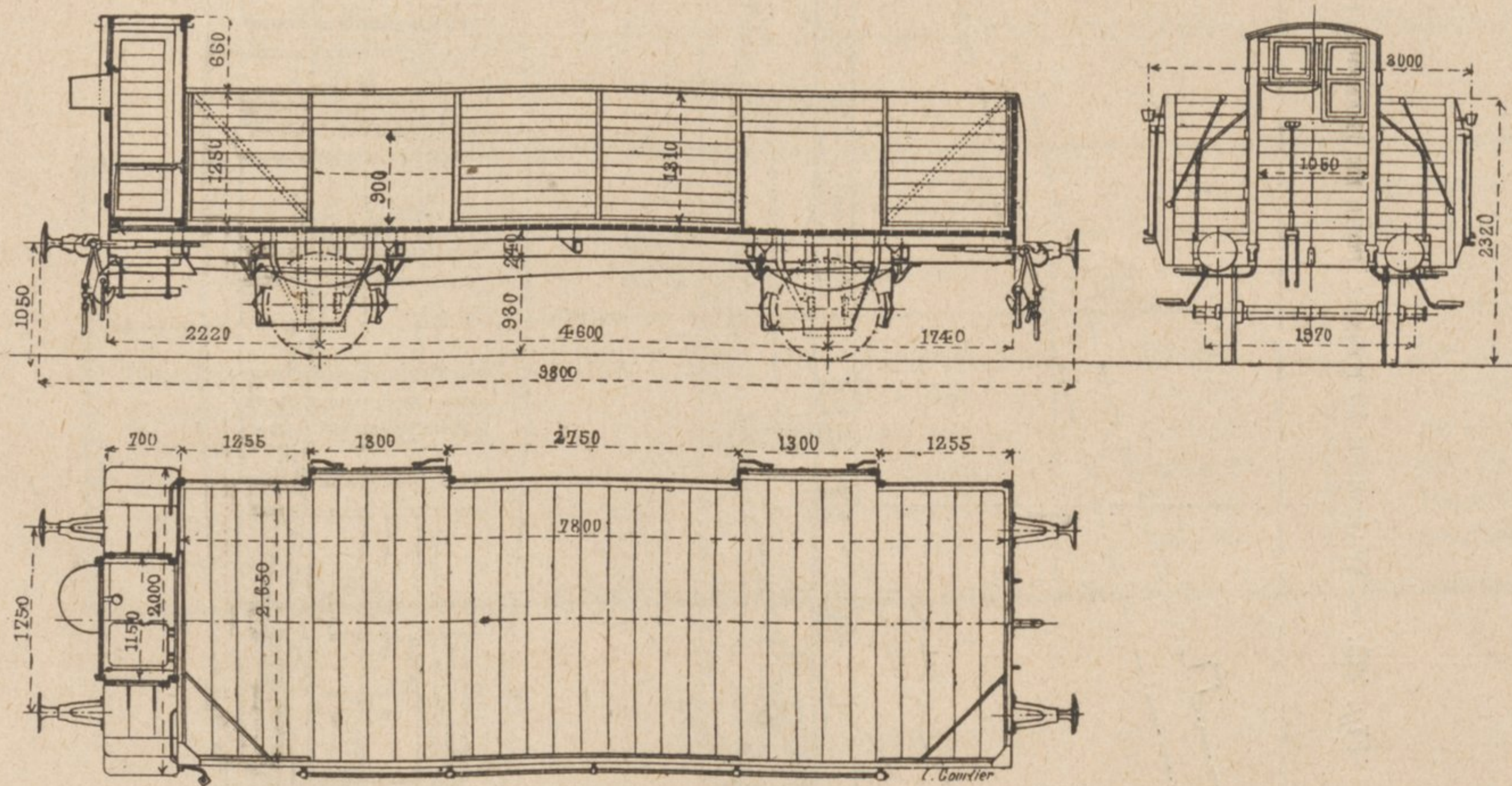
aux volets du plancher. Une tôle, montée sur un arbre horizontal de rotation placé en dessous de chaque volet, vient s'appuyer, quand elle est relevée, contre des appendices de la porte, de façon à l'empêcher de s'ouvrir.

Fig. 126. — WAGON TOMBEREAU DE 15 TONNES, A DÉCHARGEMENT RAPIDE SYSTÈME TALBOT.



Lorsqu'à l'aide d'un levier renvoyé à l'extrémité du wagon on fait tourner l'arbre et la tôle, la porte pivote sous la poussée du chargement et dégage le plancher qui s'abaisse ; la tôle dans sa position inférieure vient se placer dans le prolongement du volet abaissé et forme avec lui un plan de déversement incliné de 40° environ sur l'horizontale. En même temps la porte s'est soulevée sous l'action de bras rigides fixés au volet du plancher. On obtient ainsi une grande

Fig. 127. — WAGON HOULLER DE 20 TONNES DE L'ÉTAT AUTRICHIEN.



ouverture par laquelle s'écoule une partie importante du chargement ; le reste est manutentionné à la pelle.

Pour refermer le wagon on tire les volets de l'intérieur au moyen des poignées dont sont pourvus les bras rigides ; alors les portes latérales s'abaissent par leur propre poids ; puis on relève les tôles à l'aide des leviers de fermeture.

Le wagon, avec son plancher horizontal, peut servir au transport de marchandises diverses ;

quand il est spécialement affecté au transport de matériaux tels que la terre, le sable, le charbon, etc., on peut le munir à l'intérieur d'un dos d'âne en planches ; alors le déchargement peut se faire exclusivement par la méthode rapide.

2° *Wagon-tombereau* à 2 essieux, de 20 t., à guérite, construit par les Etablissements *Van der Zypen et Charlier*, de Cologne-Deutz, pour l'Etat prussien. Ce wagon est entièrement en tôle emboutie.

3° *Wagon-tombereau* à 2 essieux, de 20 t., à guérite, construit par les Etablissements *Ringhoffer de Smichow*, pour l'Etat autrichien (Fig. 127).

De chaque côté se trouvent 2 portes roulantes suspendues par des oreilles à une tringle horizontale formant glissière.

4° *Wagon-tombereau* à 2 essieux, de 20 t., de la *Compagnie du Nord français* (V. *Revue Générale*, février 1897).

5° *Wagon-tombereau* à 2 essieux, de 17 t., à guérite, construit par les *Officine Meccaniche* de Milan, pour l'Etat italien.

6° *Wagon-tombereau* à bogies, de 40 tonnes, entièrement en tôle emboutie système *Arbel*, monté par les *Ateliers du Nord de la France*, à *Blanc-Misseron*, pour la *Compagnie du Nord Français* (V. *Revue Générale*, septembre 1906).

7° *Wagon-tombereau* à bogies, de 37 tonnes, entièrement en tôle emboutie système *Arbel*, monté par la *Compagnie française de Matériel de Chemins de fer*, à *Ivry*, pour les Chemins de fer russes.

Réseau.....	ÉTAT prussien.	ÉTAT prussien.	ÉTAT autrichien.	NORD français.	ÉTAT italien.	NORD français.	RUSSIE
Constructeur.....	TALBOT.	ZYPEN et CHARLIER	RINGHOFFER.	NORD	Officine Meccaniche	ARBEL Blanc-Misseron.	ARBEL Ivry.
Longueur totale hors tampons.....	7 ^m ,300	8 ^m ,000	9 ^m ,800	7 ^m ,456	8 ^m ,050	12 ^m ,756	15 ^m ,290
Empatement du bogie.....	—	—	—	—	—	1,720	2,500
D'axe en axe des bogies.....	—	—	—	—	—	8,250	9,400
Empatement total.....	3,500	3,600	4,600	3,000	3,650	9,970	11,900
Longueur de chargement.....	5,300	6,000	7,800	6,440	6,150	11,824	14,100
Surface de chargement.....	15 ^m 2,32	17 ^m 2,1	20 ^m 2,67	16 ^m 2,61	16 ^m 2,72	33 ^m 2,1	40 ^m 2,75
Hauteur des bords.....	1 ^m ,350	1 ^m ,480	1 ^m ,310	1 ^m ,450	1 ^m ,200	1 ^m ,520	1 ^m ,470
Volume.....	20 ^m 3,7	25 ^m 3,3	27 ^m 3,08	24 ^m 3,09	20 ^m 3,07	50 ^m 3	59 ^m 3,90
Poids à vide.....	9 ^t ,320	8 ^t ,500	8 ^t ,100	7 ^t ,600	9 ^t ,400	14 ^t	16 ^t
Chargement.....	15 ^t	20 ^t	20 ^t	20 ^t	17 ^t	40 ^t	37 ^t
	(à guérite)	(à guérite)	(à guérite)	—	(à guérite)	—	—

WAGONS SPÉCIAUX POUR LE TRANSPORT DE DENRÉES ALIMENTAIRES.

1° *Wagon couvert* à 2 essieux, à vigie, pour le transport de la bière en fûts, construit par le *Düsseldorfer Eisenbahnbedarf*, à Düsseldorf (Fig. 128).

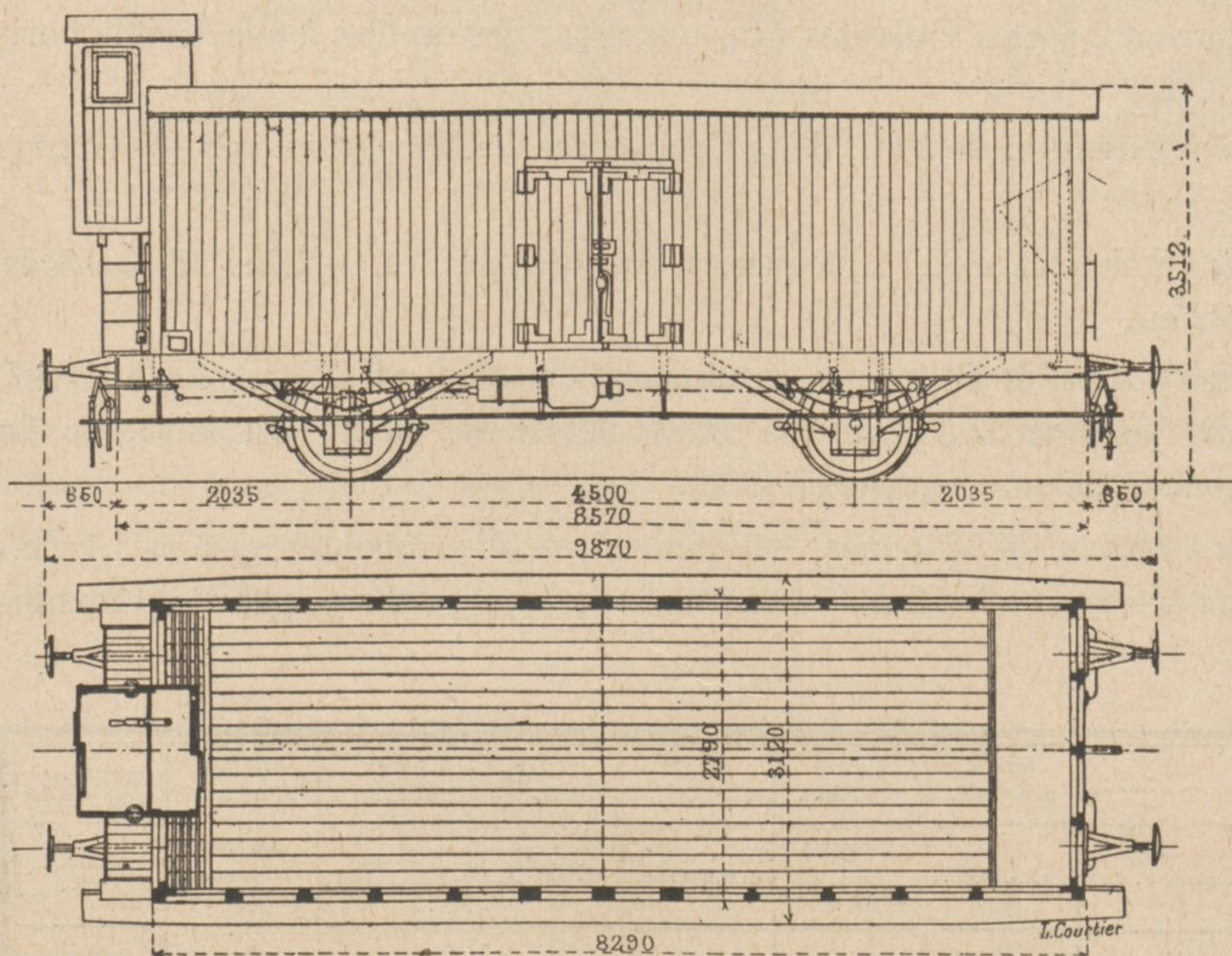
Les parois sont constituées par 3 enveloppes en bois comprenant entre elles 2 couches d'air isolantes ; à l'une des extrémités du wagon se trouve une caisse à glace ; de l'autre côté est disposé pour l'hiver un appareil de chauffage consistant en une chaufferette à comprimés se chargeant de l'extérieur.

Moyennant un aménagement intérieur spécial, le wagon peut aussi servir au transport du poisson, de la viande, des fromages et des beurres.

2° *Wagon frigorifique*, à 2 essieux, construit par la *Société italienne E. Breda*, de Milan. Les côtés et le fond sont à double paroi, avec interposition d'isolant.

Dans un espace couvrant environ un tiers de la longueur totale sont installés des appareils

Fig. 128. — WAGON COUVERT POUR LE TRANSPORT DE LA BIÈRE EN FUTS DE LA FABRIQUE DE DUSSELDORF.



frigorifiques de la *Société Lombarde de Monza*; l'espace situé au droit des portes est réservé pour le chargement; le reste du wagon constitue un cellier sur les parois duquel est disposé un serpentín à circulation d'eau salée.

Le froid est produit par l'évaporation et la détente après compression et liquéfaction d'une masse d'ammoniac. Dans la période où le gaz se comprime et se liquéfie, il est refroidi dans

un serpentín par une pluie d'eau douce entretenue par une pompe. Dans la période de vaporisation et de détente, il se trouve dans un autre serpentín plongé dans un réservoir d'eau salée qu'il refroidit. C'est cette eau salée qui sous l'action d'une pompe circule dans les serpentins réfrigérants fixés aux parois du cellier.

Le compresseur qui provoque le cycle de l'ammoniac, la pompe à eau douce et la pompe à eau salée reçoivent leur mouvement d'un des essieux par l'intermédiaire d'une chaîne galle, d'un embrayeur et d'un volant.

A la vitesse de 60 km., le compresseur fait 140 tours par minute; des signaux électriques actionnés si la vitesse est trop grande avertissent le mécanicien qu'il doit manœuvrer le débrayage à friction.

L'appareil a une puissance suffisante pour refroidir 2 ou 3 wagons équipés comme le cellier du wagon générateur et reliés à lui par des accouplements spéciaux; la température s'y maintient de 0 à 4°.

3° *Wagon couvert* à 2 essieux, de l'*Etat italien*, construit par les *Officine Meccaniche de Milan*, et

4° *Wagon couvert* à 2 essieux, de la *Compagnie P.L.M.*, construit dans les ateliers de la Compagnie à *Villeneuve-St-Georges*, dérivé du précédent.

Ces wagons, destinés au transport des primeurs, sont à doubles parois et à double pavillon ; ils sont munis de nombreuses baies d'aération fermées par des persiennes fixes et des volets mobiles.

Le wagon italien présente en outre sur la toiture 4 aspirateurs torpilles.

Le wagon P.-L.-M. est muni d'une guérite fermée, accessible des 2 côtés de la voie, avec deux sièges disposés de telle sorte que l'agent puisse aisément surveiller les signaux quel que soit le sens de la marche.

5° *Wagon couvert à 2 essieux, pour le transport des fruits, construit par les Etablissements Danubius-Schoenichen-Hartmann, à Budapest, pour les chemins de fer de l'Etat hongrois.*

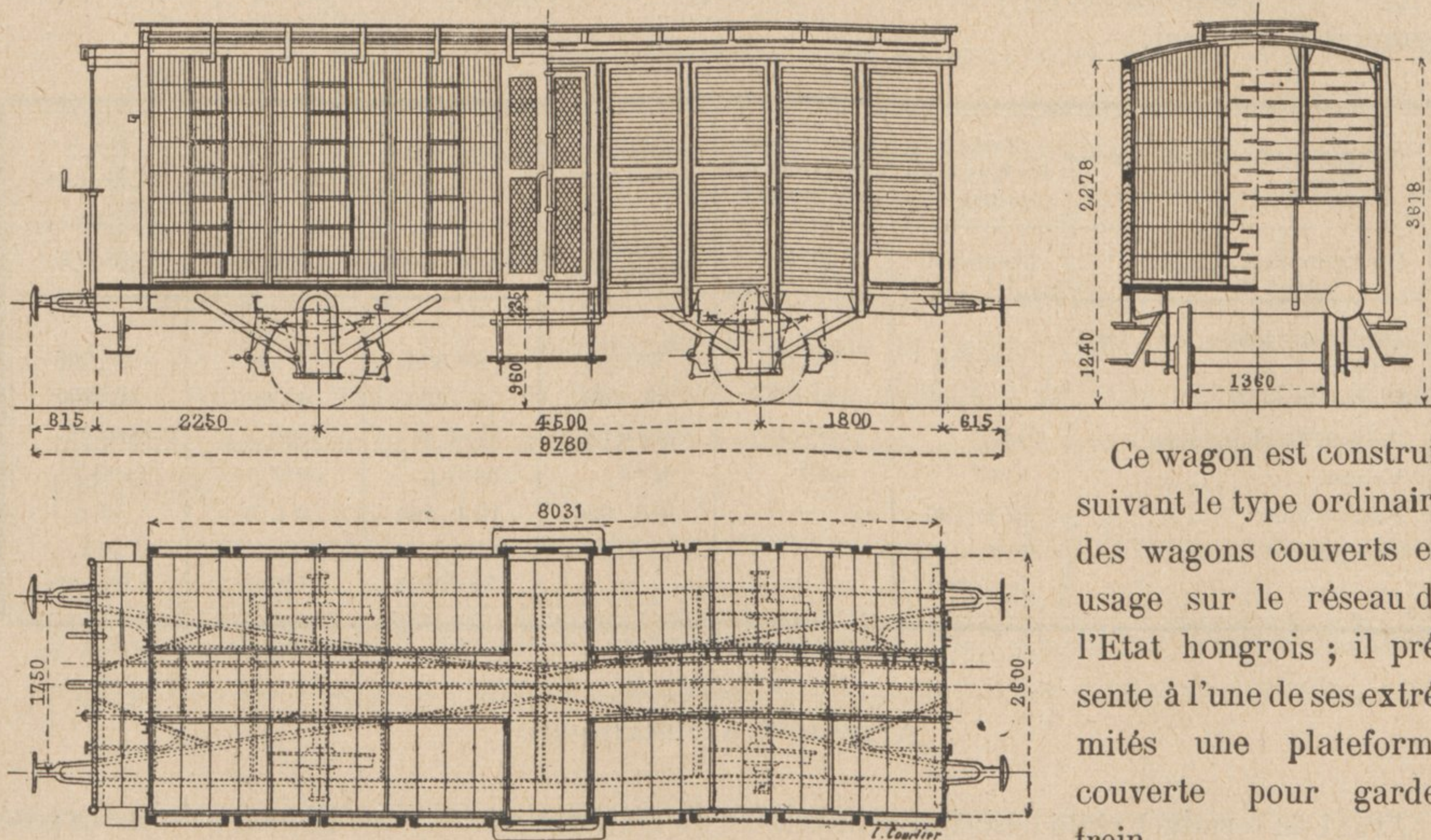
C'est un wagon couvert ordinaire avec terrasse et frein à main à l'une de ses extrémités, mais présentant à l'intérieur un aménagement spécial.

Des liteaux vissés à demeure contre les parois longitudinales à droite et à gauche des portes roulantes servent d'appui à des tablettes amovibles que l'on met en place, non jointives, à raison de 12 par étages, au fur et à mesure du chargement. Le wagon comprend 4 étages superposés ; l'équipement complet se compose donc de 16 supports et de 96 tablettes.

Les parois du wagon sont munies de nombreuses persiennes fixes.

6° *Wagon couvert à 2 essieux, pour le transport des volailles, construit par la Société des Fonderies et Constructions mécaniques Schlick, à Budapest, pour l'Etat hongrois (Fig. 129).*

Fig. 129. — WAGON COUVERT POUR LE TRANSPORT DES VOLAILLES DE L'ÉTAT HONGROIS.



Ce wagon est construit suivant le type ordinaire des wagons couverts en usage sur le réseau de l'Etat hongrois ; il présente à l'une de ses extrémités une plateforme couverte pour garde-frein.

La caisse est à châssis métallique, avec lanterneau de 1^m,200 de largeur à sa partie supérieure.

Les parois d'extrémité sont constituées par des frises horizontales en sapin présentant à leur jonction plusieurs échancrures de 30 cm. de longueur, en pente à 45°, en forme de persiennes.

Les parois latérales sont formées chacune de 8 grandes persiennes en bois, prenant toute la

hauteur et fixées entre les montants en U du châssis de la caisse. Le lanterneau est également muni sur toutes ses faces verticales de jalousies d'aération.

Le pavillon est en bois de sapin recouvert de toile à voile.

De chaque côté du wagon, au centre, se trouve une porte à deux vantaux, à cadre en bois, munie de panneaux métalliques grillagés. La fermeture est à crémone avec poignées à l'intérieur et à l'extérieur.

Le volume total de la caisse est de 52, 3 mètres cubes. A l'intérieur sont montées 4 grandes cages séparées par des couloirs en croix. Chacune d'elles est constituée par des montants en cornières entretoisés horizontalement par des fers plats transversaux et des cornières longitudinales : elles reposent sur le plancher et sont fixées par des boulons aux montants verticaux de la caisse et aux courbes de pavillon. Les entretoises sont traversées par des barreaux verticaux en fers ronds de 6^{mm} espacés de 45^{mm}, qui constituent le grillage. C'est aussi sur ces entretoises que prennent appui des planchers en sapin qui subdivisent chaque cage en 8 étages.

Chaque cage comprend 3 cellules par étage, soit 24 cellules, ce qui fait pour tout le wagon 96 cellules.

Chaque cellule est munie d'une porte avec loquet.

A des tringles horizontales fixées au grillage du côté du couloir longitudinal, un peu au-dessus de chaque plancher, on peut suspendre à l'extérieur des mangeoires ; ces mangeoires sont en tôle galvanisée, soudées, et munies de 2 crochets qui servent à les maintenir.

Le nombre total des mangeoires disponibles pour tout le wagon est de 192.

Tout cet équipement est facilement démontable de façon que le nettoyage puisse en être complet et fréquent.

Réseau ou Administration propriétaires.....	Société des Brasseries de Berlin.	Société mécanique Lombarde de Monza.	ÉTAT ITALIEN	Compagnie P.-L.-M.	ÉTAT HONGROIS	ÉTAT HONGROIS
Constructeur.....	Dusseldorf	Breda	Officine Meccaniche	Cie P.-L.-M.	Danubius	Schlick
Longueur totale hors tampons.....	9 ^m ,870	9 ^m ,130	9 ^m ,130	8 ^m ,675	9 ^m ,280	9 ^m ,780
Empatement.....	4, 500	4, 500	4, 500	3, 750	4, 000	4, 500
Surface de chargement.....	20 ^m 2	20 ^m 2,12	20 ^m 2,12	18 ^m 2,36	19 ^m 2	20 ^m 2,7
Volume.....	42 ^m 3	42 ^m 3	42 ^m 3	39 ^m 3,6	39 ^m 3,5	52 ^m 3,3
Poids à vide.....	12 t. 180	—	10 t. 020	10 t. 100	9 t. 5	13 t.
Chargement.....	15 t. (à guérite)	—	15 t. —	15 t. (à guérite)	10 t. (à terrasse)	10 t. (à terrasse)

ATTELAGES AUTOMATIQUES.

Avant de terminer cette description succincte du matériel roulant des Chemins de fer exposé à Milan, il convient de mentionner les efforts récents faits sur le Continent pour faire progresser la question des attelages automatiques.

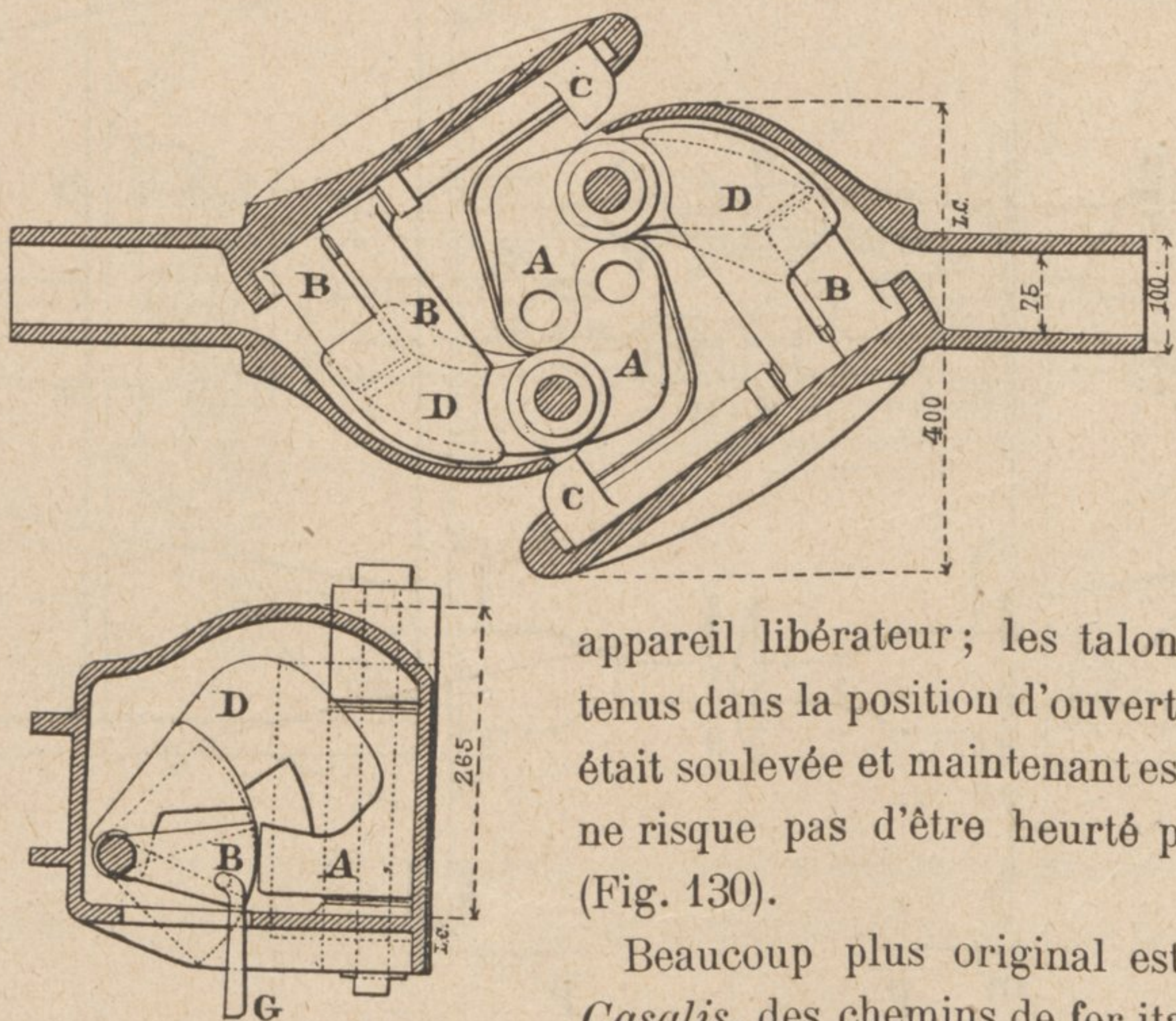
Un concours international d'attelages automatiques était ouvert à Milan sous les auspices du Roi d'Italie ; 168 concurrents s'y étaient présentés, certains d'entre eux avec plusieurs solutions ou variantes.

Nous ne saurions passer en revue les divers appareils exposés (1); un grand nombre sont inspirés de l'attelage américain; dans les uns les appareils de choc et de traction sont concentrés en un même organe central; d'autres comportent le maintien des tampons latéraux; il en est enfin qui sont des attelages automatiques partiels, exigeant l'intervention d'un agent pour parfaire de l'extérieur l'accrochage et en régler la tension.

Sans insister ici sur l'attelage de M. Boirault, ingénieur adjoint des chemins de fer de l'Etat français, qui a été décrit en détail dans le *Bulletin du Congrès international des Chemins de fer* (Juillet 1906) et qui, seul primé au concours de Russie en 1905, n'était pas présenté au concours de Milan, nous nous bornerons à citer les 2 dispositifs qui furent jugés les meilleurs par le Jury de Milan.

L'un est de la *Deutsche Waggon-Kupplung's Gesellschaft* de *Kaiserslautern* (Palatinat); il

Fig. 130. — ATTELAGE AUTOMATIQUE DE LA DEUTSCHE WAGGON-KUPPLUNG'S G.



est dérivé de l'attelage M. C. B. et date de 1903. Il fonctionne exclusivement par la gravité. Au choc des 2 têtes principales les crochets A se ferment et se connectent, et les 2 leviers C solidaires des arrêts B se soulèvent; dès que les talons E des crochets sont à fin de course, les arrêts B retombent en fermant l'attache. Pour rompre l'accrochage, on soulève les arrêts B à l'aide d'un

appareil libérateur; les talons E sont débloqués et sont maintenus dans la position d'ouverture par la pièce D qui auparavant était soulevée et maintenant est retombée, de sorte que le crochet ne risque pas d'être heurté par un autre appareil laissé fermé (Fig. 130).

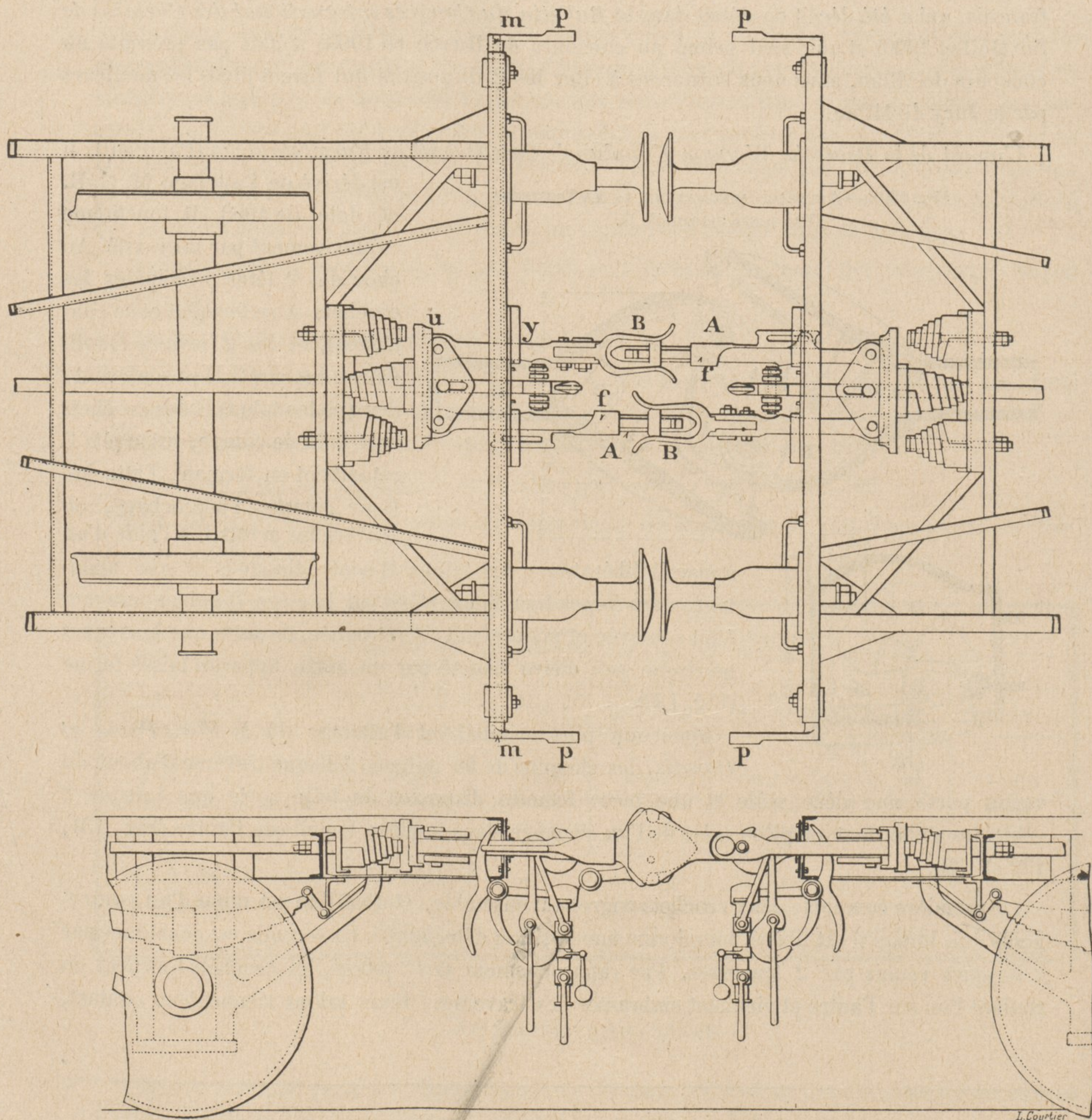
Beaucoup plus original est l'attelage dû à MM. *Pavia et Casalis*, des chemins de fer italiens. Chaque traverse d'about du wagon porte une pièce mâle et une pièce femelle disposées de telle sorte que lorsque 2 véhicules s'abordent la pièce mâle de l'un s'engage dans la pièce femelle de l'autre (Fig. 131, 132 et 133).

La première comporte deux crochets engrenant ensemble, et dont l'un est muni d'un contre-poids qui, lorsqu'il est libéré, leur donne une position déterminée. La seconde est constituée par 2 flasques réunis par 2 traverses. Par rapprochement des 2 pièces, les crochets tournent en roulant l'un sur l'autre et viennent embrasser les traverses; leurs talons viennent en contact,

(1) Voir à ce sujet l'intéressante étude de M. Nicola Pavia «Lo stato attuale del Problema sull Agganciamento automatico dei Veicoli Ferroviari» Società editrice politecnica, Turin, et le compte-rendu de M. Carlo Montù «Gli accoppiatori automatici per Veicoli ferroviari all' Esposizione di Milano» Società Typ. editrice Nazionale, Turin-Rome.

et le contrepoids efface un cliquet retenant un coulisseau armé; celui-ci rendu libre vient enserrer les 2 talons et maintient les 2 crochets en prise avec les traverses de la pièce femelle.

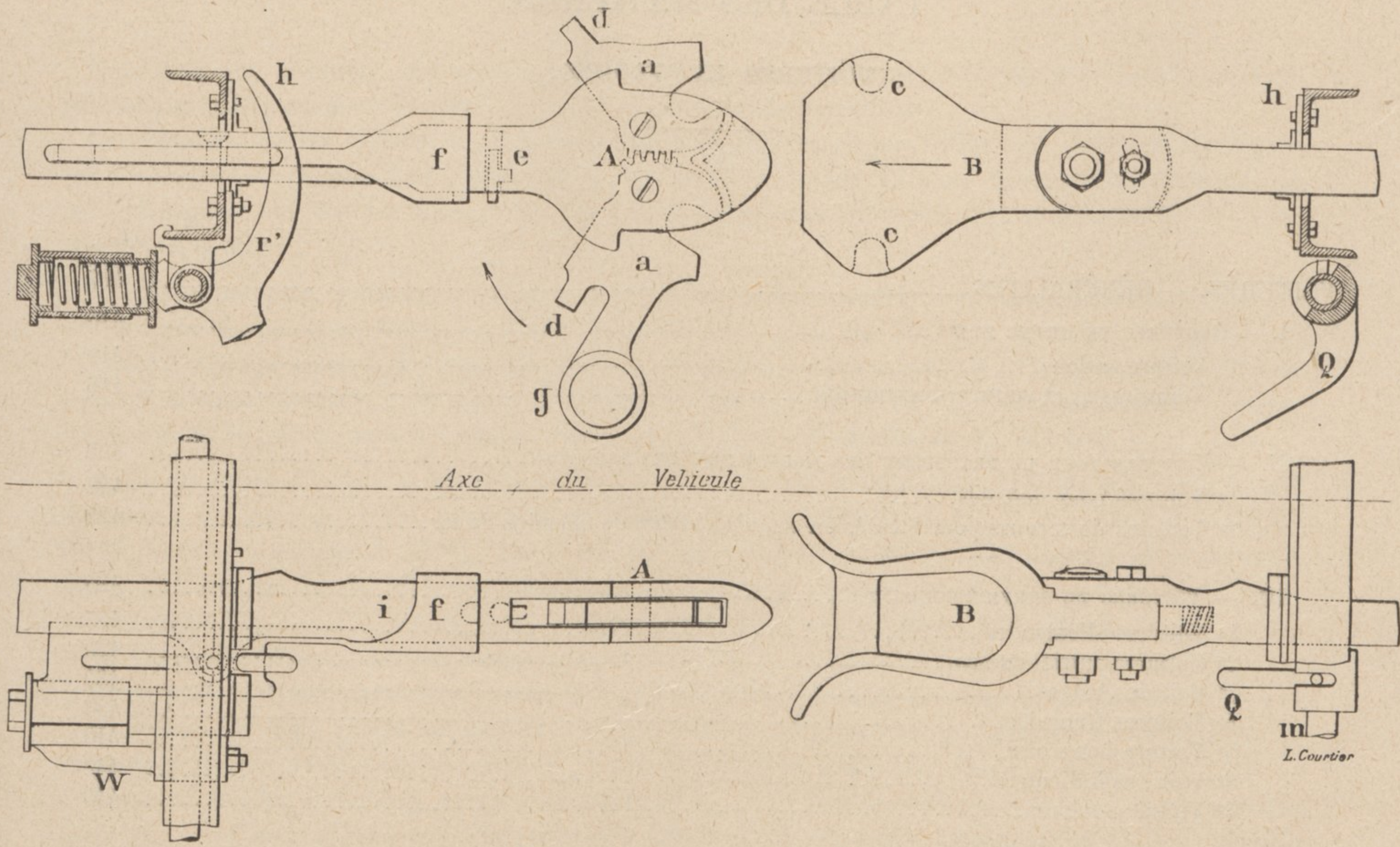
Fig. 131. — ATTELAGE AUTOMATIQUE PAVIA ET CASALIS (Ensemble).



Pour l'attelage, l'agent, du dehors des tampons, tourne la manivelle pesante *p* : le coulisseau entraîné par le bras *r* se déplace jusqu'à venir buter contre la saillie du cliquet *e*.
Pour désaccoupler, l'agent agit sur la manivelle *p* en sens inverse : le bras *r'* ramène le

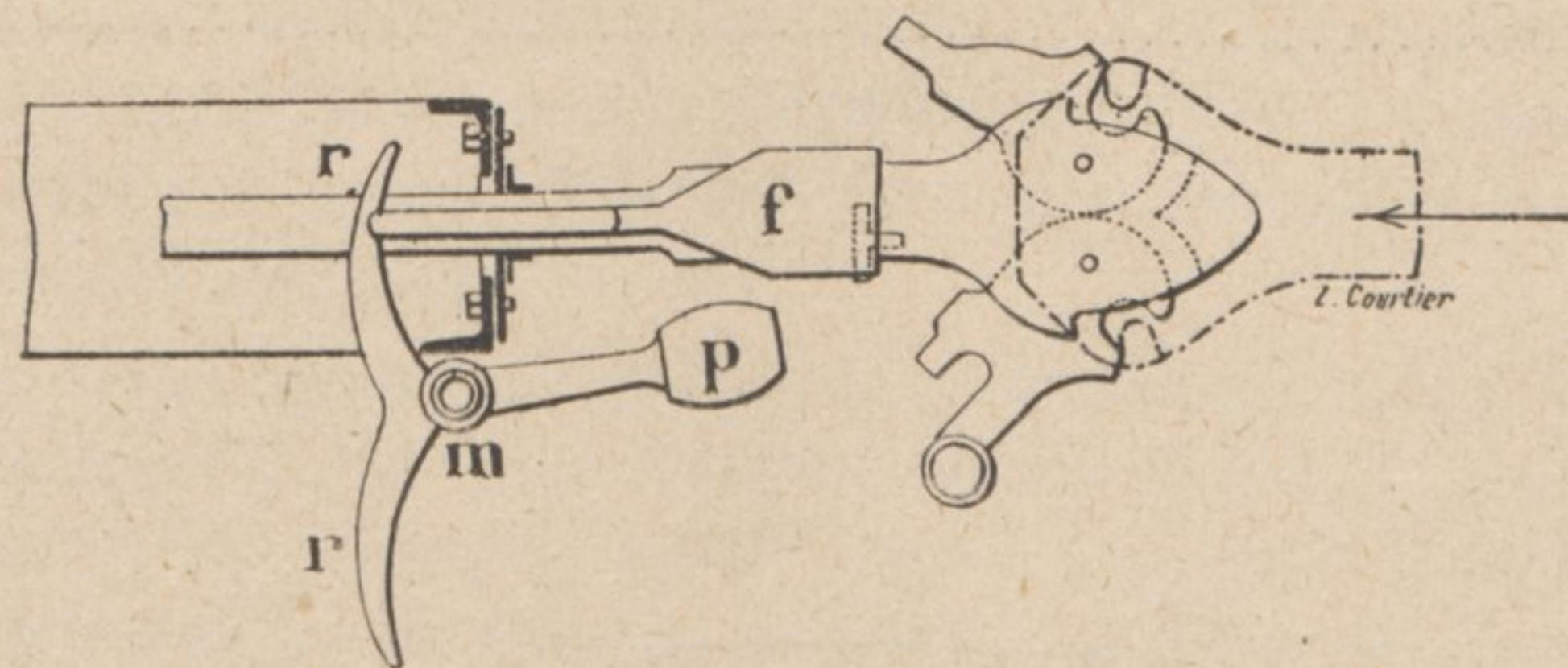
coulisseau vers le wagon ; les 2 talons deviennent libres, les 2 crochets roulent l'un sur l'autre sous l'action de leur contrepoids *g* et cessent d'être en prise avec la pièce femelle.

Fig. 132. — ATTELAGE AUTOMATIQUE PAVIA ET CASALIS (Détail).



Pour la période de transition, l'ancien attelage subsiste entre les 2 bras qui, articulés à leurs extrémités, peuvent être écartés et maintenus dans cette position par un levier et un cliquet.

Fig. 133. — ATTELAGE AUTOMATIQUE PAVIA ET CASALIS (Accrochage).



Ajoutons enfin que le système Pavia implique la suppression des tampons, les chocs étant amortis ici par l'armature élastique et articulée des 2 bras.

TABLE DES MATIÈRES.

VOITURES ET WAGONS.

	Pages.
VOITURES. — GÉNÉRALITÉS	407
I. — VOITURES DE GRAND LUXE.....	410
1° Voitures-salons.....	410
2° Voitures-lits et voitures-restaurants.....	418
II. — VOITURES POUR LE TRANSPORT DES MALADES OU DES BLESSÉS	422
1° Voitures pour malades.....	422
2° Voitures de secours pour blessés en cas d'accidents de chemins de fer.....	424
III. — VOITURES DE SERVICE COURANT	425
1° Voitures allemandes.....	425
2° Voitures autrichiennes.....	429
3° Voitures belges.....	432
4° Voitures françaises.....	433
5° Voiture hongroise.....	440
6° Voitures italiennes.....	442
7° Voitures suisses.....	446
WAGONS-POSTE.....	450
FOURGONS A BAGAGES.....	454
WAGONS PLATS.....	456
WAGONS SPÉCIAUX POUR LE TRANSPORT DE GROSSES MASSES INDIVISIBLES.....	458
WAGONS-TOMBÉREAUX.....	458
WAGONS SPÉCIAUX POUR LE TRANSPORT DE DENRÉES ALIMENTAIRES.....	461
ATTELAGES AUTOMATIQUES.....	464

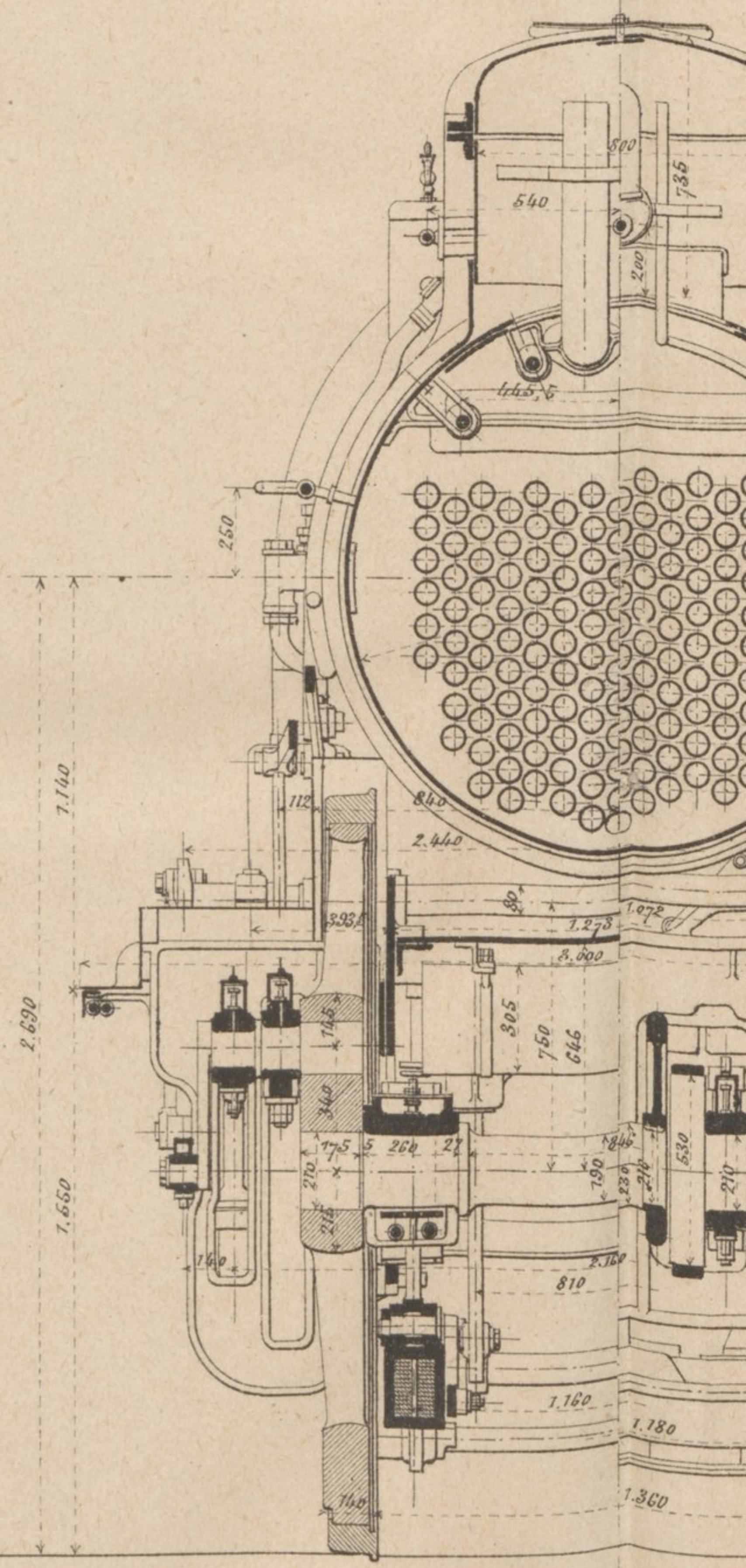
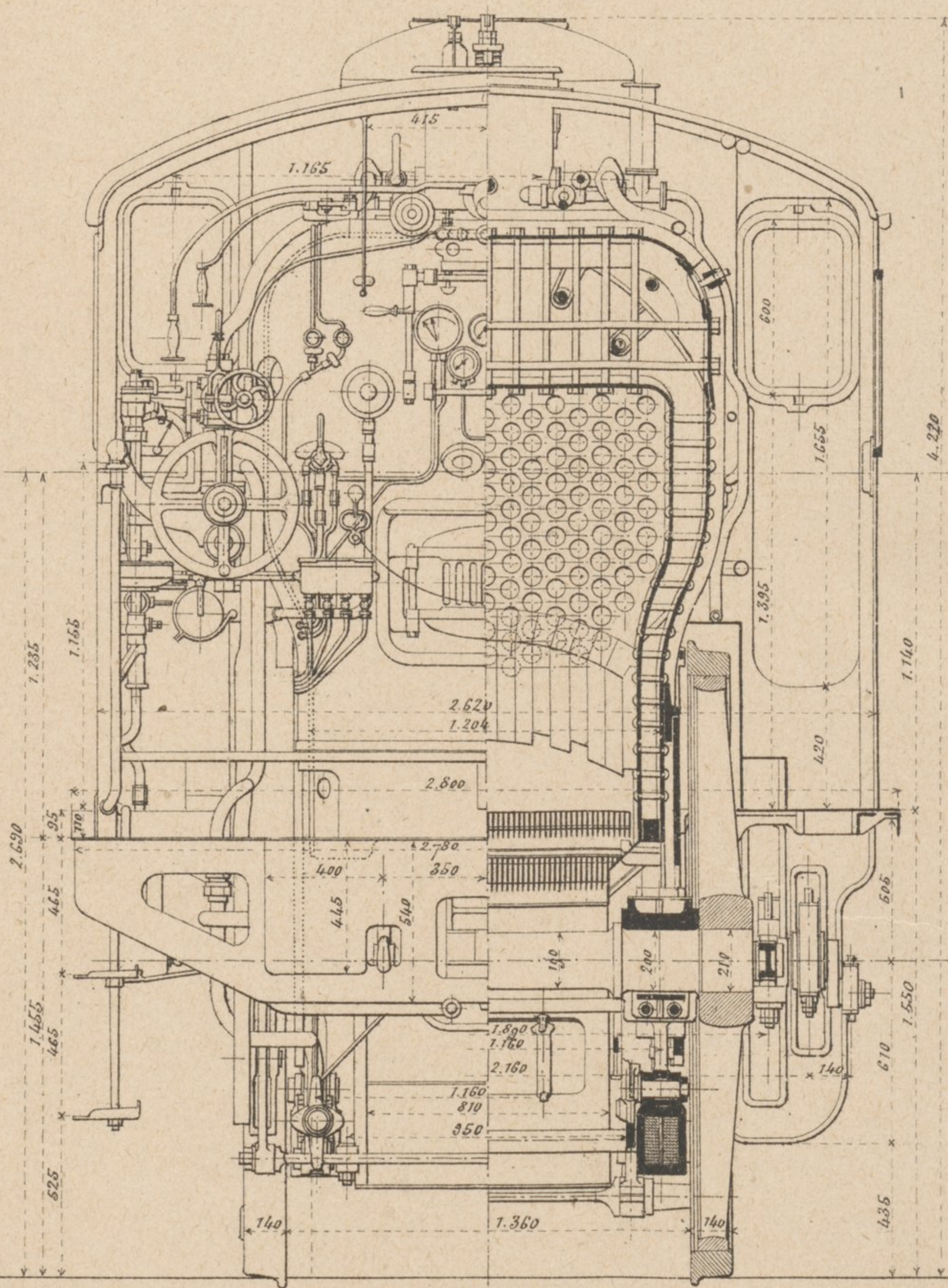
LOCOMOTIVE A GRANDE VITESSE

Coupes transverse

Vue d'arrière

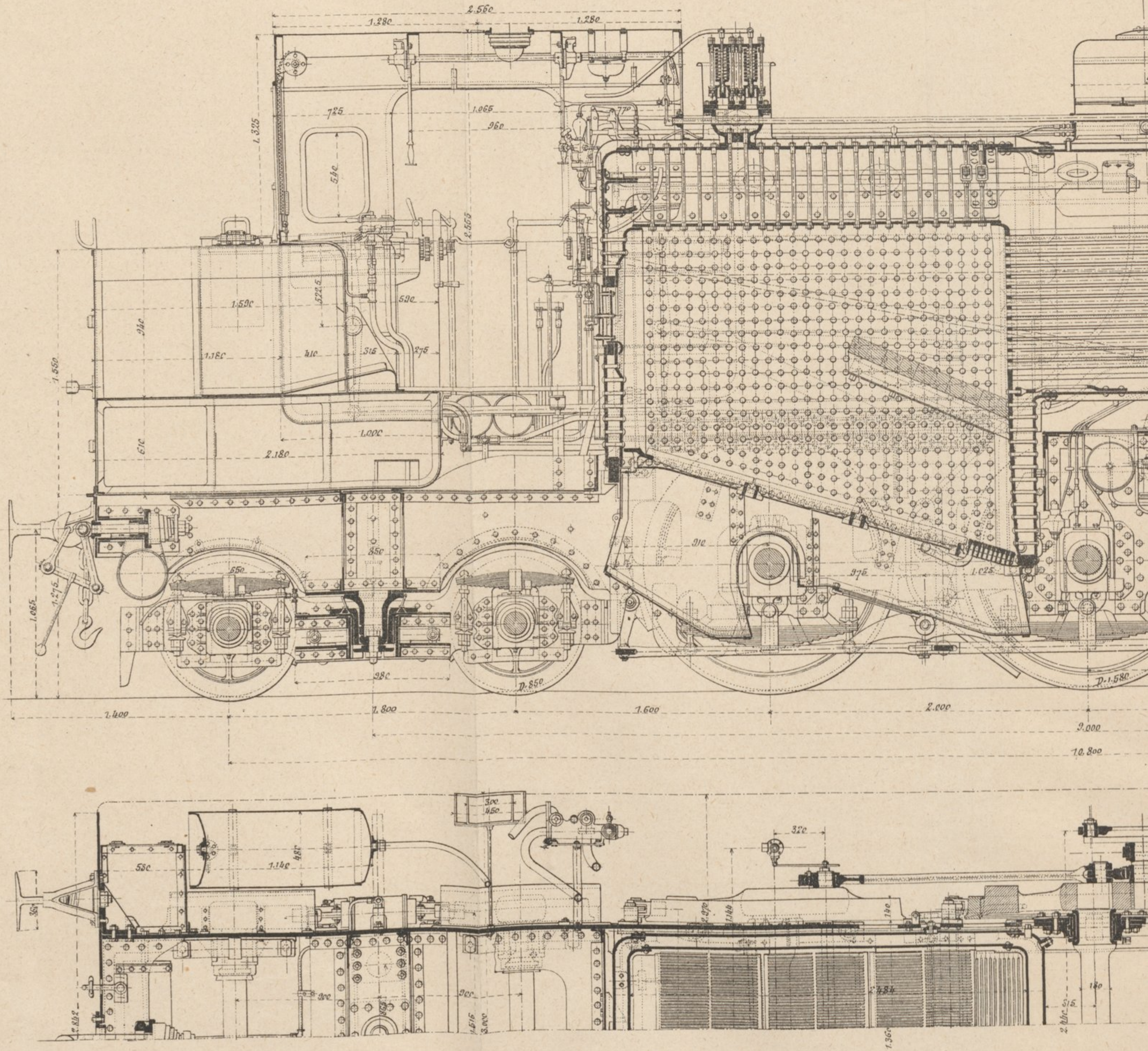
Coupe par la roue d'arrière

Coupe par la roue motrice H P



LOCOMOTIVE DE GRANDE BANLIEURÉ

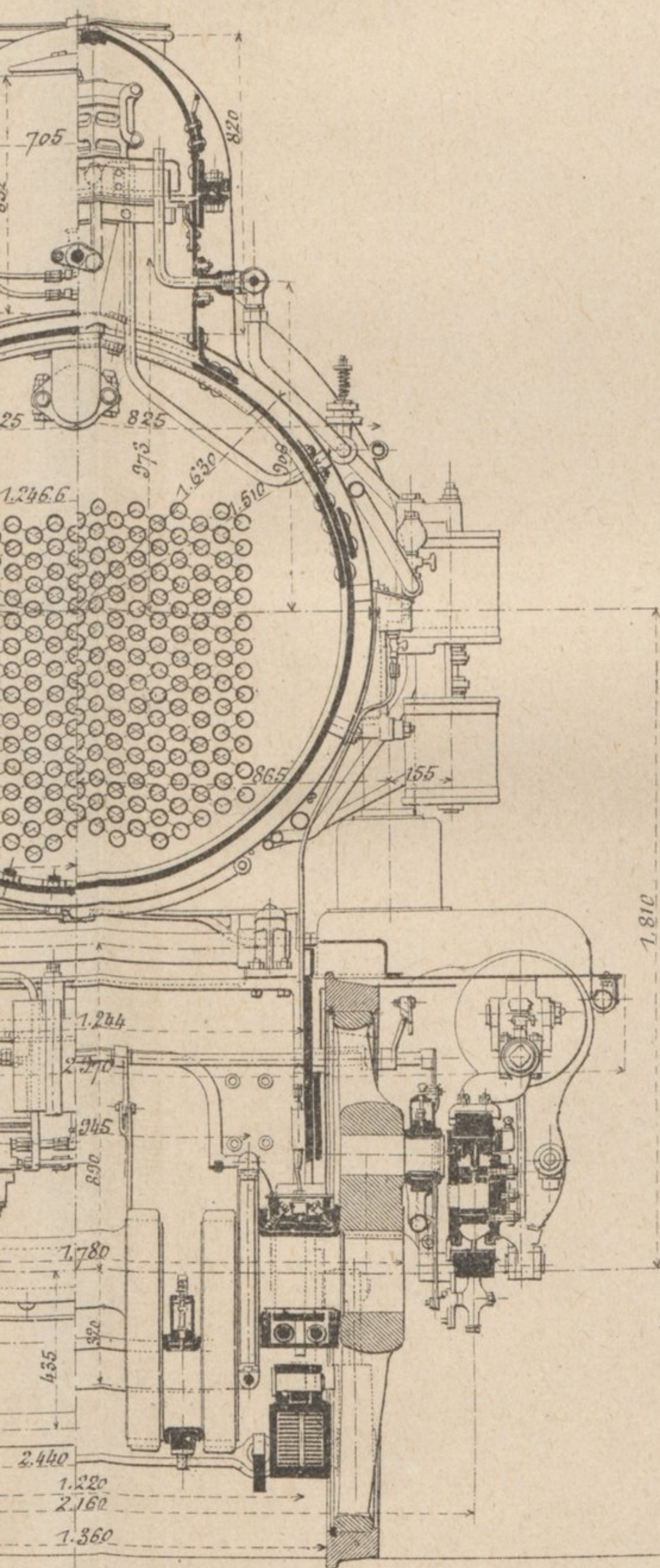
Coupe longitudinal



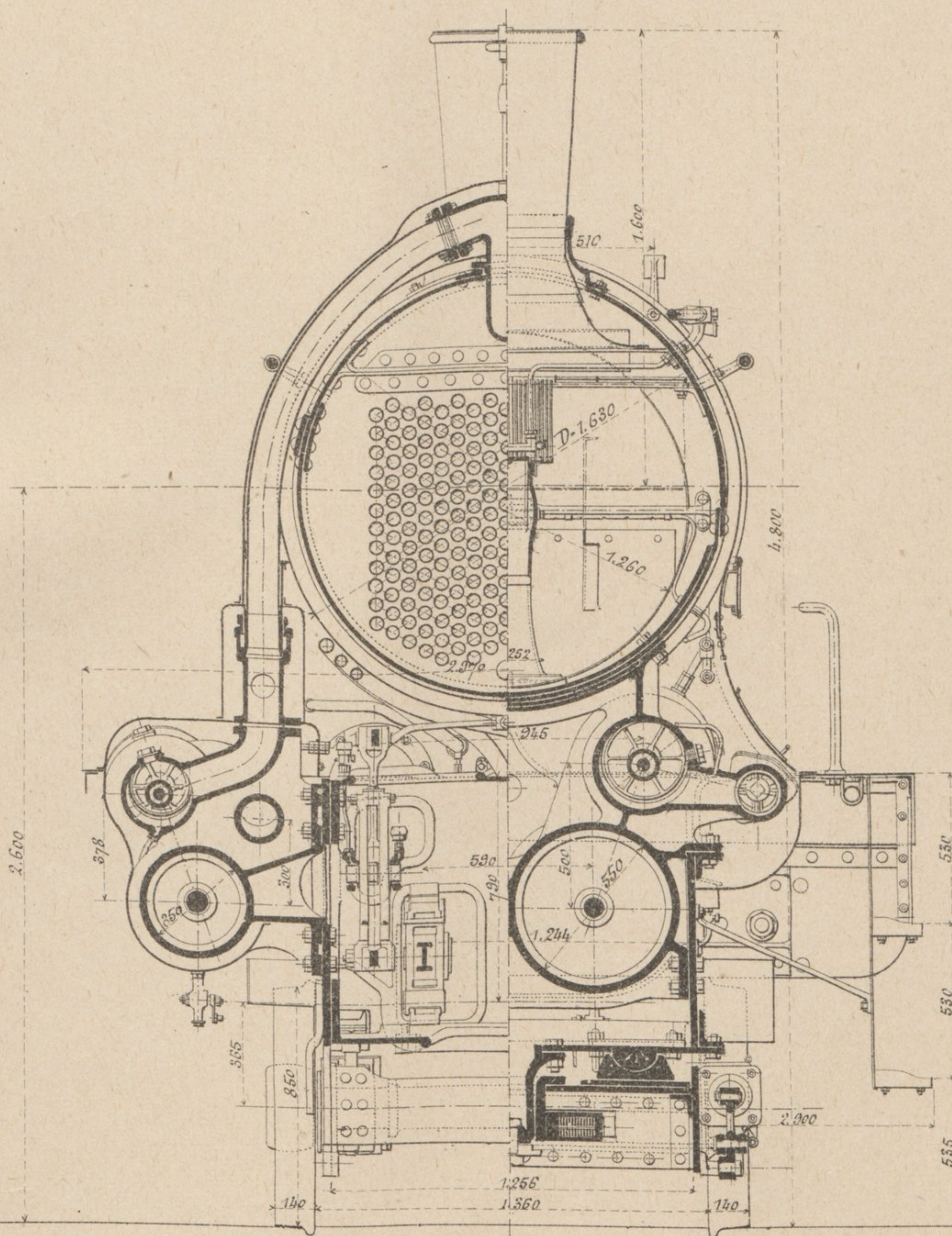
E BANLIEUÉ DE LA C^{ie} DE L'EST

es transversales

Coupe
par la roue motrice B P



Coupe
par la prise de vapeur



Coupe
par l'échappement

LOCOMOTIVE TENDER DECAPOD DE L'ETA

