

LA LOCOMOTIVE "SANTA-FE" (1-5-1)

de la Région de l'EST de la S. N. C. F.

PAR

M. LENTZ,

Ingénieur en Chef honoraire
de la S.N.C.F.

et

M. METZLER,

Ingénieur
de la S. N. C. F.

La Région de l'Est (Sous-Direction de Strasbourg) a mis en service deux locomotives prototypes, type Santa-Fe, série G 16 de l'ancien Réseau AL, destinées à assurer sur les lignes accidentées du bassin minier de Thionville la remorque de trains complets de minerai de fer de 1 600 à 1 700 t sur rampes continues de 10 mm.

Ces trains sont normalement remorqués par une machine G 12 (Décapod) avec renfort en queue ; la nouvelle machine doit permettre de renoncer à ces renforts, très onéreux par eux-mêmes et par les haut-le-pied de retour qu'ils occasionnent.

La présente note a pour but de décrire le nouveau type de machine et de rendre compte des résultats des essais effectués.

notamment : chaudière timbrée à 20 hpz ; essieux accouplés chargés à 20 t (100 t de poids adhérent) ; 3 cylindres à simple expansion avec distribution à soupapes à cames rotatives ; châssis en barres.

A. — Appareil évaporatoire

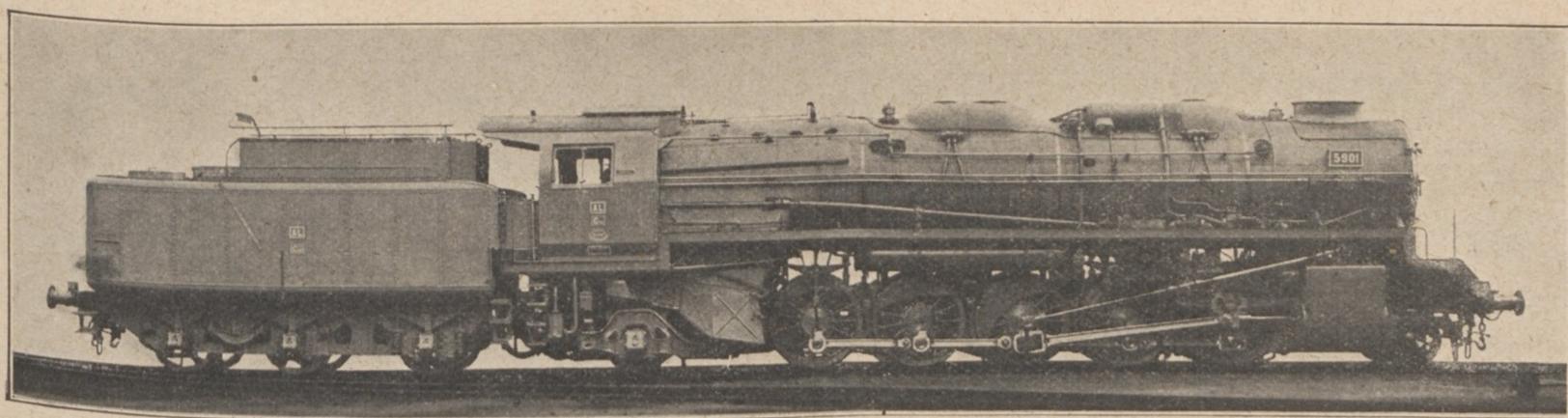
1° Particularités de la chaudière.

a) Cendrier avec carcasse en acier, moulé et poches latérales profondes assurant une arrivée d'air régulière sous toute la grille.

b) Foyer débordant en acier avec chambre de combustion.

c) Emploi de tôle d'acier doux au nickel pour la confection de la boîte à feu, du corps cylindrique et de la plaque tubulaire avant.

Fig. 1.



I. — DESCRIPTION DE LA LOCOMOTIVE G 16 (Figure 1)

L'étude a été faite par l'O.C.E.M. (1) et la construction réalisée par la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques sur les bases indiquées par l'Ancien Réseau A.L. et qui comportaient

L'emploi de cet acier a permis d'obtenir, malgré le timbre à 20 hpz, une notable diminution de poids.

d) Emploi de tirants en éventail suivant la pratique américaine ; les tirants des rangées extrêmes latérales sont munis de têtes sphériques articulées.

e) Entretoises de foyer en acier doux A.K.

(1) N.D.C.R. On sait que cet organisme a cessé d'exister le 1^{er} janvier 1938.

f) Voûte de foyer supportée par 3 tubes bouilleurs.

g) Grille à secousses.

h) Montage de toute la robinetterie à l'aide de joints métalloplastiques [encastrés, suivant les dispositions généralisées par l'ancien Réseau A.L. sur toutes ses machines.

i) Porte de foyer équipée d'une commande d'ouverture pneumatique actionnée par une pédale et annulée automatiquement en cas de fermeture du régulateur.

2° Echappement.

L'échappement est du type « Kylchap » réglable, à cheminée double.

3° Surchauffeur.

Le surchauffeur est du type 5. P. 4. avec collecteurs séparés et régulateur à soupapes multiples de la Compagnie des Surchauffeurs.

4° Enveloppes.

Les enveloppes sont calorifugées à leur surface intérieure d'une couche de 25 mm d'isolant « Spray ».

5° Alimentation.

Assurée par injecteur en charge type Thermix Z.C.V., n° 10 et par un réchauffeur A.C.F.I. type R.M.

l'arrière par un berceau en acier moulé, formant à la fois support arrière de chaudière et caisson d'attelage et par des traverses intermédiaires en acier moulé.

C. — Bissels.

Le bissel avant est à suspension par biellettes avec rappel initial ; son jeu latéral est de 0,131 m.

Le bissel arrière, avec châssis en acier moulé, est à fusées extérieures, à rappel constant ; son jeu latéral est de 0,096 m.

D. — Booster.

Le bissel arrière est muni d'un « booster » (1), machine à vapeur auxiliaire qui permet de rendre cet essieu temporairement moteur et d'augmenter ainsi le poids adhérent de la locomotive de 19,900t et, partant, son effort de traction.

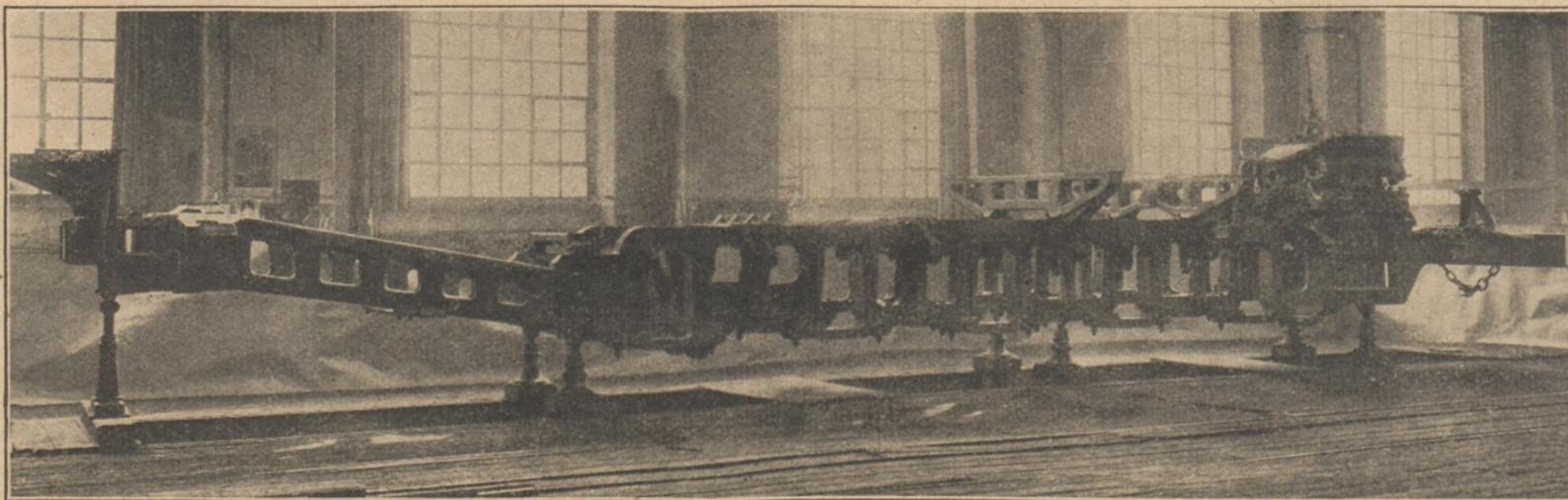
La locomotive G 16 est la première machine française qui, **de construction**, a reçu ce moteur auxiliaire ; il nous a donc paru intéressant de donner une description sommaire de son fonctionnement (Figure 3).

Le mécanisme du booster se compose d'un petit moteur à vapeur à 2 cylindres avec distribution par tiroirs cylindriques. L'arbre moteur du booster porte un pignon qui reste toujours en prise avec un pignon intermédiaire que (par commande pneumatique) le levier d'embrayage permet d'amener en contact avec la roue dentée calée sur l'essieu du bissel arrière.

Les 3 phases consécutives de la mise en marche sont indiquées en pointillés différents sur le schéma général, savoir :

1^{re} phase : La clé du distributeur A étant placée vertica-

Fig. 2.



B. — Châssis (Figure 2).

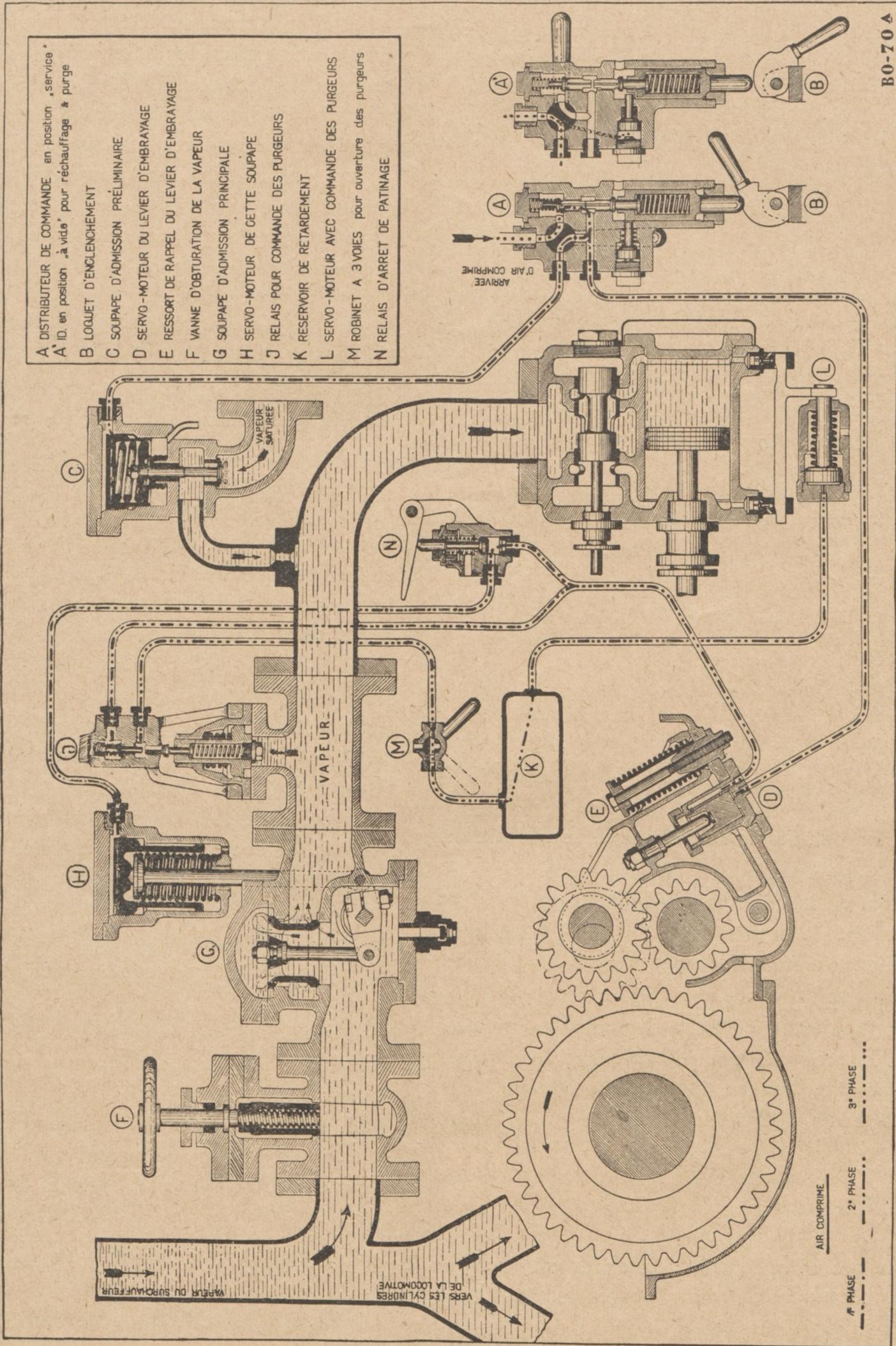
Le châssis, très rigide et extrêmement robuste, est formé par 2 longerons en barres d'acier à 2 % de nickel de 140 mm d'épaisseur ; il est entretoisé à l'avant par le cylindre du milieu, à

lement (position A), on obtient par la levée du loquet B :

a) l'ouverture, par commande pneumatique, de la soupape d'admission préliminaire C, qui laisse passer un filet de vapeur

(1) Le « booster » a été décrit dans une publication de la Société Alsacienne de constructions mécaniques (Bulletin n° 44 d'Octobre 1933) à laquelle sont empruntés les détails donnés dans la présente note et la figure 3.

Fig. 3. — Dispositif dit "booster". — Détail des circuits de commande.



saturée aux cylindres du booster, de façon à mettre les pistons en mouvement lent ;

b) l'embrayage du pignon moteur, au moyen du pignon intermédiaire, avec la roue dentée de l'essieu.

2^e phase : L'air comprimé, qui continue sa course par un orifice découvert par le piston du servo-moteur D, actionne le servo-moteur H de commande de la soupape d'admission principale G et amène ainsi un flux de vapeur d'admission, pris dans la conduite d'admission de la locomotive, aux cylindres du booster.

3^e phase : Le flux de vapeur, tout en faisant fonctionner le booster à pleine puissance, soulève la soupape du relais J et donne ainsi accès d'air comprimé au servo-moteur L qui ferme les robinets purgeurs avec un retard suffisant pour permettre l'évacuation de l'eau de condensation.

Pour réchauffer le booster, on le fait marcher à vide quelques minutes avant le démarrage de la locomotive. A cet effet, on place la clé du distributeur A horizontalement (position A') et on dirige ainsi l'air comprimé directement à la soupape d'admission préliminaire C, mais sans embrayer le booster ; un petit canal d'air comprimé assure en même temps le verrouillage de la soupape du distributeur A pour empêcher la manœuvre du loquet B.

Les appareils accessoires du booster sont les suivants :

— un robinet à 3 voies M permettant, en coupant l'arrivée d'air à leur servo-moteur, d'ouvrir les purgeurs pendant la marche du booster ;

— un relais d'arrêt de patinage M, dont le maniement coupe la communication de l'air comprimé avec le servo-moteur H de la soupape d'admission G et obtient ainsi la fermeture de la soupape ;

— une vanne d'arrêt F, qui permet d'isoler, en cas d'avarie par exemple, le booster de l'appareil moteur de la machine ;

— un robinet de réchauffage des cylindres pendant un arrêt prolongé, un manomètre indiquant la pression d'admission et un graisseur à condensation.

L'action du booster doit être arrêtée à la vitesse de 30 km/h.

L'effort de traction complémentaire au crochet obtenu avec le booster a permis, lors des essais, de démarrer dans des conditions très difficiles avec des trains lourds.

En outre, cet appareil a démontré son utilité sur des parcours en rampe prolongée, qui, grâce à l'appoint à l'effort de traction, ont pu être franchis à une vitesse plus élevée.

E. — Attelage.

L'attelage entre machine et tender est du type O.C.E.M. à barre centrale et barres de sécurité.

Les attelages *N* locomotive et *R* tender sont du type unifié.

La plateforme est du type Est sans passerelle entre locomotive et tender.

F. — Mouvement moteur.

1^o Cylindres.

Les 3 cylindres de 575 mm de diamètre, à simple expansion, sont en acier moulé avec chemise rapportée en fonte à 2 % de nickel.

Les 2 cylindres extérieurs sont horizontaux ; le cylindre intérieur n'a qu'une inclinaison de 130 ‰, disposition obtenue en prenant le 3^e essieu accouplé comme moteur et en coulant légèrement l'axe du 2^e essieu pour permettre le passage de la bielle motrice intérieure.

Cette façon de procéder a permis d'adopter une bielle motrice intérieure de grande longueur (3,184 m).

Les conduits de vapeur ont été spécialement étudiés pour réduire dans toute la mesure du possible les pertes de charge.

La course des pistons est de 0,720 m.

Les tiges de piston sont en acier au chrome-nickel-molybdène ; elles ont une longueur suffisante pour permettre la visite des segments et leur remplacement sans avoir besoin de décroiser, par simple enlèvement du boulon de crosse.

Les dessous des boîtes des essieux moteur et accouplés sont réglés, suivant une disposition qui a fait ses preuves sur d'autres séries de locomotives de l'ex-Réseau A.L. et qui était particulièrement indiquée dans le cas de la G 16, eu égard à l'importance des efforts transmis.

Les bielles motrices sont avec petite tête à bague et grosse tête à cage fermée et coussinets réglables.

Les bielles d'accouplement ont également été équipées de bagues partout où cela a été possible, disposition très économique comme usinage et entretien.

Le graissage des bielles motrices et d'accouplement se fait par interposition de bandes de feutre.

La locomotive s'inscrit facilement dans des courbes de 140 m de rayon, ainsi que dans les appareils de voie les plus difficiles de l'ex-Réseau A.L.

2^o Distribution.

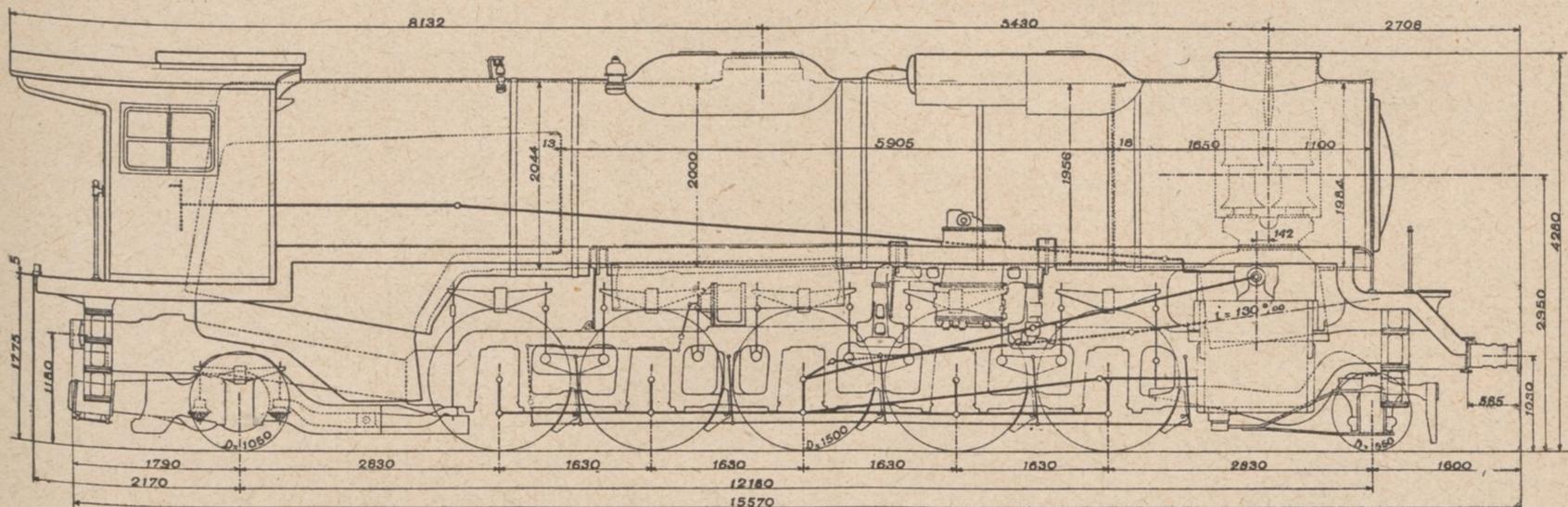
La distribution est à soupapes avec cames rotatives du type « Caprotti » (1). La prise de mou-

(1) Voir sur cette distribution R.G.C.F., n° du 1^{er} Avril 1937.

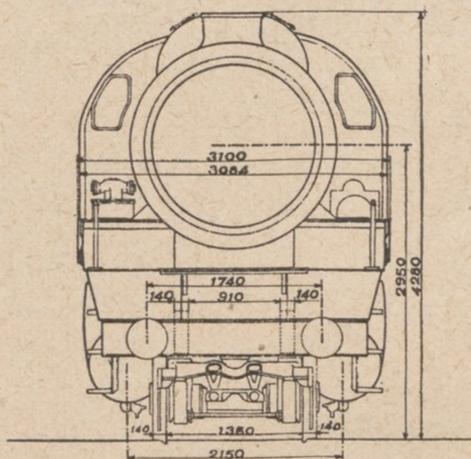
vement de l'arbre à cames des boîtes de distribution se fait par engrenages et arbres à cardans sur le 3^e essieu accouplé ; le rappel des soupapes est assuré par la vapeur.

production horaire de vapeur de 60 kg par m² de surface de chauffe, soit une production de vapeur totale de 14 700 kg par heure, ou 3 100 G (G étant la surface de grille), ce qui correspond

Fig. 4.



Chaudière : Timbre	20 hpz
Grille : Surface	5 m ²
Surface de chauffe :	
Foyer	25 12 m ²
Tubes	220 07 m ²
Total	245 19 m ²
Surface de surchauffe	101 47 m ²
Mécanisme moteur :	
Diamètre des cylindres	575 m/m
Course des pistons	720 m/m



Poids de la machine à vide :	121 600 t.
Poids de la machine en ordre de marche :	
1 ^{er} essieu	15 100 kg
2 ^e —	20 000 —
3 ^e —	20 000 —
4 ^e —	20 000 —
5 ^e —	20 000 —
6 ^e —	20 000 —
7 ^e —	19 900 —
Total	135 000 kg

G. — Caractéristiques principales de la locomotive.

Le diagramme représenté à la figure 4 donne les caractéristiques principales de la locomotive G 16.

II. — ESSAIS EFFECTUÉS ET RÉSULTATS OBTENUS

A. — Essais avec des machines-frein.

Les deux locomotives G 16 ont été d'abord soumises, entre le 5 Juillet et le 17 Septembre 1937, à des essais suivant la méthode dite « à vitesse et admission constantes ».

La première série d'essais a été effectuée aux vitesses de 30, 45 et 60 km/h, en maintenant une

au régime normal de la locomotive en service courant.

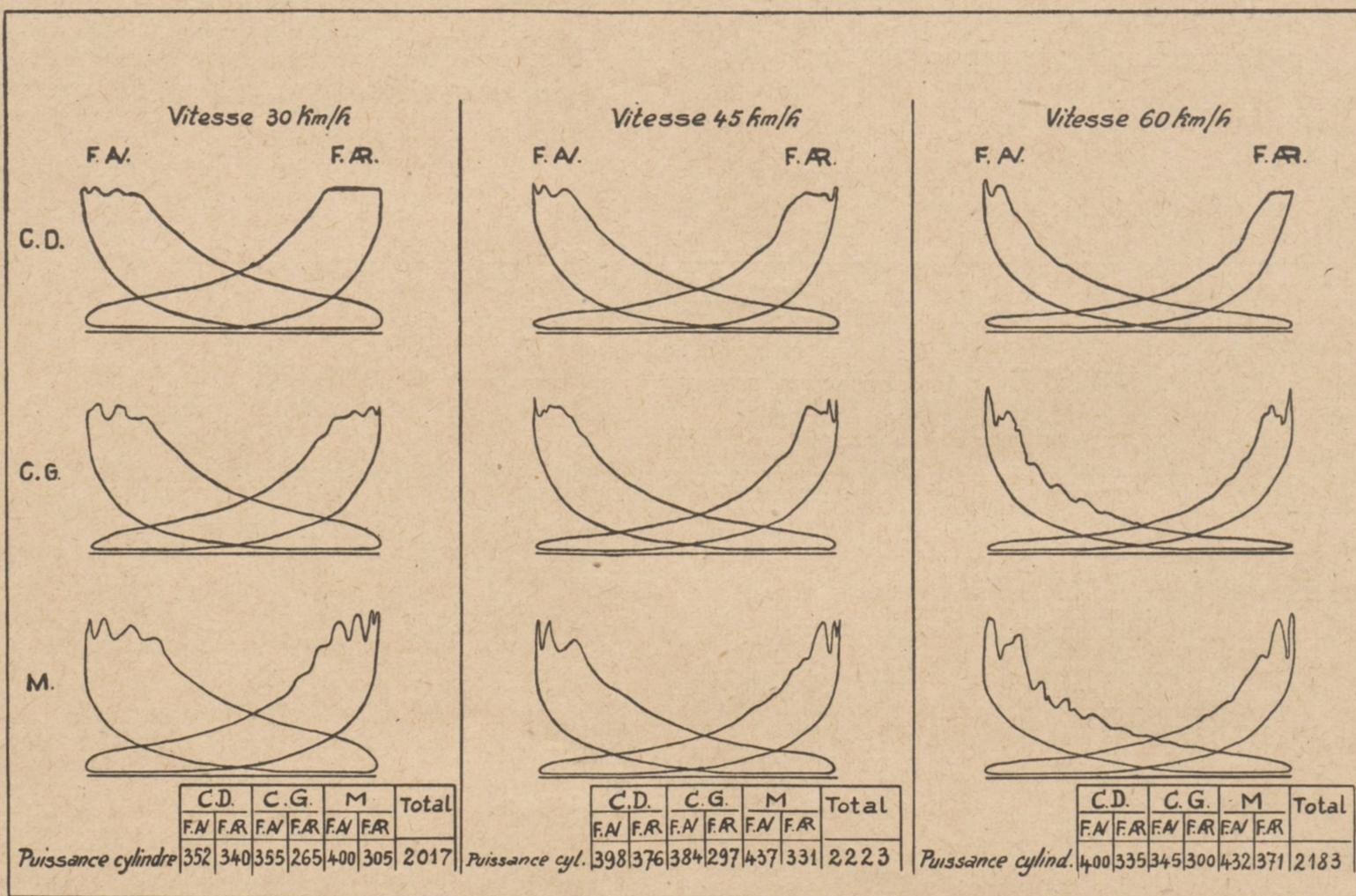
La seconde série d'essais a été effectuée avec une production horaire de 85 kg par m² de surface de chauffe, soit de 20 850 kg au total ou de 4 200 G, production correspondant à une utilisation exceptionnelle de la locomotive en cas de surcharge. En raison, toutefois, de l'insuffisance des moyens de freinage, on a dû renoncer, pour cette production, aux essais à 30 km/h.

Enfin, pour se rendre compte des possibilités de la chaudière, on a effectué un essai à la vitesse de 60 km/h avec une production horaire de 100 kg par m² de surface de chauffe, soit de 24 500 kg ou de 4 900 G au total. Pour les raisons indiquées ci-dessus, des essais à cette puissance n'ont pu être effectués aux vitesses de 30 et de 45 km/h.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.



Essais avec une production horaire de 60 kg/h/m².

— Chaudière —

1° Pression dans la chaudière.

La pression dans la chaudière a oscillé entre 19,9 et 20,1 hpz; moyenne 20 hpz.

2° Température de l'eau d'alimentation.

La température de l'eau d'alimentation fournie par le réchauffeur A.C.F.I. s'est maintenue entre 97° et 102°C pour des températures de l'eau du tender variant entre 18 et 20°.

3° Températures de la vapeur surchauffée.

La température dans la boîte à vapeur a varié entre 335° et 345° (moyenne 340°).

4° Rendement de la chaudière.

Pour le régime moyen de 14 960 kg de production horaire de vapeur, l'activité de combustion a oscillé entre 383 kg et 400 kg de charbon par m² de surface de grille et par heure. Le rendement de la chaudière à ce régime a été de 0,683.

— Moteur —

1° Efforts de traction et puissances indiqués et effectifs.

Les figures 5 à 7 reproduisent des diagrammes d'indicateurs aux vitesses V = 30, 45 et 60 km/h réalisées avec des admissions lues sur la règlette de 27, 18 et 12,5%.

La figure 8 donne les courbes des efforts de traction et puissances indiqués et effectifs en fonction de la vitesse.

La puissance maximum indiquée est d'environ 2 230 ch à la vitesse de 47 km/h; pour les vitesses comprises entre 30 et 60 km/h, elle est toujours \geq à 2 090 ch.

La puissance maximum au crochet de traction du tender est d'environ 1 950 ch à la vitesse de 47 km/h; pour les vitesses de 30 à 60 km/h, elle est toujours \geq à 1 800 ch.

2° Pressions et températures dans la boîte à vapeur et à l'échappement.

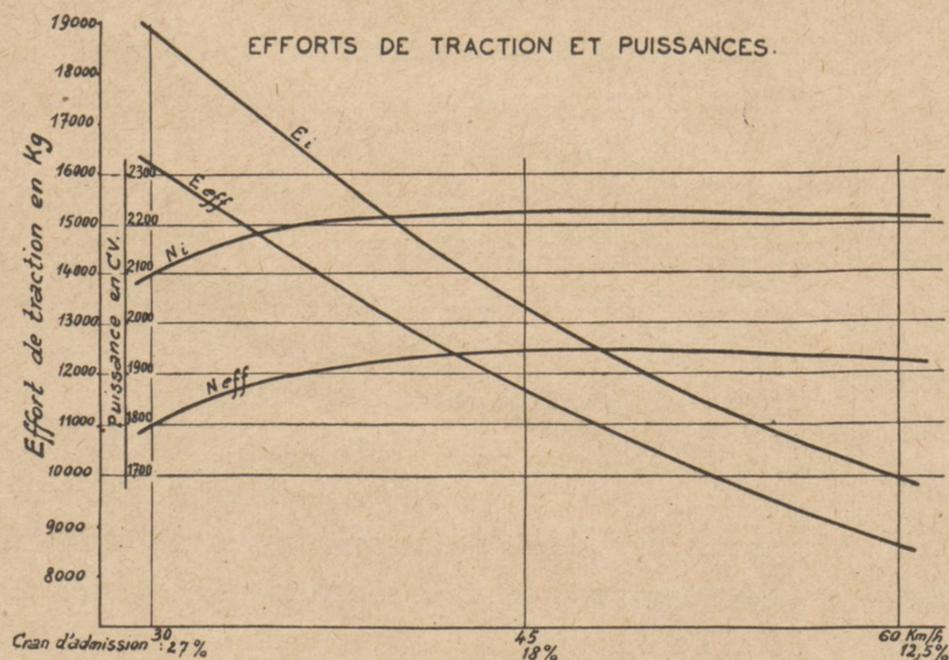
La chute de pression entre chaudière et boîte à vapeur était en moyenne de 1 hpz; la pression moyenne dans cette dernière était de 19 hpz.

La contre-pression à l'échappement était de 0,095 à 0,110 kg/cm².

La température dans la boîte à vapeur était en moyenne de 340°.

La température de la vapeur d'échappement était en moyenne de 120°.

Fig. 8.

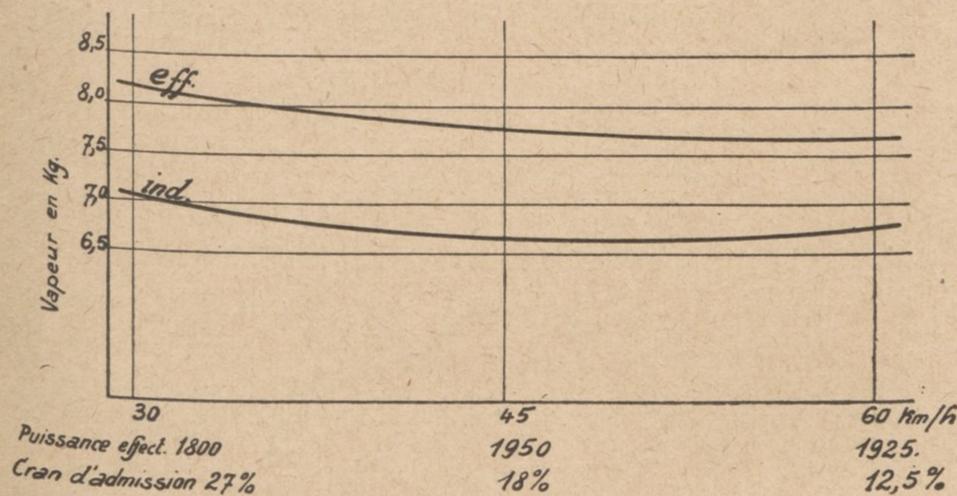


3° Consommation de vapeur par cheval-heure indiqué et effectif.

La consommation de vapeur calculée par ch.h indiqué est de 7,04 kg à la vitesse de 30 km/h — 6,65 kg à 45 km/h et 6,76 kg à 60 km/h.

Fig. 9.

CONSOMMATION DE VAPEUR PAR Ch/h.



La consommation de vapeur par ch.h au crochet de traction du tender est respectivement de 8,16 kg — 7,77 kg et 7,67 kg (voir Fig. 9).

4° Rendements du moteur.

a) Rendement thermique théorique du moteur :

$$N_{th} = 0,1872 \left\{ \begin{array}{l} \text{Admission 19 hpz effectifs } 340^\circ. \\ \text{Echappement à 1.100 kg absolus} \\ \text{titre } 93,4 \%. \end{array} \right.$$

b) Rendement thermique réel du moteur :

Rendement réel moyen $N_r = 0,127$
 0,1191 à 30 km/h 0,126 à 45 km/h 0,124 à 60 km/h

c) Rendement spécifique du moteur :

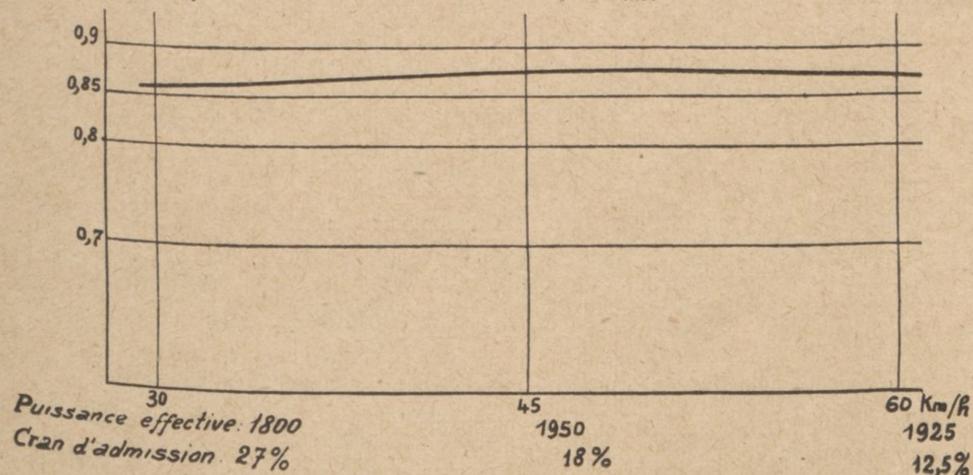
$$N_{sp} = \frac{N_r}{N_{th}} = 0,680 \text{ (rendement moyen)}$$

0,638 à 30 km/h 0,673 à 45 km/h 0,662 à 60 km/h

5° Rapport de l'effort au crochet E eff. à l'effort indiqué E ind., la locomotive étant attelée à un tender de 25 m³ (voir Fig. 10).

Fig. 10.

RAPPORT $\frac{E_{eff.}}{E_{ind.}}$



Ce rapport est égal à :

0,858	pour	V	—	30	km/h
0,864	»	V	—	35	»
0,870	»	V	—	40	»
0,875	»	V	—	45	»
0,875	»	V	—	50	»
0,873	»	V	—	55	»
0,871	»	V	—	60	»

La puissance absorbée pour la remorque de l'ensemble constitué par la locomotive et son tender de 25 m³ est de 295 ch à 30, de 280 ch à 45 et de 288 ch à 60 km/h.

Consommation d'eau et de charbon et rendements globaux.

1° Consommation d'eau du tender.

a) par cheval indiqué et par heure :

Varie entre 5,95 kg à la vitesse de 47 km/h et 6,3 kg à 30 km/h (voir Fig. 11).

b) par cheval-heure au crochet de traction du tender :

Varie entre 6,75 kg à la vitesse de 47 km/h et 7,3 kg à 30 km/h (voir Fig. 11).

2° Consommation de charbon.

a) par cheval-heure indiqué :

Varie entre 0,865 kg à la vitesse de 47 km/h et 0,940 kg à 30 km/h (voir Fig. 12).

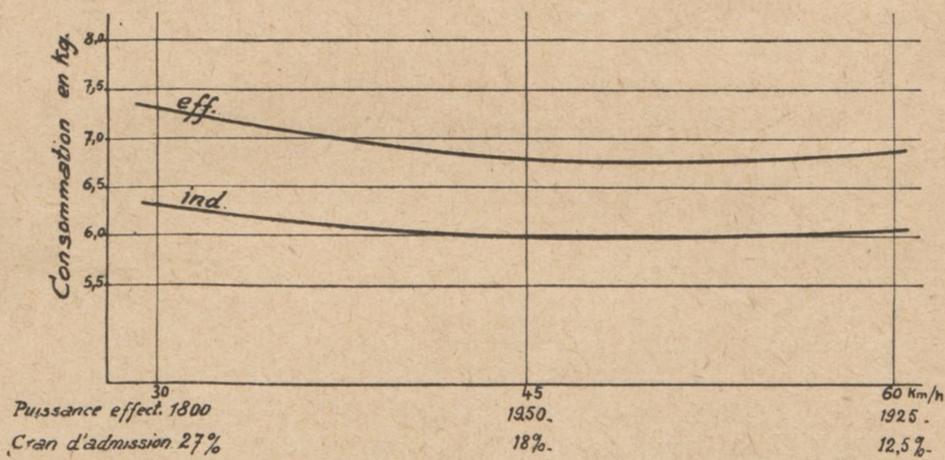
b) par cheval-heure effectif :

Varie entre 0,980 kg à la vitesse de 47 km/h et 1,085 kg à 30 km/h (voir Fig. 12).

Il convient de signaler que le combustible utilisé était le mélange distribué en service courant à ces machines, se

Fig. 11.

CONSOMMATION D'EAU DU TENDER PAR Ch/h.



composant de 50 % de Criblés et de 50 % de Menus-lavés ; le pouvoir calorifique de ce mélange est assez bas (P.C. inférieur env. 7 500 cal.).

3° Rendements globaux.

a) Rendement global indiqué :

$$\eta_i = \eta_{ch} \eta_{th} \eta_{sp}$$

η_{ch} = Rendement de la chaudière : 0,683
 η_{th} = Rendement thermique théorique du moteur = 0,1872
 η_{sp} = Rendement spécifique du moteur = 0,680
 $\eta_i = 0,683 \times 0,1872 \times 0,680 = 0,087$

b) Rendement global effectif :

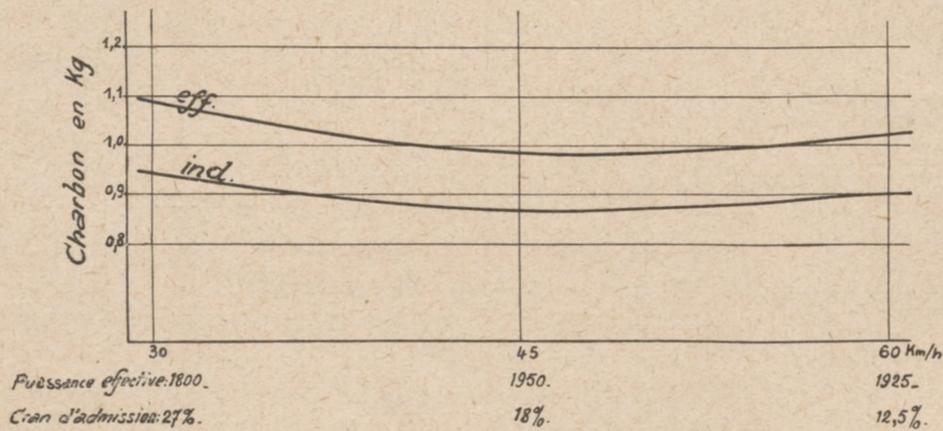
$$\eta_e = \eta_i \times \eta_m$$

η_m = Rapport entre l'effort au crochet et l'effort aux cylindres (maximum entre 45 et 50 km/h = 0,875).
 $\eta_e = 0,087 \times 0,875 = 0,0761$.

Ces résultats, satisfaisants, pourraient être améliorés en prévoyant pour les machines à construire une surchauffe plus élevée; en effet, la surchauffe obtenue au régime normal de vaporisation n'était que de 340° environ.

Fig. 12.

CONSOMMATION DE CHARBON PAR ch/h.



Essais avec une production horaire de 85 kg/h/m².

Après les essais au régime de 60 kg par m² de surface de chauffe, les essais à production horaire de 85 kg ont été entrepris.

Cependant, comme en raison de l'insuffisance de nos moyens de freinage, nous n'avons effectué ces essais qu'à 45 et 60 km/h, les renseignements obtenus ne nous ont pas permis de tracer les différentes courbes comme pour les essais à production de 60 kg/h/m². Nous nous bornons donc à résumer dans le tableau ci-dessous les résultats obtenus lors de ces essais.

	Vitesse	
	45 km/h	60 km/h
Température de la vapeur dans la boîte à vapeur.....	382°	371°
Rendement de la chaudière.....	0,557	0,603
Dépression dans la boîte à fumée.....	210 mm	168 mm
Cran d'admission.....	36 %	25 %
Effort de traction indiqué.....	18.300 kg	14.800 kg
Effort de traction au crochet du tender.....	16.200 kg	12.000 kg
Puissance indiquée.....	3.050 ch	3.290 ch
Puissance au crochet du tender.....	2.700 ch	2.665 ch
Rapport entre l'effort au crochet et l'effort aux cylindres.....	0,885	0,810
Consommation de vapeur par ch/h indiqué.....	7,15 kg	6,30 kg
Consommation de vapeur par ch/h au crochet.....	8,09 kg	7,77 kg
Consommation de charbon par ch/h indiqué.....	1,132 kg	0,925 kg
Consommation de charbon par ch/h au crochet.....	1,280 kg	1,140 kg
Consommation horaire de charbon par m ² de grille....	690 kg	608 kg

Essai avec une production horaire de 100 kg/h/m².

Un essai à la vitesse de 60/km/h et avec une production de 100 kg/h/m² a donné les résultats indiqués ci-dessous :

— Température de la vapeur dans la boîte à vapeur.....	400°
— Rendement de la chaudière.....	0,469
— Dépression dans la boîte à fumée.....	270 mm
— Cran d'admission.....	36 %
— Effort de traction indiqué.....	15 400 kg
— Effort de traction au crochet du tender.....	13 100 kg
— Puissance indiquée.....	3 420 ch
— Puissance au crochet du tender.....	2 910 ch
— Rapport entre l'effort au crochet et l'effort aux cylindres.....	0,85
— Consommation de vapeur par ch/h indiqué.....	7,32 kg
— Consommation de vapeur par ch/h au crochet.....	8,58 kg
— Consommation de charbon par ch/h indiqué....	1,320 kg
— Consommation de charbon par ch/h au crochet.....	1,550 kg
— Consommation horaire de charbon par m ² de grille.....	902 kg

Pendant cet essai, le niveau de l'eau a pu être maintenu facilement, ce qui aurait permis de pousser la vaporisation au-delà du taux de 100 kg/h/m².

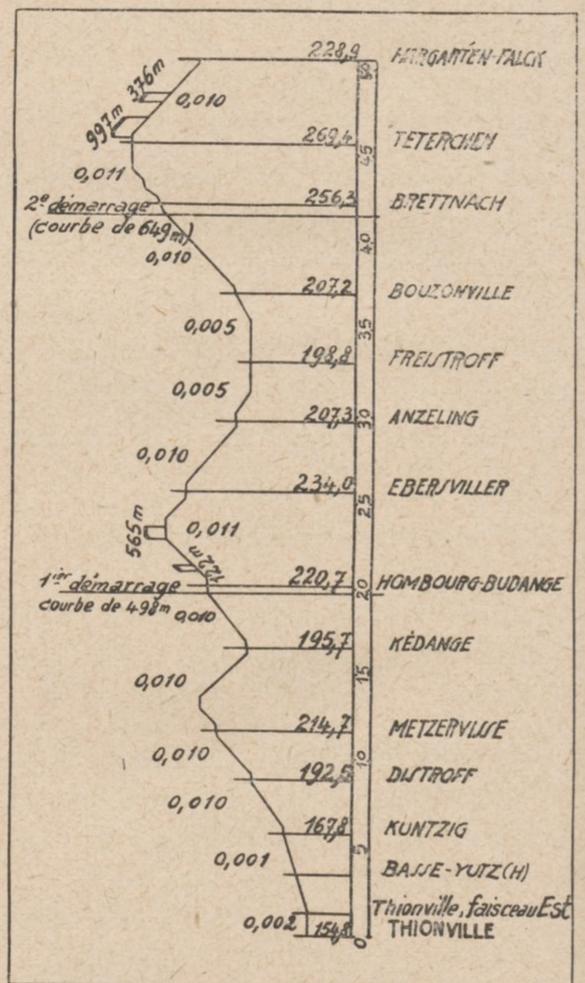
B. — Essais pratiques de traction en service courant.

Après ces essais, les 2 locomotives G 16 ont été soumises à des essais en service courant sur la ligne de Thionville à Hargarten-Falck, comportant des rampes atteignant 11 mm par mètre.

Ces essais ont consisté à remorquer successivement des trains de 1 200, 1 400, 1 500, 1 600, 1 700 et 1 800 tonnes et à déterminer pour chaque train l'effort de traction et la puissance au crochet correspondants.

En outre, on a effectué 2 marches avec

Fig. 13.



charges de 1 800 t comportant des arrêts en rampe et en courbe suivis de démarrages avec ou sans utilisation du booster.

La figure 13 représente le profil de la ligne de Thionville à Hargarten, qui compte parmi les plus accidentées de l'ex-A.L.

Dans le tableau de la page suivante sont récapitulés les différents renseignements relevés lors des 6 voyages d'essai dans les 3 longues rampes de 10 mm que comporte cette ligne.

a) Rampe du P.K. 7 000 au P.K. 11 350

Tonnage	t	1.179	1.415	1.480	1.586	1.728	1.828
Vitesse moyenne	km/h	62,7	47,4	33,1	24,2	26,3	27,6
Effort moyen	kg	11.170	14.779	13.807	14.891	17.565	17.193
Effort maximum	kg	13.000	17.000	15.000	18.200	21.500	22.200
Puissance moyenne au crochet	ch	2.593	2.597	1.703	1.339	1.709	1.759
Puissance maximum au crochet	ch	2.750	2.750	2.140	2.200	2.300	2.300

b) Rampe du P.K. 17 500 au P.K. 23 500

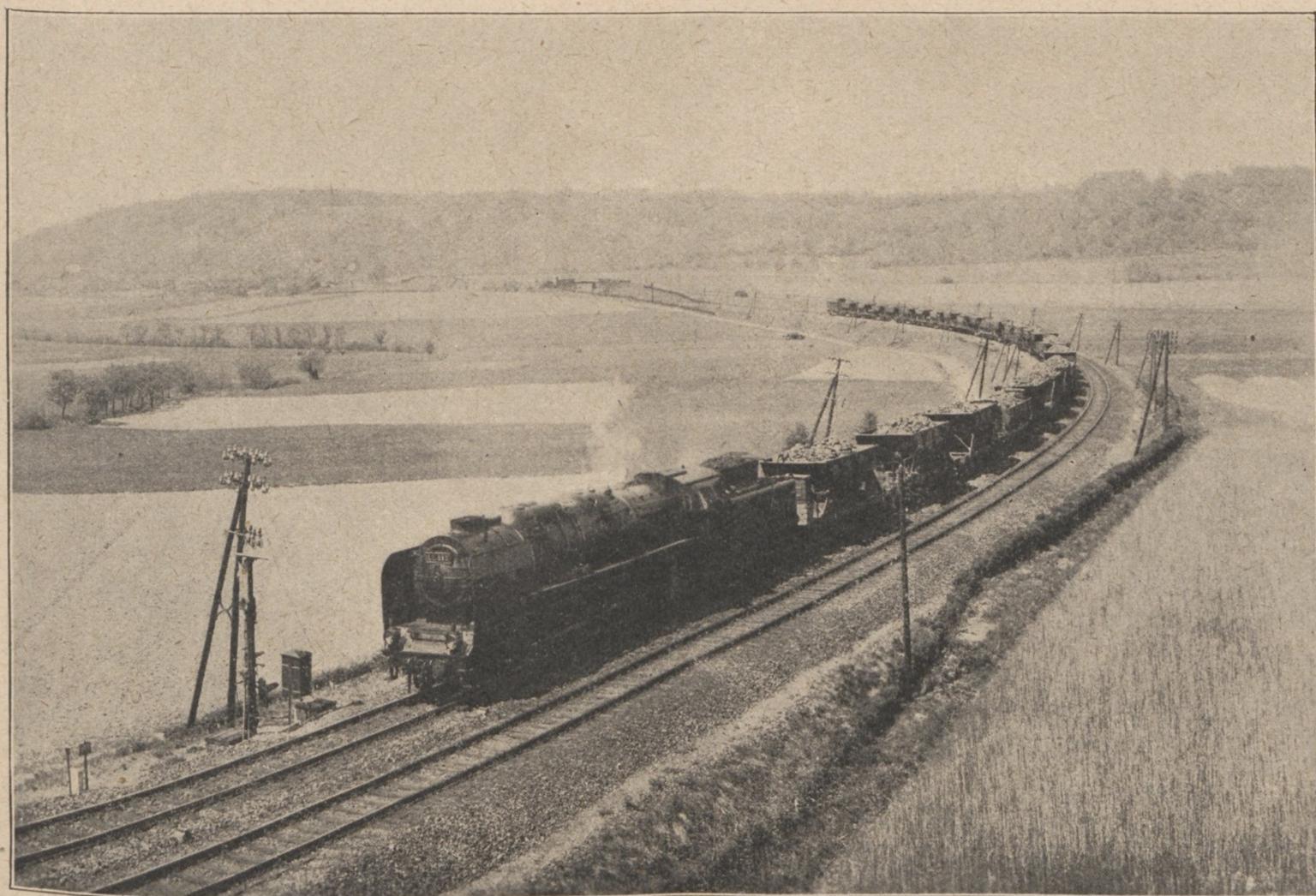
Tonnage	t	1.179	1.415	1.480	1.586	1.728	1.828
Vitesse moyenne	km/h	50,1	49,4	25,8	23,7	27,4	30,0
Effort moyen	kg	11.920	13.840	13.010	14.963	15.603	14.345
Effort maximum	kg	19.000	23.500	20.700	22.000	22.500	20.000
Puissance moyenne au crochet	ch	2.210	2.533	1.241	1.312	1.585	1.594
Puissance maximum au crochet	ch	2.500	2.700	1.960	2.000	2.100	2.300

c) Rampe du P.K. 37 250 au P.K. 42 050

Tonnage	t	1.179	1.415	1.480	1.586	1.728	1.828
Vitesse moyenne	km/h	(x)	43,3	26,1	25,1	26,4	22,0
Effort moyen	kg	(x)	15.768	15.293	16.125	18.412	18.319
Effort maximum	kg	(x)	17.000	18.000	19.500	21.000	22.000
Puissance moyenne au crochet	ch	(x)	2.529	1.479	1.502	1.801	1.492
Puissance maximum au crochet	ch	(x)	2.650	1.900	2.000	2.350	2.200

(x) Renseignements faussés par suite d'un entraînement d'eau.

Fig. 14. — Remorque d'un train de 1710 t (114 essieux) sur une rampe de 10 mm en courbe de 500 m.



Des essais effectués pour déterminer les charges maxima qu'il était possible de démarrer en rampe de 10 mm et en courbe, avec ou sans booster, ont montré qu'il était possible d'effectuer un démarrage de 1 650 t sans booster, mais que, pour des tonnages supérieurs, l'appoint du booster, du moins pour les premiers tours de roues, était nécessaire.

CONCLUSIONS

La locomotive G 16 s'est révélée apte à remplir

facilement les conditions prévues au programme de construction.

Elle permet d'éviter le renfort très onéreux qu'on donne actuellement aux trains de minerais complets circulant sur les lignes accidentées du bassin minier de Thionville et de réaliser ainsi des économies substantielles de combustibles et de main-d'œuvre.