

LES LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES - TYPE 122 DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER BELGES

C. D. U. 621.335.2 (493)

INTRODUCTION

La « Société Nationale des Chemins de Fer Belges » (S.N.C.B.) a entamé définitivement la réalisation du vaste programme d'électrification de son réseau.

Les résultats satisfaisants (économie sur les frais d'exploitation, augmentation de la densité et de la fréquence du trafic) obtenus par l'électrification de la ligne Bruxelles-Anvers, inaugurée en 1935 et de la ligne Bruxelles-Charleroi, inaugurée en 1949, ont déterminé la S.N.C.B. à utiliser la traction électrique sur les principales lignes rayonnant autour de Bruxelles.

La ligne électrique Bruxelles-Gand a été mise en service au mois de février 1954 ; elle a été prolongée jusqu'au littoral au mois de juillet de 1954. L'électrification des autres lignes se poursuit à une cadence accélérée. Ainsi, la ligne Bruxelles-Liège est exploitée par trains électriques depuis octobre 1955 et la ligne Bruxelles-Arlon le sera fin 1956.

Pour l'exécution de ce programme d'électrification, la S.N.C.B. a passé commande à l'Association des Constructeurs Electriciens : « ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI » (ACEC) et « SOCIETE D'ELECTRICITE ET DE MECANIQUE DE GAND » (SEM) :

- de 50 locomotives, type 122 ;
- de 79 automotrices doubles, type 1954, pour les services omnibus ;
- de 38 automotrices doubles, type 1955, pour les services directs ;
- de 22 automotrices doubles, type 1956, avec carrosserie en acier inoxydable ;
- de 83 locomotives à récupération, type 123.

Le lot des 50 locomotives, type 122, a été livré à partir du début de 1954, à la cadence d'une locomotive par semaine. Ces locomotives ont été essayées avec succès et sont à présent régulièrement en service.

Les locomotives, type 122, dérivent des trois locomotives prototypes, type 120, fournies en 1948, qui avaient été étudiées et essayées pour répondre à la double exigence exprimée par la S.N.C.B.

« Est-il possible de construire des locomotives électriques normales convenant simultanément pour la traction des trains lourds et lents de marchandises et pour la traction des trains légers et rapides de voyageurs ? ».

L'expérience des trois locomotives, type 120, ayant été concluante, la S.N.C.B. a adopté ce modèle pour la réalisation de son programme d'électrification.

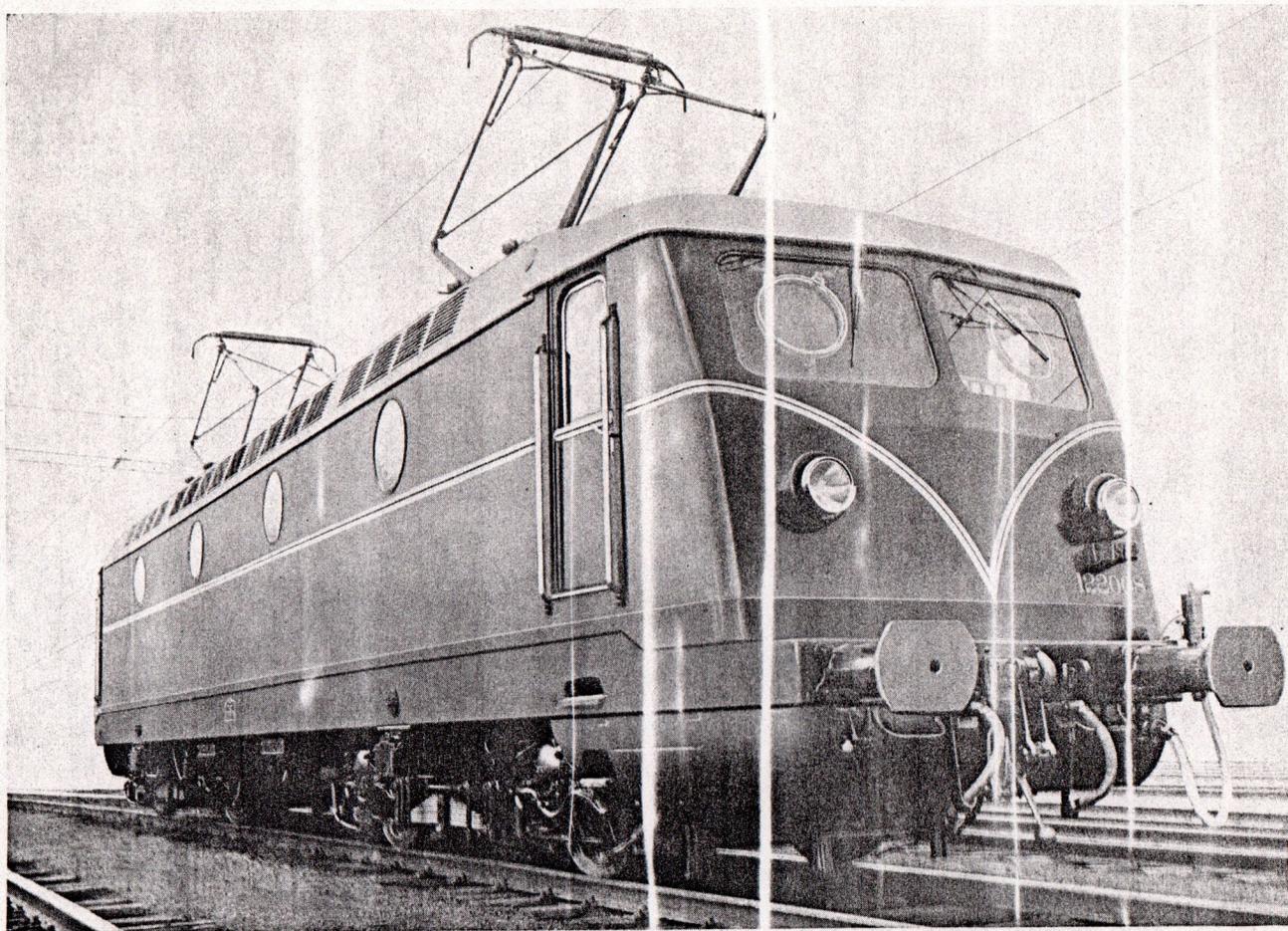


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DE LA LOCOMOTIVE TYPE 122

CARACTÉRISTIQUES DES LOCOMOTIVES TYPE 122

La partie mécanique des locomotives type 122 a été exécutée par les « ATELIERS METALLURGIQUES DE NIVELLES » (A.M.N.), selon le type Bo-Bo : c'est-à-dire que la caisse repose sur deux bogies à deux essieux ; chacun de ces essieux étant entraîné par un moteur.

Les caractéristiques principales de ces locomotives (fig. 1) sont :

— Poids total :	81,2 Tonnes
— Longueur hors tampon :	18 m.
— Distance d'axe en axe des bogies :	8,60 m.
— Empattement rigide du bogie :	3,45 m.
— Diamètre des roues neuves :	1,262 m.
— Diamètre des roues usées :	1,170 m.

*

**

Chaque essieu est commandé par un moteur série à suspension par le nez, c'est-à-dire que le moteur repose d'une part, sur l'arbre de l'essieu au moyen de coussinets et d'autre part, est suspendu

élastiquement par le nez au châssis du bogie. Le moteur entraîne l'essieu par l'intermédiaire d'un pignon calé en bout d'arbre qui engrène avec une roue dentée légèrement élastique calée sur l'essieu. L'expérience des locomotives prototypes type 120 a prouvé l'excellence de cette suspension et de ce mode de transmission même aux plus grandes vitesses. Les deux moteurs d'un bogie sont constamment connectés en série et alimentés à la tension de 3 000 V de la ligne caténaire.

Les caractéristiques (fig. 2) des régimes continus et unihoraires des moteurs CF 729 N (fig. 3) utilisés sur les locomotives type 122 et type 123 sont données au tableau suivant :

— régime unihoraire :	
puissance :	640 CV ;
courant absorbé :	336 A ;
vitesse :	665 t/m correspondant à une vitesse de la locomotive, roues usées : 46,8 km/h.
— régime continu :	
puissance :	590 CV ;
courant absorbé :	310 A ;
vitesse :	685 t/m correspondant à une vitesse de la locomotive, roues usées : 48,2 km/h.

FIG. 2.
CARACTERISTIQUES
DU MOTEUR
CF 729 N
SOUS 3 000 V

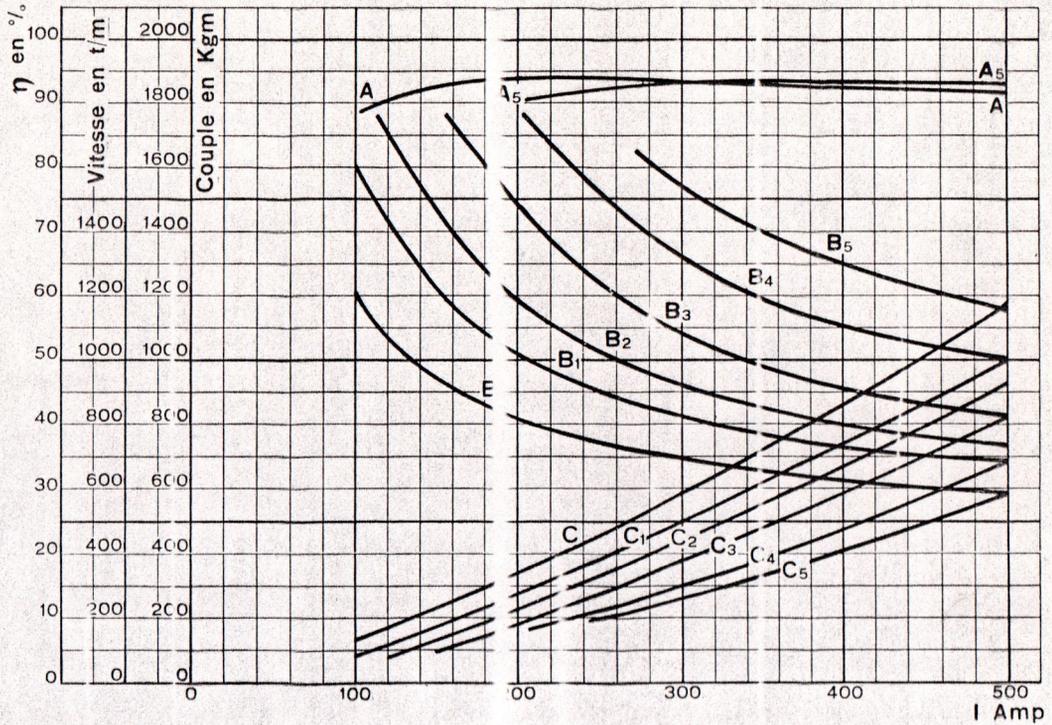
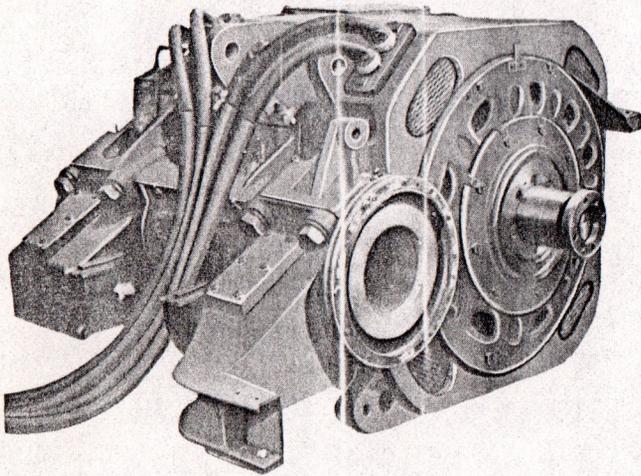


FIG. 3.
VUE DU MOTEUR
CF 729 N



	Rendement	Tours par minute	Couple
Plein champ	A	B	C
Shuntage 34 %		B ₁	C ₁
Shuntage 47 %		B ₂	C ₂
Shuntage 60,5 %		B ₃	C ₃
Shuntage 68 %		B ₄	C ₄
Shuntage 73 %	A ₅	B ₅	C ₅

48 minutes, ce qui représente des vitesses commerciales de l'ordre de 40 à 70 km/h.

LOCOMOTIVES POUR LE SERVICE DES TRAINS DE MARCHANDISES

Les locomotives type 122 ont été étudiées pour la traction de trains lourds de marchandises, pouvant atteindre un maximum de 1 600 Tonnes.

En remorquant une charge de 1 600 Tonnes, ces locomotives effectuent le trajet d'Anvers-Central à Bruxelles-Nord, soit 44 km, en 51 minutes ; avec une charge de 1 400 Tonnes, elles parcourent la distance de 43 km séparant Monceau de Linkebeek-bifurcation en 61 minutes et avec 600 Tonnes elles relient Charleroi à Bruxelles-Midi, soit 56 km, en

1. Pour démarrer ces lourds trains de marchandises, il faut exercer de très grands efforts au crochet d'attelage. Cette force est limitée par l'effort maximum que chaque roue motrice peut développer à sa jante, lequel est proportionnel à la charge de l'essieu et au coefficient d'adhérence de la roue sur le rail.

Il est dès lors indiqué de charger au maximum les essieux-moteurs et ce maximum de charge possible est évidemment le poids total de la locomotive. C'est pourquoi les locomotives types 122 ne possèdent que des essieux-moteurs. La charge maximum par essieu admise sur le réseau de la S.N.C.B. étant limitée à 20 Tonnes, le poids de la locomotive type 122 à quatre essieux-moteurs se trouve ainsi limité aux environs de 80 Tonnes.

Il faudrait aussi pouvoir augmenter le coefficient d'adhérence mais celui-ci ne peut être modifié car il est égal au coefficient de frottement d'un bandage d'acier sur un rail d'acier. Tout au plus, lors d'un démarrage difficile, est-il possible de l'améliorer momentanément en sablant le rail. Le coefficient d'adhérence d'un bandage d'acier sur un rail d'acier se situe aux environs de 0,2, ce qui permet à la locomotive type 122, pesant 80 Tonnes, de développer un effort au crochet d'attelage de l'ordre de 16 Tonnes. La locomotive a été étudiée pour développer un effort maximum au crochet de 20 Tonnes. Suivant la charge du train, le conducteur pourra régler cet effort entre 5 et 20 Tonnes par une manœuvre adéquate d'un levier du manipulateur de commande.

2. Pour démarrer rapidement les trains lourds de marchandises, il faut maintenir l'effort au crochet aussi voisin que possible de l'effort maximum permis par l'adhérence. L'idéal serait donc de démarrer à effort constant, c'est-à-dire à courant constant dans les moteurs. Mais, au fur et à mesure que la vitesse du train augmente, le courant absorbé par les moteurs de traction diminue et, pour le maintenir, il faut éliminer progressivement les gradins de la résistance de démarrage. Chaque fois qu'un gradin de résistance est éliminé, il se produit une pointe d'effort aux jantes. Pour développer un effort moyen au crochet, sensiblement égal au maximum permis par l'adhérence, il faut réduire le plus possible ces pointes de courant en éliminant la résistance par gradins de faibles valeurs ohmiques, c'est-à-dire en multipliant le nombre de crans de démarrage.

La locomotive type 122 possède 21 crans de démarrage dans le couplage série et 18 crans de démarrage dans le couplage parallèle, soit au total 39 crans. Ce grand nombre de crans permet de maintenir, pendant le démarrage, l'effort au crochet à $\pm 5\%$ de sa valeur moyenne (fig. 4).

3. Pendant le démarrage, la charge sur les essieux de la locomotive varie. Sous l'action de l'effort appliqué au crochet, la caisse et les bogies de la locomotive se cabrent : l'essieu avant se décharge et, par compensation, l'essieu arrière se surcharge. Ainsi, lorsque la locomotive type 122 exerce un effort au crochet de 16 Tonnes, la charge des essieux avant de chaque bogie descend à 18 Tonnes environ

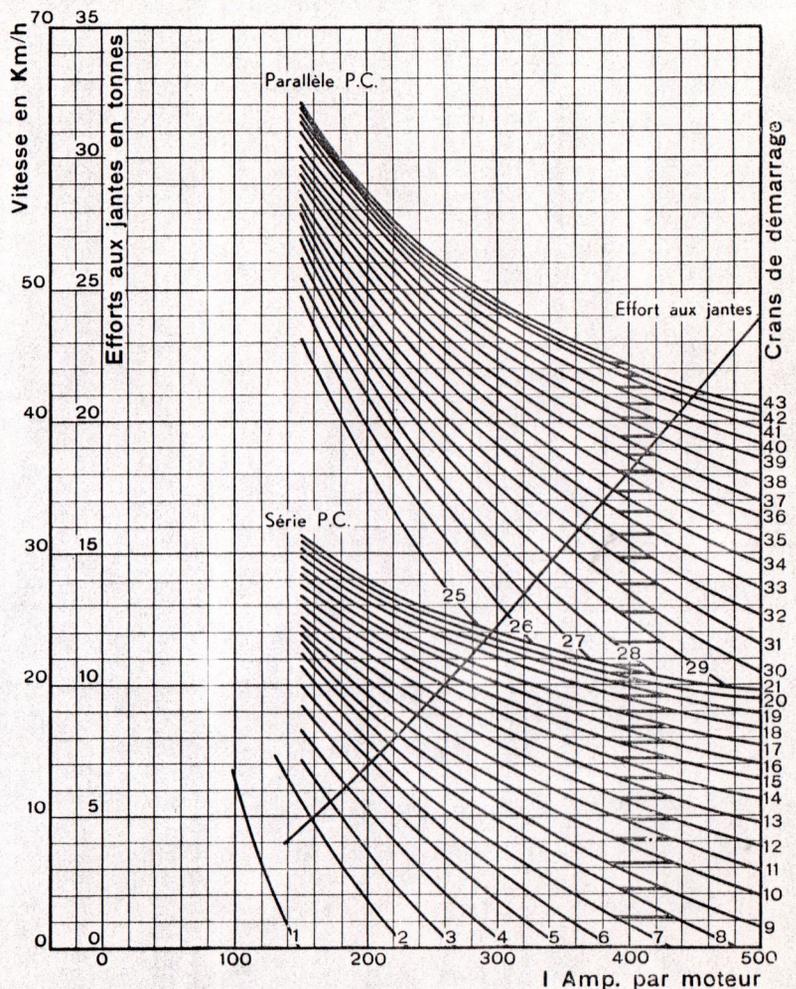


FIG. 4. — COURBES DE DEMARRAGE DES LOCOMOTIVES TYPE 122.
Sous 3 000 V.

Diamètre des roues usées : 1 170 mm - Rapport de réduction 1/3,125

et la charge des essieux arrière de chaque bogie remonte aux environs de 22 Tonnes (fig. 5). C'est donc l'essieu avant le plus déchargé qui, le premier, aura tendance à patiner et, pour l'éviter, il faudra réduire l'effort au crochet proportionnellement à l'effort à la jante que peut développer l'essieu le moins chargé. Il s'ensuit que, sans autre précaution, cette locomotive ne pourrait développer qu'un effort au crochet correspondant à un poids adhérent de 18 Tonnes $\times 4 = 72$ Tonnes ; alors qu'elle pèse plus de 80 Tonnes.

Pour éviter cet inconvénient, l'effort à la jante de chaque essieu doit être proportionné à sa charge en faisant développer par l'essieu arrière un effort plus grand que par l'essieu avant. Ce résultat est obtenu pendant la marche dite en « antipatinage » de la locomotive.

Les deux moteurs du type série d'un bogie étant constamment connectés en série sont toujours parcourus par le même courant et, par suite, développent normalement le même effort aux jantes. Pendant la marche en antipatinage, l'inducteur du moteur de l'essieu avant est shunté par une résistance, le champ magnétique du moteur avant étant ainsi diminué par rapport à celui du moteur arrière, l'effort à la jante est réduit dans la même proportion, le courant parcourant les induits étant le même. La résistance de shuntage de l'inducteur du moteur avant a été calculée de telle sorte que lorsque la locomotive développe un effort de 16 Tonnes au crochet, les efforts aux jantes des essieux avant et arrière soient proportionnels aux charges de ces essieux : 18 et 22 Tonnes.

De plus, pendant la « marche en antipatinage », les sabots de frein de la locomotive sont très légèrement serrés. Ce léger freinage a pour effet d'éviter l'emballlement de l'essieu qui entre en patinage.

Si, malgré toutes ces précautions, un emballlement de l'essieu se produit pendant le démarrage, un relais de décel patinage réduit automatiquement l'effort aux jantes, tandis qu'un signal lumineux avertit le conducteur.

4. Le démarrage de trains lourds de marchandises peut durer très longtemps ; c'est ainsi que le temps nécessaire pour lancer en palier un train de

1 600 Tonnes, à la vitesse de 40 km/h., dans les conditions moyennes d'adhérence, est de 3 1/2 minutes. Pendant ce temps, une importante fraction de l'énergie électrique captée sur la ligne caténaire est transformée en chaleur dans la résistance de démarrage. L'accumulation de cette énergie aurait nécessité l'installation de résistances très lourdes et très encombrantes et pour ne pas dépasser des encombrements prohibitifs, on se serait vu obligé de limiter à deux le nombre de démarrages consécutifs de trains lourds.

Cet inconvénient a été corrigé très heureusement par l'installation sur les locomotives type 122 de résistances de démarrage ventilées, dès lors plus légères et beaucoup moins encombrantes et qui offrent, de plus, l'avantage appréciable de pouvoir rester indéfiniment en service sur n'importe quel cran. Cette dernière considération lève la limitation envisagée précédemment et libère le conducteur de tout souci de surveillance lors de démarrages difficiles et consécutifs.

Les moteurs de ventilation de la résistance de démarrage sont parcourus par le courant des moteurs de traction, ce qui proportionne directement la ventilation à l'énergie à évacuer. Cette ventilation s'amorce dès le premier plot et est exclue lors de l'élimination de la résistance en fin de démarrage réalisant un dispositif sûr et entièrement automatique.

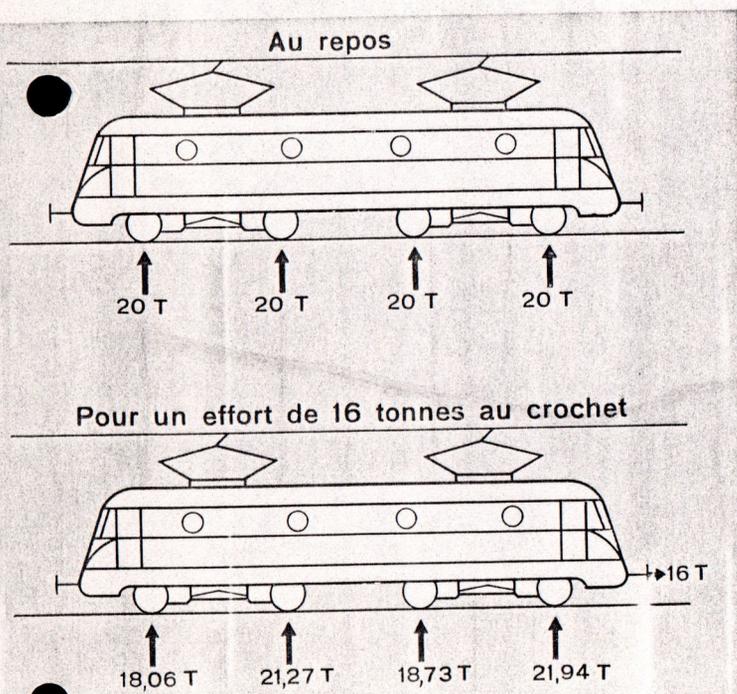


FIG. 5. — REPARTITION DE LA CHARGE SUR LES ESSIEUX DES LOCOMOTIVES TYPE 122.

LOCOMOTIVES POUR LE SERVICE DES VOYAGEURS

Les locomotives type 122 doivent aussi permettre la traction de trains rapides pour voyageurs, d'une charge maximum de 650 Tonnes.

Dans ce domaine, elles ont été conditionnées tant pour les services omnibus que pour les services directs.

Ces locomotives ont permis d'organiser des services réguliers de trains directs, réunissant Bruxelles à Ostende en 1 h. 15' et Bruxelles-Liège, en 1 heure. On a calculé que, sur la ligne très accidentée du Luxembourg, ces locomotives remorquant des trains de 430 Tonnes, permettraient de relier Bruxelles à Arlon avec arrêts à Bruxelles Quartier Léopold, Namur, Jemelle, Libramont, en 2 h. 20'.

1. Si la vitesse maximum des trains de marchandises est limitée à 60 km/h., le plafond de vitesse des trains de voyageurs se situe à 125 km/h. Il faut donc disposer d'une locomotive ayant deux gammes de vitesses s'échelonnant dans le rapport de 1 à 2 ; ce qui a été réalisé économiquement en utilisant pour les deux groupes de moteurs de traction, le couplage série ou le couplage parallèle.

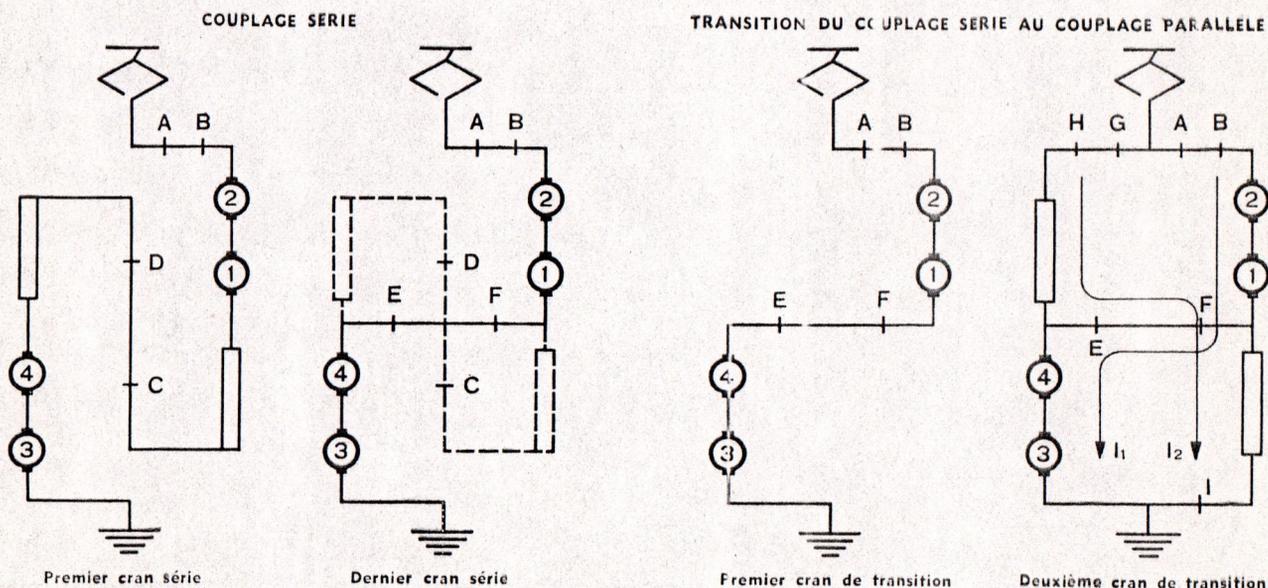
Pour la traction des trains de marchandises, le démarrage s'arrête au couplage série des moteurs. Les quatre moteurs de traction sont ainsi alimentés en série à la ligne caténaire, la tension par collecteur est de 750 volts.

Pour la traction des trains de voyageurs, le démarrage s'effectue en utilisant successivement le couplage série et le couplage parallèle des groupes de deux moteurs. En fin de démarrage, les deux groupes de deux moteurs sont alimentés en parallèle à la ligne caténaire. La tension par collecteur est de 1 500 volts.

La tension d'alimentation des moteurs étant ainsi modifiée dans le rapport de 1 à 2, les vitesses de la locomotive s'établissent dans le même rapport.

2. Pour démarrer les trains de voyageurs, il faut passer du couplage série au couplage parallèle des groupes de deux moteurs. Cette transition doit s'effectuer avec le minimum de variation d'effort au crochet, de façon à éviter les réactions dans les attelages qui troubleraient le confort des voyageurs ; ce qui se réalise par la « méthode du pont » appliquée sur ces locomotives (fig. 6).

Dans le couplage série, entre la ligne caténaire et le rail, le premier groupe de deux moteurs, le premier bloc de résistances, le second bloc de résistances et le second groupe de deux moteurs, sont connectés en série. Ce circuit est réalisé par l'enclenchement des contacteurs de couplage A-B-C-D. Le démarrage se poursuit en éliminant alternativement un gradin dans chacun des deux blocs de résistances par l'enclenchement des contacteurs rhéostatiques. Au dernier cran du démarrage série, la fermeture des contacteurs de couplage E-F élimine complètement les deux blocs de résistances. Dès lors, le courant passe directement de la caténaire au rail en traversant en série les quatre moteurs de traction.



Pour effectuer la transition du couplage série au couplage parallèle, les contacteurs de couplage C et D s'ouvrent à vide, à l'abri du court-circuit établi par la fermeture des contacteurs de couplage I et F. Rien n'est changé à l'alimentation des moteurs.

Les deux blocs de résistances sont ensuite à nouveau introduits dans le circuit par la fermeture des contacteurs de couplage G-H et I. Deux circuits sont ainsi établis entre la caténaire et le rail, un premier circuit constitué par les quatre moteurs connectés en série et qui reste parcouru par le courant I_1 absorbé au dernier cran du couplage série ; un second circuit constitué par les deux blocs de résistances connectés en série et parcourus par le courant I_2 . Dans le pont établi par la fermeture des contacteurs de couplage E et F, ces courants I_1 et I_2 circulent en opposition. La valeur ohmique des résistances introduites pendant la transition de couplage est déterminée de telle sorte que, dans les conditions normales de démarrage, le courant I_1 soit égal au courant I_2 . Dans ce cas, aucun courant ne circule dans le pont, et les contacteurs de couplage E et F peuvent s'ouvrir à vide.

Après l'ouverture des contacteurs de couplage E et F, les deux groupes de deux moteurs sont connectés en parallèle entre la caténaire et le rail ; chacun en série

avec un bloc de résistances. Le démarrage se poursuit ensuite en éliminant alternativement dans chacune des lignes de moteurs les gradins de résistances jusqu'au court-circuit.

A remarquer que, pendant toutes les opérations de transition de couplage, les moteurs de traction restent parcourus par le même courant I_1 ; ils con-

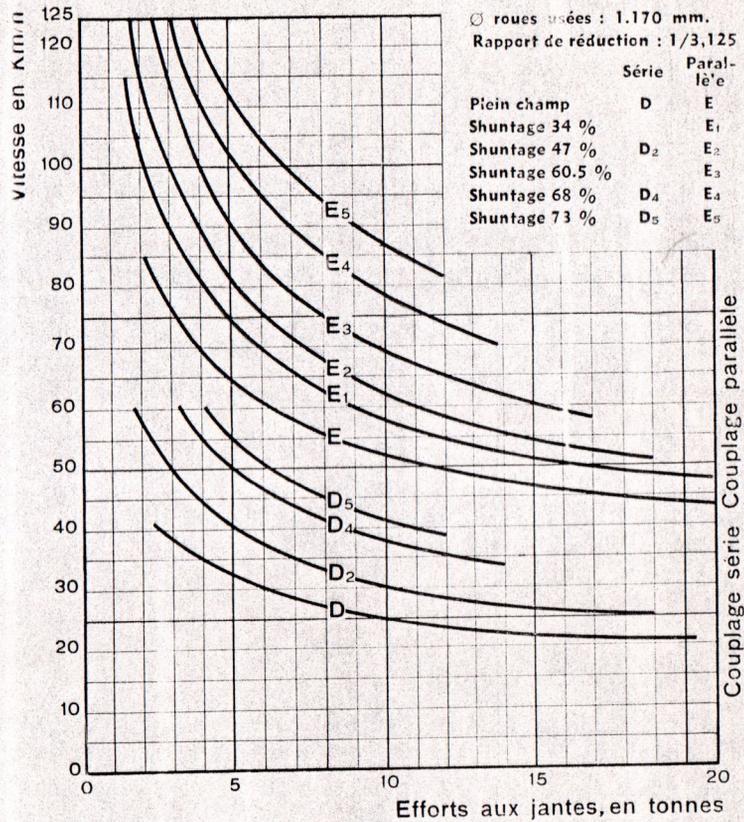


FIG. 7. — CARACTERISTIQUES DE MARCHÉ ECONOMIQUE DES LOCOMOTIVES TYPE 122, 3 000 VOLTS.

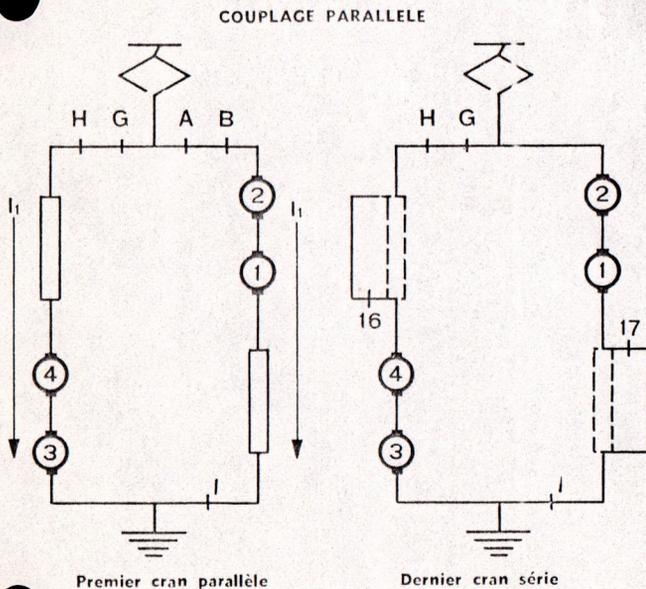


FIG. 6. — TRANSITION DU COUPLAGE SERIE AU COUPLAGE PARALLELE PAR LA METHODE DU PONT.

tinuent donc à développer le même effort aux jantes. L'effort au crochet ne varie pas et la transition de couplage s'effectue sans choc.

3. Une locomotive très souple doit pouvoir régler sa vitesse dans de très larges limites, afin de s'adapter aisément aux variations de tonnage des trains, aux limitations de vitesses imposées localement, aux modifications fortuites des horaires. Pour que ce réglage de vitesses soit économique, il doit s'effectuer en l'absence de toute résistance de démarrage, c'est-à-dire avec une tension constante au collecteur. Le réglage de la vitesse d'un moteur alimenté sous tension constante s'obtient en modifiant son excitation ; pour diminuer l'excitation série des moteurs de traction, une résistance branchée en shunt sur les inducteurs, dérive une partie du courant d'excitation. Plus cette résistance de shuntage

est réduite, plus le flux du moteur diminue et plus sa vitesse augmente. Afin de pouvoir disposer d'un réglage étendu, le shuntage des inducteurs des moteurs de traction a été poussé jusqu'à 73 %, c'est-à-dire que pour ce degré de shuntage, le courant de l'inducteur série ne représente plus que 27 % du courant de l'induit.

Le shuntage des inducteurs combiné avec les couplages série et parallèle des groupes de deux moteurs, permet de disposer sur les locomotives type 122, de dix crans de réglage de la vitesse. Les dix caractéristiques correspondantes, effort au crochet en fonction de la vitesse sont à peu près uniformément réparties entre les vitesses de 25 à 100 km/h. (fig. 7). Cette grande sélectivité assure à ces locomotives à courant continu une souplesse comparable à celle des locomotives à courant monophasé.

ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES LOCOMOTIVES TYPE 122

L'équipement électrique de la locomotive se répartit en trois circuits :

- le circuit de puissance qui alimente les quatre moteurs de traction ;
- le circuit des services auxiliaires qui alimente certaines fonctions accessoires de la locomotive comme : le chauffage du train, la ventilation des moteurs de traction, la production de l'air comprimé pour le freinage ;
- le circuit d'asservissement qui alimente les servo-moteurs de commande et les bobines d'attraction des contacteurs.

CIRCUIT DE PUISSANCE

Le circuit de puissance (fig. 8) est alimenté par la ligne caténaire à la tension de 3 000 V. ; il comporte un ensemble d'appareillages isolés pour la haute tension et parcourus par le fort courant des moteurs de traction.

1. Le courant est capté sur la ligne caténaire par deux *pantographes*. Normalement, la levée d'un seul pantographe suffit pour le service de la locomotive ; l'autre pantographe est tenu en réserve. Le courant est conduit sur la toiture par des barres posées sur supports isolants, vers les deux *isolateurs d'entrée de courant*. Il passe par les deux *sectionneurs de pantographes* pour aboutir à la borne d'entrée du disjoncteur.

Le pantographe (fig. 9) capte le courant sur le double fil de contact de cuivre au moyen de trois

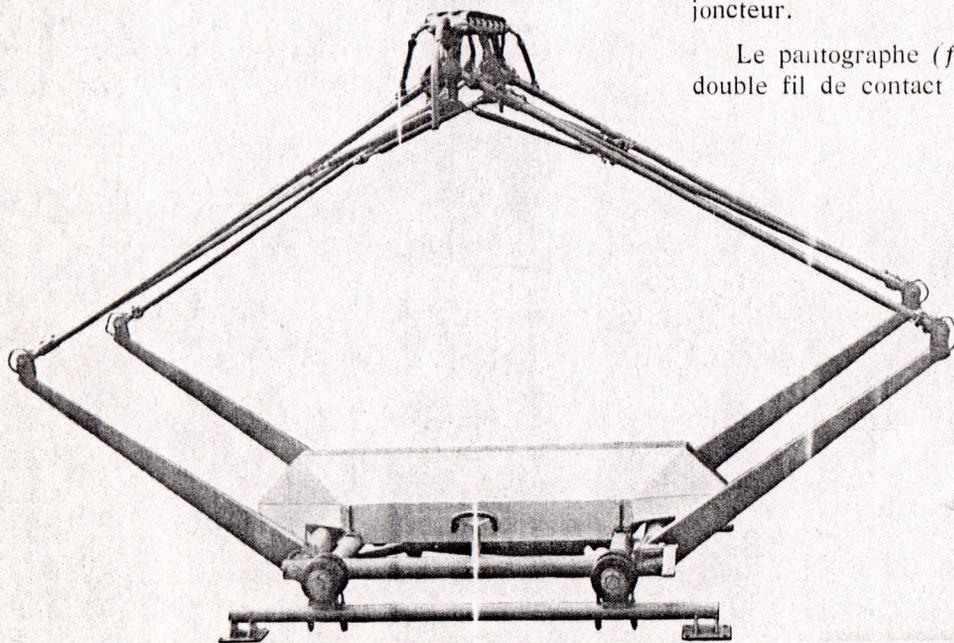
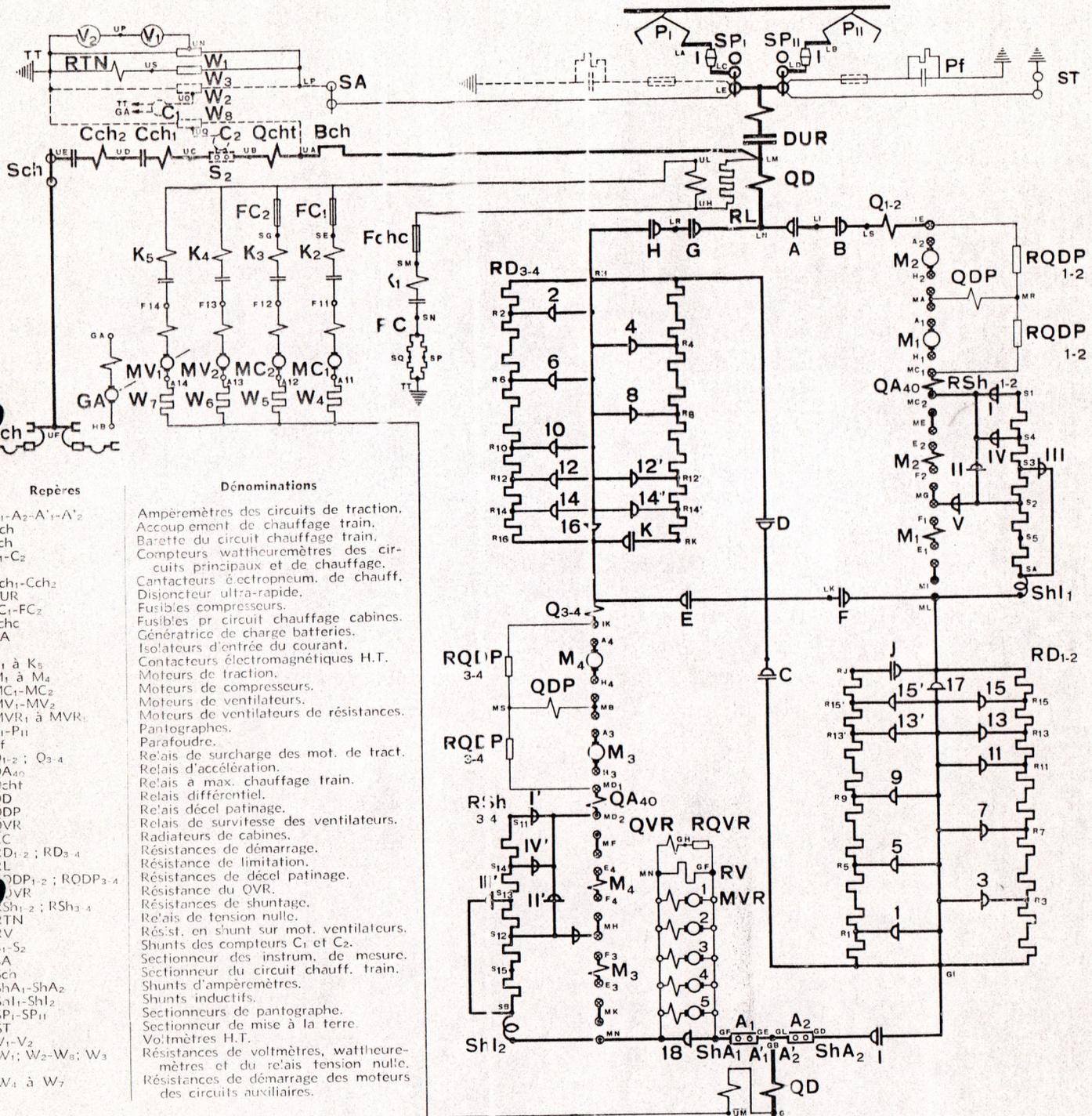


FIG. 9. — PANTOGRAPHE



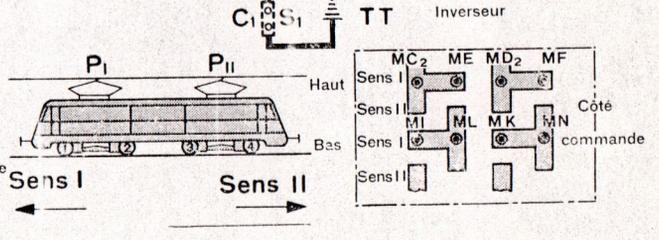
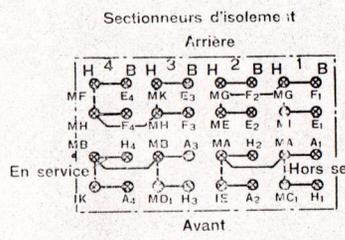
Repères

- A₁-A₂-A'₁-A'₂
- Ach
- Bch
- C₁-C₂
- Cch₁-Cch₂
- DUR
- FC₁-FC₂
- Fchc
- GA
- I
- K₁ à K₅
- M₁ à M₄
- MC₁-MC₂
- MV₁-MV₂
- MVR₁ à MVR₂
- P₁-P₁₁
- Pf
- Q₁₋₂ ; Q₃₋₄
- QA₄₀
- Qcht
- OD
- QDP
- QVR
- RC
- RD₁₋₂ ; RD₃₋₄
- RL
- RQDP₁₋₂ ; RQDP₃₋₄
- RQVR
- RS_{h1-2} ; RS_{h3-4}
- RTN
- RV
- S₁-S₂
- SA
- Sch
- ShA₁-ShA₂
- Sh1-2
- SP₁-SP₁₁
- ST
- V₁-V₂
- W₁ ; W₂-W₃ ; W₃
- W₄ à W₇

Dénominations

- Ampèremètres des circuits de traction.
- Accouplement de chauffage train.
- Barrette du circuit chauffage train.
- Compteurs wattheuremètres des circuits principaux et de chauffage.
- Contacteurs électropeum. de chauff.
- Disjoncteur ultra-rapide.
- Fusibles compresseurs.
- Fusibles pr circuit chauffage cabines.
- Génératrice de charge batteries.
- Isolateurs d'entrée du courant.
- Contacteurs électromagnétiques H.T.
- Moteurs de traction.
- Moteurs de compresseurs.
- Moteurs de ventilateurs.
- Moteurs de ventilateurs de résistances.
- Pantographes.
- Parafoudre.
- Relais de surcharge des mot. de tract.
- Relais d'accélération.
- Relais à max. chauffage train.
- Relais différentiel.
- Relais décel patinage.
- Relais de survitesse des ventilateurs.
- Radiateurs de cabines.
- Résistances de démarrage.
- Résistance de limitation.
- Résistances de décel patinage.
- Résistance du QVR.
- Résistances de shuntage.
- Relais de tension nulle.
- Résist. en shunt sur mot. ventilateurs.
- Shunts des compteurs C₁ et C₂.
- Sectionneur des instrum. de mesure.
- Sectionneur du circuit chauff. train.
- Shunts d'ampèremètres.
- Shunts inductifs.
- Sectionneurs de pantographe.
- Sectionneur de mise à terre.
- Voltmètres H.T.
- Résistances de démarrage des moteurs des circuits auxiliaires.

- Bornes des sectionneurs d'isolement ⊗
- Bornes de l'inverseur ⊙
- Contacteurs de couplage ⇄
- Contacteurs de résistance ⇄ côté came
- Contacteurs de shuntage ⇄



frotteurs en carbone portés par la raquette. Les canaux intermédiaires entre les frotteurs sont remplis d'une graisse consistante, assurant la lubrification de la ligne caténaire. La pression du fil est maintenue constante dans toute la course de déploiement du pantographe. Cette pression de la raquette contre le fil de contact est réglable entre 8 et 12 kgs. Le pantographe est libéré par une commande pneumatique alimentée en air comprimé : sa levée est lente de façon à appliquer sans choc le frotteur contre la ligne caténaire ; il peut être abaissé très rapidement, une *valve d'échappement* rapide met la commande pneumatique à l'échappement et un puissant ressort de rappel ramène la raquette du pantographe à butée sur des amortisseurs de chute. L'étude de la construction de ce pantographe a été faite avec soin en vue de réaliser un appareil très léger, robuste et assurant une captation parfaite d'un courant de l'ordre de 1 000 ampères jusqu'à des vitesses atteignant 150 km/h.

2. Tout le courant de la locomotive passe par le contact d'un *disjoncteur ultra rapide* assurant la protection de l'équipement. En aval de ce disjoncteur, sont branchés :

- le *parafoudre* qui dérive immédiatement à la terre les ondes à front raide induites dans la ligne caténaire par les décharges atmosphériques ;
- l'alimentation du *relais de tension nulle* et des *voltmètres haute tension*.

Le disjoncteur est un très gros contacteur, capable de couper à 3 000 V. toute la puissance qu'une sous-station peut déverser dans un court-circuit se produisant dans la locomotive. L'armature de ce contacteur est présentée au collage d'un circuit magnétique par une commande pneumatique et maintenue dans la position fermée par le flux d'une bobine de maintien. Lorsqu'il se produit une surintensité, le flux engendré par le courant traversant le disjoncteur détruit le champ de la bobine de maintien et provoque ainsi l'ouverture ultra rapide des contacts sans l'intervention d'aucun organe intermédiaire. Le courant de court-circuit se trouve ainsi coupé avant même qu'il ait pu atteindre des valeurs excessives.

L'ouverture du disjoncteur est encore commandée par un ensemble de relais de protection, relais différentiel, relais à maxima, relais de survitesse, relais de tension nulle dont les contacts se trouvent placés dans le circuit d'alimentation de la bobine de maintien.

Le *relais différentiel* possède un bobinage, côté caténaire, parcouru par le courant entrant dans la locomotive et un bobinage côté rail parcouru par le courant sortant de la locomotive. Normalement, ces deux courants sont rigoureusement égaux. S'il se produit une masse par suite d'un défaut d'isolement dans l'équipement, une partie du courant absorbé à

la caténaire est dérivée par cette masse. Les courants dans les deux bobinages du relais différentiel n'étant plus égaux, celui-ci enclenche et commande l'ouverture du disjoncteur ultra rapide. Le relais différentiel assure ainsi une très bonne protection de l'équipement, même contre les masses très faibles, tout en laissant passer les pointes importantes de courant au moment du démarrage.

Les *relais à maxima* placés dans chacune des deux lignes de moteurs protègent ceux-ci contre une surcharge qui pourrait se produire par suite d'un défaut dans l'équipement de démarrage automatique.

Le *relais de survitesse* des moteurs de ventilateurs de résistances empêche l'emballement de ces moteurs résultant d'une surtension se produisant accidentellement à leurs bornes.

Le *relais de tension nulle* provoque l'ouverture du disjoncteur lorsque la tension disparaît momentanément à la ligne caténaire. Il évite ainsi la remise en service fortuite de l'équipement de la locomotive, lorsque la tension réapparaît.

3. Le circuit de puissance se décompose en deux circuits élémentaires dans lesquels deux moteurs sont constamment connectés en série. Pour le démarrage, ces deux circuits sont successivement connectés en série et en parallèle par le fonctionnement des contacteurs de couplage.

Dans chaque circuit élémentaire, nous trouvons :

- deux moteurs de traction, connectés en série ;
- un inverseur du sens de marche ;
- deux sectionneurs d'isolement ;
- un relais de décel patinage ;
- un relais de surcharge ;
- une bobine du relais d'accélération ;
- un bloc de résistances et de contacteurs rhéostatiques ;
- un jeu de résistances et de contacteurs de shuntage.

En queue de la ligne des moteurs M_3 et M_4 , se trouvent branchés en parallèle avec le dernier gradin de la résistance de démarrage, les cinq moteurs de ventilateurs de résistances qu'un contacteur court-circuite au dernier cran série ou parallèle.

Le circuit de traction comporte au total :

- 11 *contacteurs de couplage* de A à K pour le couplage des moteurs en série et en parallèle ;
- 22 *contacteurs rhéostatiques* de 1 à 18 pour l'élimination des résistances de démarrage ;
- 10 *contacteurs de shuntage* de I à V' ;
- 1 *inverseur du sens de marche* double ;
- 4 *sectionneurs d'isolement* pour l'élimination de chacun des quatre moteurs.

Les contacteurs de couplage, rhéostatiques et de shuntage sont à commande par cames, c'est-à-dire que leurs contacts se ferment par l'effet d'un ressort et s'ouvrent par l'action d'une came agissant sur le galet placé à l'extrémité du levier du contacteur. Il se compose d'un contact fixe, d'un contact mobile et d'un dispositif de soufflage magnétique. Le contact mobile est articulé directement sur la pièce d'arrivée de courant sans l'intermédiaire d'un shunt. Le soufflage magnétique chasse, au moment de l'ouverture des contacts, l'arc dans une boîte en matière réfractaire munie de chicanes. L'arbre à cames de commande est entraîné par un servo-moteur électrique alimenté par un jeu de trois relais, suivant le système (JH) « Jeumont Heidmann », qui a fait ses preuves sur les automotrices type 1950 et type 1953 de la S.N.C.B. A chaque tour du servo-moteur correspond une progression d'un cran de l'arbre à cames. L'avantage de la commande par cames des contacteurs est d'imposer une séquence rigoureuse dans le fonctionnement des contacteurs, les conditions de coupure des contacteurs (tension, courant) sont ainsi parfaitement connues, ce qui permet d'adopter les contacteurs d'encombrement minimum, satisfaisant au mieux à ces conditions de coupure.

Les 33 contacteurs de couplage et rhéostatiques sont commandés par un seul arbre à cames à 49 positions. Cet ensemble d'appareillage constitue le JH1 (fig. 10).

TABLEAU D'ENCLÈCHEMENT DES CONTACTEURS DU JH1

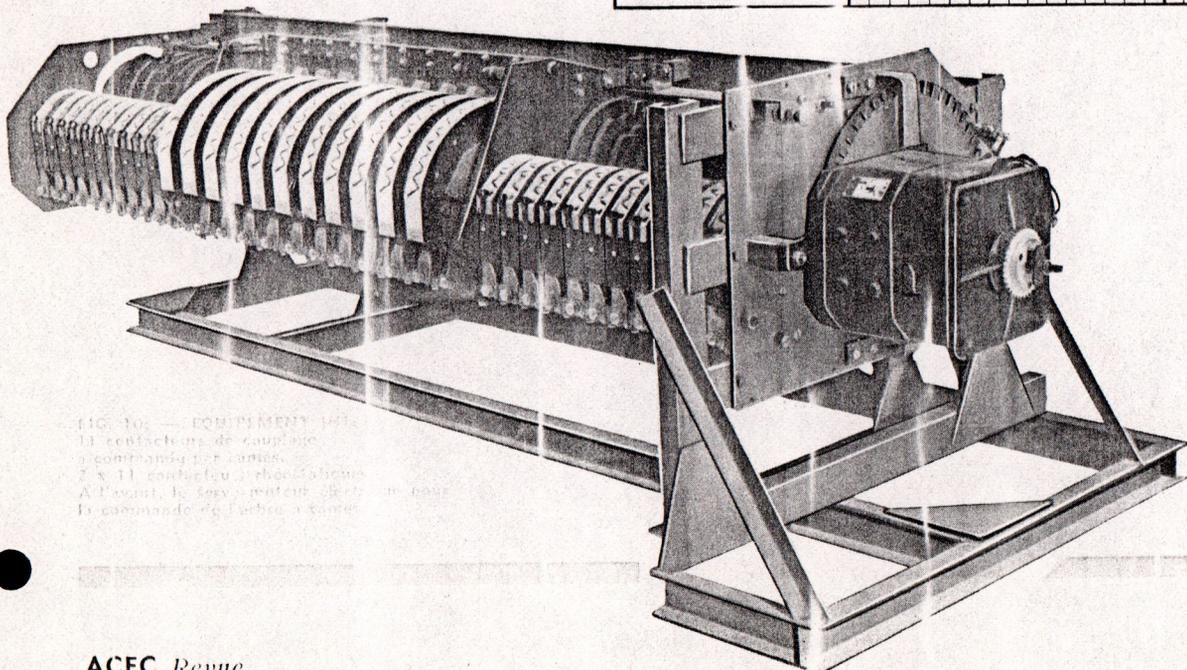
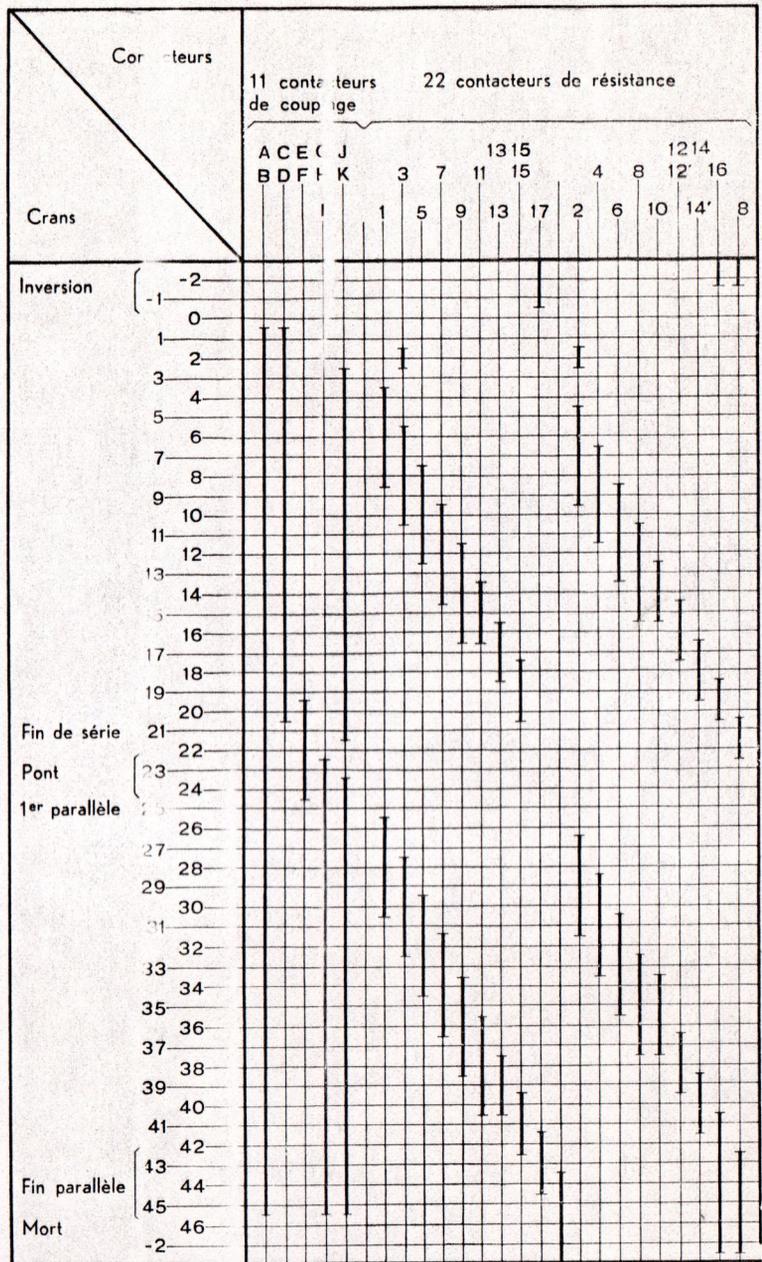


FIG. 10. — EQUIPEMENT JH1.
 11 contacteurs de couplage
 2 commandés par cames
 7 x 11 contacteurs rhéostatiques
 A l'avant, le servo-moteur électrique pour
 la commande de l'arbre à cames

Les 11 contacteurs de shuntage sont commandés par un second arbre à cames à 19 positions. Cet ensemble constitue le JH2 (fig. 11).

4. Le démarrage de la locomotive dans le couplage série et parallèle est obtenu par la progression du JH1 du cran 0 au cran 43.

Le cran 0 correspond à l'ouverture de tous les contacteurs, le circuit de traction est coupé :

- au cran 1 : les moteurs de traction sont alimentés en série mais seulement à travers une des branches de chaque bloc de résistances.
- au cran 2 : les contacteurs 2 et 3 court-circuitent une partie de la branche de chaque bloc de résistances en service.

TABLEAU D'ENCLÈCHEMENT DES CONTACTEURS DU JH₂

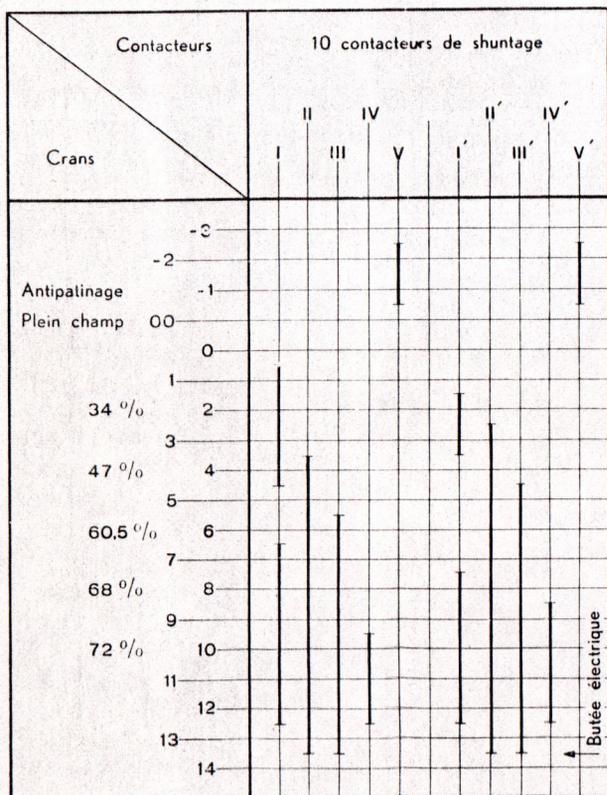
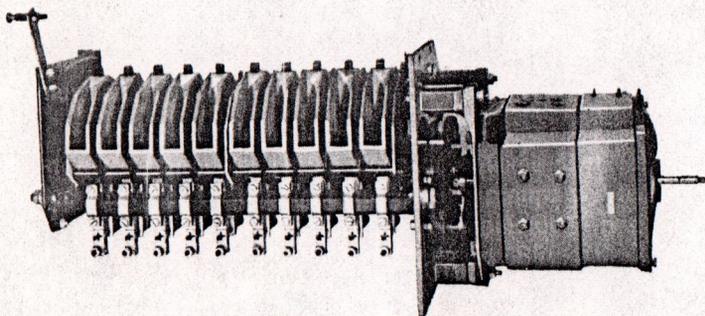


FIG. 11. — EQUIPEMENT JH₂.

11 contacteurs de shuntage à commande par came. A droite le servo-moteur électrique pour la commande.

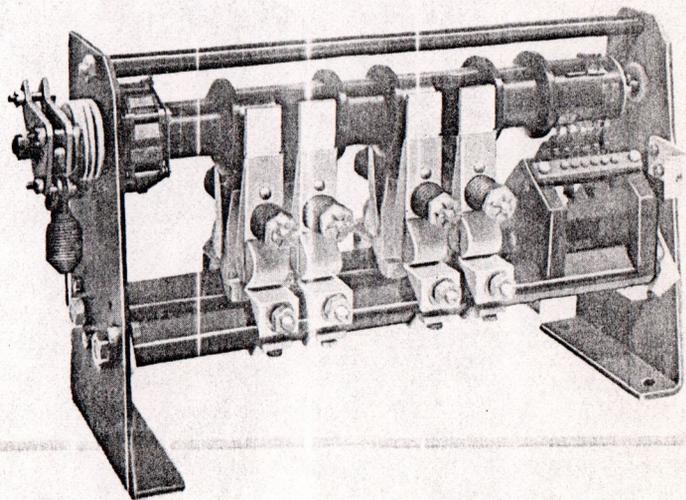


- au cran 3 : l'ouverture des contacteurs 2 et 3 et la fermeture des contacteurs J et K mettent en circuit la totalité des résistances de chaque bloc, en deux branches connectées en parallèle.
- du cran 4 au cran 21 : les contacteurs rhéostatiques court-circuitent progressivement les résistances de démarrage en éliminant les gradins, tantôt dans l'une des branches d'un bloc de résistances, tantôt dans l'autre, puis dans les deux branches simultanément : enfin, au dernier cran, la fermeture du contacteur 18 élimine les moteurs de ventilateurs des résistances.
- du cran 22 au cran 24 : les contacteurs de couplage effectuent la transition du couplage série au couplage parallèle par la « méthode du pont ».
- du cran 25 au cran 43 : les contacteurs rhéostatiques éliminent progressivement les résistances de démarrage tantôt dans l'une, tantôt dans l'autre des deux lignes de moteurs connectés en parallèle ; puis, au dernier cran, le contacteur 18 est court-circuitant les bornes des moteurs de ventilateurs arrête ceux-ci.

Le conducteur peut décider l'arrêt du JH1 aux crans 0-1-2-21 ou 43. Les crans 1-2 sont utilisés pour les manœuvres d'acrochage de la locomotive, le cran 21 est le cran fin série, et le cran 43 celui de fin parallèle, toutes les résistances de démarrage étant éliminées. La progression du JH1 sur les divers crans se fait automatiquement sous le contrôle du *relais d'accélération*.

5. Les huit contacteurs de shuntage I à IV', par leur enclenchement sur les crans de 1 à 13 du JH2, branchent et ensuite éliminent progressivement une résistance en parallèle sur les inducteurs des moteurs de traction pour obtenir divers degrés de shuntage : 34 - 47 - 60,5 - 68 - 73 %.

FIG. 12. — INVERSEUR DU SENS DE MARCHÉ. L'appareil est monté avec les patins de fixation dans le plan vertical.



Sur le cran —1, situé en deçà du cran 00, l'enclenchement des contacteurs V et V' effectue le shuntage du moteur situé à l'avant pour le sens de marche de la locomotive, afin de réaliser la marche en antipatinage.

Le JH₂ peut passer sur le cran -1, sur tous les crans de démarrage rhéostatique. Il ne peut passer sur les crans 1 à 13 que si le JH₁ est arrivé au dernier cran du couplage série ou parallèle.

Le démarrage sur résistances terminé, le conducteur choisira le shuntage maintenant le train à la vitesse qui réalise le plus économiquement l'horaire, en augmentant ou en diminuant la vitesse du train.

6. Pour inverser le sens de marche de la locomotive, on modifie le sens de circulation du courant dans les inducteurs, en permutant l'alimentation des bornes de ceux-ci par la manœuvre de l'inverseur (fig. 12). Cet appareil est commandé par le JH₁ lorsqu'il effectue deux fois la manœuvre du cran 0 aux crans —1, —2 et retour à zéro. L'inverseur n'est donc commandé que si le circuit de traction est coupé, c'est-à-dire que l'inversion des circuits des inducteurs se fait à vide.

7. Les quatre sectionneurs d'isolement (fig. 13) sont prévus pour éliminer chacun un moteur de traction avarié. Ils sont à commande manuelle ; les manettes de commande ne permettant d'éliminer au maximum que deux moteurs. Si un moteur est éliminé, le démarrage de la locomotive est arrêté automatiquement au couplage série

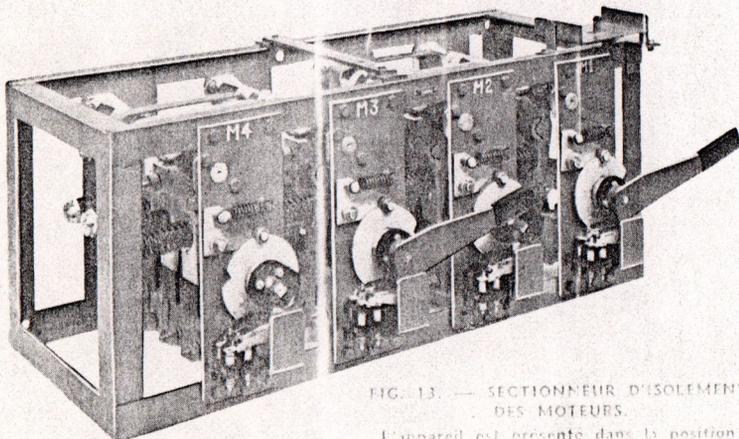


FIG. 13. — SECTIONNEUR D'ISOLEMENT DES MOTEURS. L'appareil est présenté dans la position : moteurs M₁ et M₂ éliminés.

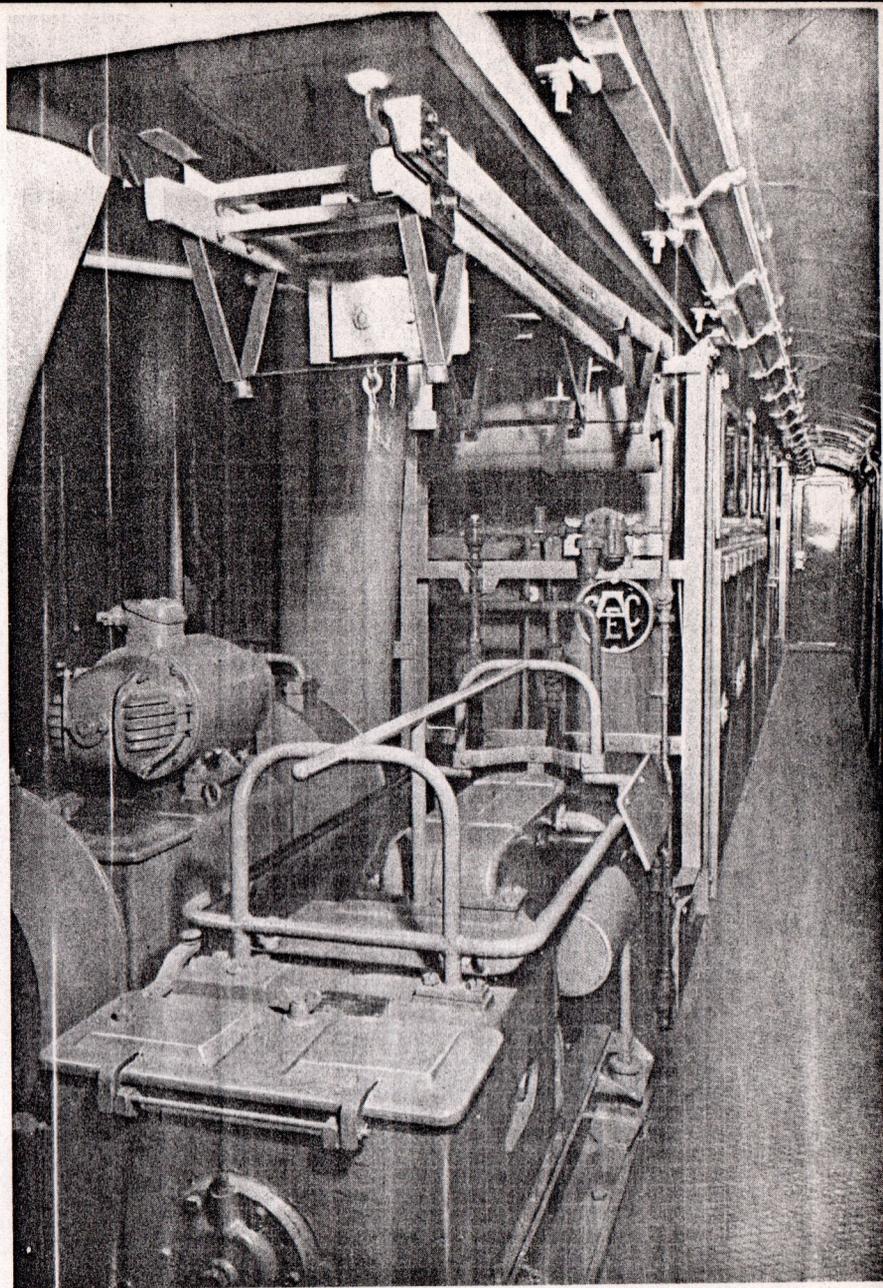


FIG. 14. — VUE INTERIEURE DE LA LOCOMOTIVE. A l'avant-plan, un groupe moteur-compresseur et un groupe moteur-ventilateur. — Une génératrice auxiliaire, entraînée par le moteur du ventilateur est montée sur la carcasse de celui-ci.

8. Chacune des deux bobines du *relais de décel patinage* se trouve branchée entre le point commun de deux induits de moteurs de traction connectés en série et le point milieu d'une résistance branchée entre les bornes extrêmes de ces deux induits. Normalement, les tensions aux collecteurs des moteurs sont égales et, par conséquent, la tension au point commun des deux induits est égale à celle du point milieu de la résistance de décel patinage. Aucun courant ne circule dans la bobine du relais. Dès qu'un moteur entre en patinage, la tension à son collecteur croît et, par compensation, la tension au collecteur du moteur connecté en série, diminue. Cette variation de la tension est appliquée à la bobine du relais de décel patinage qui enclenche.

CIRCUIT DES SERVICES AUXILIAIRES

Ce circuit est également alimenté par la ligne caténaire à la tension de 3 000 V., mais la puissance absorbée par les diverses branches de ce circuit est relativement faible. Il comporte un appareillage à faible courant mais isolé pour la haute tension.

1. Le courant des circuits auxiliaires traverse une *résistance de limitation* de faible valeur ohmique à la sortie du disjoncteur ultra rapide. Cette résistance a pour but de limiter le courant de court-circuit se développant dans un des circuits auxiliaires à la valeur que les fusibles haute tension protégeant ces circuits peuvent couper en toute sécurité.

À l'entrée et à la sortie des circuits auxiliaires, le courant traverse les bobines du *relais différentiel* dont les actions s'ajoutent à celles des barres d'entrée et de sortie du courant de traction. On réalise ainsi un relais différentiel dont la sensibilité aux masses se produisant dans les circuits auxiliaires est accrue et qui en assure ainsi une meilleure protection.

2. Chaque moteur de traction est énergiquement ventilé par un flux d'air de 100 m³/min. L'air est aspiré à travers des persiennes aménagées sous le bandeau de la toiture de façon à éviter l'entraînement des poussières de la voie. L'air est conduit par des caniveaux vers l'ouïe d'aspiration d'un ventilateur centrifuge qui le refoule à travers la carcasse du moteur. Cette ventilation du moteur de traction, aussi efficace à l'arrêt qu'en marche, a pour résultat d'augmenter sensiblement la puissance massique de ce moteur.

Afin de réduire la longueur des caniveaux de ventilation, chaque *groupe moteur-ventilateur* est installé au droit de chaque bogie. Le moteur d'un groupe type CT 16, d'une puissance de 16,5 CV entraîne, par ses deux bouts d'arbre, un ventilateur ; chacun de ces ventilateurs souffle un des moteurs du bogie (fig. 14). Le moteur est démarré directement à la tension de 3 000 V. par l'enclenchement d'un *contacteur électromagnétique* ; une résistance connectée en permanence en série avec le moteur limite la pointe de courant au démarrage. Un *relais anémométrique* signale au conducteur l'arrêt de la ventilation des moteurs de traction.

Il n'existe pas de fusible de protection sur les circuits de moteurs de ventilateurs. Ce fusible serait d'ailleurs superflu ; comme il doit nécessairement laisser passer la pointe du courant de démarrage, son calibrage serait toujours supérieur à la

surcharge qui pourrait se produire accidentellement sur le moteur de ventilateur.

3. Deux compresseurs à piston entraînés par un moteur à 3 000 V sont installés dans la locomotive. Un seul compresseur suffit pour alimenter le frein à air comprimé et l'appareillage commande électropneumatique ; l'autre compresseur sert de réserve. Chaque compresseur est capable de comprimer 1350 litres d'air par minute à une pression effective de 8 kg/cm².

Le bâti du *groupe moteur-compresseur* est monté sur le châssis de la locomotive moyennant l'interposition de « silentbloks » pour éviter la transmission des vibrations à la caisse. Le moteur du compresseur est identique à celui des ventilateurs des moteurs de traction et démarré de la même manière. Chaque moteur de compresseur est protégé par un *fusible haute tension*.

Les contacteurs électromagnétiques des moteurs de compresseurs enclenchent et déclenchent entre deux limites déterminées, sous le contrôle d'un régulateur qui maintient la pression dans les réservoirs principaux de la locomotive tandis qu'une soupape de sûreté évite tout excès de pression dans les réservoirs.

4. Les postes de conduite sont chauffés par des radiateurs électriques à 3 000 V, alimentés par un contacteur électromagnétique et protégés par un fusible haute tension. De plus, des ventilateurs entretiennent dans les postes de conduite, une circulation d'air chaud en hiver, d'air frais en été, assurant le confort du conducteur.

5. Les trains de voyageurs sont chauffés électriquement par le courant capté sur la caténaire. Cette énergie est distribuée depuis la locomotive aux diverses voitures par des *accouplements de chauffage* monopolaires amovibles, isolés pour la haute tension. Après avoir traversé les radiateurs des compartiments voyageurs, le courant retourne directement au rail par les essieux des voitures. C'est pourquoi, le courant de chauffage ne peut parcourir la bobine d'entrée du relais différentiel, il est prélevé directement à la sortie du disjoncteur ultra rapide.

Le circuit de chauffage du train est protégé par un *relais à maxima* et alimenté par les deux *contacteurs électropneumatiques* connectés en série. Il est sectionné par un *sectionneur de chauffage*. Les contacteurs électropneumatiques doivent être capables de couper la charge très variable du chauffage, depuis la puissance maximum de 525 kW jusqu'à la puissance minimum absorbée par le radiateur d'un

seul compartiment. Ils sont équipés d'un circuit de soufflage magnétique à aimants permanents dont le flux supplée au flux insuffisant produit par la bobine de soufflage, lorsqu'elle est parcourue par de faibles courants.

CIRCUIT D'ASSERVISSEMENT

Ce circuit est alimenté aux bornes d'une batterie d'accumulateurs de « Nickel Cadmium » de 80 V. - 80 ampères/heure au régime de 5 heures. Cette batterie est rechargée par une *génératrice auxiliaire* de 3,9 kW sous 100 V. et entraînée par un des groupes moteur-ventilateur de traction. Un *régulateur de tension* règle la tension de la génératrice d'après la vitesse du groupe et l'état de charge de la batterie. Un *conjoncteur-disjoncteur* assure le branchement de la génératrice aux bornes de la batterie.

Les circuits d'asservissement servent à la transmission et à l'exécution des ordres lancés par le conducteur. Par la manœuvre des manettes et des boutons-poussoirs installés dans les postes de conduite, divers fils d'asservissement sont mis sous tension. Ces fils aboutissent à des bobines de relais et de contacteurs, à des contacts des tambours d'asservissement des JH_1 - JH_2 , qui interprètent les ordres, les contrôlent, les exécutent en enclenchant les contacteurs et en alimentant les servo-moteurs de commande du JH_1 et du JH_2 .

1. L'arbre à cames du JH possède à son extrémité un plateau, taillé d'encoches radiales. Sur le bout d'arbre du servo-moteur, est calé, en porte-à-faux, un maneton. A chaque tour du servo-moteur, le maneton s'engage tangentiellement dans une encoche du plateau, l'entraîne, et déplace l'arbre à cames d'un cran ; ensuite, il quitte l'encoche en abandonnant l'arbre à cames à vitesse nulle. Chaque

tour du servo-moteur correspond ainsi au déplacement d'un cran de l'arbre à cames : pendant son demi-tour d'engagement, le maneton commande l'arbre à cames, le demi-tour de déengagement du maneton est utilisé pour freiner électriquement le servo-moteur. Un levier solidaire du maneton commande un verrou s'engageant dans une des encoches du plateau qui immobilise l'arbre à cames lorsque le maneton a terminé la commande du passage de crans. Ce levier entraîne encore un *autorupteur* qui, en maintenant l'alimentation du servo-moteur, achève formellement tout passage de cran commencé.

Le démarrage et le freinage du servo-moteur se font par l'action de trois relais soit dans le sens progression, soit dans le sens régression. Dans le sens progression, l'alimentation de ces relais est contrôlée par un relais d'accélération qui permet le passage du cran lorsque le courant des moteurs de traction est descendu au-dessous du courant de reprise. Ce relais d'accélération réalise ainsi le démarrage à courant pratiquement constant de la locomotive. Le réglage du relais d'accélération est commandé à distance du poste de conduite par la manette d'effort ; il permet au conducteur de choisir l'effort de démarrage du train.

Pour le retour à zéro, les relais de commande du servo-moteur échappent au contrôle du relais d'accélération. La manœuvre de régression est très rapide et peut atteindre 6 à 8 crans par seconde.

2. Un *relais de vigilance* surveille constamment le JH_1 . Si cet appareil n'exécute pas l'ordre du retour à zéro, s'il reste en panne sur les crans de transition du couplage série au couplage parallèle, le relais de vigilance provoque le déclenchement du disjoncteur ultra rapide. Même en cas de défaillance de l'équipement, la coupure du circuit de traction est ainsi toujours assurée.

INSTALLATION DE L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE

La caractéristique la plus saillante des locomotives type 122 est le groupement de tout l'appareillage en quelques blocs d'où résulte une clarté d'installation inhabituelle et qui frappe les visiteurs.

*
**

1. Sur les locomotives type 101 fournies en 1948 à la S.N.C.B par l'Association des Constructeurs ACEC - SEM., tous les éléments de l'appareillage livrés séparément, sont fixés à des supports des parois latérales de la caisse et ensuite

câblés après leur installation. La disposition des appareils dans ces locomotives a été logiquement étudiée pour grouper ceux présentant le maximum d'interconnexion, pour présenter dans les zones les plus accessibles ceux qui doivent être visités le plus fréquemment, pour répartir au mieux les efforts dus au poids, en réunissant au droit du bogie, les éléments les plus lourds.

L'installation des locomotives type 122 a été étudiée suivant une autre méthode. L'avant-projet de l'équipement terminé, avant de passer au tracé des

plans de construction de l'appareillage, l'étude débute par l'établissement du plan architectural de la locomotive. La spécification de l'appareillage dressée, permet de décider de son groupement en quelques blocs présentant entre eux le minimum de connexions électriques.

La distribution de l'appareillage dans ces blocs est ensuite déterminée en cherchant à réduire la longueur et le nombre de connexions électriques. A cette occasion, les schémas sont plusieurs fois remaniés. L'encombrement des blocs est encore revu de façon à ce qu'ils s'inscrivent bien dans le gabarit de la caisse et se juxtaposent sous une même ligne architecturale.

L'encombrement des blocs d'appareillage, communiqué au constructeur mécanicien, celui-ci établira à ce moment le plan de la caisse dont les dimensions sont finalement déterminées de façon à proportionner harmonieusement l'intérieur de la locomotive.

Les blocs d'appareillage reposant directement sur le châssis de la locomotive, le constructeur mécanicien pourra étudier l'ossature en s'occupant uniquement de la fonction de la caisse : constituer une carcasse résistante. Il travaille donc dans les conditions optimales pour réaliser une construction simple, robuste et légère.

De son côté, le constructeur électricien entreprend les études de construction d'appareils en connaissant déjà leur encombrement et leur disposition relative. Il les dessinera de façon à disposer au mieux leur fixation dans les blocs, à faciliter l'accès aux organes à visiter, à réaliser un câblage net et simple. L'ossature des blocs construits par l'électricien pourra être étudiée très légère, uniquement en vue de leur fonction : porter l'équipement électrique.

Cette installation de locomotive présente encore d'autres avantages :

Elle est plus économique.

En groupant tout l'appareillage en quelques blocs, le câblage, élément coûteux, non seulement comme prix, mais comme placement, est sérieusement réduit. Le montage de l'équipement est plus rapide et plus soigné car il s'exécute chez le constructeur électricien, par un personnel spécialisé bien encadré et disposant de l'outillage puissant d'un atelier moderne.

Elle est plus propre.

Tout l'appareillage est enfermé dans des blocs étanches, à l'abri de la poussière, éclairés intérieurement au moyen de lampes fluorescentes. Les portes vitrées permettent d'observer facilement le fonctionnement des appareils pendant la marche de la locomotive.

Elle se prête mieux à la construction en série.

Toute la locomotive est décomposée en plusieurs éléments préfabriqués. Les bogies, le châssis, la caisse, les blocs d'appareillage, les postes de conduite, construits simultanément et indépendamment sont réunis ensuite dans l'assemblage final. Dix à quinze jours avant la sortie de la locomotive, les blocs d'appareillage sont descendus par les ouvertures de la toiture ; il ne reste plus qu'à les fixer au châssis et à les raccorder au câblage de la locomotive.

Les câbles sont placés d'avance, avec les tuyauteries, dans un faux châssis très léger, reposant sur le châssis proprement dit de la locomotive ; ils ont été coupés à longueur suivant un gabarit et leurs cosses d'extrémité se présentent exactement aux bornes de connexion des blocs.

Elle est plus sûre.

Non seulement, les appareils ont été vérifiés individuellement, mais de plus le constructeur électricien peut réaliser à son plancher les essais à blanc

FIG. 15. — SCHEMA DE L'INSTALLATION
DES LOCOMOTIVES TYPE 122.

- | | |
|--|---|
| 1. Signalisation du JH ₁ . | 23. Moteur ventilateur MV.1 |
| 2. Cabine I. | 24. Génératrice auxiliaire. |
| 3. Régulateur de tension. | 25. Côté appareillage du bloc JH. |
| 4. Appareillage pour Teloc. | 26. Côté résistances du bloc JH. |
| 5. Résistances de démarrage des groupes. | 27. Sectionneur de mise à la terre. |
| 6. 1/2 batterie d'accumulateurs. | 28. Boîte à clefs. |
| 7. Pantographe I. | 29. Robinet de verrouillage des pantographes. |
| 8. Bloc des JH. | 30. Moteur compresseur MC.2 |
| 9. Bloc des shunts inductifs. | 31. Moteur ventilateur MV.2 |
| 10. Bloc D.U.R. | 32. Armoire pneumatique. |
| 11. Pantographe II. | 33. Lampes de signalisation. |
| 12. Moteur I. | 34. Boîte à boutons-poussoirs. |
| 13. Moteur II. | 35. Tableau de fusibles. |
| 14. Moteur III. | 36. Commande antipatinage. |
| 15. Moteur IV. | 37. Commande manuelle. |
| 16. Voltmètres - Ampèrem. | 38. Tableau de batterie. |
| 17. Manomètres et téléc. | 39. Régulateur de pression. |
| 18. Robinets du frein. | 40. Moteur compresseur MC.1 |
| 19. Manipulateur. | 41. Trappes de visite. |
| 20. Tableau d'asservissement. | 42. Tableau d'asservissement |
| 21. Régulateur de tension. | 43. Cabine II. |
| 22. Relais anémométrique. | |

et en charge de tout l'équipement, groupé en blocs, avec plus de soin et plus de précision qu'à l'origine le montage sur la locomotive.

2. Tout l'appareillage de la locomotive (fig. 15) est rangé en trois étages :

- l'étage toiture ;
- l'étage caisse ;
- l'étage bogie.

A l'étage toiture, on installe le minimum indispensable d'appareils : pantographe, barres de toiture, isolateurs d'entrée de courant. Ces appareils sont soumis à toutes les intempéries et leur visite et entretien ne sont pas aisés.

L'étage bogie ne comporte que les moteurs de traction. Leur raccordement se fait au moyen de « clasp connectors », sorte de fiches intermédiaires entre les câbles sortant de la carasse du moteur et les câbles entrant dans les caniveaux du faux châssis. Ces fiches sont glissées dans des tubes isolants,

très robustes, résistant aux projections des pierres de la voie.

Tout le restant de l'appareillage est disposé dans l'étage caisse, qui est découpé en trois compartiments :

- les deux postes de conduite : un à chaque extrémité ;
- la caisse proprement dite.

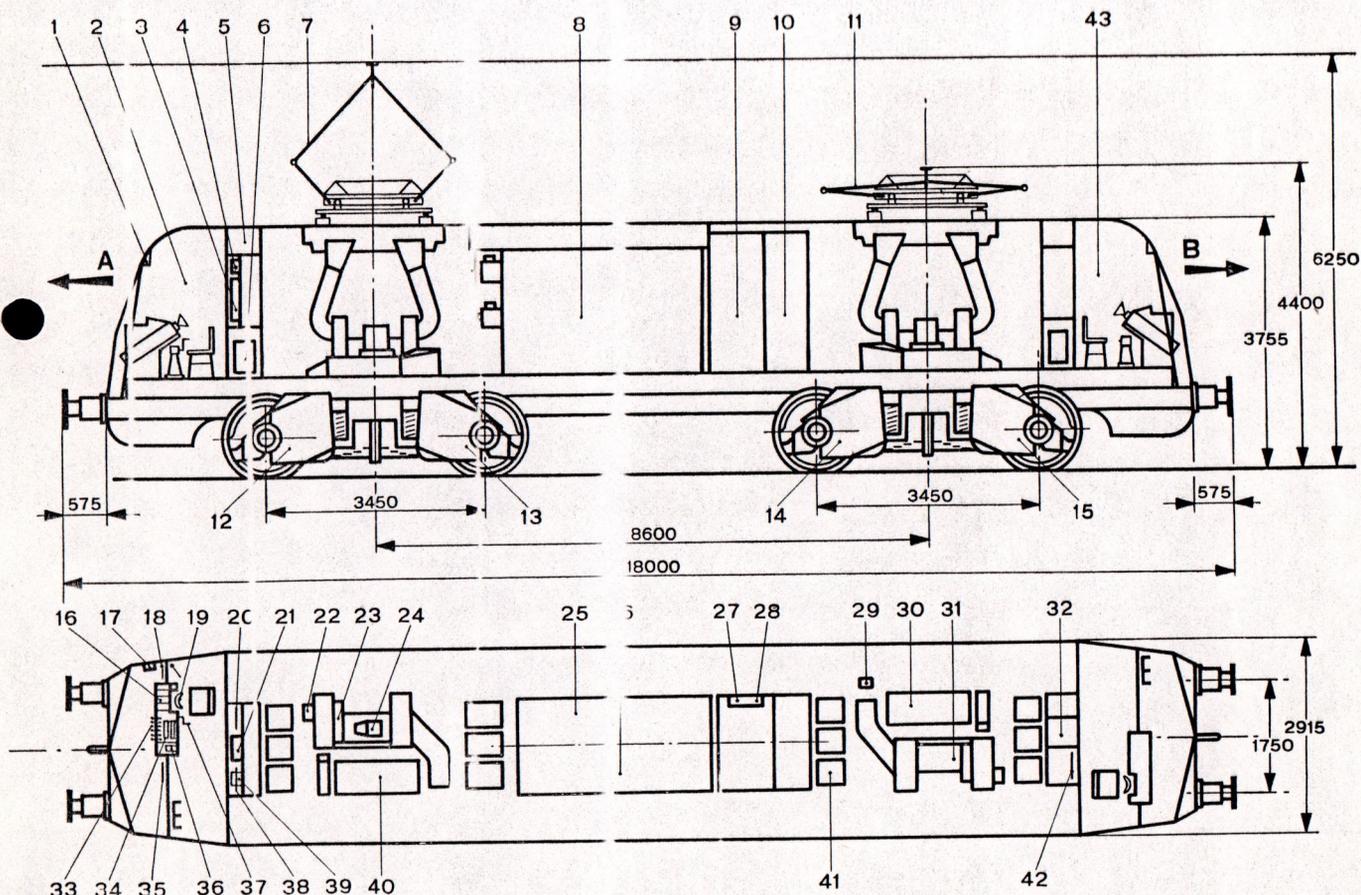
L'appareillage est réuni en trois blocs :

- le bloc du disjoncteur ultra rapide ;
- le bloc des shunts inductifs ;
- le bloc des JH.

Ces trois blocs juxtaposés occupent le centre de la caisse.

Au droit de chaque bogie, sont placés un groupe moteur-ventilateur et un groupe moteur-compresseur.

Les parois de séparation des postes de conduite sont aménagées en armoires dans lesquelles sont rassemblés les tableaux de fusibles, les interrupteurs et le petit appareillage.



Deux couloirs longitudinaux (fig. 16) longeant les parois de la caisse, permettent une circulation aisée entre les postes de conduite. Quatre passages transversaux réunissent les couloirs entre les armoires, les groupes moteur-ventilateur et compresseurs, les blocs d'appareillage. Les planchers de ces passages sont percés de trappes pour la visite des collecteurs et des carters d'engrenages des moteurs de traction.

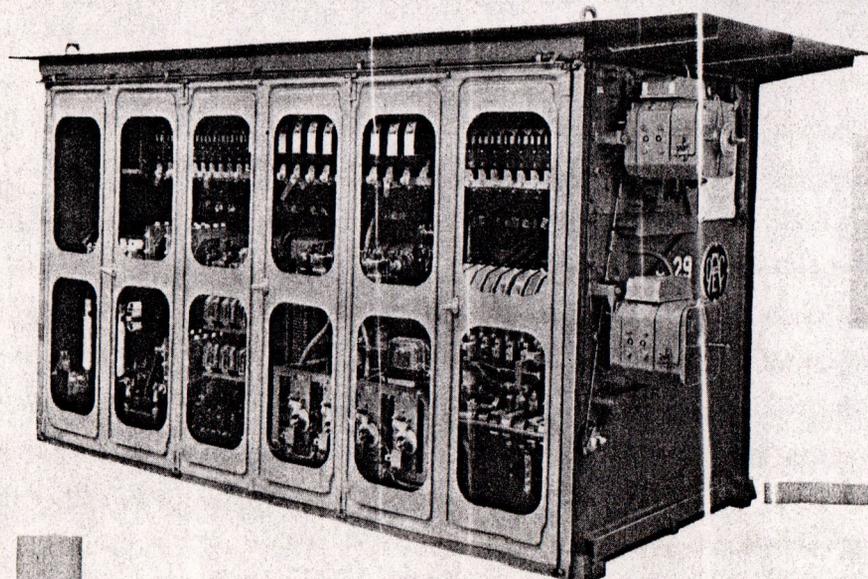
3. Le bloc du disjoncteur ultra rapide contient outre ce contacteur, quelques appareils connectés directement à la borne d'entrée, comme le parafoudre et le relais à tension nulle. Les isolateurs d'entrée de courant, placés sur la toiture au droit de ce bloc, conduisent directement les câbles au disjoncteur. Comme le disjoncteur est amené à couper très durement les courants de court-circuit, il est préférable de lui réserver un compartiment distinct, dont toutes les parois et le plafond sont recouverts d'un isolant en amiante-ciment.

4. Le bloc des shunts inductifs contient, outre les lourds shunts des inducteurs des moteurs de traction reposant directement sur le châssis de la locomotive, l'appareillage du circuit de chauffage du train, relais, contacteurs, sectionneur.

5. Le bloc des JH (fig. 17) contient tout l'appareillage des circuits de traction et des circuits auxiliaires. Il constitue le bloc le plus imposant de la locomotive, de 1,965 m de hauteur sur 1,5 m de largeur et 3,18 m de longueur et pesant 4,4 Tonnes. Il est divisé en deux compartiments longitudinaux :

- le compartiment appareillage ;
- le compartiment des résistances.

FIG. 17. — BLOC DES JH - COTE APPAREILLAGE
PORTES FERMEES.



Toute la partie supérieure du compartiment appareillage (fig. 18) est occupée par le JH₁, avec les deux groupes de 11 contacteurs rhéostatiques encadrant au centre les 11 contacteurs de couplage ; son extrémité se prolonge par le tambour d'asservissement. Le plateau à encoches de l'arbre à cames, le servo-moteur de commande et l'autorouteur se trouvent à l'extérieur du bloc des JH. Les connexions

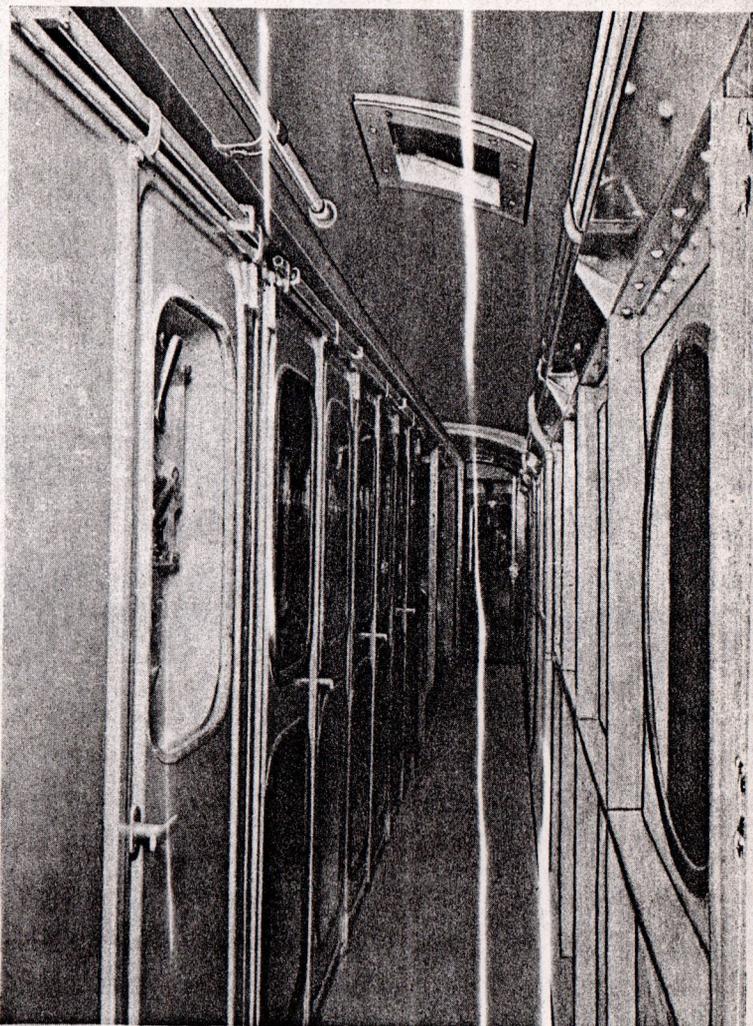


FIG. 16. — VUE INTERIEURE DE LA
LOCOMOTIVE LE LONG DU COULOIR
LONGITUDINAL.

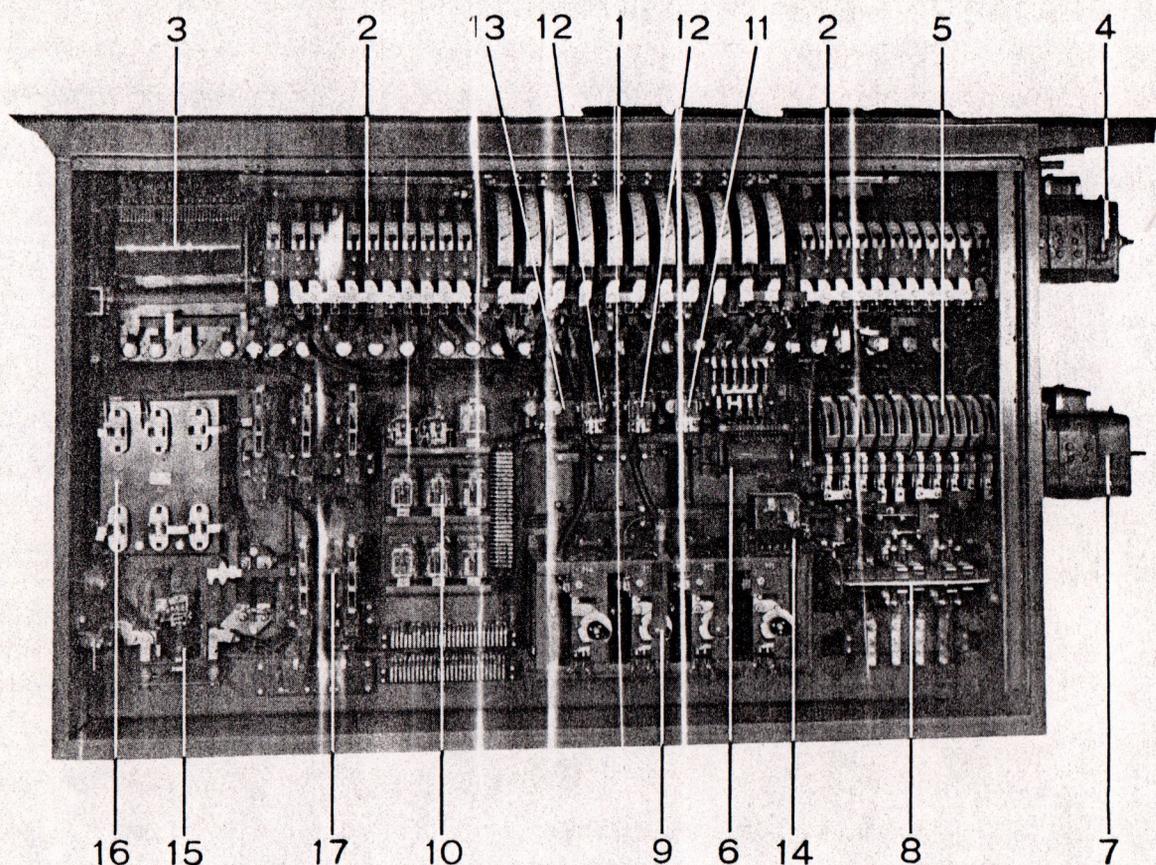
On distingue, à l'avant, dans la niche les manettes de commande de la boîte à clés et plus loin, derrière les trois portes vitrées, le compartiment appareillage du bloc des JH.

entre les contacteurs de couplage et rhéostatiques et les résistances situées dans l'autre compartiment sont réalisées au moyen d'un jeu de barres et de tubes de cuivre traversant la paroi au moyen d'isolateurs.

A droite et directement sous le JH_1 , sont placés : au niveau moyen, le JH_2 et au niveau inférieur, l'inverseur et les quatre sectionneurs d'isolement des

moteurs de traction. Le mécanisme de commande du JH_2 et son *servo-moteur* se trouvent également à l'extérieur du bloc. Les connexions entre le JH_2 , les sectionneurs et l'inverseur se font par un jeu de barres. Deux barres de connexion du sectionneur à l'inverseur, en traversant le *relais d'accélération*, constituent les bobines de courant de ce relais.

FIG. 18. — BLOC DES JH. - COMPARTIMENT APPAREILLAGE. PORTES ENLEVÉES.



A gauche, sous le JH_1 , est installé l'appareillage des circuits auxiliaires : un panneau à trois fusibles et les cinq contacteurs électromagnétiques haute tension.

Au centre, sont placés : un panneau avec les 9 relais pour la commande des JH et une dalle avec quatre relais : de surcharge des moteurs de traction, de survitesse des moteurs de ventilateurs de résistances, de décel patinage. Tous ces relais sont protégés par des capots en « plexiglass ». Les relais pour la commande des JH peuvent être immédiatement remplacés sans procéder à leur dé-

Repères

Désignation des appareils

- | | |
|----|--|
| 1 | CONTACTEURS DE COUPLAGE DU JH_1 . |
| 2 | CONTACTEURS RHEOSTATIQUES DU JH_1 . |
| 3 | TAMBOUR D'ASSERVISSEMENT DU JH_1 . |
| 4 | SERVO-MOTEUR DE COMMANDE DU JH_1 . |
| 5 | CONTACTEURS DE SHUNTAGE DU JH_2 . |
| 6 | TAMBOUR D'ASSERVISSEMENT DU JH_2 . |
| 7 | SERVO-MOTEUR DE COMMANDE DU JH_2 . |
| 8 | INVERSEUR DU SENS DE MARCHÉ. |
| 9 | SECTIONNEUR D'ELIMINATION DES MOTEURS. |
| 10 | PANNEAU POUR LES RELAIS DES JH . |
| 11 | RELAIS DE SURVITESSE. |
| 12 | RELAIS A MAXIMA. |
| 13 | RELAIS DE DECEL PATINAGE. |
| 14 | RELAIS D'ACCELERATION. |
| 15 | RELAIS DIFFERENTIEL. |
| 16 | PANNEAU POUR FUSIBLES 3.000 V. |
| 17 | CONTACTEURS ELECTROMAGNETIQUES 3.000 V POUR L'ALIMENTATION DES SERVICES AUXILIAIRES. |

câblage. La base de ces relais porte des fiches mâles qui, en s'engageant dans les fiches femelles du socle fixe, établissent les connexions électriques.

Dans le coin inférieur gauche, est disposé le *relais différentiel* par lequel pénètre et sort le courant total de traction.

Toutes les connexions au câblage général de la locomotive se font à la partie inférieure du compartiment appareillage. Après la descente du bloc des JH et son calage sur le châssis de la caisse, il suffit de raccorder :

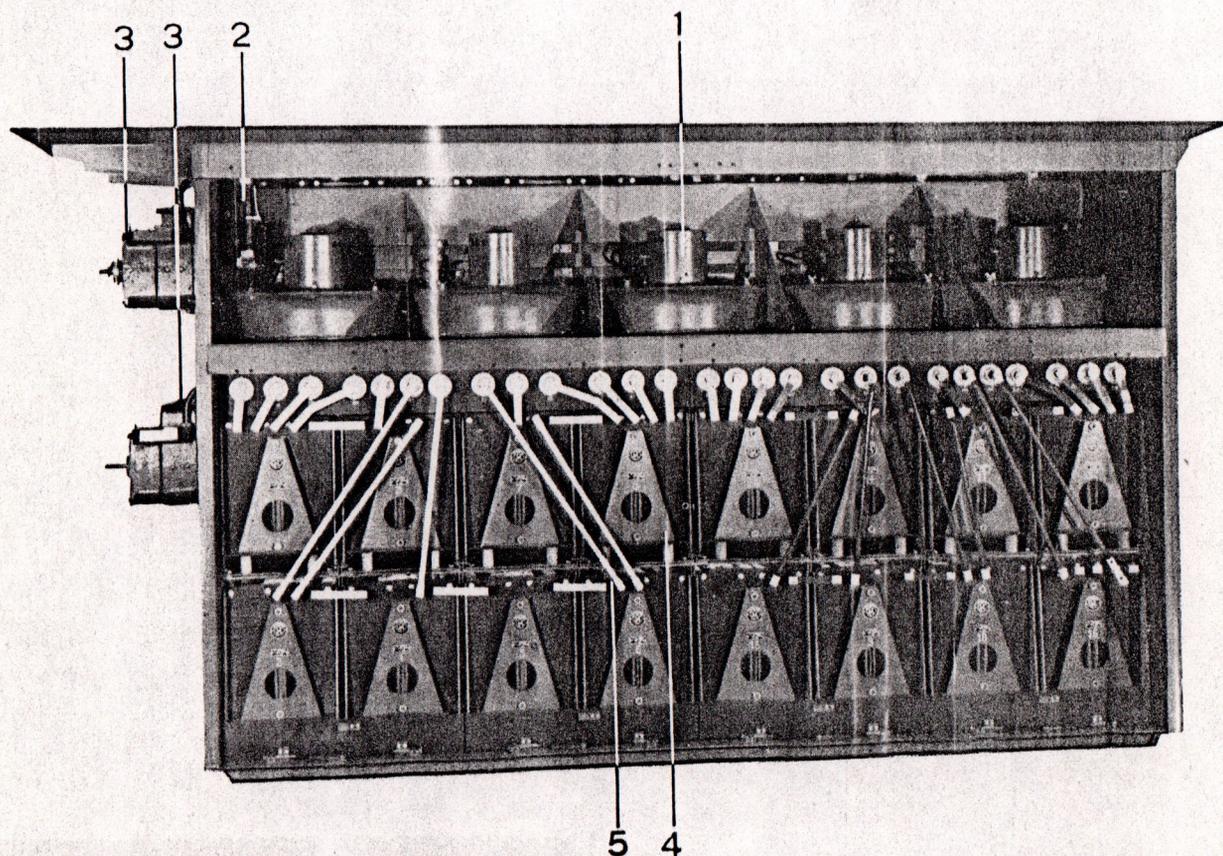
- 31 câbles de puissance sur les prises du relais différentiel, des sectionneurs des moteurs de traction, des planches bornes des circuits auxiliaires et des circuits des shunts inductifs.
- 50 câbles d'asservissement sur deux petites planches à bornes.

Le câblage du bloc des JH est caché derrière les

appareils sur la paroi de séparation des deux compartiments du bloc. Le câblage de la locomotive est enfermé et protégé dans les caniveaux du faux châssis.

Le *compartiment des résistances* (fig. 19) comporte au niveau supérieur, un banc de petites résistances ventilées naturellement : la résistance de limitation, les résistances du relais de décel patinage, les quatre caisses des résistances de shuntage.

Le niveau moyen est occupé par cinq *groupes moteur-ventilateur* à axe vertical, qui soufflent l'air de ventilation sur les deux bancs de huit *caisses de résistances de démarrage* disposées à la partie inférieure du bloc. Toutes les caisses de résistances (fig. 20) sont identiques, elles comportent 36 grilles découpées et déployées en acier inoxydable au nickel-chrome. Les connexions entre les grilles sont réalisées au moyen de soudure par points. Des plaques isolantes, disposées autour des caisses, assurent le



1. GROUPES MOTEUR-VENTILATEUR DES RESISTANCES DE DEMARRAGE.
2. RESISTANCES D'ALIMENTATION DES SERVO-MOTEURS.
3. SERVO-MOTEUR DE COMMANDE JH₁ ET JH₂.
4. CAISSES DE RESISTANCES DE DEMARRAGE.
5. CONNEXIONS AUX CAISSES DE RESISTANCES DE DEMARRAGE.

FIG. 19. — BLOC DES JH.
COMPARTIMENT DES RESISTANCES
PANNEAUX DE FERMETURE ENLEVES.

guidage de l'air de ventilation sur les grilles. Les prises de courant sont fixées à la partie supérieure des grilles et sont ramenées à l'avant des caisses de résistances au moyen de tubes de cuivre. Les connexions entre caisses de résistances et les tubes de cuivre venant des contacteurs rhéostatiques se font à l'avant des barres de résistances par des tubes ou des méplats de cuivre. Toutes les connexions au voisinage des résistances sont ainsi réalisées au moyen de pièces de cuivre nu résistant à la chaleur.

Pendant le démarrage sur résistances, un débit d'air de ventilation de $14 \text{ m}^3/\text{sec.}$ est aspiré sous le bandeau de la toiture et refoulé par les ventilateurs au travers des caisses de résistances. Il s'échappe sous la locomotive par une ouverture sous le compartiment des résistances. La disposition des caisses a été étudiée pour éliminer, d'abord, au cours du démarrage, tout le banc inférieur le moins bien ventilé.

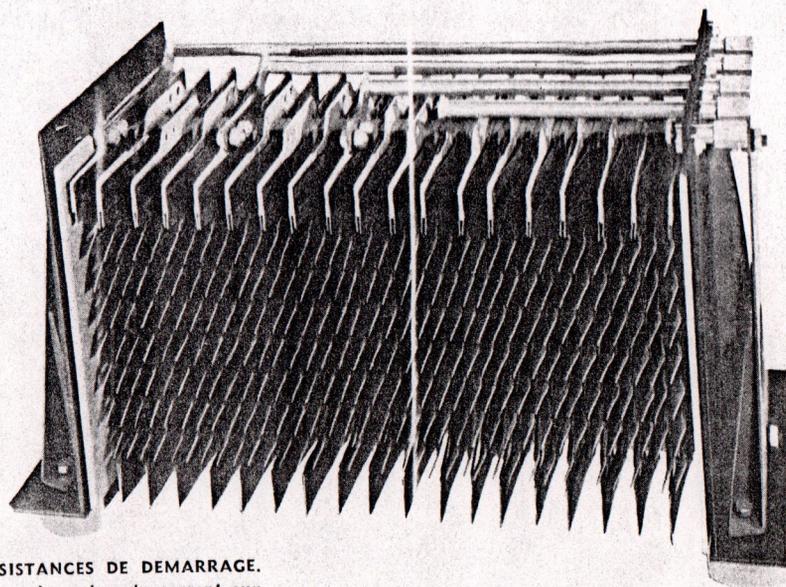


FIG. 20. — CAISSE DE RESISTANCES DE DEMARRAGE.
La caisse comporte 36 grilles. - Les prises de courant aux grilles sont disposées à la partie supérieure des grilles.

COMMANDE DES LOCOMOTIVES

La commande d'une locomotive électrique doit être simple, contrôlable et sûre.

La commande la plus simple d'une locomotive est la commande automatique. Le conducteur, dégagé de toute consigne, pourra concentrer toute son attention sur l'observation des signaux de la voie.

La commande doit être *contrôlable*. Il faut que le conducteur puisse se rendre compte, à tout moment, que l'ordre lancé a été exécuté.

La commande doit être *sûre*. Une détresse en ligne dans un réseau aussi chargé que celui de la S.N.C.B., provoque des perturbations de trafic

6. La sécurité du personnel est assurée par le verrouillage, au moyen de serrures des portes et des panneaux, de tous les blocs d'appareillage et des couvercles des moteurs auxiliaires. Les clés de ces serrures sont prisonnières d'une boîte à clés, montée dans le bloc des shunts inductifs. Pour les libérer, il faut actionner les manettes, commandant l'abaissement des pantographes, et sectionnant le circuit de chauffage. Réciproquement, ces poignées de commande ne peuvent être replacées dans leur position normale que si toutes les clés sont remises dans la boîte. Une clé ne peut être retirée de la serrure que si la porte, le panneau ou le couvercle correspondants sont fermés. De même, la clé des coupleurs de chauffage n'est libérée de la boîte que si le sectionneur de chauffage est ouvert. Elle ne permet le placement des coupleurs de chauffage entre voitures qu'à circuit ouvert.

inadmissibles. La commande doit pouvoir parer à toute avarie. Si un organe est défectueux, il doit être éliminé et la locomotive, ainsi amputée, achève son service jusqu'à la gare terminale.

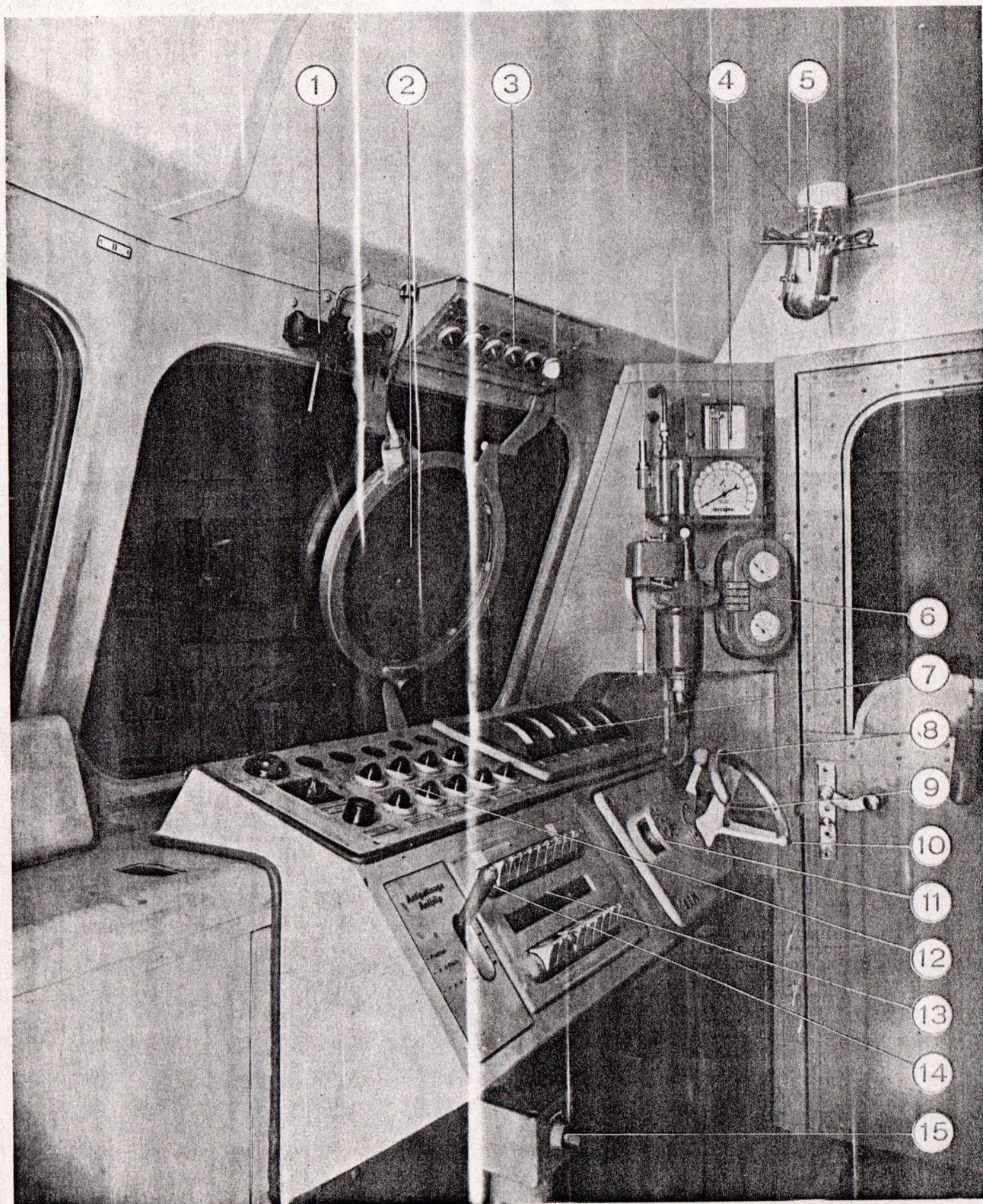
1. Une locomotive automatique obéit à l'impulsion de quelques boutons-poussoirs ou manettes. Mais une locomotive automatique est compliquée et les probabilités de panne sont multipliées. C'est pourquoi les 20 locomotives types 101, fournies en 1948, n'étaient pas automatiques. Toutefois, l'expérience des trois locomotives prototypes, type 120 et le service impeccable assuré par les 40 automotri-

ces, types 1950 et 1953, ont prouvé que l'équipement automatique JH a une sécurité de fonctionnement permettant son application à des locomotives électriques.

Les fonctions principales d'une locomotive sont de démarrer et de freiner les trains. Pour assurer ces deux fonctions essentielles, la locomotive doit

encore accomplir des fonctions accessoires comme la ventilation des moteurs de traction, la production de l'air comprimé. C'est pourquoi les organes de commande (fig. 21) sont classés en trois groupes :

- la commande des circuits auxiliaires ;
- la commande de la traction ;
- la commande du freinage.



La mise en service des circuits auxiliaires s'effectue au moyen d'un *jeu de boutons-poussoirs* permettant la commande de la levée des pantographes, l'enclenchement du disjoncteur, le démarrage des moteurs de ventilateurs et de compresseurs. Ils sont réunis dans une boîte, placée au centre de la table de bord. N'étant actionnés qu'au moment où le conducteur prend possession de la locomotive, ils ne sont pas placés à sa portée immédiate. Les boutons-poussoirs de la boîte du poste de conduite, non occupé, sont verrouillés par une manette amovible.

Le conducteur est assis à droite du poste de conduite où sont installés le *manipulateur* et la *colonne du frein*.

Les commandes de la traction sont réunies dans un manipulateur placé directement sous la main gauche du conducteur. Ces organes de commande comportent :

- une manette d'inversion pour le choix du sens de marche ;
- un volant pour le choix de la vitesse du train ;
- une manette à boule pour le réglage de l'effort de démarrage de la locomotive.

Seule, la manette d'inversion est amovible et verrouille au zéro les deux autres commandes.

La commande du freinage s'effectue au moyen de deux robinets réunis sur la colonne du frein et placés directement sous la main droite du conducteur :

- un robinet commande le frein direct agissant uniquement sur la locomotive et qui est modérable tant au serrage qu'au desserrage ;
- un robinet commande le frein automatique qui agit sur toute la rame ; ce frein n'est réglable qu'au serrage.

Après avoir choisi le sens de marche et desserré les freins, le conducteur démarre la locomotive en portant le volant du manipulateur sur le cran correspondant à la vitesse désirée. En tirant ensuite sur la manette à boule, il détermine l'effort de démar-

rage d'après le poids du train et le profil de la rampe. Pour couper la traction, il suffit de ramener au zéro le volant du manipulateur.

Dans le cas de démarrage difficile, le conducteur tire sur la *manette d'antipatinage*, placée à gauche du manipulateur. Il met ainsi successivement en service :

- le léger freinage d'antipatinage ;
- la marche en antipatinage, proportionnant l'effort aux jantes à leur charge ;
- le sablage des essieux avant.

Le conducteur peut encore conduire à sa guise le démarrage, indépendamment du relais d'accélération, en décidant lui-même du passage sur les divers crans de démarrage. Il lui suffit de manœuvrer la manette à boule entre la position extrême « stop » et la position suivante ; à chaque manœuvre, l'équipement progresse d'un cran. Le conducteur reste donc maître de la locomotive comme avec un équipement non automatique.

Les trains lourds peuvent être remorqués par deux locomotives, chacune étant conduite par un conducteur. Le conducteur de la première locomotive décide de toutes les manœuvres de freinage. Le conducteur de la seconde est uniquement chargé de la commande de la traction de sa locomotive. Le conducteur de la locomotive de tête communique ses ordres au moyen de quatre signaux lumineux, placés à l'arrière de sa locomotive et qui s'allument d'après les manœuvres qu'il effectue. Pour éviter toutes fausses manœuvres, un relais pneumatique, le « *Switch Control* », coupe la traction dès que les freins sont appliqués.

2. Le fonctionnement de la locomotive est contrôlé.

Les deux fonctions essentielles, la traction et le freinage, doivent être constamment surveillées. Ce contrôle permanent ne peut s'effectuer qu'au moyen d'instruments de mesure.

Les défauts doivent être immédiatement signalés ; le signal le plus efficace est le signal lumineux. Tout un jeu de *lampes de signalisation* des défauts est réuni sur la table de bord.

Le contrôle de la traction s'effectue au moyen :

FIG. 21. — VUE DU POSTE DE CONDUITE.

- | | |
|---|---|
| 1. COMMANDE DE L'ESSUIE-GLACE. | 8. MANETTE A BOULE POUR REGLAGE DE L'EFFORT DE DEMARRAGE. |
| 2. ANTIBUEE. | 9. ROBINET DU FREIN AUTOMATIQUE. |
| 3. LAMPES DE SIGNALISATION DES POSITIONS DU JH. | 10. VOLANT POUR LE CHOIX DE LA VITESSE. |
| 4. TELOC ENREGISTREUR DE LA VITESSE ET DES SIGNAUX. | 11. MANETTE POUR LA COMMANDE DU SENS DE MARCHÉ. |
| 5. LAMPE ECRAN POUR L'ECLAIRAGE DES INSTRUMENTS DE MESURE. | 12. LAMPES DE SIGNALISATION DES ENCLÈCHEMENTS. |
| 6. MANOMETRES DES FREINS PNEUMATIQUES. | 13. BOITE A BOUTONS-POUSOIRS POUR LA COMMANDE DES SERVICES AUXILIAIRES. |
| 7. VOLTMETRES ET AMPEREMETRES DES CIRCUITS DE TRACTION ET DE LA BATTERIE. | 14. COMMANDE DE L'ANTIPATINAGE. |
| | 15. COLONNE POUR LA COMMANDE MANUELLE DE SECOURS. |

- d'un *voltmètre* indiquant la tension à la caténaire;
- de deux *ampèremètres*, un dans chaque ligne de moteurs, renseignant le courant de traction.

Le contrôle du freinage s'effectue au moyen d'un *manomètre duplex* :

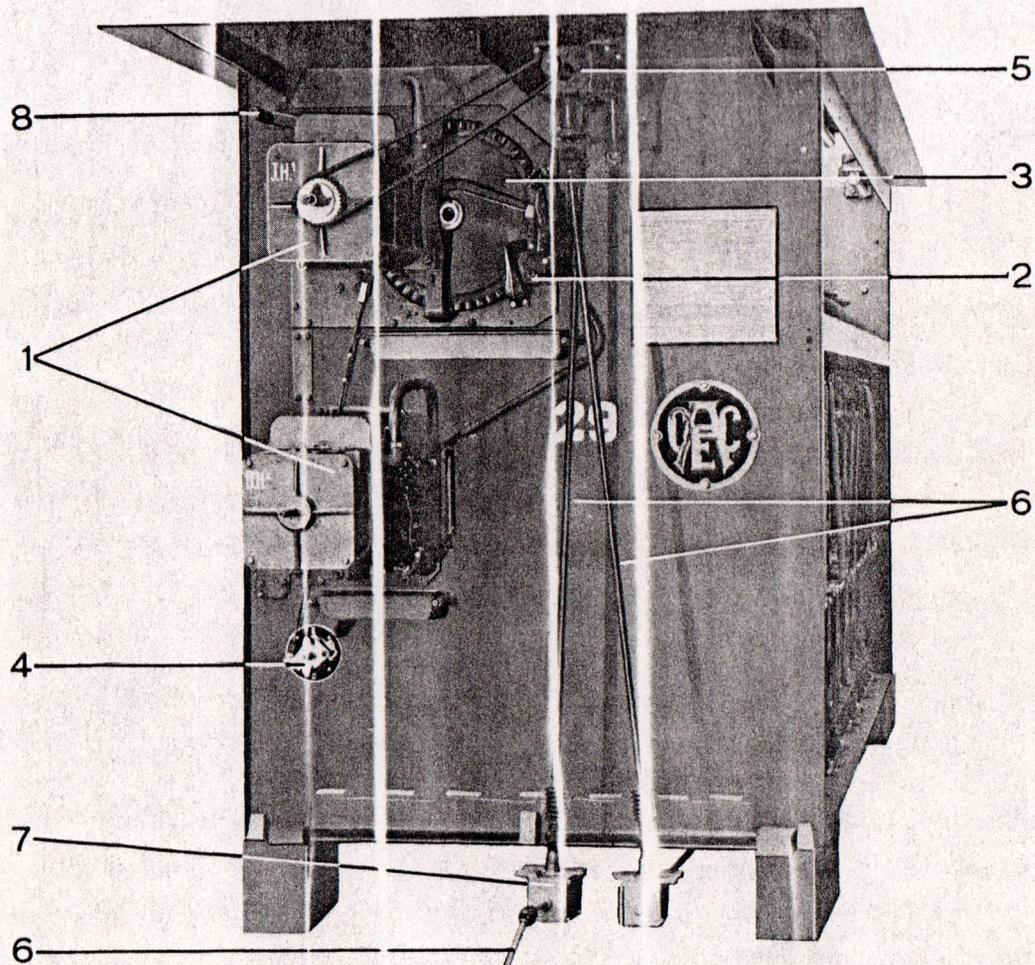
- une aiguille indique la pression d'air dans les réservoirs ;
- une aiguille indique la pression dans la conduite automatique.

Quand les freins sont desserrés, ces deux pressions sont égales et les aiguilles se superposent. Pendant le freinage, la pression dans la conduite automatique diminue et le décalage des aiguilles indique le degré de serrage du frein.

Quand tout est normal sur la locomotive, les lampes de signalisation sont éteintes. Dès qu'un défaut se produit, le disjoncteur ultra rapide déclenche et

une lampe, en s'allumant, indique au conducteur la cause du déclenchement.

Un contrôle constant est encore exercé sur le conducteur lui-même. Non seulement, un « *Téloc* » enregistre la vitesse du train et la position des signaux mais de plus, un *dispositif d'homme mort* surveille la vigilance du conducteur et arrête automatiquement le train en cas de défaillance. Ce dispositif se commande par une pédale que le conducteur doit enfoncer à l'encontre d'un ressort. S'il lâche la pédale, le disjoncteur ultra rapide coupe instantanément la traction et un sifflet avertit que le freinage d'urgence va être appliqué dans quelques secondes. Cette temporisation dans le déclenchement du freinage est nécessaire au cas où le conducteur aurait lâché la pédale par inadvertance. Il lui suffit, dans ce cas, pour suspendre l'action du frein, d'appuyer à nouveau, sans retard, sur la pédale. Le dispositif d'homme mort permet la conduite de la locomotive par un seul homme.



3. Un défaut dans l'équipement entraînant le déclenchement du disjoncteur ultra rapide et une lampe de signalisation indiquant la cause de déclenchement, le conducteur peut rapidement détecter le circuit défectueux et procéder à son élimination.

Les divers services auxiliaires sont éliminés au moyen d'interrupteurs placés sur un *tableau de fusibles et d'interrupteurs*, installé au dos du conducteur, dans la paroi du poste de conduite. En cas d'avarie d'un moteur de traction, celui-ci est éliminé par la manœuvre d'un des sectionneurs installés à l'intérieur du bloc des JH. Le dispositif de sécurité du personnel ne permettant d'ouvrir les portes du bloc des JH que si les pantographes sont abaissés, le sectionnement des moteurs de traction se fera toujours sans courant. Au maximum, deux moteurs de traction peuvent être éliminés simultanément.

Une locomotive à démarrage automatique, forcément compliquée, présente des risques de pannes. Sur les locomotives, type 122, une *commande manuelle secours* peut se substituer rapidement à la commande automatique. Cette commande manuelle confère une grande sécurité d'exploitation à un équipement de prime abord très complexe. L'arbre à cames du JH₁, normalement commandé par le servo-moteur électrique, peut être commandé du poste de conduite au moyen d'un tringlerie. En dessous du manipulateur, face à la route, une manivelle amovible, engagée dans la tête d'une colonne, entraîne la tringlerie de la commande manuelle de secours. Un tour de manivelle correspond à un cran de démar-

rage du JH₁, dont la position est signalée sur un tableau lumineux, au dessus du poste de conduite.

La manœuvre est très douce et ne demande aucune précision puisque, par le jeu du mécanisme du JH₁, chaque tour de manivelle comporte un demi-tour mort pour un demi-tour actif. La mise en service de la commande manuelle secours (fig. 22) consiste à embrayer la transmission de mouvement vers le poste de conduite occupé et à couper les circuits d'asservissement. Ces opérations s'effectuent en quelques secondes au bloc des JH. L'inverseur et le JH₂ de shuntage ne sont pas commandés manuellement du poste de conduite, pour économiser un mécanisme dont l'emploi serait exceptionnel. En cas de panne, ces deux appareils sont commandés directement au flanc du bloc des JH.

**

Aucun effort n'a été épargné dans l'étude et la construction des locomotives type 122 pour réaliser d'excellents engins de traction synthétisant les progrès de la technique moderne. Pour les 83 locomotives à récupération type 123, destinées à la ligne du Luxembourg, la S.N.C.B. a adopté les mêmes moteurs de traction et le même équipement JH. Ces locomotives ne diffèrent des locomotives type 122 que par l'adjonction d'un groupe moteur-excitatrice et d'un bloc d'appareillage récupération. La S.N.C.B. disposera ainsi d'un parc de 133 locomotives électriques dont les moteurs et l'appareillage sont identiques, ce qui facilitera l'organisation des services d'entretien et de réparation.

P. LAMBERTS.

FIG. 22. — BLOC DES JH.
VUE COTE DE LA COMMANDE MANUELLE SECOURS.

1. SERVO-MOTEURS POUR LA COMMANDE DU JH₁ ET DU JH₂.
2. AUTORUPTEUR.
3. PLATEAU DE COMMANDE DU JH₁.
4. COMMANDE DE L'INVERSEUR.
5. BOITE D'EMBRAYAGE DE LA COMMANDE MANUELLE DE SECOURS.
6. ARBRES TELESCOPIQUES A CARDANS POUR LA COMMANDE MANUELLE DE SECOURS.
7. BOITES D'ENGRENAGES.
8. MANETTE ENLEVABLE POUR LA COMMANDE MANUELLE DE SECOURS.